



# ILMIY AXBOROTNOMA

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК

SCIENTIFIC JOURNAL

2019-yil, 1-son (113) ANIQ VA TABIIY FANLAR SERIYASI

Matematika. Informatika.

Fizika. Kimyo. Biologiya. Geografiya. O'qitish metodikasi

Samarqand viloyat matbuot boshqarmasida ro'yxatdan o'tish tartibi 09-25.  
Jurnal 1999-yildan chop qilina boshlagan va OAK ro'yxatiga kiritilgan.

**BOSH MUHARRIR**  
**BOSH MUHARRIR O'RINBOSARLARI:**

**R. I. XALMURADOV, t.f.d. professor**  
**H.A. XUSHVAQTOV, f-m.f.n., dotsent**  
**A. M. NASIMOV, t.f.d., professor**

## TAHRIRIYAT KENGASHI:

<b>M. X. ASHUROV</b>	- O'zFA akademigi	<b>A. A. ABULQOSIMOV</b>	- geogr.f.d., professor
<b>T. M. MO'MINOV</b>	- O'zFA akademigi	<b>J. D. ELTAZAROV</b>	- fil.f.d., professor
<b>SH.A.ALIMOV</b>	- O'zFA akademigi	<b>D. I. SALOHY</b>	- fil.f.d., professor
<b>S.N. LAKAYEV</b>	- O'zFA akademigi	<b>S. A. KARIMOV</b>	- fil.f.d., professor
<b>T.RASHIDOV</b>	- O'zFA akademigi	<b>T. SH. SHIRINOV</b>	- tar.f.d., professor
<b>S. S. G'ULOMOV</b>	- O'zFA akademigi	<b>M.D.DJURAKULOV</b>	- tar.f.d., professor
<b>N. N. NIZAMOV</b>	- f.-m.f.d., professor	<b>I. M. SAIDOV</b>	- tar.f.d., professor
<b>A. S. SOLEEV</b>	- f.-m.f.d., professor	<b>B. O. TO'RAYEV</b>	- fals.f.d., professor
<b>I. A. IKROMOV</b>	- f.-m.f.d., professor	<b>O.M. G'AYBULLAYEV</b>	- fals.f.d., professor
<b>B. X. XO'JAYAROV</b>	- f.-m.f.d., professor	<b>J.YA.YAXSHILIKOV</b>	- fals.f.d., professor
<b>I. I. JUMANOV</b>	- f.-m.f.d., professor	<b>M. Q. QURONOV</b>	- ped.f.d., professor
<b>E. A. ABDURAXMONOV</b>	- k.f.d., professor	<b>X. I. IBRAGIMOV</b>	- ped.f.d., professor
<b>N. K. MUXAMADIYEV</b>	- k.f.d., professor	<b>N. SH. SHODIYEV</b>	- ped.f.d., professor
<b>J. X. XO'JAYEV</b>	- b.f.d., professor	<b>E. G'. G'OZIYEV</b>	- psixol.f.d., professor
<b>Z. I. IZZATULLAYEV</b>	- b.f.d., professor	<b>SH. R. BARATOV</b>	- psixol.f.d., professor
<b>Z. F. ISMAILOV</b>	- b.f.d., professor	<b>B. Q. QODIROV</b>	- psixol.f.d., professor
<b>S. B. ABBOSOV</b>	- geogr.f.d., professor	<b>R. A. SEYTMURATOV</b>	- i.f.d., professor
<b>L. A. ALIBEKOV</b>	- geogr.f.d., professor	<b>B. X. TO'RAYEV</b>	- i.f.d., professor

## MUNDARIJA/СОДЕРЖАНИЕ/CONTENTS

<b>МАТЕМАТИКА / МАТЕМАТИКА / MATHEMATICS</b>		
<b>Абсаламов Т., Файзуллаева Б., Маннонов Г.</b>	Некоторые свойства бисингулярного интеграла Коши	6
<b>Мухтаров Я., Шодиев Д.С., Умарова Ф.</b>	Фазовые портреты плоских полиномиальных систем дифференциальных уравнений	14
<b>Mamatov M.Sh., Zunnunova A.O.</b>	Kvadratdagi sodda differensial o'yinlarda quvish masalasi	20
<b>Хасанов Г.А.</b>	Оценки осцилляторных интегралов со специальной фазой	27
<b>Хасанов А.Б., Маликов З., Турсунов Ф.Р.</b>	О задаче Коши для уравнения Лапласа	31
<b>Бегматов А.Х., Очиллов З.Х., Хусанов А.З.</b>	Задача интегральной геометрии для семейства специальных кривых	36
<b>Икромов И.А., Усманов С.Э.</b>	Об ограничении преобразования Фурье на развёртывающихся гиперповерхностях	43
<b>МЕХАНИКА / МЕХАНИКА /</b>		
<b>Маматкулов М.М., Дилмуродов Н., Холмуродов А.Э., Имомназаров Х.Х.</b>	О не существовании решений уравнений двух жидкостной среды с равновесием фаз по давлению	48
<b>Махмудов Н.А., Шамиев М.О., Сабуров Ф.Ж., Мардонов Д.Р., Каландаров У.Х.</b>	Продольно-радиальные колебания алюминиевой (Al-Be-Md-Cu) цилиндрической оболочки с внутренней вязкой несжимающейся жидкостью при внешних воздействиях	55
<b>Мустофокулов Ж.А., Бегматов Т.И., Мирсаидова Г.</b>	Численные моделирование задача диффузионного переноса вещества в элементе трещиновато-пористой среды	58
<b>ИНФОРМАТИКА/ ИНФОРМАТИКА /INFORMATICS</b>		
<b>Жуманов И.И., Каршиев Х. Б.</b>	Методика оценки и анализа эффективности алгоритмов повышения достоверности информации систем электронного документооборота	64
<b>FIZIKA / ФИЗИКА / PHYSICS</b>		
<b>Хужанова Д.Ш.</b>	Теория многофононного резонансного комбинационного рассеяния света квантовыми ямами в сильном магнитном поле	70
<b>Jurayev B.Sh., Ajabov A.Q., Turniyazov R.K., Kurbaniyazov S., Hamraqulov F., Egamberdiyev Sh., Axunov T.</b>	V 839 Oph o'zgaruvchan yulduzi fotometrik tahlili	72
<b>Махмудов С., Муминов И.Т., Муминов Т.М., Мухамедов А.К., Ниёзов Б.Х., Нурмурадov Л.Т., Сафаров А.А., Худойбердиев А.Т., Юлдошев С.К.</b>	Радиоактивность сухих атмосферных выпадений 2018 года в Ташкенте, Самарканде и Карши	75

<b>Ахмеджанов Ф.Р., Саидвалиев У.А., Тухтаев У.У., Назаров Ж.Т.</b>	Параметр упругой анизотропии в кристаллах силиката висмута	77
<b>Рахимов О., Эшбеков А.А.</b>	n-InP материалида акцептор атомлари мажмуаларининг хусусий - нуктавий нуксонлар билан ўзаро таъсири	82
<b>Qodirov M., Arziev Z.</b>	Quyosh havzasida yorug'likni issiqlikka aylantirish	85
<b>Уринов Х.О., Жуманов Х.А., Салахитдинов А.Н., Насимов Х.М., Мирзокулов Х.Б., Хидиров А.М.</b>	Основное состояние тонких магнитных пленок и фазовые диаграммы	90
<b>KIMYO / ХИМИЯ / CHEMISTRY</b>		
<b>Kasimov Sh.A., Turayev X.X.</b>	Mis (II) ning poliglisidil-N,N-(diaminoetil)- kaliy ditiofosfat bilan koordinasion birikmasining tadqiqoti	94
<b>Nasimov X.M., Esanov E.A., Makhmudov I.N., Sattarova G.A., Kurbanov H.X., Rahmonov I.YA., Makhmudov N.A., Voxidov O.M.</b>	Differensial tenglamalar mavzusida qiyinchilik darajasi yuqori bo'lgan kimyo fani muammolarining yechim topishi	97
<b>Mamajonov S.B., Abdullaev O.G'., Doliev F.A., Nuritdinov A.Q.</b>	Mahalliy xom ashyo asosida olingan quruq surkov kompozitsiyalaridan metallarni qayta ishlashda foydalanish	101
<b>Каршиев М.Т., Джалилов А.Т., Нуркулов Ф.Н., Каримов О.Т., Бердимуродов Э.Т.</b>	Изучение на основе металлоорганический олигомерных антипиренов	105
<b>Хамракулов З.А., О'розов Т.С., Мулайдинов Ф.М., Курбанов Н.В., Асланов А.</b>	Dolomitdan kaltsiy - magniy xlorid olishda filtrlash jarayonini o'rganish	107
<b>Рузиев И.Х., Мухамдиев Н.К.</b>	Модели хроматографического удерживания производных ряда изохинолина	113
<b>Захидов К.А., Самаров З.У., Жавхаров Ж.Ж., Уринов О.У.</b>	Влияние различных факторов на направление реакции алкилирования 2-амино 6-метил (фенил) пиримидин-4-онов	119
<b>Rakhimov T.Kh., Mukhamediev M.G., Gafurova D.A., Bekchanov D.J.</b>	Feasibility for changing of active fractions' borders of Pd -containing nanoparticles	126
<b>Buronov A.O., Nasimov A.M., Toshboyev M.D., Mirzayev Sh.E., Toshpulatov D.T.</b>	Eritma va gazli muhitlarda ammiak gazi monitoringi uchun zol- gel texnologiyasi asosida tayyorlangan optik sensorlar	131

J.E.Ruziyev	Tog'lik joydagi ichimlik suvlarining mineral tarkibini analitik nazorat qilish	135
Rahmatov X.B., Saфарова Г.Э., Юлдашев Н.Т., Фармонов Х.З.	Амперометрическое титрование благородных металлов растворами диэтиламино -4-метил-гексин -2- ола-4 в неводных средах	138
Уринов У.К., Максумова О.С., Абдуразакова Г.Т.	Синтез и исследование свойств полимера на основе тетрагидро-1,4-оксазина	140
Эшкobilова М.Э., Абдурахманов И.Э., Насимов А.М.	Некоторые метрологические характеристики полупроводникового сенсора метана	143
Орипов Э., Самаров З.У., Гаппаров А.	Изучение реакции нитрования и бромирования 2-этил-3-метил- и 2-карбометоксиаминохиназолонов-4	148
<b>BIOLOGIYA / БИОЛОГИЯ / BIOLOGY</b>		
Alikulov B.S.	Ayrim galofit o'simliklar biomassasini <i>t.reesei</i> zamburug'i ishtirokida gidrolizlash texnologiyasi	153
Xakimov N.X., Aslamova M.	Makkajo'xoring fitonematodalari va ularning ekologik xususiyatlari	157
Jabborova M., Idrisova L., Rajamuradov Z.T.	Qishloq xo'jalik hayvonlarini to'la qimmatli oziqlantirishini tashkil etish va uni nazorat qilishning imkoniyatlari	161
Nasimov X.M., Norqulov.U.M., Maxmudov I.N., Sattarova G.A., Qurbanov H.X., Raxmonov I.YA., Maxmudov N.A.	Bakteriyalarning ko'payishini differensial tenglamalar sistemasi yordamida tahlil qilish	166
Hayitov J.Sh.	Turkiston mintaqasida o'simlik, butasimon ekinlar va manzarali daraxtlar yangi navlarining tarqalish tarixi (XIX asr oxiri-XX boshlari)	168
Begmatova M.H.	Dalachoyning ( <i>Heperikum perforatum L</i> ) morfo- biologik xususiyati	175
<b>GEOGRAFIYA / ГЕОГРАФИЯ / GEOGRAPHY</b>		
G'aniyev Sh.R., Dilmurodov B., Ulug'murodov E.	Daryolar oqimining o'zgaruvchanligi va uni statistik baholash (Sangzor va Zominsuv daryolari misolida)	178
Karimov I.E.	Jizzax suv ombori ta'siri doirasidagi hududlarning landshaft-ekologik holati	181
Kadirov M.A., Xayitbaev A.I.	Samarqand viloyati aholisining yosh tarkibi va mehnat resurslarining o'sishi	184
Xalbekov K.A., Mягков С.С.	Оценка гидрохимического режима поверхностных водотоков Самаркандской области	187
Xoliqulov Sh.T., Fozilov A.S.	O'zbekistonda ichimlik suvi muammosiga doir ayrim mulohazalar	192
Usmonov M.R., Jumaboev T.J., Jo'raqulov X.J.	O'zbekistonda ekoturizmni rivojlantirishning milliy modelini yaratishning ba'zi masalalari	195
<b>O'QITISH METODIKASI/ TEACHING METHODOLOGY</b>		
Aliqulov S.S. Mingbayeva Y.B.	"Yadro va zarralar fizikasida fotoemul'siya metodi" bo'yicha amaliyot vazifalari	201

<b>Norqulov U.M., Ruziyev E.A., Nasimov H.M., Po'latova Z.P., Atavullayeva Sh.Sh., Kurbanova D.A.</b>	Kimyodan mustaqil ta'limni tashkil etishning ilmiy-uslubiy asoslari	206
<b>UNIVERSITET HAYOTIDAN</b>		
<b>MUALLIFLARGA</b>		

УДК: 517.9

**НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА БИСИНГУЛЯРНОГО ИНТЕГРАЛА КОШИ**

**Т. Абсаламов, Б. Файзуллаева, Г. Маннонов**

*Самаркандский государственный университет*

E-mail: [absalamov@mail.ru](mailto:absalamov@mail.ru)

**Аннотация:** Получены оценки типа оценки Зигмунда для бисингулярного интеграла. На основе полученных оценок строится класс функций инвариантного относительно бисингулярного оператора.

**Ключевые слова:** бисингулярный интеграл, оценка Зигмунда, инвариантное пространство.

**Koshi bisingulyar integralling ba'zi bir xossalari**

**Annotatsiya.** Jamlanuvchi funksiyalar fazosida bisingulyar integral uchun Zigmund tipidagi tengsizlik olindi. Bu tengsizlik asosida bisingulyar integral operatorga nisbatan invariant funksional fazo qurildi.

**Kalit so'zlar:** Bisingulyar integral operator, Zigmund tipidagi baho, invariant fazo.

**Some properties of the bisingular integral of Cauchy**

**Abstract.** The Inequality of Zigmund is obtained for bisingular function in the space of summation function. Invariant functional space is constructed by using this inequality for bisingular integral operators.

**Keywords:** Bisingular integral operator, Sigmund type estimate, invariant space.

Пусть  $-\infty < a_1 < b_1 < +\infty, -\infty < a_2 < b_2 < +\infty, 1 < p < +\infty$  и функция  $u(x_1, x_2)$  определена и измерима на  $\Delta = (a_1, b_1; a_2, b_2)$ .

Обозначим

$$L_p^{loc}(\Delta) = \{u: \forall \xi_i, \eta_i > 0, i = 1, 2, \xi_1 + \eta_1 \leq b_1 - a_1 = l_1, \xi_2 + \eta_2 \leq b_2 - a_2 = l_2\},$$

$$u \in L_p[a_1 + \xi_1, b_1 - \eta_1, a_2 + \xi_2, b_2 - \eta_2]$$

Для чего введем характеристику:

$$\Omega_p(u, \xi_1, \eta_1, \xi_2, \eta_2) = \left( \int_{a_1 + \xi_1}^{b_1 - \eta_1} \int_{a_2 + \xi_2}^{b_2 - \eta_2} |u(x_1, x_2)|^p dx_1 dx_2 \right)^{\frac{1}{p}}$$

$$\bar{\omega}_p(u, \delta_1, \xi_1, \eta_1, \xi_2, \eta_2) = \sup_{h_1 \in E_1} \left( \int_{a_1 + \xi_1}^{b_1 - \eta_1 - h_1} \int_{b_1 + \xi_2}^{b_2 - \eta_2} |u(x_1 + h_1, x_2) - u(x_1, x_2)|^p dx_1 dx_2 \right)^{\frac{1}{p}}$$

$$\bar{\omega}_p(u, \xi_1, \eta_1, \delta_2, \xi_2, \eta_2) = \sup_{h_2 \in E_2} \left( \int_{a_1 + \xi_1}^{b_1 - \eta_1} \int_{a_2 + \xi_2}^{b_2 - \eta_2 - h_2} |u(x_1, x_2 + h_2) - u(x_1, x_2)|^p dx_1 dx_2 \right)^{\frac{1}{p}}$$

$$\omega_p(u, \delta_1, \xi_1, \eta_1, \delta_2, \xi_2, \eta_2) = \sup_{h_1 \in E_1, h_2 \in E_2} \left( \int_{a_1 + \xi_1}^{b_1 - \eta_1 - h_1} \int_{a_2 + \xi_2}^{b_2 - \eta_2 - h_2} |\Delta u(x_1 + h_1, x_1, x_2 + h_2, x_2)|^p dx_1 dx_2 \right)^{\frac{1}{p}}$$

где  $E_i = \{h_i : 0 < h_i \leq \min(\delta_i, l_i - \xi_i - \eta_i)\}, i = 1, 2, \Delta u(x_1 + h_1, x_1, x_2 + h_2, x_2) = u(x_1 + h_1, x_2 + h_2) - u(x_1 + h_1, x_2) - u(x_1, x_2 + h_2) + u(x_1, x_2)$

Рассмотрим бисингулярный интеграл

$$\tilde{u}(x_1, x_2) = \int_{a_1}^{b_1} \int_{a_2}^{b_2} \frac{u(s_1, s_2)}{(s_1 - x_1)(s_2 - x_2)} ds_1 ds_2,$$

где  $u \in L_p^{loc}(\Delta), p > 1$

Пользуясь [1-7] доказана следующая

**Теорема 1.** Пусть  $1 < p < +\infty, \xi_i, \eta_i, \delta_2 > 0, \xi_i + \eta_i \leq l_i, 0 < \delta_2 \leq \min(\xi_2, \eta_2), i = 1, 2$ . Тогда при сходимости соответствующих интегралов справедливо неравенство

$$\begin{aligned} \overline{\omega}_p(\tilde{u}, \xi_1, \eta_1, \delta_2, \xi_2, \eta_2) \leq & C_p \left[ \frac{\delta_2}{(\delta_2 + \xi_2)} \cdot \frac{1}{(\xi_1 \xi_2)^{\frac{1}{q}}} \int_0^{\frac{\xi_1}{2}} \int_0^{\frac{\xi_2}{2}} \frac{\Omega_p \left( u, t_1, \frac{l_1}{2}, t_2, \frac{l_2}{2} \right)}{(t_1 t_2)^{\frac{1}{p}}} dt_1 dt_2 \right. \\ & + \frac{\delta_2}{(\delta_2 + \xi_2)} \cdot \frac{1}{(\eta_1 \xi_2)^{1/q}} \int_0^{\frac{\eta_1}{2}} \int_0^{\frac{\xi_2}{2}} \frac{\Omega_p \left( u, t_1, \frac{l_1}{2}, t_2, \frac{l_2}{2} \right)}{(t_1 t_2)^{\frac{1}{p}}} dt_1 dt_2 + \\ & + \frac{\delta_2}{(\delta_2 + \eta_2)} \cdot \frac{1}{(\eta_2 \xi_1)^{1/q}} \int_0^{\frac{\xi_1}{2}} \int_0^{\frac{\eta_2}{2}} \frac{\Omega_p \left( u, t_1, \frac{l_1}{2}, t_2, \frac{l_2}{2} \right)}{(t_1 t_2)^{\frac{1}{p}}} dt_1 dt_2 + \\ & + \frac{\delta_2}{(\delta_2 + \eta_2)} \cdot \frac{1}{(\eta_1 \eta_2)^{1/q}} \int_0^{\frac{\eta_1}{2}} \int_0^{\frac{\eta_2}{2}} \frac{\Omega_p \left( u, t_1, \frac{l_1}{2}, t_2, \frac{l_2}{2} \right)}{(t_1 t_2)^{\frac{1}{p}}} dt_1 dt_2 + \\ & + \frac{\delta_2}{(\delta_2 + \xi_2)} \cdot \frac{1}{\xi_2^{\frac{1}{q}}} \int_0^{\frac{\xi_2}{2}} \frac{\Omega_p \left( u, \frac{\xi_1}{2}, \frac{\eta_2}{2}, t_2, \frac{l_2}{2} \right)}{t_2^{\frac{1}{p}}} dt_2 + \frac{\delta_2}{(\delta_2 + \eta_2)} \cdot \frac{1}{\eta_2^{\frac{1}{q}}} \int_0^{\frac{\eta_2}{2}} \frac{\Omega_p \left( u, \frac{\xi_1}{2}, \frac{\eta_1}{2}, \frac{l_2}{2}, t_2 \right)}{t_2^{\frac{1}{p}}} dt_2 + \\ & + \frac{1}{\xi_1^{\frac{1}{q}}} \int_0^{\frac{\xi_1}{2}} \frac{\overline{\omega}_p \left( u, t_1, \frac{l_1}{2}, h_2, \frac{\xi_2}{2}, \frac{\eta_2}{2} \right)}{t_1^{\frac{1}{p}}} dt_1 + \frac{1}{\eta_1^{\frac{1}{q}}} \int_0^{\frac{\eta_1}{2}} \frac{\overline{\omega}_p \left( u, \frac{l_1}{2}, t_1, h_2, \frac{\xi_2}{2}, \frac{\eta_2}{2} \right)}{t_1^{\frac{1}{p}}} dt_1 + \\ & \left. + \omega_p \left( u, \frac{\xi_1}{2}, \frac{\eta_1}{2}, \delta_2, \frac{\xi_2}{2}, \frac{\eta_2}{2} \right) \right], \end{aligned}$$

где постоянная  $C_p$  зависит лишь от  $p$ .

**Доказательство.** Пусть  $0 < h \leq \frac{1}{2} \min\{\xi_2, \eta_2\}$ . В силу [ ]  $\tilde{u}(x_1, x_2)$  существует почти везде. Далее, для почти всех  $x_1 \in [a_1 + \xi_1, b_1 - \eta_1], x_2 \in [a_2 + \xi_2, b_2 - \eta_2 - h_2]$  имеет место

$$\begin{aligned} \tilde{u}(x_1, x_2 + h_2) - \tilde{u}(x_1, x_2) = & h_2 \int_{a_1}^{a_1 + \frac{\xi_1}{2}} \int_{a_2}^{a_2 + \frac{\xi_2}{2}} \frac{u(s_1, s_2)}{(s_1 - x_1)(s_2 - x_2)(s_2 - x_2 - h_2)} ds_1 ds_2 \\ & + h_2 \int_{a_1 + \frac{\xi_1}{2}}^{b_1 - \frac{\eta_1}{2}} \int_{a_2}^{a_2 + \frac{\xi_2}{2}} \frac{u(s_1, s_2)}{(s_1 - x_1)(s_2 - x_2)(s_2 - x_2 - h_2)} ds_1 ds_2 \\ & + h_2 \int_{b_1 - \frac{\eta_1}{2}}^{b_1} \int_{a_2}^{a_2 + \frac{\xi_2}{2}} \frac{u(s_1, s_2)}{(s_1 - x_1)(s_2 - x_2)(s_2 - x_2 - h_2)} ds_1 ds_2 \\ & + h_2 \int_{a_1}^{a_1 + \frac{\xi_1}{2}} \int_{b_2 - \frac{\eta_2}{2}}^{b_2} \frac{u(s_1, s_2)}{(s_1 - x_1)(s_2 - x_2)(s_2 - x_2 - h_2)} ds_1 ds_2 \\ & + h_2 \int_{a_1 + \frac{\xi_1}{2}}^{b_1 - \frac{\eta_1}{2}} \int_{b_2 - \frac{\eta_2}{2}}^{b_2} \frac{u(s_1, s_2)}{(s_1 - x_1)(s_2 - x_2)(s_2 - x_2 - h_2)} ds_1 ds_2 \\ & + h_2 \int_{b_1 - \frac{\eta_1}{2}}^{b_1} \int_{b_2 - \frac{\eta_2}{2}}^{b_2} \frac{u(s_1, s_2)}{(s_1 - x_1)(s_2 - x_2)(s_2 - x_2 - h_2)} ds_1 ds_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & + \int_{a_1}^{a_1 + \frac{\xi_1}{2}} \int_{a_2 + \frac{\xi_2}{2}}^{b_2 - \frac{\eta_2}{2} - h_2} \frac{u(s_1, s_2) - u(s_1, s_2 + h_2)}{(s_1 - x_1)(s_2 - x_2)} ds_1 ds_2 \\
 & + \int_{a_1 + \frac{\xi_1}{2}}^{b_1 - \frac{\eta_1}{2}} \int_{a_2 + \frac{\xi_2}{2}}^{b_2 - \frac{\eta_2}{2} - h_2} \frac{u(s_1, s_2) - u(s_1, s_2 + h_2)}{(s_1 - x_1)(s_2 - x_2)} ds_1 ds_2 \\
 & + \int_{b_1 - \frac{\eta_1}{2}}^{b_1} \int_{a_2 + \frac{\xi_2}{2}}^{b_2 - \frac{\eta_2}{2} - h_2} \frac{u(s_1, s_2) - u(s_1, s_2 + h_2)}{(s_1 - x_1)(s_2 - x_2)} ds_1 ds_2 \\
 & - \int_{a_1}^{a_1 + \frac{\xi_1}{2}} \int_{a_2 + \frac{\xi_2}{2} - h_2}^{a_2 + \frac{\xi_2}{2}} \frac{u(s_1, s_2 + h_2)}{(s_1 - x_1)(s_2 - x_2)} ds_1 ds_2 - \int_{a_1 + \frac{\xi_1}{2}}^{b_1 - \frac{\eta_1}{2}} \int_{a_2 + \frac{\xi_2}{2} - h_2}^{a_2 + \frac{\xi_2}{2}} \frac{u(s_1, s_2 + h_2)}{(s_1 - x_1)(s_2 - x_2)} ds_1 ds_2 \\
 & - \int_{b_1 - \frac{\eta_1}{2}}^{b_1} \int_{a_2 + \frac{\xi_2}{2} - h_2}^{a_2 + \frac{\xi_2}{2}} \frac{u(s_1, s_2 + h_2)}{(s_1 - x_1)(s_2 - x_2)} ds_1 ds_2 \\
 & + \int_{a_1}^{a_1 + \frac{\xi_1}{2}} \int_{b_2 - \frac{\eta_2}{2} - h_2}^{b_2 - \frac{\eta_2}{2}} \frac{u(s_1, s_2)}{(s_1 - x_1)(s_2 - x_2)} ds_1 ds_2 + \int_{a_1 + \frac{\xi_1}{2}}^{b_1 - \frac{\eta_1}{2}} \int_{b_2 - \frac{\eta_2}{2} - h_2}^{b_2 - \frac{\eta_2}{2}} \frac{u(s_1, s_2)}{(s_1 - x_1)(s_2 - x_2)} ds_1 ds_2 \\
 & + \int_{b_2 - \frac{\eta_2}{2}}^{b_1} \int_{b_2 - \frac{\eta_2}{2} - h_2}^{b_2 - \frac{\eta_2}{2}} \frac{u(s_1, s_2)}{(s_1 - x_1)(s_2 - x_2)} ds_1 ds_2 = \sum_{i=1}^{15} I_i
 \end{aligned}$$

Оценим  $I_1$  по норме  $L_p[a_1 + \xi_1, b_1 - \eta_1; a_2 + \xi_2, b_2 - \eta_2 - h_2]$

$$I_1 = h_2 \int_{a_1}^{a_1 + \frac{\xi_1}{2}} \int_{a_2}^{a_2 + \frac{\xi_2}{2}} \frac{u(s_1, s_2)}{(s_1 - x_1)(s_2 - x_2)(s_2 - x_2 - h_2)} ds_1 ds_2$$

Учитывая, что  $|s_2 - x_2 - h_2| = x_2 + h_2 - s_2 \geq x_2 + h_2 - a_2 - \frac{s_2}{2} \geq a_2 + \xi_2 + h_2 - a_2 - \frac{\xi_2}{2} = h_2 + \frac{\xi_2}{2} \geq \frac{h_2 + \xi_2}{2}$ , имеем

$$\begin{aligned}
 |I_1| & \leq \frac{2h_2}{h_2 + \xi_2} \int_{a_1}^{a_1 + \frac{\xi_1}{2}} \int_{a_2}^{a_2 + \frac{\xi_2}{2}} \frac{|u(s_1, s_2)|}{|(s_1 - x_1)|(s_2 - x_2)} ds_1 ds_2 \\
 & = \frac{2h_2}{h_2 + \xi_2} \int_{a_1}^{a_1 + \frac{\xi_1}{2}} \int_{a_2}^{a_2 + \frac{\xi_2}{2}} \frac{|u(s_1, s_2)|}{(x_1 - s_1)(x_2 - s_2)} ds_1 ds_2
 \end{aligned}$$

$s_i \in [a_i; a_i + \frac{\xi_i}{2}]$ ,  $x_1 \in [a_1 + \xi_1; b_1 - \eta_1]$ ,  $x_2 \in [a_2 + \xi_2; b_2 - \eta_2 - h_2]$

$x_1 - s_1 \geq x_1 - a_1 - \frac{\xi_1}{2}$ ,  $x_2 - s_2 \geq x_2 - a_2 - \frac{\xi_2}{2} \geq x_2 - a_2 - \frac{x_2 - a_2}{2} = \frac{x_2 - a_2}{2}$ , имеем



$$|I_1| \leq \frac{2h_2}{h_2 + \xi_2} \int_{a_1}^{a_1 + \frac{\xi_1}{2}} \int_{a_2}^{a_2 + \frac{\xi_2}{2}} \frac{|u(s_1, s_2)|}{\left(x_1 - a_1 - \frac{\xi_1}{2}\right) \left(\frac{x_2 - a_2}{2}\right)} ds_1 ds_2$$

$$= \frac{4h_2}{h_2 + \xi_2} \frac{1}{\left(x_1 - a_1 - \frac{\xi_1}{2}\right) (x_2 - a_2)} \int_{a_1}^{a_1 + \frac{\xi_1}{2}} \int_{a_2}^{a_2 + \frac{\xi_2}{2}} |u(s_1, s_2)| ds_1 ds_2$$

Отсюда

$$\|I_1\|_{L_p[a_1 + \xi_1, b_1 - \eta_1; a_2 + \xi_2, b_2 - \eta_2 - h_2]}$$

$$= \frac{4h_2}{h_2 + \xi_2} \left( \int_{a_1 + \xi_1}^{b_1 - \eta_1} \int_{a_2 + \xi_2}^{b_2 - \eta_2 - h_2} \left( \frac{1}{\left(x_1 - a_1 - \frac{\xi_1}{2}\right) (x_2 - a_2)} \int_{a_1}^{a_1 + \frac{\xi_1}{2}} \int_{a_2}^{a_2 + \frac{\xi_2}{2}} |u(s_1, s_2)| ds_1 ds_2 \right)^p dx_1 dx_2 \right)^{\frac{1}{p}}$$

$$= \frac{4h_2}{h_2 + \xi_2} \int_{a_1}^{a_1 + \frac{\xi_1}{2}} \int_{a_2}^{a_2 + \frac{\xi_2}{2}} |u(s_1, s_2)| ds_1 ds_2 \left( \int_{a_1 + \xi_1}^{b_1 - \eta_1} \frac{dx_1}{\left(x_1 - a_1 - \frac{\xi_1}{2}\right)^p} \int_{a_2 + \xi_2}^{b_2 - \eta_2 - h_2} \frac{dx_2}{(x_2 - a_2)^p} \right)^{\frac{1}{p}} \leq$$

$$\leq \frac{C_p h_2}{(h_2 + \xi_2) (\xi_1 \xi_2)^{\frac{1}{q}}} \int_{a_1}^{a_1 + \frac{\xi_1}{2}} \int_{a_2}^{a_2 + \frac{\xi_2}{2}} |u(s_1, s_2)| ds_1 ds_2 = \frac{C_p h_2}{h_2 + \xi_2} \frac{1}{(\xi_1 \eta_2)^{\frac{1}{q}}}$$

$$\int_0^{\xi_1} \int_0^{\eta_2} |u(s_1 + a_1, s_2 + a_2)| ds_1 ds_2 \frac{1}{s_1^2 s_2^2} \int_0^{s_1} \int_0^{s_2} t_1 t_2 dt_1 dt_2 =$$

$$= \frac{C_p h_2}{h_2 + \xi_2} \int_0^{\frac{\xi_1}{2}} \int_0^{\frac{\xi_2}{2}} t_1 t_2 dt_1 dt_2 \int_{\frac{\eta_1}{2}}^{\frac{\eta_1}{2}} \int_{\frac{\eta_2}{2}}^{\frac{\eta_2}{2}} \frac{|u(s_1 + a_1, s_2 + a_2)|}{s_1^2 s_2^2} ds_1 ds_2.$$

Учитывая, что  $u \in L_p^{loc}(\Delta)$ , применим в внутреннем интеграле неравенство Гёльдера и получим

$$\|I_1\|_{L_p[a_1 + \xi_1, b_1 - \eta_1; a_2 + \xi_2, b_2 - \eta_2 - h_2]} \leq \frac{C_p h_2}{h_2 + \xi_2} \frac{1}{(\xi_1 \xi_2)^{\frac{1}{q}}} \int_0^{\frac{\xi_1}{2}} \int_0^{\frac{\xi_2}{2}} \frac{\Omega_p\left(u, t_1, \frac{l_1}{2}, t_2, \frac{l_2}{2}\right)}{(t_1 t_2)^{\frac{1}{p}}} dt_1 dt_2$$

Аналогично, получим

$$\|I_3\|_{L_p[a_1 + \xi_1, b_1 - \eta_1; a_2 + \xi_2, b_2 - \eta_2 - h_2]} \leq C_p \frac{h_2}{h_2 + \xi_2} \frac{1}{(\eta_1 \xi_2)^{\frac{1}{q}}} \int_0^{\frac{\eta_1}{2}} \int_0^{\frac{\xi_2}{2}} \frac{\Omega_p\left(u, t_1, \frac{l_1}{2}, t_2, \frac{l_2}{2}\right)}{(t_1 t_2)^{\frac{1}{p}}} dt_1 dt_2$$

$$\|I_4\|_{L_p[a_1 + \xi_1, b_1 - \eta_1; a_2 + \xi_2, b_2 - \eta_2 - h_2]} \leq C_p \frac{h_2}{h_2 + \eta_2} \frac{1}{(\eta_2 \xi_1)^{\frac{1}{q}}} \int_0^{\frac{\xi_1}{2}} \int_0^{\frac{\eta_2}{2}} \frac{\Omega_p\left(u, t_1, \frac{l_1}{2}, t_2, \frac{l_2}{2}\right)}{(t_1 t_2)^{\frac{1}{p}}} dt_1 dt_2$$

Аналогично, имеем

$$\|I_6\|_{L_p} \leq \frac{C_p h_2}{(h_2 + \xi_2) (\eta_1 \eta_2)^{\frac{1}{q}}} \int_0^{\frac{\eta_1}{2}} \int_0^{\frac{\eta_2}{2}} \frac{\Omega_p\left(u, \frac{l_1}{2}, t_1, \frac{l_2}{2}, t_2\right)}{(t_1 t_2)^{\frac{1}{p}}} dt_1 dt_2$$

Теперь оценим  $I_2$ .

$$\begin{aligned}
 & \|I_2\|_{L_p[a_1+\xi_1, b_1-\eta_1; a_2+\xi_2, b_2-\eta_2-h_2]} \\
 &= \left( \int_{a_1+\xi_1}^{b_1-\eta_1} \int_{a_2+\xi_2}^{b_2-\eta_2-h_2} \left( h_2 \int_{a_2}^{a_2+\frac{\xi_2}{2}} \frac{A(x_1, s_2) ds_2}{|s_2-x_2||s_2-x_2-h_2|} ds_2 \right)^p dx_1 dx_2 \right)^{\frac{1}{p}} \\
 &\leq \frac{C_p h_2}{(h_2 + \xi_2) \xi_2^{\frac{1}{q}}} \left( \int_{a_1+\xi_1}^{b_1-\eta_1} \left( \int_{a_2}^{a_2+\frac{\xi_2}{2}} |A(x_1, s_2)| ds_2 \right)^p dx_1 \right)^{\frac{1}{p}} \\
 &\leq \frac{C_p h_2}{(h_2 + \xi_2) \xi_2^{\frac{1}{q}}} \int_{a_2}^{a_2+\frac{\xi_2}{2}} \left( \int_{a_1+\xi_1}^{b_1-\eta_1} |A(x_1, s_2)|^p dx_1 \right)^{\frac{1}{p}} ds_2 \\
 &= \frac{C_p h_2}{(h_2 + \xi_2) \xi_2^{\frac{1}{q}}} \int_{a_2}^{a_2+\frac{\xi_2}{2}} \left( \int_{a_1+\xi_1}^{b_1-\eta_1} \left| \int_{a_1+\frac{\xi_1}{2}}^{b_1-\frac{\eta_1}{2}} \frac{u(s_1, s_2)}{(s_1-x_1)} ds_1 \right|^p dx_1 \right)^{\frac{1}{p}} ds_2 \leq \\
 &\leq \frac{C_p h_2}{(h_2 + \xi_2) \xi_2^{\frac{1}{q}}} \int_{a_2}^{a_2+\frac{\xi_2}{2}} \left( \int_{a_1+\frac{\xi_1}{2}}^{b_1-\frac{\eta_1}{2}} |u(s_1, s_2)|^p ds_1 \right)^{\frac{1}{p}} ds_2 = \\
 &= \frac{C_p h_2}{(h_2 + \xi_2) \xi_2^{\frac{1}{q}}} \int_{a_2}^{a_2+\frac{\xi_2}{2}} B(s_2) ds_2 \leq \frac{C_p h_2}{(h_2 + \xi_2) \xi_2^{\frac{1}{q}}} \int_0^{\frac{\xi_2}{2}} \frac{\Omega_p(B, t_2, \frac{l_2}{2})}{t_2^{\frac{1}{p}}} dt_2 = \\
 &= \frac{C_p h_2}{(h_2 + \xi_2) \xi_2^{\frac{1}{q}}} \int_0^{\frac{\xi_2}{2}} \frac{dt_2}{t_2^{\frac{1}{p}}} \left( \int_{a_2+t_2}^{b_2-\frac{l_2}{2}} |B(s_2)|^p ds_2 \right)^{\frac{1}{p}} = \\
 &\frac{C_p h_2}{h_2 + \xi_2} \frac{1}{\xi_2^{\frac{1}{q}}} \int_0^{\frac{\xi_2}{2}} \frac{dt_2}{t_2^{\frac{1}{p}}} \left( \int_{a_1+\frac{\xi_1}{2}}^{b_1-\frac{\eta_1}{2}} \int_{a_2+\frac{\xi_2}{2}}^{b_2-\frac{\eta_2}{2}} |u(s_1, s_2)|^p ds_1 ds_2 \right)^{\frac{1}{p}} = \frac{C_p h_2}{h_2 + \xi_2} \frac{1}{\xi_2^{\frac{1}{q}}} \int_0^{\frac{\xi_2}{2}} \frac{\Omega_p(u, \frac{\xi_1}{2}, \frac{\eta_1}{2}, t_2, \frac{l_2}{2})}{t_2^{\frac{1}{p}}} dt_2
 \end{aligned}$$

где

$$\begin{aligned}
 A(x_1, s_2) &= \int_{a_1+\frac{\xi_1}{2}}^{b_1-\frac{\eta_1}{2}} \frac{u(s_1, s_2)}{(s_1-x_1)} ds_1 \\
 B(s_2) &= \left( \int_{a_1+\frac{\xi_1}{2}}^{b_1-\frac{\eta_1}{2}} |u(s_1, s_2)|^p ds_1 \right)^{\frac{1}{p}}
 \end{aligned}$$

Аналогично, получим

$$\|I_5\|_{L_p[a_1+\xi_1, b_1-\eta_1; a_2+\xi_2, b_2-\eta_2-h_2]} \leq C_p \frac{h_2}{h_2 + \eta_2} \frac{1}{\eta_2^q} \int_0^{\frac{\eta_1}{2}} \frac{\Omega_p\left(u, \frac{\xi_1}{2}, \frac{\eta_1}{2}, t_2, \frac{l_2}{2}\right)}{(t_2)^{\frac{1}{p}}} dt_2$$

Теперь оценим  $I_7$ .

$$\begin{aligned} \|I_7\|_{L_p[a_1+\xi_1, b_1-\eta_1; a_2+\xi_2, b_2-\eta_2-h_2]} &= \left( \int_{a_1+\xi_1}^{b_1-\eta_1} \int_{a_2+\xi_2}^{b_2-\eta_2-h_2} \left| \int_{a_1}^{a_1+\frac{\xi_1}{2}} \frac{A(s_1, x_2)}{s_1 - x_1} ds_1 \right|^p dx_1 dx_2 \right)^{\frac{1}{p}} \\ &\leq \left( \int_{a_2+\xi_2}^{b_2-\eta_2-h_2} \left( \int_{a_1+\xi_1}^{b_1-\eta_1} \left| \int_{a_1}^{a_1+\frac{\xi_1}{2}} \frac{A(s_1, x_2)}{s_1 - x_1} ds_1 \right|^p dx_1 \right) dx_2 \right)^{\frac{1}{p}} \\ &\leq C_p \frac{1}{\xi_1^q} \left( \int_{a_2+\xi_2}^{b_2-\eta_2-h_2} \left( \int_{a_1}^{a_1+\frac{\xi_1}{2}} |A(s_1, x_2)|^p ds_1 \right) dx_2 \right)^{\frac{1}{p}} \\ &\leq C_p \frac{1}{\xi_1^q} \int_{a_1}^{a_1+\frac{\xi_1}{2}} \left( \int_{a_2+\xi_2}^{b_2-\eta_2-h_2} |A(s_1, x_2)|^p dx_2 \right) ds_1 \\ &\leq C_p \frac{1}{\xi_1^q} \int_{a_1}^{a_1+\frac{\xi_1}{2}} \left( \int_{a_2+\xi_2}^{b_2-\eta_2-h_2} |u(s_1, s_2) - u(s_1, s_2 + h_2)|^p ds_2 \right) ds_1 = \\ &= C_p \frac{1}{\xi_1^q} \int_{a_1}^{a_1+\frac{\xi_1}{2}} B(s_1) ds_1 \leq C_p \frac{1}{\xi_1^q} \int_0^{\frac{\xi_1}{2}} \frac{\Omega_p\left(B, t_1, \frac{l_1}{2}\right)}{t_1^{\frac{1}{p}}} dt_1 \\ &= C_p \frac{1}{\xi_1^q} \int_0^{\frac{\xi_1}{2}} \frac{dt_1}{t_1^{\frac{1}{p}}} \left( \int_{a_1+t_1}^{b_1-\frac{l_1}{2}} |B(s_1)|^p ds_1 \right)^{\frac{1}{p}} \\ &= C_p \frac{1}{\xi_1^q} \int_0^{\frac{\xi_1}{2}} \frac{dt_1}{t_1^{\frac{1}{p}}} \left( \int_{a_1+t_1}^{b_1-\frac{\eta_1}{2}} \int_{a_2+\xi_2}^{b_2-\frac{\eta_2}{2}-h_2} |u(s_1, s_2) - u(s_1, s_2 + h_2)|^p ds_1 ds_2 \right)^{\frac{1}{p}} \\ &= C_p \frac{1}{\xi_1^q} \int_0^{\frac{\xi_1}{2}} \frac{\omega_p\left(u, t_1, \frac{l_1}{2}, h_2, \frac{\xi_2}{2}, \frac{\eta_2}{2}\right)}{(t_1)^{\frac{1}{p}}} dt_1 dt_2, \end{aligned}$$

где,

$$\bar{A}(s_1, x_2) = \int_{a_1+\frac{\xi_1}{2}}^{b_2-\frac{\eta_2}{2}-h_2} \frac{u(s_1, s_2) - u(s_1, s_2 + h_2)}{(s_2 - x_2)} ds_2,$$

$$\bar{B}(s_1) = \left( \int_{a_2+\xi_2}^{b_2-\eta_2-h_2} |u(s_1, s_2) - u(s_1, s_2 + h_2)|^p ds_2 \right)^{\frac{1}{p}}$$

Аналогично, имеем

$$\|I_9\|_{L_p[a_1+\xi_1, b_1-\eta_1; a_2+\xi_2, b_2-\eta_2-h_2]} \leq C_p \frac{1}{\eta_1^{\frac{1}{q}}} \int_0^{\frac{\eta_1}{2}} \frac{\omega_p(u, t_1, \frac{l_1}{2}, h_2, \frac{\xi_2}{2}, \frac{\eta_2}{2})}{(t_1)^{\frac{1}{p}}} dt_1$$

Теперь оценим  $I_8$ . В силу теоремы [7].

$$\begin{aligned} \|I_8\|_{L_p[a_1+\xi_1, b_1-\eta_1; a_2+\xi_2, b_2-\eta_2-h_2]} &= \left( \int_{a_1+\xi_1}^{b_1-\eta_1} \int_{a_2+\xi_2}^{b_2-\eta_2-h_2} \left| \int_{a_1+\frac{\xi_1}{2}}^{b_1-\frac{\eta_1}{2}} \int_{a_2+\frac{\xi_2}{2}}^{b_2-\frac{\eta_2}{2}-h_2} \frac{u(s_1, s_2) - u(s_1, s_2 + h_2)}{(s_1 - x_1)(s_2 - x_2)} ds_1 ds_2 \right|^p dx_1 dx_2 \right)^{\frac{1}{p}} \\ &\leq \left( \int_{a_1+\frac{\xi_1}{2}}^{b_1-\frac{\eta_1}{2}} \int_{a_2+\frac{\xi_2}{2}}^{b_2-\frac{\eta_2}{2}-h_2} \left| \int_{a_1+\frac{\xi_1}{2}}^{b_1-\frac{\eta_1}{2}} \int_{a_2+\frac{\xi_2}{2}}^{b_2-\frac{\eta_2}{2}-h_2} \frac{u(s_1, s_2) - u(s_1, s_2 + h_2)}{(s_1 - x_1)(s_2 - x_2)} ds_1 ds_2 \right|^p dx_1 dx_2 \right)^{\frac{1}{p}} \\ &\leq C_p \bar{\omega}_p \left( u, \frac{\xi_1}{2}, \frac{\eta_1}{2}, h_2, \frac{\xi_2}{2}, \frac{\eta_2}{2} \right). \end{aligned}$$

Теперь оценим  $I_{10}$ .

$$\begin{aligned} \|I_{10}\|_{L_p[a_1+\xi_1, b_1-\eta_1; a_2+\xi_2, b_2-\eta_2-h_2]} &= \left( \int_{a_1+\xi_1}^{b_1-\eta_1} \int_{a_2+\xi_2}^{b_2-\eta_2-h_2} \left| \int_{a_1}^{a_1+\frac{\xi_1}{2}} \frac{A(s_1, x_2)}{s_1 - x_1} ds_1 \right|^p dx_1 dx_2 \right)^{\frac{1}{p}} \\ &\leq C_p \frac{1}{\xi_1^{\frac{1}{q}}} \left( \int_{a_2+\xi_2}^{b_2-\eta_2-h_2} \left( \int_{a_1}^{a_1+\frac{\xi_1}{2}} |A(s_1, x_2)| ds_1 \right)^p dx_2 \right)^{\frac{1}{p}} \\ &\leq C_p \frac{1}{\xi_1^{\frac{1}{q}}} \int_{a_1}^{a_1+\frac{\xi_1}{2}} \left( \int_{a_2+\xi_2}^{b_2-\eta_2-h_2} |A(s_1, x_2)|^p dx_2 \right)^{\frac{1}{p}} ds_1 \\ &\leq C_p \left[ \frac{h_2}{h_2 + \xi_2} \frac{1}{(\xi_1 \xi_2)^{\frac{1}{q}}} \int_0^{\frac{\xi_1}{2}} \int_0^{\frac{\xi_2}{2}} \frac{\Omega_p(u, t_1, \frac{l_1}{2}, t_2, \frac{l_2}{2})}{(t_1 t_2)^{\frac{1}{p}}} dt_1 dt_2 \right. \\ &\quad \left. + \frac{h_2}{h_2 + \eta_2} \frac{1}{(\eta_1 \eta_2)^{\frac{1}{q}}} \int_0^{\frac{\eta_1}{2}} \int_0^{\frac{\eta_2}{2}} \frac{\Omega_p(u, t_1, \frac{l_1}{2}, t_2, \frac{l_2}{2})}{(t_1 t_2)^{\frac{1}{p}}} dt_1 dt_2 + \bar{\omega}_p \left( u, \frac{\xi_1}{2}, \frac{\eta_1}{2}, h_2, \frac{\xi_2}{2}, \frac{\eta_2}{2} \right) \right] \end{aligned}$$

где,

$$\tilde{A}(s_1, x_2) = \int_{a_2 + \frac{\xi_2}{2} - h_2}^{a_2 + \frac{\xi_2}{2}} \frac{u(s_1, s_2 + h_2)}{(s_1 - x_1)(s_2 - x_2)} ds_1$$

Аналогично оценивается. Остаток оценивается

**теорема доказана.**

Далее, получены оценки  $\Omega_p(\tilde{u}), \bar{\omega}_p(\tilde{u}), \omega_p(u)$  Обозначим через  $G$  класс множество положительных функций

$\varphi(\xi_1, \eta_1, \xi_2, \eta_2), \bar{\psi}(\delta_1, \xi_1, \eta_1, \xi_2, \eta_2), \bar{\psi}(\xi_1, \eta_1, \delta_2, \xi_2, \eta_2), \psi(\delta_1, \xi_1, \eta_1, \delta_2, \xi_2, \eta_2)$  определенных при  $\delta_i, \xi_i, \eta_i > 0, \xi_i + \eta_i = l_i, i = 1, 2$  и таких, что  $\varphi, \bar{\psi}, \bar{\psi}, \psi$  почти убывают по  $\xi_1, \xi_2$  (равномерно по остальным аргументам)  $\bar{\psi}, \bar{\psi}, \psi$  почти возрастают по  $\delta_1, \delta_2$  (равномерно по остальным аргументам)

$$\frac{\bar{\psi}(\delta_1, \xi_1, \eta_1, \xi_2, \eta_2)}{\delta_1}, \frac{\bar{\psi}(\xi_1, \eta_1, \delta_2, \xi_2, \eta_2)}{\delta_2}, \frac{\psi(\delta_1, \xi_1, \eta_1, \delta_2, \xi_2, \eta_2)}{\delta_1}, \frac{\psi(\delta_1, \xi_1, \eta_1, \delta_2, \xi_2, \eta_2)}{\delta_2},$$

почти убывают по  $\delta_1, \delta_2$  (равномерно по остальным аргументам),

$$\bar{\psi}(\delta_1, \xi_1, \eta_1, \xi_2, \eta_2), \bar{\psi}(\xi_1, \eta_1, \delta_2, \xi_2, \eta_2), \psi(\delta_1, \xi_1, \eta_1, \delta_2, \xi_2, \eta_2) \rightarrow 0$$

при  $\delta_1, \delta_2 \rightarrow 0$ .

Пусть  $\varphi, \bar{\psi}, \bar{\psi}, \psi \in G$ . Обозначим через  $H_{\varphi, \bar{\psi}, \bar{\psi}, \psi}^p$  множества функций из  $L_p^{loc}(R)$  таких, что существуют постоянные  $c_i > 0 (i = 1, 4)$  и

$$\Omega_p(u, \xi_1, \eta_1, \xi_2, \eta_2) \leq C_1 \varphi(\xi_1, \eta_1, \xi_2, \eta_2),$$

$$\bar{\omega}_p(\delta_1, \xi_1, \eta_1, \delta_2, \xi_2, \eta_2) \leq C_2 \bar{\psi}(\delta_1, \xi_1, \eta_1, \xi_2, \eta_2),$$

$$\bar{\omega}_p(\xi_1, \eta_1, \delta_2, \xi_2, \eta_2) \leq C_3 \bar{\psi}(\xi_1, \eta_1, \delta_2, \xi_2, \eta_2),$$

$$\omega_p(\delta_1, \xi_1, \eta_1, \delta_2, \xi_2, \eta_2) \leq C_4 \psi(\delta_1, \xi_1, \eta_1, \delta_2, \xi_2, \eta_2),$$

Множество  $H_{\varphi, \bar{\psi}, \bar{\psi}, \psi}^p$  по норме  $\|u\|_{H_{\varphi, \bar{\psi}, \bar{\psi}, \psi}^p} = \max(c_1, c_2, c_3, c_4)$  является банаховым пространством.

Множество тех  $\varphi, \bar{\psi}, \bar{\psi}, \psi \in G$ , для которых сходятся интегралы

$$\begin{aligned} & \int_0^{\frac{l_1}{2}} \int_0^{\frac{l_2}{2}} \frac{\varphi\left(t_1, \frac{l_1}{2}, t_2, \frac{l_2}{2}\right)}{(t_1 t_2)^{\frac{1}{p}}} dt_1 dt_2, \int_0^{\frac{l_1}{2}} \int_0^{\frac{l_2}{2}} \frac{\varphi\left(t_1, \frac{l_1}{2}, \frac{l_2}{2}, t_2\right)}{(t_1 t_2)^{\frac{1}{p}}} dt_1 dt_2, \\ & \int_0^{\frac{l_1}{2}} \int_0^{\frac{l_2}{2}} \frac{\varphi\left(\frac{l_1}{2}, t_1, \frac{l_2}{2}, t_2\right)}{(t_1 t_2)^{\frac{1}{p}}} dt_1 dt_2, \int_0^{\frac{l_1}{2}} \int_0^{\frac{l_2}{2}} \frac{\varphi\left(\frac{l_1}{2}, t_1, t_2, \frac{l_2}{2}\right)}{(t_1 t_2)^{\frac{1}{p}}} dt_1 dt_2 \\ & \int_0^{\frac{l_2}{2}} \frac{\bar{\psi}\left(\delta_1, \frac{\xi_1}{2}, \frac{\eta_1}{2}, t_2, \frac{l_2}{2}\right)}{(t_1)^{\frac{1}{p}}} dt_2, \int_0^{\frac{l_2}{2}} \frac{\bar{\psi}\left(\delta_1, \frac{\xi_1}{2}, \frac{\eta_1}{2}, \frac{l_2}{2}, t_2\right)}{(t_1)^{\frac{1}{p}}} dt_2, \\ & \int_0^{\frac{l_1}{2}} \frac{\bar{\psi}\left(t_1, \frac{l_1}{2}, \delta_2, \frac{\xi_2}{2}, \frac{\eta_2}{2}\right)}{(t_1)^{\frac{1}{p}}} dt_1, \int_0^{\frac{l_1}{2}} \frac{\bar{\psi}\left(\frac{l_1}{2}, t_1, \delta_2, \frac{\xi_2}{2}, \frac{\eta_2}{2}\right)}{(t_1)^{\frac{1}{p}}} dt_1. \end{aligned}$$

обозначим через  $G_0$ . Теперь обозначим через  $H_p$  класс положительных функций  $\varphi, \bar{\psi}, \bar{\psi}, \psi$  удовлетворяющих условиям:

$$\int_0^{\frac{\xi_1}{2}} \int_0^{\frac{\xi_2}{2}} \frac{(t_1 t_2)^{\frac{1}{q}} \varphi(t_1, t_2)}{t_1, t_2} dt_1 dt_2 = O\left((\xi_1, \xi_2)^{\frac{1}{q}} \varphi(\xi_1, \xi_2)\right),$$

$$\frac{\delta_1 \delta_2}{(\delta_1 + \xi_1)(\delta_2 + \xi_2)} \varphi(\xi_1, \xi_2) = o(\psi(\delta_1, \xi_1, \delta_2, \xi_2)), \int_0^{\frac{\xi_1}{2}} \frac{t^{\frac{1}{q}} \bar{\psi}(t_1, \delta_2, \xi_2)}{t} dt = O\left(\frac{1}{\xi_1^q} \bar{\psi}(t_1, \delta_2, \xi_2)\right),$$

$$\frac{\delta_1}{(\delta_1 + \xi_1)} \bar{\psi}(\xi_1, \delta_2, \xi_2) = o(\psi(\delta_1, \xi_1, \delta_2, \xi_2)), \int_0^{\frac{\xi_2}{2}} \frac{t^{\frac{1}{q}} \bar{\psi}(\delta_1, \xi_1, t_1)}{t} dt = O\left(\frac{1}{\xi_2^q} \bar{\psi}(\delta_1, \xi_1, \xi_2)\right),$$

$$\frac{\delta_2}{(\delta_2 + \xi_2)} \bar{\psi}(\delta_1, \xi_1, \xi_2) = o(\psi(\delta_1, \xi_1, \delta_2, \xi_2)), \psi\left(\delta_1, \frac{\xi_1}{2}, \delta_2, \frac{\xi_2}{2}\right) = O(\psi(\delta_1, \xi_1, \delta_2, \xi_2)),$$

$$\bar{\psi}\left(\delta_1, \frac{\xi_1}{2}, \xi_2\right) = o(\bar{\psi}(\delta_1, \xi_1, \xi_2)), \bar{\psi}\left(\xi_1, \delta_2, \frac{\xi_2}{2}\right) = O(\bar{\psi}(\xi_1, \delta_2, \xi_2)),$$

где постоянные в “O” отношениях не зависят от  $\delta_i, \xi_i, (i = 1, 2)$ .

**Теорема 2.** Если  $\varphi, \bar{\psi}, \bar{\psi}, \psi \in G_0 H_p$ , то оператор  $\tilde{y}$  действует в  $H_{\varphi, \bar{\psi}, \bar{\psi}, \psi}^p$  и ограничен.

### Литература

1. Абсаламов Т, Абсаламов А, Файзуллаева Б, Некоторые оценки для бисингулярного интеграла с локально суммируемой плотностью// Научный вестник СамГУ – 2017, 1. – С. 32-40.
2. Бари И.К., Стечкин С.Б. // Труды Московского матем. Общества. – 1956, 5.
3. Гусейнов Е.Г., Салаев В.В. Особый интеграл по отрезку прямой в пространствах суммируемых функций, Науч.Тр.МВ и ССО Азерб.ССР, серия физ-мат. Наук, 1, 1979. – С.81-87.
4. Fefferman R.  $A_p$  weights and singular integrals // Amer.J.Math. – 1988. – Vol.110.#5.- P.975-987.
5. Харди Г.Г., Литтлвуд Д.Е., Поля Г. Неравенства – М.: Изд.И.Л., 1948.
6. Холмуродов Э., Некоторые оценки для особого интеграла с локально суммируемой плотностью. // Уч.записки МВ и ССО Азерб.ССР, серия физ-мат. Наук.-1978. -№6. – С.71-80.
7. Riesz M., Sur les fonctions conjuguées.// Math.Z.-1927.- Vol.27.-P.2

УДК: 517.925.11

### ФАЗОВЫЕ ПОРТРЕТЫ ПЛОСКИХ ПОЛИНОМИАЛЬНЫХ СИСТЕМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

Я. Мухтаров, Д.С. Шодиев, Ф. Умарова

Самаркандский государственный университет

**Аннотация.** Найдены достаточные условия устойчивости нулевого решения полиномиальной системы дифференциальных уравнений, исследованы ее изолированные особые точки.

**Ключевые слова:** полиномиальная система, траектории, фазовый портрет, степенная геометрия, иннор, особая точка.

### Tekislikda differensial tenglamalar sistemasining fazaviy portretlari

**Annotatsiya.** Polynomial differensial tenglamalar sistemasini nol yechimining turg'unligini yetarli shartlari topilgan, uning yakkalangan maxsus nuqtalari tekshirilgan.

**Kalit so'zlar:** polynomial sistema, traektoriya, fazaviyportret, darajali geometriya, innor, maxsusnuqta.

### Phase portraits of flat polynomial systems of differential equations

**Abstract.** Sufficient conditions for the stability of the zero solution of a polynomial system of differential equations was found and its isolated singular points was investigated.

**Keywords:** polynomial system, trajectories, phase portrait, power geometry, innor, singular point.

Рассмотрим систему дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = y^k + P_1^m(x, y) = P(x, y) \\ \frac{dy}{dt} = Q^m(x, y) = Q(x, y) \end{cases} \quad (1)$$

где  $P^m(x, y) = \sum_{i=0}^m a_i y^i x^{m-i}$ ,  $Q^m(x, y) = \sum_{i=0}^m b_i y^i x^{m-i}$ ,  $k < m$ ,  $(P, Q) = 1$   $a_i, b_i$  - вещественные числа.

Система (1) в работе [2] исследована при условии  $P^m(x, y) = y^k P^{m-1}(x, y)$ , а также при  $k = 1$  в работе [3].

Система (1) линейным невырожденным преобразованием приводится к виду

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = y^k + y P^{m-1}(x, y) \\ \frac{dy}{dt} = Q^m(x, y) \end{cases} \quad (2)$$

где  $P^{m-1}(x, y)$  форма степени  $(m-1)$  с вещественными коэффициентами.

### 1. Исследование устойчивости нулевого решения

**Теорема 1.1.** Пусть  $k, m$  нечетные числа и  $b_0 < 0$ ,  $a_0 < 0$ ,  $b_m < 0$ , или  $b_0 > 0$ ,  $a_0 > 0$ ,  $b_m > 0$ , тогда нулевое решение системы (1) асимптотически устойчиво.

**Доказательство.** Применим второй метод Ляпунова. Пусть функция Ляпунова имеет вид

$$V(x, y) = -\frac{b_0}{m+1} x^{m+1} + \frac{1}{k+1} y^{k+1}.$$

Тогда  $\dot{V}$  в силу системы (1) примет вид  $\dot{V}|_{(1)} = -b_0 a_0 x^{2m} + b_m y^{m+1} + x y f(x, y)$

где  $f(x, y)$  многочлен относительно  $x$  и  $y$ . Знак функции  $\dot{V}|_{(1)}$  при малых значениях  $x, y$  определяется знаком выражения,  $-b_0 a_0 x^{2m} + b_m y^{m+1}$  которое, в случае  $b_0 < 0$ ,  $a_0 < 0$ ,  $b_m < 0$  будет определено отрицательной и нулевое решение в этом случае будет асимптотически устойчивым.

Если  $a_0 = 0$ ,  $b_0 < 0$ ,  $b_m < 0$  или  $b_m = 0$ ,  $a_0 < 0$ ,  $b_0 < 0$ , то на основании теоремы 5.2 [1] следует асимптотическая устойчивость нулевого решения.

Если же  $b_0 < 0$ ,  $a_0 > 0$ ,  $b_m > 0$ , то нулевое решение неустойчиво в силу свойства системы, особая точка  $O(0, 0)$  будет неустойчивым фокусом.

Неустойчивость будет также иметь место и в том случае (в силу теоремы 6.3 [1]), когда  $a_0 = 0$ ,  $b_m > 0$  или  $b_m = 0$ ,  $a_0 > 0$ .

Пусть в системе (1)  $b_0 = 0$ . Тогда соответствующее системе (2) уравнение имеет вид

$$\frac{dy}{dx} = \frac{y(b_1 x^{m-1} + \dots + b_m y^{m-1})}{y^k + a_0 x^m + \dots + a_m y^m} \quad (3)$$

и  $y = 0$  будет ее решением. Чтобы определить тип особой точки  $(0, 0)$  и её устойчивость, применим метод степенной геометрии [5].

При помощи степенных преобразований [5] находим укорочение уравнения (3)

$$\frac{dy}{dx} = \frac{F(u) + x^\varepsilon f(x, u)}{x(u^k + a_0 x^\delta g(x, u))} \quad (4)$$

где  $\varepsilon > 0$ ,  $\delta > 0$ ,  $f(x, u)$ ,  $g(x, u)$  - квазиполином,  $F(u) = u \left[ b_1 - \frac{m}{k} a_0 - \frac{m}{k} u^k \right]$ .

Особым точкам  $(0,0)$  и  $\left( 0, \left[ \frac{k}{m} \left( b_1 - \frac{m}{k} a_0 \right) \right]^{\frac{1}{k}} \right)$  дифференциального уравнения (4)

соответствуют исключительные направления:  $y = 0$  (ось  $ox$ ) и  $y = \left( 0, \left[ \frac{k}{m} \left( b_1 - \frac{m}{k} a_0 \right) \right]^{\frac{1}{k}} \right) x^{\frac{m}{k}}$

дифференциального уравнения (3).

Сначала исследуем особые точки уравнения (4), определяемые из системы  $x = 0, F(u) = 0$ .

$(0,0)$  может быть узел или седло, причем здесь если  $a_0 \left( b_1 - \frac{m}{k} a_0 \right) > 0$ , то  $(0,0)$  - узел, а если  $a_0 \left( b_1 - \frac{m}{k} a_0 \right) < 0$ , то  $(0,0)$  - седло. Аналогично, если  $b_1 \left( b_1 - \frac{m}{k} a_0 \right) < 0$ , то  $(0, u_0)$  - узел, если  $b_1 \left( b_1 - \frac{m}{k} a_0 \right) > 0$ , то  $(0, u_0)$  - седло, где  $u_0 = \left[ \frac{k}{m} \left( b_1 - \frac{m}{k} a_0 \right) \right]^{\frac{1}{k}}$ .

Возможны следующие условия:

- 1)  $a_0 > 0, b_1 > \frac{m}{k} a_0, \Rightarrow b_1 > 0$ ;    2)  $a_0 < 0, b_1 - \frac{m}{k} a_0 < 0, \Rightarrow b_1 < 0$ ;
- 3)  $a_0 > 0, b_1 - \frac{m}{k} a_0 < 0, \Rightarrow b_1 > 0$ ;    4)  $a_0 > 0, b_1 - \frac{m}{k} a_0 < 0, \Rightarrow b_1 < 0$ ,
- 5)  $a_0 < 0, b_1 - \frac{m}{k} a_0 < 0, \Rightarrow b_1 > 0$ ;    6)  $a_0 < 0, b_1 - \frac{m}{k} a_0 < 0, \Rightarrow b_1 < 0$ .

При выполнении условий:

1) и 2) исключительное направление  $y = 0$  будет 1-го, и исключительное направление  $y = u_0 x^{\frac{m}{k}}$  2-го типа; 3) и 6)  $y = 0$  2-го, а  $y = u_0 x^{\frac{m}{k}}$  1-го типа; 4) и 5) оба исключительные направления 2-го типа.

Отсюда следует, что в случае, когда  $a_0 b_1 > 0$  начало координат для дифференциального уравнения (5) является узлом, в случае  $a_0 b_1 < 0$  седлом, причем, если  $a_0 < 0, b_0 < 0$  узел устойчивый, а если  $a_0 > 0, b_0 > 0$  неустойчивый.

Т.о. имеет место:

**Теорема 1.2.** Пусть  $b_0 = 0, k$  - нечетное число, тогда если  $a_0 < 0, b_0 < 0$ , то нулевое решение  $x = y = 0$  системы (1) асимптотически устойчиво.

### 2. Исследование распределения изолированных особых точек

Пусть в системе (1)  $b_0 = 0$ , и  $k$  - четное число, тогда дифференциальное уравнение (4) имеет

три изолированных особых точек  $(0,0), \left( 0, \pm \left[ \frac{k}{m} \left( b_1 - \frac{m}{k} a_0 \right) \right]^{\frac{1}{k}} \right)$  если  $b_1 - \frac{m}{k} a_0 > 0$  и только



одну  $(0,0)$  если  $b_1 - \frac{m}{k}a_0 < 0$ .

В силу свойств системы [6] особые точки  $(0, \pm u_0)$  будут одного типа.

В данном случае, если:

1)  $a_0 > 0$ ,  $b_1 - \frac{m}{k}a_0 > 0$ , то  $(0,0)$  – узел,  $(0, \pm u_0)$  седло; 2)  $a_0 < 0$ ,  $b_1 - \frac{m}{k}a_0 > 0$ , то

$(0,0)$  – седло,  $(0, \pm u_0)$  при  $b_1 < 0$  при узлы, а при  $b_1 > 0$  – седла; 3)  $a_0 < 0$ ,  $b_1 - \frac{m}{k} < 0$ , то

$(0,0)$  – узел; 4)  $a_0 > 0$ ,  $b_1 - \frac{m}{k} < 0$   $(0,0)$  – седло.

При переходе в плоскости  $(x, y)$  следует отметить, что особым точкам  $(0, \pm u_0)$  соответствуют исключительные направления состоящие из ветвей параболы, т.е. двум особым точкам  $(0, \pm u_0)$  соответствует одна парабола с осью симметрии  $y = 0$ .

Т.о. имеет место:

**Теорема 2.1.** Пусть  $k$  четное,  $b_0 = 0$ , то особая точка  $(0,0)$  системы (1) является:

1) если  $a_0 > 0$ ,  $b_1 - \frac{m}{k}a_0 > 0$  или  $a_0 < 0$ ,  $b_1 < 0$ ,  $b_1 - \frac{m}{k}a_0 > 0$ , то закрытый седло-узел с одной эллиптической и одной гиперболической областью;

2) если  $a_0 < 0$ ,  $b_1 < 0$ ,  $b_1 - \frac{m}{k}a_0 > 0$ , то четырёхсепаратрисное седло;

3) если  $a_0 < 0$ ,  $b_1 - \frac{m}{k}a_0 < 0$ , то закрытый узел с двумя эллиптическими областями;

4) если  $a_0 > 0$ ,  $b_1 - \frac{m}{k}a_0 < 0$ , то вырожденное седло.

Исследуем другие особые точки. Форма  $Q^m(x, y)$  разлагается на множители

$$Q^m(x, y) = b_m \prod_{i=1}^m (y - \tau_i x),$$

где  $\tau_i$ ,  $(i = 1, 2, \dots, m)$  корни уравнения

$$Q^m(1, \tau) = b_m \tau^m + b_{m-1} \tau^{m-1} + \dots + b_0 = 0. \tag{5}$$

Отметим, что для того, чтобы все  $\tau_i$ ,  $(i = 1, 2, \dots, m)$  различные корни уравнения (5) были вещественными необходимо и достаточно, чтобы её матрица  $\Delta_{2m-1}^1$  была иннерно - положительной [4].

Количество особых точек зависит от четности чисел  $m$  и  $k$ .

а)  $(m - k)$ -четное, то каждая изоклина  $y = \tau_i x$  пересекается с изоклиной бесконечности

$$y^k + P^m(x, y) = 0 \tag{6}$$

в двух взаимносимметричных относительно начала точках и система может иметь  $2m + 1$  изолированных особых точек.

б)  $(m - k)$ - нечетное, то количество особых точек не более  $m + 1$ , так как каждая изоклина нуля  $y = \tau_i x$  пересекается с изоклиной бесконечности (6) только один раз.

Т.о. в силу свойств системы [6] имеет место:

**Теорема 2.2.** а) если  $k, m$ -нечетные числа, матрица  $\Delta_{2m-1}^1$  иннорно–положительна и  $\tau_i^k P_m(1, \tau_i) < 0, (i = 1, 2, \dots, m)$ , то система (1) имеет  $2m + 1$  изолированных особых точек, причем  $m + 1$  из них будут антиседлами, другие  $m$ -седлами и наоборот,  $m + 1$ -седлами,  $m$ -антиседлами

в) если  $k$  - нечетное,  $m$ -четное, матрица  $\Delta_{2m-1}^1$  иннорно–положительна и  $P_m^k(1, \tau_i) \neq 0 (i = 1, 2, \dots, m)$ , то система (1) имеет  $m + 1$ -изолированных особых точек, причем  $\frac{m}{2}$ -антиседел,  $\frac{m}{2}$ - седел или  $\frac{m}{2} - 1$ -антиседел,  $\frac{m}{2} + 1$  -седло или наоборот, особая точка  $O(0, 0)$  – вырожденное седло.

с) если  $k$ -четное,  $m$ -нечетное, матрица  $\Delta_{2m-1}^1$  иннорно–положительна и  $P_m(1, \tau_i) \neq 0 (i = 1, 2, \dots, m)$ , то система (1) имеет  $m + 1$  изолированных особых точек, причем  $\frac{m + 1}{2}$  из них антиседел и  $\frac{m - 1}{2}$  других седел или наоборот.  $O(0, 0)$  – вырожденное седло.

е)если  $k$ -четное, матрица  $\Delta_{2m-1}^1$  иннорно–положительна и  $\tau_i^k P_m(1, \tau_i) < 0, (i = 1, 2, \dots, m)$ , то система (1) имеет  $2m + 1$  изолированных особых точек, причём  $m$  из них седла, а другие  $m$ -антиседла,  $O(0, 0)$  – вырожденное седло.

Форма  $Q_{m-1}(x, y) = b_1 x^{m-1} + \dots + b_m y^{m-1}$  разлагается на множители

$Q_{m-1}(x, y) = b_m \prod_{i=1}^{m-1} (y - \tau_i x)$ , где  $\tau_i, (i = 1, 2, \dots, m - 1)$  корни уравнения

$$Q_{m-1}(1, \tau) = b_m \tau^{m-1} + \dots + b_0 = 0 \tag{7}$$

Здесь для того, чтобы все  $\tau_i$  различные корни уравнения (7) были вещественными, необходимо и достаточно, чтобы её матрица  $\Delta_{2m-3}^1$  была иннорно–положительной[4].

Количество особых точек уравнения (3) зависит от четности чисел  $m$  и  $k$ .

Имеет место.

**Теорема 2.3.** а)  $k, m$  - нечетные, матрица  $\Delta_{2m-3}^1$  иннорно–положительна и  $\tau_i^k P_m(1, \tau_i) < 0, (i = 1, 2, \dots, m)$ , тогда уравнение (3) имеет  $2m - 1$  изолированных особых точек, причем если  $b_1 > 0$   $m$  из них будут антиседлами, другие  $m - 1$  седлами и наоборот  $m$ -седлами, другие  $m - 1$ -антиседлами, если  $a_0 b_1 < 0$ .

в)  $k$ -нечетное,  $m$ -четное, матрица  $\Delta_{2m-3}^1$  иннорно – положительна и

$P_m(1, \tau_i) \neq 0 (i = 1, 2, \dots, m - 1)$ , тогда уравнение (3) имеет  $m$ -изолированных особых точек, причем возможны следующие случаи:

$$\frac{m}{2} + 1 \text{ антиседла, } \frac{m}{2} - 1 \text{ седла; } \frac{m}{2} - 1 \text{ антиседла, } \frac{m}{2} + 1 \text{ седла;}$$

$$\frac{m}{2} \text{ антиседла, } \frac{m}{2} \text{ седла, где } O(0, 0) - \text{узел в случае } a_0 b_1 > 0 \text{ и седло если } a_0 b_1 < 0.$$

с)  $k$  -четное,  $m$ -нечетное, матрица  $\Delta_{2m-3}^1$  иннорно–положительна и  $P_m(1, \tau_i) \neq 0 (i = 1, 2, \dots, m - 1)$ . тогда дифференциальное уравнение (3) имеет  $m$ -

изолированных особых точек, причем возможны случаи  $\frac{m-1}{2} + 1$ -антиседла и  $\frac{m-1}{2}$  седел или наоборот.  $O(0,0)$  – может быть закрытый седло узел, седло, закрытый узел. вырожденное седло (теорема 2.1).

е)  $k, m$ -четные, матрица  $\Delta_{2m-3}^1$  иннерно-положительна,  $\tau_i^k P_m(1, \tau_i) < 0, (i = 1, 2, \dots, m-1)$ , тогда уравнение (3) имеет  $2m-1$  изолированных особых точек, причем  $m-1$  из них седла, а другие  $m-1$  антиседла.  $O(0,0)$  в силу теоремы 3 может быть типа закрытый седло-узел, закрытый узел, седло или вырожденное седло.

**Пример.** В качестве примера рассмотрим систему

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = y^2 + \left[ x^2 + \frac{40}{36}x^3y + \frac{1650}{36^2}x^2y^2 - \frac{43240}{36^3}xy^3 + \frac{1771201}{36^4}y^4 \right] \\ \frac{dy}{dt} = 36x^4 - 4x^3y - \frac{462}{36}x^2y^2 + \frac{932}{36^2}xy^3 + \frac{46189}{36^3}y^4 \end{cases}$$

Применяя к системе преобразование  $x = \bar{x} + \frac{1}{36}y, y = \bar{y}$ , получим:

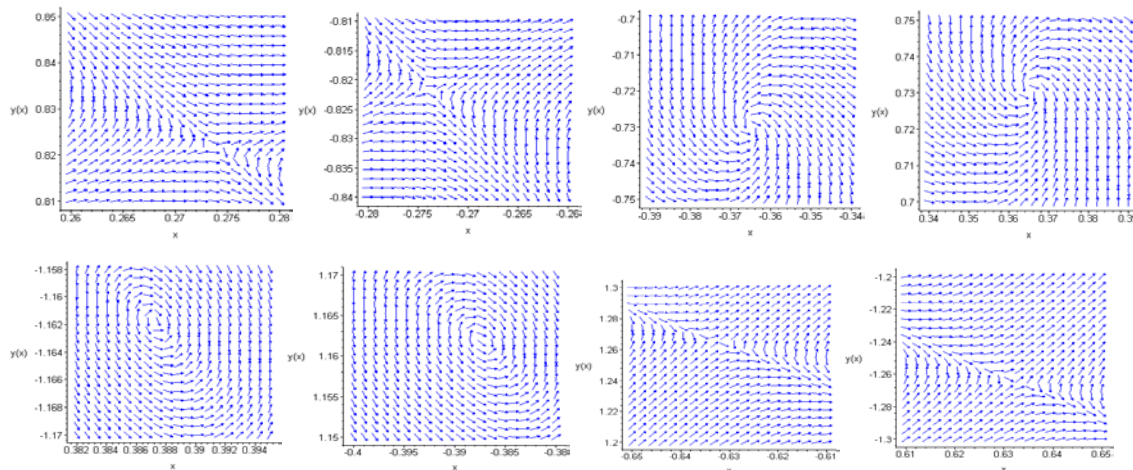
$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = y^2 + y(-x^3 - x^2y - xy^2 - y^3) \\ \frac{dy}{dt} = 36x^4 - 13x^2y^2 + y^4 \equiv P_2^4(x, y) \end{cases}$$

Матрица  $\Delta_7$  уравнения изоклины нуля  $P_2^4(x, y) = 0$  иннерно-положительна и функция  $P_2^4(x, y)$  распадается на четыре линейных множителя. Кривая Шаля

$$F(x, y) = y + (-x^3 - x^2y - xy^2 - y^3) = 0$$

имеет одну действительную, два мнимых асимптот и три действительных точек перегиба.

Система имеет девять особых точек:  $O(0,0)$ -вырожденное седло; попарно диаметрально расположенные на лучах  $y = -2x, y = 3x$  4 седла; попарно диаметрально расположенные на лучах  $y = 2x, y = -3x$  4 фокуса. Точки расположенные в I и IV четвертях устойчивые, а в II и III неустойчивые. Фазовые портреты окрестности особых точек пакетом Maple показывает правильность выводов.



### Литература

1. Барбашин Е.А. Введение в теорию устойчивости. Москва. Наука. 1967 г.
2. Мухтаров Я. Распределение особых точек двумерной системы специального вида. Вопросы теории дифференциальных уравнений и их приложений. Самарканд, 1989 г., ст. 22-25.

3. арипов Ш.Р. Исследование характеристик в целом. Известия ВУЗов «Математика» №1, 1965г.
4. Джури Э. Инноры и устойчивость динамических систем. Москва, Наука, 1979г.
5. Брюно А.Д. Локальный метод нелинейного анализа дифференциальных уравнений. М: Наука 1979, 252 с.
6. Мухтаров Я., Шодиев Д.С., Турсунов Ф.Р. Качественное исследование двумерной системы.
7. Ежемесячный научный журнал, Молодой ученый, ISSN 2072- 0229, №3(107),2016 г. 11-17 с.

UDK: 519.837.2

### KVADRATDAGI SODDA DIFFERENSIAL O‘YINLARDA QUVISH MASALASI

M.Sh. Mamatov, A.O. Zunnunov

O‘zbekiston Milliy universiteti

E-mail: [Mamatovmsh@mail.ru](mailto:Mamatovmsh@mail.ru)

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada tekislikdagi kvadratda sodda harakatli quvish masalasi l-tutish ma’nosida qaralgan. O‘yinni chekli vaqtda nihoyasiga yetkazishni ta’minlovchi bo‘lakli o‘zgaras quvish boshqaruvini qurish strukturasi tahlil qilingan. O‘yinni nihoyasiga yetkazish vaqti uchun yuqoridan baho olingan.

**Kalit so‘zlar:** quvish, quvuvchi, qochuvchi, quvuvchi boshqaruvi, qochuvchi boshqaruvi

#### Задача преследования в простых дифференциальных играх в квадрате

**Аннотация.** В статье рассматриваются задача преследования с простыми движениями в смысле l-поймки на плоскости в квадрате. Предложена структура построение кусочно постоянных управлений преследования которая обеспечить завершение игры за конечное время. Получена оценка сверху время игры для завершения преследования.

**Ключевые слова:** преследование, преследующий, убегающий, управление преследования, управление убегания

#### The task of prosecuting simple differential games on the square

**Abstract.** The article deals with the pursuit problem with simple motions in the sense of l-capture on a plane in a square. A structure is proposed for constructing piecewise constant persecution directorates which will ensure the completion of the game in a finite time. Established a score above the time of the game to complete the pursuit.

**Keywords:** pursuit, pursuer, evader, pursuit control, evasion control

Tekislikda birlik kvadratda bitta qochuvchi  $x_0$  va bitta quvuvchi  $x_1$  ob’yektlardan iborat “quvish-qochish” masalasini qaraylik. Ularning harakati quyidagicha sodda differensial tenglamalar bilan berilgan bo‘lsin

$$\dot{x}_0 = u_0, \quad x_0 = \begin{pmatrix} x_0^1 \\ x_0^2 \end{pmatrix}, \quad u_0 = \begin{pmatrix} u_0^1 \\ u_0^2 \end{pmatrix}; \quad \dot{x}_1 = u_1, \quad x_1 = \begin{pmatrix} x_1^1 \\ x_1^2 \end{pmatrix}, \quad u_1 = \begin{pmatrix} u_1^1 \\ u_1^2 \end{pmatrix}. \quad (1)$$

Bu yerda  $u_0$  va  $u_1$  lar boshqariluvchi parametrlar bo‘lib,  $u_0$  –qochuvchi,  $u_1$  –quvuvchi ob’yektlarini boshqaruv parametrlari va ular  $u_0 \equiv u_0(t)$ ,  $u_1 \equiv u_1(t)$  - o‘lchovli funksiya ko‘rinishida tenglanadi. Ularning qiymatlari deyarli barcha  $t \geq 0$  larda quyidagi cheklolarni qanoatlantiradi

$$\|u_0\| \leq 1, \quad \|u_1\| \leq 1. \quad (2)$$

Bu yerda  $\|z\| = \sqrt{\langle z, z \rangle}$  -  $z \in R^2$  dagi oddiy norma,  $\langle z, z \rangle$  - skalyar ko‘paytma.

$x_1$  nuqta  $x_0$  nuqtani quvlamoqda. Agar qandaydir chekli vaqt mobaynida ushbu  $\|x_1 - x_0\| \leq l$ ,  $l > 0$  (bu yerda  $l$  oldindan berilgan son) shart bajarilsa, quvish nihoyasiga yetgan hisoblanadi. Quvuvchi-  $x_1$  o‘z boshqaruvi yordamida tezroq  $\|x_1 - x_0\| \leq l$  shart bajarilishini ta’minlashga harakat qiladi, qochuvchi-  $x_0$  esa o‘z boshqaruvi yordamida iloji boricha ko‘proq vaqt ushbu shart bajarilmaskigini ta’minlashga harakat qiladi.

Differensial o‘yinlarga juda ko‘p tadqiqotchilarning ishlari bag‘ishlangan [1-10]. Differensial o‘yinni ta’riflanishi, turli masalalari [1] ishda ko‘rilgan, [2] ishda chiziqli differensial o‘yinlarda

umumiy holda quvish masalasini yechish uchun yetarli shartlar olingan. [3] ish [2] ishni ko'p quvuvchili o'yinlarga umumlashtirishga bag'ishlangan. [4]-[10] ishlar esa sodda differensial o'yinlarga bag'ishlangan. [9] ishda kompaktda sodda quvish-qochish masalasi o'rganilgan. Unda quvuvchilar soni fazo o'lchovi  $n$  dan bitta kam,  $n-1$  ta bo'lsa qochuvchi quvuvchilardan kompaktdan chiqib ketmasdan istalgancha vaqt qochib yura olishi, agar quvuvchilar soni  $n$  ta bo'lsa ular qochuvchini ustma-ust tushish ma'nosida ushlab olishi isbotlangan.

Ushbu ishda tekislikda ( $n=2$ ) kvadratda bitta qochuvchi va bitta quvuvchi ishtirokidagi quvish masalasi o'rganildi. Aytib o'tganimizdek [9] ishdan ushbu xususiy holda ustma-ust tushish ma'nosida qochuvchi istalgancha vaqt kvadratdan chiqmasdan quvuvchidan qochib yura olishi kelib chiqadi. Biz ushbu holda  $l$ - tutish ma'nosida quvuvchi o'yinni chekli vaqtda yakunlay olishini isbotlaymiz. Shu bilan birga ishda o'yinni yakunlash vaqti uchun yuqoridan baho olingan.

**Teorema.** Aytaylik tekislikda  $K = \{(x^1, x^2) : 0 \leq x^1 \leq 1, 0 \leq x^2 \leq 1\}$  birlik kvadratda (1), (2) ko'rinishidagi "sodda quvish-qochish" masalasi qaralayotgan bo'lsin. U holda quvuvchi o'yinni

$$T(l) = \left( \left[ \frac{4(1-l)}{l} \right] + 1 \right) \cdot \frac{l}{4} + \left[ \frac{4(1-l)}{l} \right] + 2 \quad (3)$$

vaqt oralig'ida nihoyasiga yetkazish mumkin. Bu yerda  $l$  masala shartida berilgan musbat son,  $[m]$  -  $m$  sonining butun qismi.

**Isbot.** A) Masalaning shartiga ko'ra qochuvchi- $x_0$  va quvuvchi- $x_1$  ikki o'lchamli fazoda  $K$  birlik kvadratda harakatlanmoqda, ularning maksimal tezliklari teng. Umumiylikka zarar yetkazmagan holda quvuvchi o'yin boshida kvadrat tomonlarining birida joylashgan bo'lsin deb olish mumkin. Kvadratning shu tomoni uchidan  $x^1, x^2$  koordinata o'qlarini o'tkazamiz, u holda quvuvchi  $x^1$  koordinata o'qining ustida turgan bo'ladi. Ushbu holatda quyidagi uchta hol ro'y berishi mumkin:

$$1) x^1 = x_1^1 = x_0^1, \quad 2) x^1 = x_1^1 < x_0^1, \quad 3) x^1 = x_1^1 > x_0^1. \quad (4)$$

Birinchi holda quvuvchi qochuvchi tomon  $x^2$  koordinata bo'ylab  $\tilde{u}_1(t) = \begin{pmatrix} \tilde{u}_1^1(t) \\ \tilde{u}_1^2(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$

boshqaruvni qo'llab  $\frac{l}{4}$  masofaga siljiydi. Bunday boshqaruvda quvuvchi  $x_1$  nuqtaning harakat tenglamasi

$$\square \quad x_1 = \tilde{u}_1(t) \quad (5)$$

ko'rinishda bo'ladi, endi  $x_1 = \begin{pmatrix} x_1^1 \\ x_1^2 \end{pmatrix}$  va  $\tilde{u}_1(t) = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$  ekanligini inobatga olsak (5) tenglama quyidagi

ko'rinishni oladi

$$\begin{pmatrix} \square \\ x_1^1 \\ \square \\ x_1^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \quad (6)$$

(6) tenglamani  $x_1^1(0) = x_1^1; x_1^2(0) = 0$  boshlang'ich shartda yechib

$$\begin{cases} x_1^1(t) = x_1^1(0) + \int_0^t 0 d\tau = x_1^1, \\ x_1^2(t) = x_1^2(0) + \int_0^t d\tau = t, \end{cases} \quad (7)$$

tengliklarga ega bo'lamiz. Xuddi shu paytda  $x_0$  nuqtaning  $\tilde{u}_0(t) = \begin{pmatrix} \tilde{u}_0^1(t) \\ \tilde{u}_0^2(t) \end{pmatrix}$  boshqaruvi (bu umuman

olganda quvuvchi o'yinchiga ma'lum bo'lmaydi) bilan harakat tenglamasi

$$\square \quad x_0 = \tilde{u}_0(t) \quad (8)$$

ko‘rinishda bo‘ladi.  $x_1$  va  $\tilde{u}_0(t)$  lar ko‘rinishini inobatga olsak (8) ning yechimi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi

$$\begin{cases} x_0^1(t) = x_0^1(0) + \int_0^t \tilde{u}_0^1(\tau) d\tau, \\ x_0^2(t) = x_0^2(0) + \int_0^t \tilde{u}_0^2(\tau) d\tau. \end{cases} \quad (9)$$

Ikkinchi holatda quvuvchi  $x^1$  koordinata musbat yo‘nalishida  $\tilde{u}_1(t) = \begin{pmatrix} \tilde{u}_1^1(t) \\ \tilde{u}_1^2(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$  boshqaruvni

qo‘llab harakatlana boshlaydi. Bunday boshqaruvda quvuvchi  $x_1$  nuqtaning harakat tenglamasi (5) ko‘rinishda bo‘ladi

$$\dot{x}_1 = \tilde{u}_1(t) \quad (10)$$

Agar  $x_1$  va  $\tilde{u}_0$  lar ko‘rinishini,  $x_1^1(0) = x_1^1$ ;  $x_1^2(0) = 0$  inobatga olsak (10) ning yechimi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi

$$\begin{pmatrix} \dot{x}_1^1 \\ \dot{x}_1^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}; \quad (11)$$

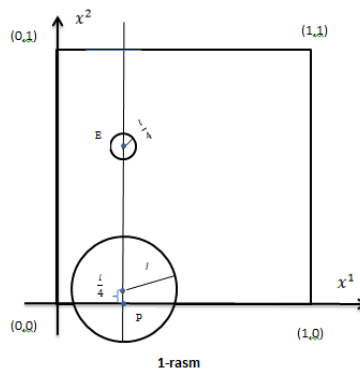
$$\begin{cases} x_1^1(t) = x_1^1(0) + \int_0^t d\tau = x_1^1 + t, \\ x_1^2(t) = x_1^2(0) + \int_0^t 0 d\tau = 0. \end{cases} \quad (12)$$

Bu paytda qochuvchi  $x_0$  nuqtaning harakati (9) ko‘rinishda bo‘ladi.

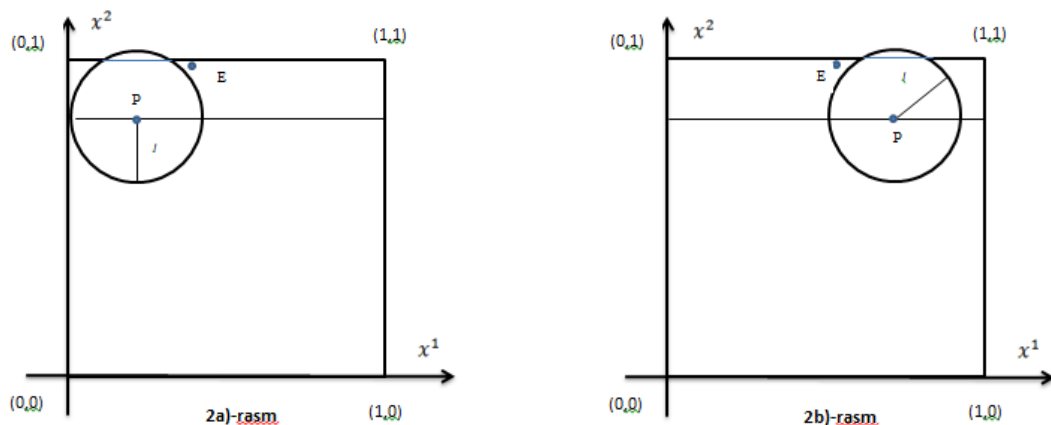
Ma’lum vaqtdan keyin qochuvchi va quvuvchining  $x^1$  koordinatalari ustma-ust tushadi. Bu esa 1-holat deganidir. Demak, quvuvchining keyingi harakati 1-holatdagidek bo‘ladi. Ya’ni quvuvchi qochuvchi tomon  $x^2$  koordinata yo‘nalishi bo‘ylab  $\tilde{u}_1(t)$  boshqaruvni qo‘llab  $\frac{l}{4}$  masofaga siljiydi. Uchinchi holatda quvuvchi  $x^1$  koordinata yo‘nalishiga qarama-qarshi yo‘nalishda

$\tilde{u}_1(t) = \begin{pmatrix} \tilde{u}_1^1(t) \\ \tilde{u}_1^2(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \end{pmatrix}$  boshqaruvni qo‘llab harakatlana boshlaydi. Ma’lum vaqtdan keyin qochuvchi

va quvuvchining  $x^1$  koordinatalari ustma-ust tushadi. Bu esa yana 1-holat deganidir. Quvuvchi qochuvchi tomon  $x^2$  koordinata yo‘nalishi bo‘ylab  $\tilde{u}_1(t)$  boshqaruvni qo‘llab  $\frac{l}{4}$  masofaga yaqinlashadi va qochuvchining qay tomonga harakatlanishiga qarab,  $x^1$  koordinata bo‘ylab ta’qibni xuddi yuqoridagidek davom ettiradi.



Ko'rib turganimizdek (1-rasm) har uchala holatda ham o'yinchilarni  $x^1$  koordinatalari ustma-ust tushgan va quvuvchini  $x^2$  koordinatasi qochuvchini  $x^2$  koordinatasidan kichik bo'lganda, quvuvchi qochuvchi turgan nuqtaga qarab  $x^2$  o'q yo'nalishida  $\frac{l}{4}$  masofaga siljiydi, mana shu paytda qochuvchi quvuvchini aylanib o'tib  $x^2$  koordinatasini quvuvchining  $x^2$  koordinatasidan kichik qila olmasligini ko'rsatamiz. Quvuvchining bunday harakati ( $\frac{l}{4}$ -vaqt) davomida (7) ga ko'ra qochuvchi o'z holatidan  $\frac{l}{4}$  masofaga uzoqlasha oladi, chunki  $\|u_0\| \leq 1$ . U quvuvchini aylanib o'tishi uchun  $x^1$  yo'nalishida kamida  $l$  masofa yurishi kerak. Buni esa iloji yo'q, chunki qochuvchi maksimal  $\frac{l}{4}$  masofaga yura oladi va shu bilan birga quvuvchining  $l$  atrofiga tushmasligi kerak (8),(9). Shunday qilib qochuvchi quvuvchini aylanib o'ta olmaydi. Demak yuqorida qurilgan jarayonni istalgancha davom ettirish mumkin. Va ma'lum vaqtda quvuvchi hamda qochuvchilarning  $x^1$  koordinatalari ustma-ust tushgan holatlar soni  $\left[ \frac{4(1-l)}{l} \right] + 1$  ga yetadi. Bu degani endi quvuvchini  $x^2$  koordinata bo'ylab qochuvchi tomon  $\frac{l}{4}$  masofaga yurishini hojati yo'q, chunki buni ilojisi ham yo'q u kvadratdan tashqariga chiqib ketadi, bu esa o'yin shartiga zid. Shunday qilib quyidagi ikki holatdan biri 2a)-rasm yoki 2b)-rasm ro'y beradi.



2a)-rasmdagi holatdan quvuvchi nuqta  $x^1$  o'qi musbat yo'nalishi bo'ylab  $\tilde{u}_1(t)$  boshqaruvni qo'llab 1 tezlik bilan harakat qiladi (10),(11) va ko'pi bilan 1 birlik vaqtda o'yinni nihoyasiga yetkazadi. 2b)-rasmdagi holatdan quvuvchi nuqta  $x^1$  o'qi manfiy yo'nalishi bo'ylab  $\tilde{u}_1(t)$  boshqaruvni qo'llab 1 tezlik bilan harakat qiladi va ko'pi bilan 1 birlik vaqtda o'yinni nihoyasiga yetkazadi (12). Shunday qilib quvuvchi o'yinni qochuvchi o'z boshqaruvini qanday qurishiga qaramasdan chekli vaqtda nihoyasiga yetkazish mumkinligini isbotladik. Bu yerda quvuvchi o'z boshqaruvini qurishda, qochuvchi boshqaruvidan foydalangani yo'q, u qochuvchining ma'lum vaqtlardagi holatidan foydalanayapdi holos. Bu amaliy masalalarni yechishda juda muhim parametr hisoblanadi.

Bundan keyingi bandlarda o'yinni tugatish vaqtini baholash bilan shug'ullanamiz.

**B)** Agar quvuvchi o'yin boshida biz aytganimizdek, kvadrat tomonida  $x^1$  koordinata o'qida joylashgan bo'lsa, quvuvchi qochuvchini  $l$  atrofiga tushurishi uchun  $T(l) = T_1(l) + T_2(l)$  dan ko'p bo'lmagan vaqt talab etilishini isbotlaymiz. Bu yerda  $T_1(l)$  - quvuvchining qochuvchini tutish uchun  $x^2$  koordinata bo'ylab ta'qib jarayonidagi sarflagan vaqti.  $T_2(l)$  - esa quvuvchining qochuvchini tutish uchun  $x^1$  koordinata bo'ylab ta'qib jarayonidagi sarflagan vaqtlar yig'indisi.  $T_1(l)$  va  $T_2(l)$  vaqtlarni hisoblaymiz.

$T_1(l)$  ni hisoblash. Quvuvchi  $l$  atrof bilan  $x^1$  koordinata ustida turibdi. Ana shu  $l$  atrof bilan  $x^2$  koordinata bo'ylab birlik kvadratni to'la qoplash uchun  $\frac{l}{4}$  masofadan necha marta siljishi kerakligini hisoblaymiz. Buning uchun qolgan  $(l-l)$  masofani  $\frac{l}{4}$  ga bo'lsak,  $\frac{(1-l)}{l/4} = \frac{4(1-l)}{l}$  siljishlar soni kelib chiqadi. Agar  $\frac{4(1-l)}{l}$  0 yoki natural son bo'lsa,  $\frac{4(1-l)}{l}$  ta siljish kerak bo'ladi. Agar  $\frac{4(1-l)}{l}$  kasr son bo'lsa, u holda  $\left[\frac{4(1-l)}{l}\right]+1$  ta siljish kerak bo'ladi. Har bir siljish uchun ketgan vaqt  $\frac{l}{4}$  ga tengligini hisobga olsak,  $x^2$  koordinata bo'ylab ta'qib jarayonida sarflangan vaqt mos ravishda  $T_1(l) = \left(\frac{4(1-l)}{l}\right)\frac{l}{4} = (1-l)$  yoki  $T_1(l) = \left(\left[\frac{4(1-l)}{l}\right]+1\right)\frac{l}{4}$  dan ko'p bo'lmaydi:

$$T_1(l) = \begin{cases} 1-l & \text{agar } \frac{4(1-l)}{l} - 0 \text{ yoki natural son bo'lsa,} \\ \left(\left[\frac{4(1-l)}{l}\right]+1\right)\frac{l}{4} & \text{agar } \frac{4(1-l)}{l} - \text{kasr son bo'lsa.} \end{cases} \quad (13)$$

$T_2(l)$  ni hisoblash.  $x^1$  koordinatada turgan quvuvchi qochuvchini  $x^1$  koordinata bo'ylab ta'qib etish jarayonida ularni  $x^1$  koordinatalari birinchi marta ustma-ust tushguncha ketgan vaqt  $t$  dan oshmaydi (Bu yerda  $t$  kvadrat tomonining bir uchidan ikkinchi uchigacha borish uchun ketgan vaqt). Shuningdek,  $x^2$  koordinatalar bo'yicha har bir siljishda  $x^1$  koordinata bo'ylab yana  $t$  dan oshmagan vaqt sarf bo'ladi. Ya'ni  $\left(\frac{4(1-l)}{l}\right)t$  yoki  $\left(\left[\frac{4(1-l)}{l}\right]+1\right)t$  dan oshmagan vaqt sarf bo'ladi. Umumiy holda  $x^1$  koordinata bo'ylab ta'qib jarayoni  $T_2(l)$  uchun  $T_2(l) = t + \left(\frac{4(1-l)}{l}\right)t$  yoki

$T_2(l) = t + \left(\left[\frac{4(1-l)}{l}\right]+1\right)t$  dan oshmagan vaqt sarf bo'ladi. ( $K = [0,1] \times [0,1]$  ekanini hisobga olsak,  $t=l$  bo'ladi). U holda

$$T_2(l) = 1 + \frac{4(1-l)}{l} = \frac{4-3l}{l} \quad \text{yoki} \quad T_2(l) = 1 + \left(\left[\frac{4(1-l)}{l}\right]+1\right) = \left[\frac{4(1-l)}{l}\right]+2 \quad \text{dan ko'p}$$

bo'lmagan vaqt kerak bo'ladi:

$$T_2(l) = \begin{cases} \frac{4-3l}{l} & \text{agar } \frac{4(1-l)}{l} - 0 \text{ yoki natural son bo'lsa,} \\ \left[\frac{4(1-l)}{l}\right]+2 & \text{agar } \frac{4(1-l)}{l} - \text{kasr son bo'lsa.} \end{cases} \quad (14)$$

Shunday qilib o'yinni nihoyasiga yetkazish vaqti (13) uchun quyidagi baholashga ega bo'ldi

$$T(l) = \begin{cases} \frac{4-l^2}{l} - 2 & \text{agar } \frac{4(1-l)}{l} - 0 \text{ yoki natural son bo'lsa,} \\ \left(\left[\frac{4(1-l)}{l}\right]+1\right) \cdot \frac{l}{4} + \left[\frac{4(1-l)}{l}\right]+2 & \text{agar } \frac{4(1-l)}{l} - \text{kasr son bo'lsa.} \end{cases} \quad (15)$$

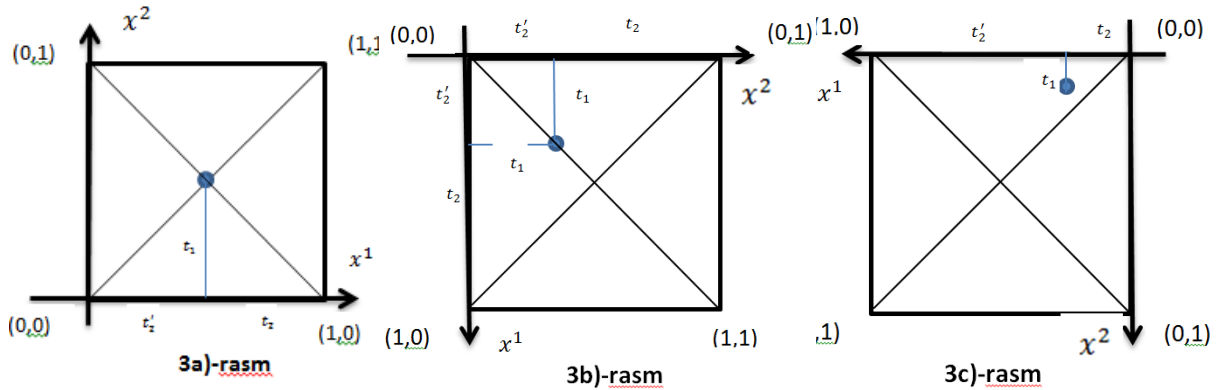
Umumiy holda (14), (15) o'yinni

$$T(l) = \left(\left[\frac{4(1-l)}{l}\right]+1\right) \cdot \frac{l}{4} + \left[\frac{4(1-l)}{l}\right]+2 \quad (16)$$

dan ko'p bo'lmagan vaqtda nihoyasiga yetkazish mumkin ekan.



C) Agar quvuvchi kvadrat tomonlarining birida emas, balki uning ichida joylashgan bo'lsin. Bunda uchta hol ro'y berishi mumkin: a) Quvuvchi kvadratning diagonallari kesishgan nuqtada, ya'ni kvadratning markazida joylashgan 3a)-rasm; b) kvadrat diagonallarining ustida joylashgan 3b)-rasm. c) kvadrat diagonallari ajratgan to'rtta teng yonli uchburchaklardan birining ichida joylashgan 3c)-rasm.



Bu hollarda o'yinni  $T(l) = T_1(l) + \overline{T_2}(l) + T_3(l)$  dan ko'p bo'lmagan vaqt ((16) ga ko'ra) ichida nihoyasiga yetkazish mumkin ekanligini isbotlaymiz. Bu yerda  $T_1(l)$  - B) badda aniqlangan vaqt.  $\overline{T_2}(l)$  - quvuvchi va qochuvchining birinchi marta  $x^1$  koordinatalari ustma-ust tushgandan keyingi  $x^1$  koordinata bo'ylab ta'qib jarayonidagi sarflagan vaqtlar yig'indisi.  $T_3(l)$  - quvuvchining kvadrat ichidagi nuqtadan kvadrat tomoniga eng qisqa masofa orqali tushish uchun sarflagan vaqt va quvuvchi hamda qochuvchining birinchi marta  $x^1$  koordinatalari ustma-ust tushguncha ketgan vaqtlar yig'indisi.

a) 3a)-rasmdagi holatda quvuvchi kvadrat tomonlaridan eng uzoq masofada bo'lib, kvadrat tomoniga tushguncha eng ko'p vaqt sarflaydigan holatdir. Bu holatda kvadrat markazida turgan quvuvchi uning ixtiyoriy tomoniga peependikulyar tarzda yetib keladi.

b) 3b)-rasmdagi holatda quvuvchi kvadrat diagonallaridan birini ustida joylashgan bo'ladi. Bu holatda diagonalda turgan quvuvchi shu diagonal chiqqan kvadratning qo'shni tomonlarining biriga eng qisqa masofa orqali peependikulyar tarzda yetib keladi.

c) 3c)-rasmdagi holatda quvuvchi kvadrat diagonallari ajratgan to'rtta teng yonli uchburchaklardan birining ichida joylashgan bo'lib, quvuvchi qaysi uchburchakning ichida joylashgan bo'lsa, shu uchburchak asosiga peependikulyar tarzda yetib keladi.

a), b) va c) hollarda quvuvchi kvadrat tomoniga yetib kelgach, ana shu tomon uchidan  $x^1$  va  $x^2$  koordinata o'qlarini o'tkazamiz. U holda quvuvchi va qochuvchining  $x^1$  koordinatalari o'rtasida (4) dagi uch holatdan biri ro'y beradi.

a), b) va c) hollarda 1)-3)-lar uchun  $T_1(l)$  B) baddagi kabi  $T_1(l) = (1-l)$  yoki

$$T_1(l) = \left( \left[ \frac{4(1-l)}{l} \right] + 1 \right) \frac{l}{4} \text{ dan ko'p bo'lmagan vaqt sarflanadi. } \overline{T_2}(l) \text{ uchun esa } \overline{T_2}(l) = \frac{4(1-l)}{l}$$

$$\text{yoki } \overline{T_2}(l) = \left[ \frac{4(1-l)}{l} \right] + 1 \text{ dan ko'p bo'lmagan vaqt kerak bo'ladi.}$$

a) banddagi (4) ning 1-holi uchun  $T_3(l) = t_1 = 0,5 < 1$ ; 2-holi uchun  $T_3(l) = t_1 + t_2 = 1$ ; 3-holi uchun  $T_3(l) = t_1 + t'_2 = 1$  dan ko'p bo'lmagan vaqt kerak bo'ladi. b) banddagi (4) ning 1-holi uchun  $T_3(l) = t_1 < 0,5$ ; 2-holi uchun  $T_3(l) = t_1 + t_2 = 1$ ; 3-holi uchun  $T_3(l) = t_1 + t'_2 < 1$  dan ko'p bo'lmagan vaqt kerak bo'ladi. c) banddagi (4) ning 1-holi uchun  $T_3(l) = t_1 < 0,5$ ; 2-holi uchun  $T_3(l) = t_1 + t_2 < 1$ ; 3-holi uchun  $T_3(l) = t_1 + t'_2 < 1$  dan ko'p bo'lmagan vaqt kerak bo'ladi.

Demak a), b) va c) hollar uchun  $T_3(l) = 1$  dan ko'p bo'lmagan vaqt yetarli bo'ladi.

Shunday qilib a), b) va c) hollarda o'yinni nihoyasiga yetkazish uchun quyidagi vaqt yetarli bo'ladi

$$T(l) = \begin{cases} \frac{4-l^2}{l} - 2 & \text{agar } \frac{4(1-l)}{l} - 0 \text{ yoki natural son bo'lsa,} \\ \left( \left[ \frac{4(1-l)}{l} \right] + 1 \right) \cdot \frac{l}{4} + \left[ \frac{4(1-l)}{l} \right] + 2 & \text{agar } \frac{4(1-l)}{l} - \text{kasr son bo'lsa.} \end{cases} \quad (17)$$

Umumiy holda (17) quvuvchi o'yinni

$$T(l) = \left( \left[ \frac{4(1-l)}{l} \right] + 1 \right) \cdot \frac{l}{4} + \left[ \frac{4(1-l)}{l} \right] + 2 \quad (18)$$

dan ko'p bo'lmagan vaqt oraliq'ida nihoyasiga yetkazish mumkin. Shunday qilib teorema isbotlandi.

Sodda differensial o'yinlar juda ko'p tadqiqotchilarni o'ziga jalb qilib kelgan. Chunki shunday sodda holda aniqlangan differensial o'yinda ham hali hal etilmagan masalalar bisyor [4,5]. Xususan ushbu ishda qo'yilgan masalada agar quvuvchi va qochuvchilar o'yin davomida bir birini qayerda joylashgani haqida ma'lumotga ega bo'lmasa o'yinni tugatish mumkinligi yoki qochuvchi istalgancha vaqt qochib yura olishi haqida natijalar ma'lum emas. Boshqacha qilib aytganda differensial o'yinlarda quvuvchi va qochuvchilarga beriladigan ma'lumotlarni qandayligi juda muhim ahamiyatga ega. Ushbu ishda, shu ma'noda ham, ma'lum ishlardan farqli natijalar olingan, masalan quvuvchi boshqaruvini qurish uchun qochuvchi o'yinchini boshqaruvi haqidagi ma'lumot talab qilinmaydi. Va aksincha [4], [6]-[8] ishlarda quvuvchilarga o'z boshqaruvlarini qura olishlari uchun har bir  $t$  vaqtda qochuvchi boshqaruvi  $v(t)$  ma'lum bo'lishi kerak. Undan tashqari o'yinni nihoyasiga yetkazish vaqti  $T(l)$  uchun (18) ko'rinishdagi baholash olingan. Shu bilan birga, ushbu ishda tekislikda hal qilingan masala xulosalari keng ma'noda intellektual kompyuter o'yinlarini qurish imkoniyatini beradi.

#### Adabiyotlar

1. Айзекс Р. Дифференциальные игры.-М.: МИР, 1967. 480с.
2. Понтрягин Л.С. Линейные дифференциальные игры преследования // Мат. сборник.- Москва.1980.- Т.112. №3.-С. 307-330.
3. Мищенко Е.Ф., Никольский М.С., Сатимов Н.Ю. Задача уклонение от встречи в дифференциальных играх многих лиц// Труды МИАН СССР. - Москва. 1977. - Т. 143. - С. 105-128.
4. Петросян Л.А. Дифференциальные игры преследования // Соросовский Образовательный Журнал, 1995. №1.-С. 88-91.
5. Петросян Л.А., Рихсиев Б.Б. Преследование на плоскости.-М.: Наука, 1991. серия "Популярные лекции по математике", выпуск 61. 96с.
6. Сатимов Н.Ю. Задачи преследования и убегания для одного класса линейных дифференциальных игр многих лиц. Труды ТашГУ. -Ташкент. 1981.- №670.-С. 54-64.
7. Сатимов Н.Ю., Маматов М.Ш. Об одном классе линейных дифференциальных игр преследования и убегания. Труды ТашГУ. -Ташкент. 1981.- №670.-С. 64-75.
8. Сатимов Н.Ю., Маматов М.Ш. О задачах преследования и уклонения от встречи в дифференциальных играх между группами преследователей и убегающих. ДАН УзССР.-Ташкент. 1983 - №4. -С.2-5.
9. Иванов Р.П. Простое преследование - убегание на компакте//Докл. АН СССР.1980. Т.254. №6. С. 1318-1321.
10. Маматов М.Ш., Зуннунов А.О. О задаче простое преследование - убегание на компакте//Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наука. -М.: Наука, 2016. - №1. -С.15-18.

УДК: 517.518.5

## ОЦЕНКИ ОСЦИЛЛЯТОРНЫХ ИНТЕГРАЛОВ СО СПЕЦИАЛЬНОЙ ФАЗОЙ

Г.А. Хасанов

Самаркандский государственный университет

E-mail: khasanov\_g75@mail.ru

**Аннотация.** В этой работе рассматриваются равномерные оценки для осцилляторных интегралов с некоторыми фазовыми функциями, зависящими от малых параметров.

**Ключевые слова:** фаза, амплитуда, высота, деформация, идеал.

## Maxsus fazali tebranishli integrallarni baholash

**Annotatsiya.** Ushbu ishda fazasi kichik parametrlarga bog'liq bo'lgan ba'zi tebranuvchan integrallarning tekis baholari qaraladi.

**Kalit so'zlar:** faza, amplituda, balandlik, deformatsiya, ideal.

## Estimation of oscillatory integrals with special phase

**Abstract.** In this paper, we consider uniform estimates for oscillatory integrals with some phase functions depending on small parameters.

**Keywords:** phase, amplitude, height, deformation, ideal.

Пусть  $f(x_1, x_2)$  – бесконечно гладкая функция, имеющая особенность в точке  $(0,0)$ , т.е.  $df(0,0) = 0$ . Рассмотрим деформацию фазовой функции вида

$$F(x, s) = f(x) + s_1 \ell_1(x) + s_2 \ell_2(x),$$

где  $\ell_1, \ell_2$  – гладкие функции, удовлетворяющие условиям:

$$\ell_1(0,0) = 0, \ell_2(0,0) = 0, \quad J(\ell_1, \ell_2) \neq 0 \quad (1)$$

где  $J$  – якобиан функций  $\ell_1, \ell_2$ . Пусть  $U$  – окрестность нуля и  $a \in C_0^\infty(U)$ . Введем осцилляторный интеграл с фазой  $F(x, s)$  и амплитудой  $a \in C_0^\infty(U)$ :

$$J(t, s) = \iint_{R^2} a(x) e^{itF(x,s)} dx \quad (2)$$

Говорят, что осцилляторный интеграл с гладкой фазой  $f(x)$  имеет в точке  $(0,0)$  оценку типа  $(\beta, m)$ , если существует окрестность нуля  $U$  такая, что для любой функции  $a \in C_0^\infty(U)$  справедлива оценка вида при  $|t| \geq 2$

$$\left| \iint_{R^2} a(x) e^{itf(x)} dx \right| \leq C \cdot |\ln t|^m \cdot |t|^{-\beta}$$

Показателем осцилляции функции  $f$  в нуле называется супремум множества  $\{\beta\}$ .

**Теорема.** Пусть  $f(x)$  имеет в точке  $(0,0)$  оценку типа  $(\beta, m)$ ,  $\beta \geq \frac{1}{2}$  и  $\ell_1, \ell_2$  – любые фиксированные функции, удовлетворяющие условиям (1). Тогда существуют окрестность нуля  $U$  в  $R^2$  и положительное число  $\varepsilon > 0$  такие, что при амплитуде  $a \in C_0^\infty(U)$  и  $|s| < \varepsilon$  для осцилляторного интеграла (2) справедлива следующая оценка:

$$|J(t, s)| \leq C \cdot \|a\|_{C^2} \cdot |\ln t|^m \cdot |t|^{-\beta}.$$

Пусть  $f(x_1, x_2)$  – бесконечно гладкая функция, имеющая особенность  $f(0,0) = 0$ ,  $d^2 f(0,0) = 0$ ,  $d^3 f(0,0) = 0$  и  $h(f) = 2$ . Понятия высоты и приспособленные системы координат для функции введены А.Н. Варченко в [2]. В этом случае  $d^4 f(0,0) \neq 0$ . Так как  $h(f) = 2$  то либо главная грань с точностью до линейной эквивалентности имеет вид  $f_\gamma = x_1^4 + ax_1^2 x_2^2 + x_2^4$  и  $a^2 \neq 4$ , либо  $f_\gamma$  приводится к одной из форм  $x_1^2 x_2^2$ ,  $x_1^2(x_1^2 \pm x_2^2)$ ,  $(x_1^2 + x_2^2)^2$ .

Как известно, если главная грань имеет вид  $x_1^4 + ax_1^2 x_2^2 + x_2^4$  и  $a^2 \neq 4$ , то фазовая функция  $f$  в некоторой окрестности нуля диффеоморфизмом приводится к виду  $x_1^4 + ax_1^2 x_2^2 + x_2^4$ . Эта особенность называется особенностью типа  $X_9$  [1]. В этом случае фазовая функция  $F(x, s)$  приводится к нормальному виду и доказательство теоремы следует из теоремы Карпушкина [4].

Осталось рассмотреть случаи, когда  $f_\gamma = \pm x_1^2 x_2^2$ ,  $f_\gamma = x_1^2(x_1^2 \pm x_2^2)$  и  $f_\gamma = (x_1^2 + x_2^2)^2$ . Ради простоты мы будем предполагать, что  $f_\gamma = x_1^2 x_2^2$ .

**Лемма.** Если функция  $f$  в точке  $(0,0)$  диффеоморфно эквивалентна  $\pm x_1^2 x_2^2$ , то существуют окрестность  $U$  и положительное число  $\varepsilon > 0$  такое, что при любой амплитуде  $a \in C_0^2(U)$  и  $|s| < \varepsilon$  для осцилляторного интеграла  $J(t, s)$  справедлива оценка:

$$|J(t, s)| \leq C \cdot \|a\|_{C^2} \cdot |\ln t| \cdot |t|^{-\frac{1}{2}}.$$

**Доказательство.** В этом случае мы представим фазовую функцию в виде

$$F(x, s) = x_1^2 x_2^2 + s_1(x_1 + \varphi_1(x_1, x_2)) + s_2(x_2 + \varphi_2(x_1, x_2)),$$

где  $\varphi_k \in m^2$ ,  $k = 1, 2$  – гладкие функции.

Далее через  $m$  обозначается максимальный идеал кольца ростков гладких функций.

В данном случае  $(s_1, s_2)$  и  $(x_1, x_2)$  симметричны. Поэтому мы рассмотрим лишь случаи  $(s_1, s_2) \in \{(s_1, s_2) : |s_2| \leq |s_1|\}$ . Фазовую функцию  $F(x, s)$  представим в виде

$$F(x, s) = x_1^2 x_2^2 + s_1 x_1 [1 + \varphi_{11}(x_1, x_2) + \xi_2 \varphi_{21}(x_1, x_2) + s_1 x_2^2 \varphi_{12}(x_2) + s_2(x_2 + x_2^2 \varphi_{22}(x_1, x_2))],$$

где  $\varphi_{11}, \varphi_{21} \in m$  и  $\varphi_{12}, \varphi_{22}$  некоторые гладкие функции. Рассмотрим одномерный осцилляторный интеграл

$$J_1(t, s, x_2) = \int_{R_{x_1}} e^{itx_2^2 \left( x_1^2 + \frac{s_1}{x_2^2} x_1 (1 + \varphi_{11}(x_1, x_2) + \xi_2 \varphi_{21}(x_1, x_2)) \right)} a(x_1, x_2) dx_1.$$

Пусть  $|s_1| \geq \delta x_2^2 > 0$  где  $\delta$  – некоторое фиксированное положительное число. Тогда для осцилляторного интеграла  $J_1(t, s, x_2)$  справедлива оценка:

$$|J_1(t, s, x_2)| \leq \frac{C \cdot \|a\|_{C^1}}{1 + |tx_2^2|}.$$

Отсюда получим:

$$\int_{|s_1| \geq \delta |x_2^2|} |J_1(t, s, x_2)| dx_2 \leq C \cdot \|a\|_{C^1} \cdot |t|^{-\frac{1}{2}}.$$

Пусть  $|s_1| \geq \delta x_2^2 > 0$  где  $\delta$  – достаточно малое положительное число. В этом случае, согласно лемме Ван дер Корпута [5], для интеграла  $J_1(t, s, x_2)$  имеет место

$$\text{неравенство } |J_1(t, s, x_2)| \leq \frac{C \cdot \|a\|_{C^1}}{1 + |tx_2^2|^{\frac{1}{2}}}.$$

В результате имеем

$$\int_{|s_1| \leq \delta |x_2^2| \leq C_1} |J_1(t, s, x_2)| dx_2 \leq C \cdot \|a\|_{C^1} \cdot \int_{|x_2| \leq C} \frac{dx_2}{1 + |tx_2^2|^{\frac{1}{2}}} \leq \frac{C \cdot \|a\|_{C^1} \cdot |\ln t|}{|t|^{\frac{1}{2}}}$$

Отсюда легко следует доказательство леммы.

Из этой леммы вытекает доказательство теоремы в случае, когда  $f$  в точке  $(0,0)$  диффеоморфно эквивалентна функции  $\pm x_1^2 x_2^2$ .

Наконец рассмотрим случай, когда «почти» главная грань (по терминологии Карпушкина) имеет вид:

$$f_\gamma(x_1, x_2) = x_1^2 x_2^2 + ax_1^k, \quad (k \geq 4).$$

Отметим, что всегда заменой переменных мы приходим к этому случаю. Сначала предположим, что  $|s_2| \leq |s_1|$ . Фазовую функцию представим в виде

$$F(x, s) = x_1^2 x_2^2 + ax_1^k + F_{1>}(x_1, x_2) + s_1 x_2^2 \varphi_{11}(x_2) + s_1 x_1 (1 + \varphi_{11}(x_1, x_2) + \xi_2 \varphi_{21}(x_1, x_2)) + s_2 x_2^2 \varphi_{22}(x_2).$$

Без ограничения общности мы можем предполагать, что  $a \neq 0$ , в противном случае либо она приводится к этому случаю, либо фазовая функция диффеоморфно эквивалентна функции  $\pm x_1^2 x_2^2$ . Пусть  $x_2 > 0$ , рассмотрим одномерный осцилляторный интеграл

где здесь ряд Маклорена функции  $F_{1>}$  состоит из суммы мономов степени выше единицы весом  $r = \left(\frac{1}{k}, \frac{k-2}{2k}\right)$ ,  $\varphi_{11}, \varphi_{21} \in m$ . Сделаем замену переменных  $x_1 \rightarrow x_2^{\frac{2}{k-2}} x_1$  и получим:

$$J_1(t, s, x_2) = \int_R x_2^{\frac{2}{k-2}} e^{itx_2^{\frac{2k}{k-2}} \Phi_1(x_1, x_2, s)} a\left(x_2^{\frac{2}{k-2}} x_1, x_2\right) dx_1,$$

где

Сначала рассмотрим случай  $|s_1| \leq M$ , где  $\xi_1 = s_1 x_2^{\frac{2(k-1)}{k-2}}$  и  $M$  – фиксированное положительное число. Множество критических точек фазовой функции по  $x_1$  содержится на некотором отрезке  $[-\Delta, \Delta]$ . Рассмотрим покрытие  $(-\Delta - 1, \Delta + 1) \cup (R \setminus [-\Delta, \Delta])$  множества  $R$ , и соответствующее разбиение единицы обозначим через  $\{h_1, h_2\}$ . С помощью этого разбиения единицы осцилляторный интеграл  $J_1(t, s, x_2)$  представляется в виде суммы двух интегралов

Применяя лемму Ван дер Корпута для осцилляторного интеграла  $J_{12}$ , получим оценку:

$$|J_{12}(t, s, x_2)| \leq \frac{C \cdot |x_2|^{\frac{2}{k-2}} \cdot \|a(\cdot, x_2)\|_V}{\left|tx_2^{\frac{2k}{k-2}} + |t|^{\frac{1}{k}} \cdot |x_2|^{\frac{2}{k-2}}\right|} = \frac{C \cdot \|a(\cdot, x_2)\|_V}{\left|tx_2^{\frac{2(k-1)}{k-2}} + |t|^{\frac{1}{k}}\right|}.$$

Из последней имеем

$$\int_R |J_{12}(t, s, x_2)| dx_2 \leq C \cdot \|a\|_{C^2} \cdot |t|^{-\frac{1}{2}}.$$

Теперь рассмотрим оценку осцилляторного интеграла  $J_{11}(t, s, x_2)$ . Заметим, что существует не более одной точки,  $\xi_1 = \xi_0 \neq 0$  для которой функция  $ax_1^k + x_1^2 + \xi_0 x_1$  имеет вырожденную критическую точку. Если  $k$  – четное число и  $a$  положительно, то такая точка отсутствует. Пусть такая точка существует. Тогда фазовая функция является версальной деформацией особенности типа  $A_2$  и при  $|\xi_1 - \xi_0| < \delta$  для осцилляторного интеграла  $J_1(t, s, x_2)$  имеет место оценка [3].

$$|J_1(t, s, x_2)| \leq \frac{C \cdot \|a(\cdot, x_2)\|_V}{|t|^{\frac{1}{2}} \cdot |x_2| \cdot \left|\frac{s_1}{x_2^{\frac{2(k-1)}{k-2}}} - \xi_0\right|^{\frac{1}{4}}} := \psi_1(s_1, x_2, t).$$

Если  $|\xi_1 - \xi_0| > \delta$ , то все критические точки фазовой функции невырожденные и для осцилляторного интеграла  $J_1(t, s, x_2)$  справедлива оценка:

$$|J_1(t, s, x_2)| \leq \frac{C \cdot |x_2|^{\frac{2}{k-2}} \cdot \|a(\cdot, x_2)\|_V}{1 + \left|tx_2^{\frac{2k}{k-2}}\right|^{\frac{1}{2}}} := \psi_2(x_2, t).$$

Заметим, что выполняются следующие неравенства:

$$\int_{|\xi_1 - \xi_0| < \delta} \psi_1(s_1, x_2, t) dx_2 \leq C \cdot \|a\|_{C^2} \cdot |t|^{-\frac{1}{2}},$$

$$\int_{|\xi_1 - \xi_0| > \delta} \psi_2(x_2, t) dx_2 \leq C \cdot \|a\|_{C^2} \cdot |lnt| \cdot |t|^{-\frac{1}{2}}.$$

Суммируя полученные оценки, мы придем к искомой оценке в случае  $|\xi_1| \leq M$ . Теперь рассмотрим случай  $|\xi_1| \leq M$  и  $M$  достаточно большое положительное число. В этом случае в осцилляторном интеграле  $J_1(t, s, x_2)$  сделаем замену переменных  $x_1 \rightarrow |s_1|^{\frac{1}{k-1}} x_1$  и получим:

где

$$\Phi_2(x, s) = ax_1^k + F_{1>} \left( |s_1|^{\frac{1}{k-1}} x_1, x_2 \right) |s_1|^{\frac{k}{k-1}} + x_2^2 |s_1|^{\frac{k-2}{k-1}} x_1 + \text{sgn}s_1 x_1 \times \\ \times \left( 1 + \varphi_{11} \left( |s_1|^{\frac{1}{k-1}} x_1, x_2 \right) + \xi_2 \varphi_{21} \left( |s_1|^{\frac{1}{k-1}} x_1, x_2 \right) \right).$$

Пусть  $\eta_2 = x_2^2 \cdot |s_1|^{\frac{k-2}{k-1}}$ . Так как  $a \neq 0$ , то множество критических точек содержится в  $[-\Delta, \Delta]$ . Рассмотрим покрытие  $(-\Delta - 1, \Delta + 1) \cup (R \setminus [-\Delta, \Delta])$  и соответствующее разбиение единицы  $\{\psi_1, \psi_2\}$ . С помощью этого разбиения единица осцилляторного интеграла  $J_1(t, s, x_2)$  представляется в виде суммы двух интегралов

$$J_1^k(t, s, x_2) = |s_1|^{\frac{1}{k-1}} \int e^{it|s_1|^{\frac{k}{k-1}} \Phi_2(x,s)} a \left( x_2^{\frac{1}{k-1}} x_1, x_2 \right) \psi_k(x_1) dx_1, \quad k = 1, 2.$$

Рассмотрим оценку  $J_1^2(t, s, x_2)$ . Согласно лемме Ван дер Корпута для этого осцилляторного интеграла получим оценку:

$$|J_1^2(t, s, x_2)| \leq \frac{C \cdot \|a(\cdot, x_2)\|_V}{|t|^{\frac{1}{k}} + |t||x_2|^{\frac{2(k-1)}{k-2}}}.$$

Следовательно,

$$\int_{|x_2| \leq C} |J_1^2(t, s, x_2)| dx_2 \leq C \cdot \|a\|_{C^2} \cdot |t|^{-\frac{1}{2}}$$

Отметим, что если  $|\eta_2| < \delta$  и  $\delta$  достаточно малое положительное число, то фазовая функция имеет лишь невырожденные критические точки. Как следствие для осцилляторного интеграла  $|J_1^1(t, s, x_2)|$  имеем оценку

$$|J_1^1(t, s, x_2)| \leq \frac{C \cdot \|a(\cdot, x_2)\|_V}{|t|^{\frac{1}{k}} + |t|^{\frac{1}{2}} \cdot |x_2|}.$$

В результате получаем:

$$\int_{|x_2| \leq C} |J_1^1(t, s, x_2)| dx_2 \leq C \cdot \|a\|_{C^2} \cdot |\ln t| \cdot |t|^{-\frac{1}{2}}.$$

Суммируя полученные неравенства, мы имеем искомую оценку, когда  $f_\gamma(x_1, x_2) = x_1^2 x_2^2 + ax_1^k$  и  $|s_2| \leq |s_1|$ . В случае  $|s_1| \leq |s_2|$  интегралы оцениваются совершенно аналогично этой оценке. Этим полностью завершается доказательство основной теоремы.

### Литература

1. Арнольд В.И., Варченко А.Н., Гесейн-заде С.М. Особенности дифференцируемых отображений. Классификация критических точек, каустик и волновых фронтов. М.Ж Наука, 1982 г.
2. Варченко А.Н. Многогранник Ньютона и оценки осциллирующих интегралов. // Функ. анал. и его прил. 1976, т.10, вып. 5. стр. 13-38.
3. Икромов И.А. Инвариантные оценки двумерных тригонометрических интегралов // Матем. сб., 1989, т.180. № 8. стр.1017-1035.
4. Карпушкин В.Н. Равномерные оценки осциллирующих интегралов с параболической или гиперболической фазой. // Труды сем.им. И.Г.Петровского. М.: МГУ, 1983, т.9. стр. 3-39.
5. Stein E.M. Harmonic Analysis: Real – valued methods, Orthogonality, and Oscillatory integrals. Princeton Univ.Press, 43, 1993.

УДК: 517.946

## О ЗАДАЧЕ КОШИ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ЛАПЛАСА

А.Б. Хасанов, З. Маликов, Ф.Р. Турсунов

Самаркандский государственный университет

E-mail: [farhod.tursunov.76@mail.ru](mailto:farhod.tursunov.76@mail.ru)Статья посвящается светлой памяти  
профессора Ш. Ярмухамедова

**Аннотация.** В статье изучается задача продолжения решения и оценка устойчивости задачи Коши для уравнения Лапласа в области  $G$  по ее известным значениям на гладкой части  $S$  границы  $\partial G$ . Рассматриваемая задача относится к задачам математической физики, в которых отсутствует непрерывная зависимость решений от начальных данных. Предполагается, что решение задачи существует и непрерывно дифференцируемо в замкнутой области с точно заданными данными Коши. Для этого случая устанавливается явная формула продолжения решения, а также формула регуляризации для случая, когда при указанных условиях вместо данных Коши заданы их непрерывные приближения с заданной погрешностью в равномерной метрике. Получены оценки устойчивости решения задачи Коши в классическом смысле.

**Ключевые слова:** Задача Коши, некорректные задачи, функция Карлемана, регуляризованные решения, регуляризация, формулы продолжения.

## Lalas tenglamasi uchun Koshi masalasi haqida

**Annotatsiya.** Maqolada  $G$  soha chegarasi  $\partial G$  ning bir qismi  $S$  silliq chiziqda berilgan qiymatlariga ko'ra, Laplas tenglamasi uchun Koshi masalasi yechimini davom ettirishi va turg'unlik bahosi qaraladi. Qaralayotgan masala, matematik fizikaning yechim boshlang'ich shartlarga uzluksiz ravishda bog'liq bo'lgan masalalari qatoriga kiradi. Masalada yechim mavjud va biror yopiq sohada uzluksiz differensiallanuvchi, hamda Koshi shartlari aniq berilgan deb faraz qilinadi. Bu hol uchun oshkor ko'rinishda yechimni davom ettirish masalasi va Koshi shartlari taqribiy berilganda yechimni regularizatsiyasi quriladi. Klassik ma'noda Koshi masalasi yechimining turg'unlik bahosi olinadi.

**Kalit so'zlar.** Koshi masalasi, nokorrekt masalalar, Karleman funksiyasi, regularizatsiyalashgan yechim, regularizatsiya, davom ettirish formulalari.

## On the Cauchy problem for the Laplace equation

**Abstract.** The article studies the problem of continuation of the solution and the stability estimate of the Cauchy problem for the Laplace equation in a domain  $G$  by its known values on the smooth part  $S$  of the boundary  $\partial G$ . The considered problem belongs to the problems of mathematical physics, in which there is no continuous dependence of solutions on the initial data. It is assumed that the solution to the problem exists and is continuously differentiable in a closed domain with exactly given Cauchy data. For this case, an explicit formula for the continuation of the solution is established, as well as a regularization formula for the case when, under these conditions, instead of the Cauchy data, their approximations are given with a given error in the uniform metric. We obtain estimates for the stability of the solution of the Cauchy problem in the classical sense.

**Keywords:** Cauchy problem, ill-posed problems, Carleman function, regularized solutions, regularization, continuation formulas.

Пусть  $x = (x_1, x_2)$  и  $y = (y_1, y_2)$  точки двумерного Евклидова пространства  $R^2$ ,

Вводим следующие обозначения:

$$y' = (y_1, 0), \quad x' = (x_1, 0),$$

$$r = |y - x|, \quad \alpha = |y' - x'|, \quad \alpha^2 = s, \quad w = i\sqrt{u^2 + \alpha^2} + y_2, \quad u \geq 0,$$

Пусть  $G$  - ограниченная односвязная область в  $R^2$  с границей  $\partial G$ , состоящей из компактной части  $T = \{y_1 \in R : a_1 \leq y_1 \leq b_1\}$  и гладкой дуги кривой  $S : y_2 = h(y_1)$  лежащей

полуплоскости  $y_2 \geq 0$ .  $\bar{G} = G \cup \partial G$ ,  $\partial G = S \cup T$ ,  $d/dn$  - оператор дифференцирования по внешней нормали к  $\partial G$ .

Решение задачи Коши будем строить в области  $G$ , когда данные Коши заданы на части границы  $S$ .

В области  $G$  рассмотрим уравнение Лапласа

$$\frac{\partial^2 U}{\partial y_1^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y_2^2} = 0. \tag{1.1}$$

**Постановка задачи.** Требуется найти гармоническую функцию  $U(y) = U(y_1, y_2) \in C^2(G) \cap C^1(\bar{G})$  у которого известны значения на части  $S$  границы  $\partial G$ , т.е

$$U(y)|_S = f(y), \quad \frac{\partial U(y)}{\partial n} \Big|_S = g(y). \tag{1.2}$$

Здесь  $f(y)$  и  $g(y)$  - заданные функции класса  $C(S)$  и  $C'(S)$  соответственно.

Рассматриваемая задача (1.1)-(1.2) относится к некорректным задачам математической физики. В работе [4] А. Н. Тихонову удалось выяснить истинную природу некорректных задач математической физики. Он указал практическую важность неустойчивых задач и показал, что если сузить класс возможных решений до компакта, то из существования и единственности следует устойчивость решения, т.е. задача становится устойчивой.

Формулы, позволяющие находить решение эллиптического уравнения в случае, когда данные Коши известны лишь на части границы области, получили название формул типа Карлемана. В [2] Карлеман установил формулу, дающую решение уравнений Коши-Римана в области специального вида. Развивая его идею, Г. М. Голузин и В. И. Крылов [3] вывели формулу для определения значений аналитических функций по данным, известным лишь на участке границы, уже для произвольных областей. Они нашли формулу восстановления решения по ее значениям на граничном множестве положительной лебеговой меры, а также предложили новый вариант формулы продолжения. Одномерным и многомерным обобщениям формулы Карлемана посвящена монография Л.А.Айзенберга [1]. Формула типа Карлемана, в которой используется фундаментальное решение дифференциального уравнения со специальными свойствами (функция Карлемана), была получена М.М. Лаврентьевым [6,7]. В этих работах дано определение функции Карлемана для случая, когда данные Коши заданы приближенно, а также приведена схема регуляризации задачи Коши для уравнения Лапласа. Применяя этот метод, Ш.Я.Ярмухамедов [8,9] построил функции Карлемана для широкого класса эллиптических операторов, заданных в пространственных областях специального вида, когда часть границы области, является гиперповерхностью, либо конической поверхностью.

Отметим, что при решении прикладных задач следует найти приближенные значения

$U(x)$ ,  $x \in G$  и его производной  $\frac{\partial U(x)}{\partial x_i}$ ,  $x \in G, i = 1, 2$ . В данной работе следуя М.М.

Лаврентьеву и Ш. Ярмухамедову строится семейство функций  $U(x, \sigma, f_\delta, g_\delta) = U_{\sigma\delta}(x)$ , и

$\frac{\partial U(x, \sigma, f_\delta, g_\delta)}{\partial x_i} = \frac{\partial U_{\sigma\delta}(x)}{\partial x_i}$ ,  $i = 1, 2$  зависящих от параметра  $\sigma$  и доказывается, что при

некоторых условиях и при специальном выборе параметра  $\sigma = \sigma(\delta)$  семейство  $U_{\sigma\delta}(x)$  и

$\frac{\partial U_{\sigma\delta}(x)}{\partial x_i}$  при  $\delta \rightarrow 0$  сходится в обычном смысле к решению  $U(x)$  и его производной

$\frac{\partial U(x)}{\partial x_i}$  соответственно в каждой точке  $x \in G$ . Семейство функций  $U(x, \sigma, f_\delta)$  и



$\frac{\partial U(x, \sigma, f_\delta, g_\delta)}{\partial x_i}$  с указанными свойствами, называется регуляризованным решением по

М.М. Лаврентьеву [6].

Если при указанных условиях вместо данных Коши заданы их непрерывные приближения с заданным уклоном в равномерной метрике, то предлагается явная формула регуляризации. При этом предполагается, что решение ограничено на части  $T$  границы.

Метод получения указанных результатов основан на конструкции в явном виде фундаментального решения уравнения Лапласа, зависящего от положительного параметра, исчезающего вместе со своими производными при стремлении параметра к бесконечности на  $T$ , когда полюс фундаментального решения лежит в полуплоскости  $y_2 > 0$ .

**Конструкция функции Карлемана.** Пусть  $\sigma > 0$ . Определим при  $\alpha > 0$  функцию  $\Phi_\sigma(x, y)$  следующим равенством.

$$-2\pi \exp(\sigma x_2^2) \Phi_\sigma(x, y) = \int_0^\infty \operatorname{Im} \left[ \frac{\exp(\sigma w^2)}{w - x_2} \right] \frac{u du}{\sqrt{u^2 + \alpha^2}}, \quad w = i\sqrt{u^2 + \alpha^2} + y_2. \quad (1.3)$$

Отделяя мнимую часть функции  $\Phi_\sigma(x, y)$  имеем

$$\Phi_\sigma(x, y) = \frac{1}{2\pi} \exp(-\sigma(\alpha^2 + x_2^2 - y_2^2)) \left[ \int_0^\infty \frac{\exp(-\sigma u^2) \cos 2\sigma y_2 \sqrt{u^2 + \alpha^2} u du}{u^2 + r^2} - \int_0^\infty \frac{\exp(-\sigma u^2) (y_2 - x_2) \sin 2\sigma y_2 \sqrt{u^2 + \alpha^2} u du}{u^2 + r^2} \frac{1}{\sqrt{u^2 + \alpha^2}} \right].$$

Обозначим

$$\varphi_\sigma(x, y, u) = \cos \tau \sqrt{u^2 + \alpha^2} - \frac{(y_2 - x_2) \sin \tau \sqrt{u^2 + \alpha^2}}{u^2 + r^2}, \quad \tau = 2\sigma y_2.$$

Тогда  $\Phi_\sigma(x, y)$  принимает вид:

$$2\pi \exp(-\sigma(\alpha^2 + x_2^2 - y_2^2)) \Phi_\sigma(x, y) = \int_0^\infty \frac{\varphi_\sigma(x, y, u)}{u^2 + r^2} u \exp(-\sigma \alpha^2) du. \quad (1.4)$$

В работе [9] доказано, что функция определенная равенствами (1.3) при  $\sigma > 0$  представима в виде

$$\Phi_\sigma(x, y) = F(r) + G_\sigma(x, y) \quad (1.5)$$

где  $F(r) = \frac{1}{2\pi} \ln \frac{1}{r}$ ,  $G_\sigma(x, y)$ -функция гармоническая по  $y$  в  $R^2$  включая  $y = x$ .

Отсюда следует, что функция  $\Phi_\sigma(x, y)$  для любого  $\sigma > 0$  по  $y$  является фундаментальным решением уравнения Лапласа. Следуя М.М. Лаврентьеву, фундаментальное решение  $\Phi_\sigma(x, y)$  с указанным свойством назовем функцией Карлемана для полупространства. Поэтому для функция  $U(y) = U(y_1, y_2) \in C^2(G) \cap C^1(\bar{G})$  и любого  $x \in G$  справедлива следующая интегральная формула Грина:

$$U(x) = \int_{\partial G} \left[ \frac{\partial U}{\partial n} \Phi_\sigma(x, y) - U(y) \frac{\partial \Phi_\sigma(x, y)}{\partial n} \right] dS_y. \quad (1.6)$$

**1.1. Формула продолжения и регуляризация по М.М. Лаврентьеву.** Обозначим

$$U_\sigma(x) = \int_S \left[ g(y) \Phi_\sigma(x, y) - f(y) \frac{\partial \Phi_\sigma(x, y)}{\partial n} \right] dS_y. \quad (1.7)$$

**Теорема 1.1.** Пусть функция  $U(y) = U(y_1, y_2) \in C^2(G) \cap C^1(\bar{G})$  на  $S$  удовлетворяет условиям (1.2) и на части  $T$  границы  $\partial G$  выполнено неравенство

$$|U(y)| + \left| \frac{\partial U(y)}{\partial n} \right| \leq M, \quad y \in T \tag{1.8}$$

где  $M$  - положительное число.

Тогда для любого  $x \in G$  и  $\sigma > 0$  справедливо неравенство

$$|U(x) - U_\sigma(x)| \leq \psi_2(\sigma) M \exp(-\sigma x_2^2), \tag{1.9}$$

$$\left| \frac{\partial U(x)}{\partial x_i} - \frac{\partial U_\sigma(x)}{\partial x_i} \right| \leq \varphi_i(\sigma, x_2) M \exp(-\sigma x_2^2), \quad i = 1, 2 \tag{1.10}$$

где

$$\psi_2(\sigma) = \left( \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{\pi}}{4\sqrt{\sigma}} \right), \quad \varphi_1(\sigma, x_2) = \left( 1 + \frac{1}{\sigma} + \frac{\sqrt{\sigma} x_2}{2\sqrt{\pi}} + \frac{1}{2\sqrt{\pi\sigma}} \right), \quad \varphi_2(\sigma, x_2) = \left( \frac{\sigma+1}{2\sigma} + \frac{\sqrt{\sigma}}{2\sqrt{\pi}} + \frac{3}{4\sqrt{\pi\sigma} x_2} \right).$$

**Следствие 1.1.** При каждом  $x \in G$  справедливо равенство

$$\lim_{\sigma \rightarrow \infty} U_\sigma(x) = U(x), \quad \lim_{\sigma \rightarrow \infty} \frac{\partial U_\sigma(x)}{\partial x_i} = \frac{\partial U(x)}{\partial x_i}, \quad i = 1, 2.$$

Обозначим через  $\bar{G}_\varepsilon$ ,  $\varepsilon > 0$ , множество

$$\bar{G}_\varepsilon = \left\{ (x_1, x_2) \in G, \quad a > x_2 \geq \varepsilon, \quad a = \max_T h(x_1), 0 < \varepsilon < a \right\}.$$

Легко заметить, что множество  $\bar{G}_\varepsilon \subset G$  для  $\forall \varepsilon > 0$  является компактным.

**Следствие 1.2.** Если  $x \in \bar{G}_\varepsilon$ ,  $\forall \varepsilon > 0$ , то семейство функций  $\{U_\sigma(x)\}$  и  $\left\{ \frac{\partial U_\sigma(x)}{\partial x_i} \right\}$

$$U_\sigma(x) \Rightarrow U(x), \quad \frac{\partial U_\sigma(x)}{\partial x_i} \Rightarrow \frac{\partial U(x)}{\partial x_i}, \quad i = 1, 2$$

сходиться равномерно при  $\sigma \rightarrow \infty$ .

Отметить, что множества  $\Pi_\varepsilon = G \setminus \bar{G}_\varepsilon$  служат пограничным слоем данной задачи, как в теории сингулярных возмущений, где нет равномерная сходимость.

**2.1. Оценка устойчивости решения задачи Коши.** Обозначим через  $E$  множество

$$E = \left\{ U \in C^2(G) \cap C^1(\bar{G}) : |U(y)| + |\text{grad}U| \leq M, M > 0, y \in T \right\}.$$

**Теорема 2.1.** Пусть функция  $U(y) \in E$  удовлетворяющая уравнению Лапласа (1.1), и на части  $S$  границы области  $G$  выполняется неравенство

$$|U(y)| + \left| \frac{\partial U(y)}{\partial n} \right| < \delta, \quad y \in S. \tag{2.1}$$

Тогда для любого  $x \in G$  и  $\sigma > 0$  справедлива неравенства

$$|U(x)| \leq 2\psi(\sigma) M^{1-x_2^2/a^2} \delta^{x_2^2/a^2}, \tag{2.2}$$

$$\left| \frac{\partial U(x)}{\partial x_i} \right| \leq 2\mu_i(\sigma, x_2) M^{1-x_2^2/a^2} \delta^{x_2^2/a^2}, \quad i = 1, 2, \quad 0 < \delta \leq M e^{-\sigma a^2}. \tag{2.3}$$

**Теорема 2.2.** Пусть функция  $U(y) \in E$  на  $S$  удовлетворяет условиям (1.2) и вместо  $f(y)$ ,  $g(y)$  заданы их приближения  $f_\delta(y)$  и  $g_\delta(y)$  с заданным уклоном  $\delta > 0$ :

$$\max_S |f(y) - f_\delta(y)| < \delta, \quad \max_S |g(y) - g_\delta(y)| < \delta. \tag{2.4}$$

Положим

$$U_{\sigma\delta}(x) = \int_S \left[ g_\delta(y)\Phi_\sigma(x, y) - f_\delta(y) \frac{\partial\Phi_\sigma(x, y)}{\partial n} \right] dS_y. \tag{2.5}$$

Тогда для любого  $x \in G$  и  $\sigma > 0$  справедлива неравенства

$$|U(x) - U_{\sigma\delta}(x)| \leq 2\psi(\sigma)M^{1-x_2^2/a^2} \delta^{x_2^2/a^2}, \tag{2.6}$$

$$\left| \frac{\partial U(x)}{\partial x_i} - \frac{\partial U_{\sigma\delta}(x)}{\partial x_i} \right| \leq 2\mu_i(\sigma, x_2)M^{1-x_2^2/a^2} \delta^{x_2^2/a^2}, \quad 0 < \delta \leq Me^{-\sigma a^2} \tag{2.7}$$

где  $\psi(\sigma) = \max(\psi^2(\sigma), \psi_2(\sigma))$ ,

$$\mu_1(\sigma, x_2) = \max(v_1(\sigma, x_2), \varphi_1(\sigma, x_2)), \quad \mu_2(\sigma, x_2) = \max(v_2(\sigma, x_2), \varphi_2(\sigma, x_2))$$

$$v_1(\sigma, x_2) = \left( \frac{b}{2\sigma} + \frac{b+7ab\sqrt{\pi\sigma}}{4} + \frac{\sigma(ab+\sqrt{\pi a^2 b})}{\sqrt{\pi}} + \frac{2b\sqrt{\sigma}}{\pi} + \frac{2ab\sqrt{\sigma}}{\sqrt{\pi}} + \frac{2b}{\sqrt{\pi\sigma}} + \frac{b}{2\sqrt{\pi\sigma}} \frac{1}{(a-x_2)^2} \right),$$

$$v_2(\sigma, x_2) = \left( \frac{x_2\sqrt{\sigma\pi}+4}{2} + a\sigma x_2 + \frac{\sqrt{\pi}}{2\sqrt{\sigma}} + \frac{2b\sqrt{\sigma}x_2}{\sqrt{\pi}} + \frac{2b}{\sqrt{\pi\sigma}} + \frac{b}{2\sqrt{\pi\sigma}} \frac{1}{(a-x_2)^2} \right), \quad \psi^2(\sigma) = \left( \frac{5b}{4\sqrt{\pi\sigma}} + \frac{ab}{2} \right)$$

и  $\psi_2(\sigma)$ ,  $\varphi_1(\sigma, x_2)$ ,  $\varphi_2(\sigma, x_2)$  определяется из теоремы 1.1.

**Следствие 2.1.** При каждом  $x \in G$  справедливо равенство

$$\lim_{\delta \rightarrow 0} U_{\sigma\delta}(x) = U(x), \quad \lim_{\delta \rightarrow 0} \frac{\partial U_{\sigma\delta}(x)}{\partial x_i} = \frac{\partial U(x)}{\partial x_i}, \quad i = 1, 2.$$

**Следствие 2.2.** Если  $x \in \bar{G}_\varepsilon, \forall \varepsilon > 0$ , то семейство функций  $\{U_{\sigma\delta}(x)\}$  и  $\left\{ \frac{\partial U_{\sigma\delta}(x)}{\partial x_i} \right\}$

$$U_{\sigma\delta}(x) = U(x), \quad \frac{\partial U_{\sigma\delta}(x)}{\partial x_i} = \frac{\partial U(x)}{\partial x_i}, \quad i = 1, 2$$

сходиться равномерно при  $\delta \rightarrow 0$ .

Следует отметить, что представление (1.5) и неравенства (1.9), (2.6) впервые доказана Ш. Ярмухамедовом в работе [9]. Неравенство (1.10), (2.2) (2.3) и (2.7) доказано авторами.

### Литература

1. Л.А.Айзенберг. Формулы Карлемана в комплексном анализе. Новосибирск, «Наука»,1990 г. 247с.
2. Carleman T. Les Fonctions quasianalytiques. Paris: Gauthier- Villar, 1926. 116p/
3. Голузин. Г. М., Крылов. В. И. Обобщенная формула Карлемана и ее приложение к аналитическому продолжению функций. Мат. сборник, 1933, Т. 40, с.144-149.
4. Тихонов А. Н. Об устойчивости обратных задач. ДАН СССР, Т.39, № 5, 1943, с.195-198.
5. Н.Н. Тарханов. Об интегральном представлении решений систем линейных дифференциальных уравнений первого порядка в частных производных и некоторых его приложениях. Некоторые вопросы многомерного комплексного анализа. Красноярск –1980, стр. 147- 160.
6. М.М. Лаврентьев. О Задача Коши для уравнения Лапласа. Изв. АН СССР Сер. матем., 1956, том 20, выпуск 6, 819-842с.
7. М.М. Лаврентьев. О некоторых некорректных задачах математической физики. Изд. СО АН СССР Новосибирск, 1962 г.
8. Ш. Ярмухамедов. О гармоническом продолжении дифференцируемых функций, заданных на куске границы. Сибирский математический журнал, Том 43, № 1, 2002, 228-239 с.
9. Ш. Ярмухамедов. Представление гармонической функции в виде потенциалов и задача Коши. Математические заметки, Том 83, выпуск 5, 2008, 763-778 с.

УДК: 517.946

**ЗАДАЧА ИНТЕГРАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ ДЛЯ СЕМЕЙСТВА СПЕЦИАЛЬНЫХ КРИВЫХ****А.Х. Бегматов, З.Х. Очилов, А.З. Хусанов***Самаркандский государственный университет*E-mail: [akrambegmatov@mail.ru](mailto:akrambegmatov@mail.ru)

**Аннотация.** В работе рассматривается новый класс задач интегральной геометрии вольтерровского типа с весовой функцией специального вида. Доказана теорема единственности решения, получены оценки устойчивости и формула обращения в пространствах Соболева, тем самым показана слабая некорректность решения задачи интегральной геометрии.

**Ключевые слова.** Задача интегральной геометрии, слабая и сильная некорректность, единственность и устойчивость.

**Maxsus egri chiziqilar oilasi uchun integral geometriya masalasi**

**Annotatsiya.** Bu ishda maxsus ko'rinishdagi vazn funksiyali volta tipidagi integral geometriya masalalarining yangi sinfi qaralgan. Integral geometriya masalasi yechimining yagonaligi teoremasi isbotlangan, Sobolev fazolarida turg'unlik bahosi va teskarilanish formulalari olingan bo'lib, integral geometriya masalasi kuchsiz nokorrekt masala ekanligi ko'rsatilgan.

**Kalit so'zlar:** integral geometriya masalalari, kuchli va kuchsiz nokorrektlik, yagonalik va turg'unlik.

**The problem of integral geometry for a family curves with specials**

**Abstract.** We study new problem of reconstruction of a function in a strip from their given integrals with known weight function along polygonal lines. We obtained two simply inversion formulas for the solution to the problem. We prove uniqueness theorems for solutions and obtain stability estimates of a solution to the problem in Sobolev's spaces and thus show their weak ill-posedness.

**Keywords:** ill-posed problems, integral geometry problems, integral transforms, inversion formula, uniqueness, existence theorem, weak instability, perturbation

**Введение**

В этой работе изучается задача интегральной геометрии вольтерровского типа с весовой функцией специального вида.

Задачами интегральной геометрии вольтерровского типа называются задачи, которые могут быть сведены к исследованию операторных уравнений вольтерра в смысле определения, данного М.М. Лаврентьевым [1].

Достаточно общие результаты по единственности и устойчивости решения задач интегральной геометрии в случае, когда многообразия, по которым ведется интегрирование, имеют вид параболоидов, весовые функции и многообразия инвариантны относительно группы всех движений вдоль фиксированной гиперплоскости, получены В.Г. Романовым [3]. Слабо некорректные задачи интегральной геометрии вольтерровского типа с весовыми функциями, имеющими особенность исследовались в работах [7-11]. Теоремы единственности, оценки устойчивости и формулы обращения слабо некорректных задач интегральной геометрии по специальным кривым и поверхностям с особенностями вершинах получены в [12-16].

Единственность решения значительно более широких классов задач интегральной геометрии в полосе, рассматриваемых как сильно некорректные, была установлена В.Г. Романовым (см.[4]). В работах А.Л. Бухгейма [5,6] получены формулы обращения для задачи восстановления функции через интегралы от неё по параболоидам в полупространстве  $y > 0$ , причем формула обращения, приведенная в [5], содержит только конечное число производных от данных. В [6] с помощью техники шкал банаховых пространств доказана теорема единственности решения задачи интегральной геометрии в полосе на параболах с весовой функцией, аналитической по части переменных.

В своей работе [2] М.М. Лаврентьев показал единственность решения сильно некорректной задачи интегральной геометрии в полосе на параболах с возмущением достаточно общего вида.

В статье рассматривается задача интегральной геометрии с весовой функцией специального вида по полуплоскости  $y > 0$ . Доказана теорема единственности ее решения в классе гладких финитных функций, получены оценки устойчивости решения задачи в пространствах Соболева, что показывает её слабую некорректность, а также формулы обращения.

**Основная часть**

Введем обозначения, которые будем использовать в этом пункте:

$$(x, y) \in R^2, (\xi, \eta) \in R^2, \lambda \in R^1, \mu \in R^1,$$

$$\Omega = \{(x, y): x \in R^1, y \in (0, l), l < \infty\}$$

$$\bar{\Omega} = \{(x, y): x \in R^1, y \in [0, l]\}$$

Постановка задачи.

В полосе  $\bar{\Omega}$  рассмотрим семейство кривых, которое однозначно параметризуется с помощью координат своих вершин  $(x, y)$ , произвольная кривая семейства  $P(x, y)$  определяется соотношениями

$$P(x, y) = \left\{ (\xi, \eta): \eta = (\xi - x + \sqrt{y})^2, 0 \leq \eta \leq y, x - \sqrt{y} \leq \xi \leq x \right\} \cup$$

$$\cup \left\{ (\xi, \eta): \eta = (x + \sqrt{y} - \xi)^2, 0 \leq \eta \leq y, x \leq \xi \leq x + \sqrt{y} \right\}$$

**Задача 1.** Определить функцию двух переменных  $u(x, y)$ , если для всех  $(x, y)$  из полосы  $\bar{\Omega}$  известны интегралы от функции  $u(\bullet)$  по кривым  $P(x, y)$ :

$$\int_{x-\sqrt{y}}^x g(x-\xi)u\left(\xi, (\xi-x+\sqrt{y})^2\right)d\xi + \int_x^{x+\sqrt{y}} g(x-\xi)u\left(\xi, (x+\sqrt{y}-\xi)^2\right)d\xi = f(x, y) \tag{1}$$

где

$$g(x-\xi) = \sqrt{\frac{\eta}{y}} \cdot \chi(x-\xi), \chi(x-\xi) = \begin{cases} 1, & \text{если } x-\xi > 0, \\ 0, & \text{если } x-\xi < 0. \end{cases} \tag{2}$$

функция Хэвисайда.

Функция  $u(x, y)$  – функция из класса  $u$ , которые имеют все непрерывные частные производные до второго порядка включительно и финитны с носителем в  $R_+^2$ :

$$\text{supp } u \subset D = \{(x, y): -a < x < a, 0 < a < \infty, 0 < y < l, l < \infty\}$$

Доопределим правую часть уравнения (2.1) при  $y < 0$ .

Введем функцию

$$f^*(x, y) = \begin{cases} f(x, y), & y \geq 0, \\ 0, & y < 0. \end{cases} \tag{3}$$

Как следует из постановки задачи 1 и условий, наложенных на функцию  $u(\bullet)$ , к функции  $f^*(x, y)$  можно применить преобразование Фурье по  $y$ . Рассмотрим преобразование Фурье по переменной  $y$  функции  $f^*(\lambda, y)$ . Учитывая, что

$$f^*(x, y) \equiv 0, \text{ при } y < 0,$$

Имеем

$$\varphi(\lambda, \mu) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{i\mu y} \widehat{f^*}(\lambda, y) dy,$$

а интеграл в правой части последнего соотношения равен

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{i\mu y} \hat{f}(\lambda, y) dy = \int_0^{+\infty} e^{i\mu y} \hat{f}(\lambda, y) dy.$$

Таким образом, доопределив  $f(x, y)$  в нижней полуплоскости нулём, к обеим частям уравнения (1) можно применять преобразование Фурье по  $y$  и интеграл Фурье будет иметь вид:

$$\int_0^{+\infty} e^{i\mu y} \hat{f}(\lambda, y) dy.$$

Введем следующие функции

$$I(\lambda, \mu) = \int_0^{\infty} e^{i(\mu h^2 + h(2\mu\sqrt{\eta} + \lambda))} dh, \tag{4}$$

$$I_1(\lambda, \mu) = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-i\mu y} \frac{d\mu}{(1 + \mu^2) I(\lambda, \mu)}, \tag{5}$$

$$I_2(\lambda, y) = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-i\lambda x} I_1(\lambda, y) d\lambda. \tag{6}$$

Справедлива следующая теорема:

**Теорема 1.** Пусть функция  $f(x, y)$  известна для всех  $(x, y)$  из полосы  $\bar{\Omega}$ . Тогда решение задачи 1 в классе  $u$  единственно, имеет место представление

$$u(x, y) = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} I_2(x - \xi, y - \eta) \left( \frac{\partial^2}{\partial \xi^2} - \frac{\partial^4}{\partial \xi^2 \partial \eta^2} \right) f(\xi, \eta) d\xi d\eta \tag{7}$$

и выполняется неравенство

$$\|u\|_{L_2(\Omega)} \leq C_1 \|f\|_{W_2^{2,2}(\Omega)}$$

где  $C_1$  – некоторая постоянная.

**Доказательство.** Приведём уравнение (1) при помощи следующей замены к более удобному виду:

$$\begin{aligned} \eta &= (x + \sqrt{y} - \xi)^2, & \xi &= x - \sqrt{\eta} + \sqrt{y}, & d\xi &= -\frac{d\eta}{2\sqrt{\eta}}. \\ \eta &= (\xi + \sqrt{y} - x)^2, & \xi &= x + \sqrt{\eta} - \sqrt{y}, & d\xi &= \frac{d\eta}{2\sqrt{\eta}}. \end{aligned}$$

Перейдя в (1) к интегрированию по  $d\eta$ , получим интеграл

$$\begin{aligned} & \int_0^y g(\sqrt{y} - \sqrt{\eta}) \mu(x + \sqrt{\eta} - \sqrt{y}, \eta) \frac{d\eta}{2\sqrt{\eta}} - \\ & - \int_0^y g(-(\sqrt{y} - \sqrt{\eta})) \mu(x - \sqrt{\eta} + \sqrt{y}, \eta) \frac{d\eta}{2\sqrt{\eta}} = f(x, y) \end{aligned}$$

или

$$\int_0^y g(h) \mu(x - h, \eta) \frac{d\eta}{2\sqrt{\eta}} - \int_0^y g(-h) \mu(x + h, \eta) \frac{d\eta}{2\sqrt{\eta}} = f(x, y), \tag{8}$$

где  $h = \sqrt{y} - \sqrt{\eta}$ .

Подставив (2) в (8), получим

$$\frac{1}{2} \int_0^y u(x-h, \eta) \frac{d\eta}{h+\sqrt{\eta}} = f(x, y). \tag{9}$$

Таким образом уравнение (1) примет вид:

$$\int_0^y u(x-h, \eta) \frac{d\eta}{h} = f_0(x, y) \tag{9'}$$

где  $f_0(x, y) = -2f(x, y)$ .

Сначала предположим, что  $l = \infty$ . Применим преобразование Фурье по переменной  $x$ , к обеим частям уравнения (9')

$$\begin{aligned} \hat{f}(\lambda, y) &= \frac{1}{2} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{i\mu x} \int_0^y u(x-h, \eta) \frac{d\eta}{h+\sqrt{\eta}} dx = \\ &= \frac{1}{2} \int_0^y e^{i\lambda h} \left\{ \int_{-\infty}^{+\infty} e^{i\lambda(x-h)} u(x-h, \eta) dx \right\} \frac{d\eta}{h+\sqrt{\eta}} = \frac{1}{2} \int_0^y e^{i\lambda h} \hat{u}(\lambda, \eta) \frac{d\eta}{h+\sqrt{\eta}} \end{aligned} \tag{10}$$

Применим к уравнению (10) одностороннее преобразование Фурье по переменной  $y$

$$\begin{aligned} \hat{f}(\lambda, \mu) &= \frac{1}{2} \int_0^{+\infty} e^{i\mu y} \int_0^{\infty} e^{i\lambda h} \hat{u}(\lambda, \eta) \frac{d\eta}{h+\sqrt{\eta}} dy = \\ &= \frac{1}{2} \int_0^{+\infty} \hat{u}(\lambda, \eta) \left[ \int_{\eta}^{\infty} e^{i\mu y} e^{i\lambda h} \frac{dy}{h+\sqrt{\eta}} \right] d\eta = \frac{1}{2} \int_0^{+\infty} \hat{u}(\lambda, \eta) \left[ \int_{\eta}^{\infty} e^{i\mu y + i\lambda h} \frac{dy}{h+\sqrt{\eta}} \right] d\eta \end{aligned} \tag{11}$$

Сделаем в этом равенстве замену  $h = \sqrt{y} - \sqrt{\eta}$ , получим:

$$\begin{aligned} y &= h^2 + 2h\sqrt{\eta} + \eta, \\ dy &= 2(h + \sqrt{\eta})dh. \end{aligned}$$

Таким образом уравнение (11) примет вид

$$\begin{aligned} \hat{f}(\lambda, \mu) &= \frac{1}{2} \int_0^{+\infty} \hat{u}(\lambda, \eta) \left[ \int_{\eta}^{\infty} e^{i\mu y + i\lambda h} \frac{dy}{h+\sqrt{\eta}} \right] d\eta = \\ &= \frac{1}{2} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{i\mu \eta} \hat{u}(\lambda, \eta) d\eta \int_0^{\infty} e^{i(\mu(y-\eta) + \lambda(\sqrt{y}-\sqrt{\eta}))} \frac{dy}{h+\sqrt{\eta}} = \\ &= \frac{1}{2} \hat{u}(\lambda, \mu) \int_0^{\infty} 2(h+\sqrt{\eta}) e^{i(\mu h^2 + h(2\mu\sqrt{\eta} + \lambda))} \frac{dh}{h+\sqrt{\eta}} = \\ &= \hat{u}(\lambda, \mu) \int_0^{\infty} e^{i(\mu h^2 + h(2\mu\sqrt{\eta} + \lambda))} dh \end{aligned}$$

Без него

$$\begin{aligned} \hat{f}(\lambda, \mu) &= \hat{u}(\lambda, \mu) \int_0^{\infty} e^{i(\mu h^2 + h(2\mu\sqrt{\eta} + \lambda))} dh. \\ v(\lambda, \mu) \cdot I(\lambda, \mu) &= \varphi(\lambda, \mu), \end{aligned} \tag{11'}$$

где

$$v(\lambda, \mu) = \hat{u}(\lambda, \mu) = \int_0^{\infty} e^{i\mu\eta} \hat{u}(\lambda, \eta) d\eta, \tag{12}$$

$$\varphi(\lambda, \mu) = \int_0^{\infty} e^{i\mu y} \hat{f}(\lambda, y) dy = \hat{f}(\lambda, \mu) \tag{13}$$

$$I(\lambda, \mu) = \int_0^{\infty} e^{i(\mu h^2 + h(2\mu\sqrt{\eta} + \lambda))} dh$$

Нам нужно оценить снизу по модулю функцию  $I(\lambda, \mu)$ , что позволит получить оценки для функции  $v(\lambda, \mu)$ , а затем и для искомой функции  $u(x, y)$ .

Покажем, что интеграл (4) является равномерно сходящимся относительно параметров  $\lambda$  и  $\mu$ , причём параметр  $\mu$  можно без ограничения общности считать положительным.

В интеграле (4), имеем:

$$\begin{aligned} I(\lambda, \mu) &= \int_0^{\infty} e^{i(\mu h^2 + h(2\mu\sqrt{\eta} + \lambda))} dh = \\ &= \int_0^{\infty} \cos(\mu h^2 + h(2\mu\sqrt{\eta} + \lambda)) dh + i \int_0^{\infty} \sin(\mu h^2 + h(2\mu\sqrt{\eta} + \lambda)) dh \end{aligned}$$

Используя формулы

$$\begin{aligned} \int_0^{\infty} \cos(ax^2 + 2bx) dx &= \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{2a}} \left[ \cos \frac{b^2}{a} + \sin \frac{b^2}{a} \right], \quad a > 0, \\ \int_0^{\infty} \sin(ax^2 + 2bx) dx &= \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{2a}} \left[ \cos \frac{b^2}{a} - \sin \frac{b^2}{a} \right], \quad a > 0. \end{aligned}$$

Получим:

$$\begin{aligned} I &= \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{2\mu}} \left[ \cos \frac{(2\mu\sqrt{\eta} + \lambda)^2}{4\mu} + \sin \frac{(2\mu\sqrt{\eta} + \lambda)^2}{4\mu} + \right. \\ &\quad \left. + i \left( \cos \frac{(2\mu\sqrt{\eta} + \lambda)^2}{4\mu} - \sin \frac{(2\mu\sqrt{\eta} + \lambda)^2}{4\mu} \right) \right]. \end{aligned}$$

Модуль функции  $I(\lambda, \mu)$  имеет вид:

$$\begin{aligned} |I(\lambda, \mu)| &= \left| \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{2\mu}} \left[ \cos \frac{(2\mu\sqrt{\eta} + \lambda)^2}{4\mu} + \sin \frac{(2\mu\sqrt{\eta} + \lambda)^2}{4\mu} + \right. \right. \\ &\quad \left. \left. + i \left( \cos \frac{(2\mu\sqrt{\eta} + \lambda)^2}{4\mu} - \sin \frac{(2\mu\sqrt{\eta} + \lambda)^2}{4\mu} \right) \right] \right| = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{2|\mu|}} \times \\ &\times \sqrt{\left( \cos \frac{(2\mu\sqrt{\eta} + \lambda)^2}{4\mu} + \sin \frac{(2\mu\sqrt{\eta} + \lambda)^2}{4\mu} \right)^2 + \left( \cos \frac{(2\mu\sqrt{\eta} + \lambda)^2}{4\mu} - \sin \frac{(2\mu\sqrt{\eta} + \lambda)^2}{4\mu} \right)^2} = \\ &= \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{2|\mu|}} \sqrt{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{|\mu|}} \end{aligned}$$



$$|I(\lambda, \mu)| = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{|\mu|}}$$

Отсюда несложно получить оценку

$$\frac{1}{|I(\lambda, \mu)|} < 2\sqrt{|\mu|}. \tag{14}$$

Из уравнения (11'), учитывая (14), получим

$$v(\lambda, \mu) = \varphi(\lambda, \mu) \frac{1}{I(\lambda, \mu)}. \tag{15}$$

Разделим и умножим правую часть (15) на  $1 + \mu^2$ :

$$v(\lambda, \mu) = (1 + \mu^2) \varphi(\lambda, \mu) \frac{1}{(1 + \mu^2) I(\lambda, \mu)}. \tag{16}$$

Из условий наложенных на функцию  $u(x, y)$  и из (7) получаем, что функция  $\varphi(\lambda, \mu)$ , принадлежащих  $L_2$  по аргументу  $\mu$ .

Из (14) и (15) вытекает, что функция  $(1 + \mu^2)^{-1} I(\lambda, \mu)^{-1}$  есть образ Фурье по переменной  $y$  функции  $I_1(\lambda, y)$ , определенная формулой (5).

Применим к уравнению (16) обратное преобразование Фурье по переменной  $\mu$ . Используя теорему обращения и теорему о свертке, а также свойство дифференцирования преобразования Фурье получим:

$$\hat{u}(\lambda, y) = \int_{-\infty}^{\infty} I_1(\lambda, y - \eta) (E - \frac{\partial^2}{\partial \eta^2}) \hat{f}(\lambda, \eta) d\xi d\eta, \tag{17}$$

где

$$I_1(\lambda, \mu) = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-i\mu y} \frac{d\mu}{(1 + \mu^2) I(\lambda, \mu)}$$

Из ограничений наложенных на функцию  $u(x, y)$  и (7) вытекает, что функция  $\hat{f}(\lambda, y)$  принадлежит  $L_2$  по аргументу  $\lambda$ . Применим к полученному уравнению обратное преобразование Фурье по переменной  $\lambda$ . Используя теорему обращения и теорему о свертке, а также свойства преобразования Фурье, получим следующее представление для решения задачи 1.

$$u(x, y) = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} I_2(x - \xi, y - \eta) (\frac{\partial^2}{\partial \eta^2} - \frac{\partial^4}{\partial \eta^2 \partial \xi^2}) f(\xi, \eta) d\xi d\eta, \tag{18}$$

где

$$I_2(\lambda, y) = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-i\lambda x} I_1(\lambda, y) d\lambda.$$

Формула (18) имеет локальный характер по переменной  $y$ . С учетом условия  $\text{supp } u \subset \Omega$  ясно, что представление (18) для решения уравнения (1) имеет место и при  $l < \infty$ . Тогда из (11'), (14) и (18) вытекает единственность решения исходной задачи 1 в классе функций  $C_0^2(\Omega)$ .

Из уравнения (11'), учитывая (14), несложно получить следующее неравенство

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} |U|^2 d\lambda d\mu \leq \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} (1 + |\mu|^2) \varphi^2 d\lambda d\mu. \tag{19}$$

Используя свойство дифференцирования преобразования Фурье, неравенство треугольника для норм, а также учитывая (18) и (19), имеем

$$\|u\|_{L_2(\Omega)} \leq C_1 \|f\|_{W_2^{2,2}(\Omega)}$$

где  $C_1$  – некоторая постоянная.

Теорема 1 доказана.

### Литература

1. Лаврентьев М.М., Савельев Л.Я. Теория операторов и некорректные задачи. – Новосибирск: Изд-во Ин-та математики. 1999. – 702 с.
2. Лаврентьев А.М., Шабат Б.В. Методы теории функций комплексного переменного. – М.: Наука, 1986.
3. Романов В. Г. О восстановлении функции через интегралы по эллипсоидам вращения, у которых фокус неподвижен // Докл. АН СССР. – Москва, 1967. Т. 173. – № 4. – С. 766-769.
4. Романов В. Г. О восстановлении функции через интегралы по семейству кривых // Сиб. мат. журн., 1967. Т. 8. – № 5. – С. 1206-1208.
5. Бухгейм А.Л. О некоторых задачах интегральной геометрии // Сиб. мат. журн., 1972. Т. 13. – № 1. – С. 34-42.
6. Бухгейм А.Л. Об одной задаче интегральной геометрии // Мат. проблемы геофизики. – Новосибирск: ВЦ СО АН СССР, 1973. Вып. 4. – С. 69-73.
7. Бегматов Акрам Х. Слабо некорректные задачи интегральной геометрии вольтерровского типа // Доклады РАН. – Москва, 1996. Т. 349. – № 3. – С. 297-298.
8. Бегматов Акрам Х. Задачи интегральной геометрии для семейства конусов в  $n$ -мерном пространстве // Сиб. мат. журн., 1996. Т. 37. – № 3. – С. 500-505.
9. Бегматов Акрам Х. Новые классы слабо и сильно некорректных задач интегральной геометрии // Второй Сиб. конгресс по прикл. и инд. математике. Тез. докл., ч. III. – Новосибирск: Институт математики СО РАН, 1996. – С. 298.
10. Бегматов Акрам Х. Некоторые новые классы задач интегральной геометрии. – Новосибирск, 1997. Препринт / РАН. Сибирское отделение. Институт математики. – № 40, 30 с.
11. Бегматов Акрам Х. Вольтерровские задачи интегральной геометрии на плоскости для кривых с особенностями // Сиб. мат. журн., 1997. Т. 38. – № 4. – С. 723-737.
12. Бегматов Акрам Х. Задачи интегральной геометрии по специальным кривым и поверхностям с особенностями в вершине // Доклады РАН. – Москва, 1998. Т. 358. – № 2. – С. 151-153.
13. Бегматов Акрам Х. Теоремы существования решения двух слабо некорректных задач интегральной геометрии // Доклады РАН. – Москва, 2002. Т. 386. – № 1. – С. 1-3.
14. Бегматов Акрам Х., Очиллов З.Х. Задачи интегральной геометрии с разрывной весовой функцией // Доклады РАН. – Москва, 2009. 429. – № 3. – С. 295-297.
15. Begmatov Akram H., Ochilov Z.H. Recovering of function set by integrals along a curve in the plane // III-Pozed and Non-Classical Problems of Mathematical Physics and Analysis, M.M. Lavrent'ev et al., Eds., Proceedings of International Convergence, VSP. – Utrecht-Boston, 2003. – С. 191-197.
16. Бегматов Акрам Х., Очиллов З.Х. Задачи интегральной геометрии вольтерровского типа с весовой функцией специального вида. Журнал Continuum: Математика. Информатика. Образование. Россия 2017 г., № 2., С. 11-15.

УДК: 517.518.5

## ОБ ОГРАНИЧЕНИИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ НА РАЗВЕРТЫВАЮЩИХСЯ ГИПЕРПОВЕРХНОСТЯХ

И.А.Икромов, С.Э.Усманов

*Самаркандский государственный университет*

**Аннотация.** В данной работе получена равномерная оценка преобразования Фурье мер, сосредоточенных на гладких развертывающихся гиперповерхностях. А также представлено решение задачи об  $(L^p, L^q)$  ограничении преобразования Фурье на этих гиперповерхностях.

**Ключевые слова:** преобразование Фурье, развертывающаяся гиперповерхность, высота функции, равномерная оценка.

### Yoyiluvchan gipersirtlarda Fur'e almashtirishining chegaralanganligi haqida

**Annosiya.** Ushbu ishda silliq yoyiluvchan gipersirtlarda mujassamlashgan o'Ichovlar Fur'e almashtirishining tekis bahosi olingan. Shuningdek bu gipersirtlarda Fur'e almashtirishining  $(L^p, L^q)$  chegaralanganlik masalasi yechilgan.

**Kalit so'zlar:** Fur'e almashtirishi, yoyiluvchan gipersirt, balandligi, tekis baho.

### On restriction of the Fourier transform on developable hypersurfaces

**Abstract.** In this paper it is obtained uniform estimate for the Fourier transform of measures supported on a smooth developable hypersurfaces. Also, it is represented a solution of  $(L^p, L^q)$  restriction problem for the Fourier transform on such hypersurfaces.

**Keywords:** Fourier transform, developable hypersurface, height of a function, uniform estimate.

### Введение

В этой работе мы рассмотрим развертывающиеся гиперповерхности. Геометрически это означает, что в каждой точке гиперповерхности имеется не более одной ненулевой главной кривизны. Исследуем поведение осцилляторного интеграла вида

$$I(\xi) := \int_S e^{i(x, \xi)} \psi(x) dS(x), \quad ((x, \xi) = x_1 \xi_1 + x_2 \xi_2 + \dots + x_{n+1} \xi_{n+1})$$

в случае, когда  $\psi$  фиксированная бесконечно гладкая функция с компактным носителем и она сосредоточена в достаточно малой окрестности фиксированной обыкновенной точки некоторой гладкой гиперповерхности  $S$ ,  $dS(x)$  поверхностная мера на  $S$ . А также, без ограничения общности, мы будем считать, что  $S$  содержит начало координат и она задана в виде графика некоторой функции

$$x_{n+1} = \phi(x_1, x_2, \dots, x_n),$$

где  $\phi$  ненулевая, бесконечно-гладкая функция удовлетворяющая условиям:  $\phi(0) = 0$  и  $\nabla \phi(0) = 0$ . При этом предполагается, что внешнее произведение матрицы  $D^2 \phi$  на саму себя, т.е. внешний квадрат этой матрицы тождественно равен нулю, т.е.  $D^2 \phi \wedge D^2 \phi \equiv 0$ , где

$$D^2 \phi = \left\{ \frac{\partial^2 \phi(x)}{\partial x_j \partial x_k} \right\}_{j,k=1}^n. \quad \text{Если внешнее произведение матрицы } D^2 \phi \text{ на саму себя равно нулю, то}$$

$S$  будет развертывающейся гиперповерхностью. В данной работе получена равномерная (по направлениям вектора  $\xi$ ) оценка преобразования Фурье гладкой меры, сосредоточенной на развертывающихся гиперповерхностях.

В этой статье также решена задача об ограничении преобразования Фурье на развертывающихся гиперповерхностях. Общая постановка задачи об ограничении преобразования Фурье ставится для произвольной меры. Пусть  $d\mu$  произвольная мера в  $R^{n+1}$ .

Задача об ограничении преобразования Фурье формулируется в виде следующей оприорной оценки. Для каких пар  $(p, q)$  существует константа  $A_{p,q}$  такая, что для произвольной бесконечно гладкой, быстро-убывающей функции  $f$  (т.е.  $f \in Sh(R^{n+1})$ ,  $Sh(R^{n+1})$  - пространство Шварца) выполняется неравенство:

$$\left( \int_S |\hat{f}(\xi)|^q d\mu(\xi) \right)^{\frac{1}{q}} \leq A_{p,q} \|f\|_{L^p} ? \tag{1}$$

Эта задача называется  $(L_p, L_q)$  ограничением преобразования Фурье и она имеет давнюю историю. Об истории задачи и полученных результатов смотреть работы [1] и [2]. В пространстве  $R^{n+1}$  для сферы такая задача рассмотрена в работах Томаса [3] и Стейна [1].

Мы исследуем эту задачу в случае, когда  $q=2$  и  $S \in R^{n+1}$  бесконечно гладкая развёртывающаяся гиперповерхность.

**§1. Некоторые понятия и формулировка основных результатов**

Следуя [4], введём некоторые обозначения. Пусть  $\phi : R^n \rightarrow R$  бесконечно гладкая функция, определенная в некоторой окрестности начала координат, удовлетворяющая условиям:  $\phi(0) = 0, \nabla \phi(0) = 0$ . Если  $\phi(x) \approx \sum_{k \in N_0^n} c_k x^k, c_k \in R$  разложение Тейлора функции

$\phi$ , то ее многогранник Ньютона определяется как выпуклая оболочка в  $R_+^n$  совокупности  $\bigcup_{k \in K} (k + R_+^n)$ , где  $N_0^n$  множество всех неотрицательных целых чисел и  $K := \{k \in N_0^n \setminus \{0\} : c_k \neq 0\}$  носитель Тейлора.

Пусть  $x = (x_1, \dots, x_n)$  фиксированная система координат в нуле  $R^n$  и  $d$  координата пересечения прямой  $x_1 = x_2 = \dots = x_n = d (d \in R)$  с границей многогранника Ньютона. Число  $h(\phi) = \sup\{d(x)\}$  называется высотой функции  $\phi$ , где "supremum" берется относительно набора всех локальных гладких систем координат.

Пусть  $d\mu = \psi(x)dS(x)$  произвольная гладкая мера в  $R^{n+1}$  и  $\psi$  фиксированная неотрицательная бесконечно гладкая функция с компактным носителем, т.е.  $0 \leq \psi \in C_0^\infty(S)$ . Рассмотрим преобразование Фурье

$$\hat{d}\mu(\xi) = \int_S e^{i(x,\xi)} \psi(x) dS(x) = \int_S e^{i(x,\xi)} d\mu(\xi) \tag{2}$$

Основным результатами этой работы являются следующие:

**Теорема 1:** Пусть  $S$  -бесконечно гладкая развёртывающаяся гиперповерхность с обыкновенной точкой в начале координат. Тогда существует окрестность нуля  $U$  такая, что для любой функции  $\psi \in C_0^\infty(U)$  имеет место оценка  $|\hat{d}\mu(\xi)| \leq C|\xi|^{-\frac{1}{h}}$ , где

$h = \sup_{x \in S \cap \text{supp}(\psi)} h(S, x), h(S, x)$  - высота гиперповерхности  $S$  в точке  $x$ , определённая равенством  $h(S, x) = h(\phi)$ .

**Теорема 2:** Пусть  $S$  бесконечно гладкая развёртывающаяся гиперповерхность с высотой  $h = \sup_{x \in S \cap \text{supp}(\psi)} h(S, x)$ . Тогда существует положительное число  $C$  такое, что для любой функции  $f \in Sh(R^{n+1})$  имеет место следующая оценка:

$$\left( \int_S |\hat{f}|^2 d\mu \right)^{\frac{1}{2}} \leq C \|f\|_{L^p}, \tag{3}$$

при  $p = 1 + \frac{1}{2h+1}$ . Более того, если максимум  $h$  достигается в точке  $x^0 \in S$  и  $\psi(x^0) > 0$ , то не существует число  $C$ , удовлетворяющее неравенству (3) для всех  $f \in Sh(R^{n+1})$  при  $p > 1 + \frac{1}{2h+1}$ .

**Замечание:** Нужно отметить, что в случае вещественно-аналитической развёртывающейся гиперповерхности утверждения теоремы 2 вытекает из теоремы 1 работы [5] и [6].

**§2. Доказательство основных результатов**

**Доказательство теоремы 1.** Интеграл (2) записывается в виде кратного интеграла:

$$\hat{d}\mu(\xi) = I(\xi) := \int_D e^{i(x_1\xi_1 + x_2\xi_2 + \dots + x_n\xi_n + \phi(x_1, x_2, \dots, x_n)\xi_{n+1})} \psi_1(x_1, x_2, \dots, x_n) dx_1 dx_2 \dots dx_n, \tag{4}$$

где  $D \subset R^n$ ,  $\psi_1(x_1, x_2, \dots, x_n) = \psi(x_1, x_2, \dots, x_n, \phi(x_1, x_2, \dots, x_n)) \sqrt{1 + |\nabla f(x)|^2}$ .

Пусть  $A$  некоторая ортогональная матрица. Применяя теорему 5.2 работы [7] и замену переменных  $x = Ay$  ( $x, y \in U$ ) в интеграле (4), получим:

$$I(\eta) = \int_{A^{-1}D} e^{i(\eta, y) + \phi_1(y)\eta_{n+1}} \psi_2(y) dy, \tag{5}$$

где  $\psi_2(y) = \psi_1(Ay)$ ,  $\phi_1(y) = \phi(Ay) = y_1^h g(y) + \sum_{j=0}^{n-1} y_1^j g_j(y_2, \dots, y_n)$ ,  $\eta := A^t \xi$ ,

$\eta = (\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_n)$ ,  $\eta_i := (A^t \xi)_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ ,  $(x, \xi) = (Ay, \xi) = (y, A^t \xi)$ ,

$(\eta, y) = \eta_1 y_1 + \eta_2 y_2 + \dots + \eta_n y_n$ .

Для того, чтобы оценить интеграл  $I(\eta)$  рассмотрим два случая.

**1-случай:** Пусть  $|\eta_{n+1}| \leq \max_{1 \leq j \leq n} |\eta_j|$ . Допустим, что  $\max_{1 \leq j \leq n} |\eta_j| = |\eta_k| \geq 1$

для некоторых  $k \in \{1, 2, \dots, n\}$ . Теперь запишем интеграл (5) в следующем виде:

$$I(\eta) = \int_{D_2} \left( \int_{D_1} e^{i(\eta, y) + \eta_{n+1}\phi_1(y)} \psi_2(y) dy_k \right) dy_1 \dots dy_{k-1} dy_{k+1} \dots dy_n,$$

где  $A^{-1}D = D_2 \times D_1$ , точнее  $D_1 = \pi_1(A^{-1}D)$  проекция  $A^{-1}D$  на  $R$  с координатой  $y_k$  и  $D_2 = \pi_2(A^{-1}D)$  проекция  $R^n$  на  $R^{n-1}$  с координатами  $(y_1, \dots, y_{k-1}, y_{k+1}, \dots, y_n)$ . Тогда применяя интегрирование по частям  $N$  раз в интеграле

$$I_1(\eta) = \int_{D_1} e^{i(\eta, y) + \eta_{n+1}\phi_1(y)} \psi_2(y) dy_k$$

получим следующие оценки для интеграла  $I(\eta)$ :

$$|I(\eta)| \leq M \cdot \|\psi_2\|_{C^N(U)} |\eta_k|^{-N} = C_N |\eta_k|^{-N} \leq C_N |\eta|^{-N} \leq C_N |\eta|^{-\frac{1}{h}},$$

где  $M, C_N$  некоторые положительные числа,

$$\|\psi_2\|_{C^N(U)} = \max_{y \in U} \left( |\psi_2^{(N)}(y)| + \dots + |\psi_2'(y)| + |\psi_2(y)| \right)$$

Так как  $A$  ортогональная матрица, то имеем  $|A\eta| = |\xi|$ . Поэтому последняя оценка может быть записана в виде:

$$|I(\eta)| \leq C_N |A^{-1}\xi|^{-\frac{1}{h}} = C|\xi|^{-\frac{1}{h}}.$$

**2-случай:** Пусть  $|\eta_{n+1}| \geq \max_{1 \leq j \leq n} |\eta_j|$ .

Мы предположим, что носитель гладкой функции  $\psi_2$  содержится в некотором шаре с центром 0 и с радиусом  $\varepsilon$ . Очевидно, что на носителе функции  $\psi_2$  имеет место неравенство

$$\left| \frac{\partial^h \left( \phi_1(y) + \frac{\eta_1}{\eta_{n+1}} y_1 + \frac{\eta_2}{\eta_{n+1}} y_2 + \dots + \frac{\eta_n}{\eta_{n+1}} y_n \right)}{\partial y_1^h} \right| \geq \frac{|g(0)|h!}{2}.$$

Применяем лемму Ван дер Корпута (см. [1]) к интегралу (4) и получаем следующую оценку:

$$|I(\eta)| \leq C_k (\eta_{n+1})^{-\frac{1}{h}} (\|\psi_2\|_{L^\infty} + \|\nabla \psi_2\|_{L^1}) = C|\eta_{n+1}|^{-\frac{1}{h}} \leq C|\eta|^{-\frac{1}{h}},$$

где  $C_k$  не зависит от  $\eta_{n+1}$ ,  $\psi_2$  и оценивается через  $\|\phi\|_{C^{h+1}(U)}$ . Учитывая равенство  $|A\eta| = |\xi|$ , запишем последнюю оценку в виде:

$$|I(\eta)| \leq C_1 |\eta|^{-\frac{1}{h}} = C_1 |A^{-1}\xi|^{-\frac{1}{h}} = C|\xi|^{-\frac{1}{h}},$$

где  $C, C_1$  некоторые положительные числа. Теорема 1 доказана.

**Доказательство теоремы 2.** Согласно теореме 1 этой работы и теореме 1 из работы [5] следует справедливость неравенства (3) для любой функции  $f \in Sh(R^{n+1})$  и для любой неотрицательной функции  $\psi \in C_0^\infty(U)$  при значениях  $p = 1 + \frac{1}{2h+1}$ .

Теперь докажем, что не существует постоянное число, удовлетворяющее неравенству (3) для  $f \in Sh(R^{n+1})$  при значениях  $p > 1 + \frac{1}{2h+1}$ .

Предположим, что развёртывающаяся гиперповерхность  $S \subset R^{n+1}$  в некоторой окрестности начала координат задана графиком некоторой бесконечно гладкой функции  $x_{n+1} = \phi(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , удовлетворяющая условиям:  $\phi(0) = 0, \nabla \phi(0) = 0$ . Заметим, что расстояние от начала координат до многогранника Ньютона для функции  $\phi_1$  равно  $h$ . Введём обозначения  $\gamma = (h^{-1}, \delta, \dots, \delta) \in R_+^n, |\gamma| = h^{-1} + (n-1)\delta$ , где  $\delta$  достаточно малое положительное число.

Теперь используем пример типа Кнаапа (см. [6]). Аналогичные рассуждения использованы в работах [3] и [6]. Берем число  $\varepsilon$  ( $0 < \varepsilon < 1$ ) и рассмотрим параллелепипед

$D_\varepsilon := \{y \in R^n : |y_1| \leq \varepsilon^{\frac{1}{h}}, |y_2| \leq \varepsilon^\delta, \dots, |y_n| \leq \varepsilon^\delta\}$ . Так как  $\{g_j(y_2, \dots, y_n)\}_{j=0}^{h-1}$  гладкие плоские функции в нуле, то в параллелепипеде  $D_\varepsilon$  имеет место неравенство  $|\phi_1(y)| \leq C_1 \varepsilon$ , где  $C_1$  - некоторое положительное число. Ясно, что  $D_\varepsilon$  содержится в параллелепипеде

$$D_\varepsilon := \{y \in R^n : |y_1| \leq 2\varepsilon^{\frac{1}{h}}, |y_2| \leq 2\varepsilon^\delta, \dots, |y_n| \leq 2\varepsilon^\delta\}.$$

Определим функцию  $f \in Sh(R^{n+1})$  через её преобразованием Фурье:

$$\hat{f}_{\delta,\varepsilon}(y_1, y_2, \dots, y_{n+1}) = \chi_0(\varepsilon^{-\frac{1}{h}} y_1) \cdot \chi_0(\varepsilon^{-\delta} y_2) \cdots \chi_0(\varepsilon^{-\delta} y_n) \cdot \chi_0(C_1^{-1} \varepsilon^{-1} y_{n+1})$$

где  $\chi_0$  - неотрицательная бесконечно гладкая функция с носителем в  $[-2, 2]$  и её значение равно единицу на отрезке  $[-1, 1]$ . Используя соотношения  $|\phi_1(y)| \leq C_1 \varepsilon$ , заметим, что  $\hat{f}_{\delta,\varepsilon}(y_1, y_2, \dots, y_n, \phi_1(y)) \geq 1$  в  $D_\varepsilon$

Следовательно, если  $\psi(0) > 0$ , то получим

$$\|\hat{f}_{\delta,\varepsilon}\|_{L^2(S)} = \left( \int |\hat{f}_{\delta,\varepsilon}|^2 d\mu \right)^{1/2} \geq C_2 \varepsilon^{\frac{|\gamma|}{2}}, \tag{6}$$

где  $C_2$  - некоторое положительное число.

Непосредственные вычисления показывают, что

$$\|\hat{f}_{\delta,\varepsilon}\|_{L^p} = \left\| \int_{D_\varepsilon} \hat{f}_{\delta,\varepsilon}(y_1, y_2, \dots, y_{n+1}) e^{2\pi i(y_1 \xi_1 + y_2 \xi_2 + \dots + y_{n+1} \xi_{n+1})} dy_1 dy_2 \dots dy_{n+1} \right\|_{L^p} = C_2 \varepsilon^{\frac{|\gamma|+1}{p'}}, \tag{7}$$

где  $C_2 = C^{n+1}$  и  $C = \|\tilde{\chi}\|_{L^p}(R)$ , поскольку  $\tilde{\chi}$  из класса Шварца, то  $C$  некоторое положительное число.

Таким образом, для того чтобы выполнилось неравенство (3) при всех  $0 < \varepsilon < 1$  из соотношения (6) и (7) вытекает, что  $p' \geq 2 \left( \frac{1}{|\gamma|} + 1 \right) = 2 \left( \frac{1}{h^{-1} + (n-1)\delta} + 1 \right)$ . Это неравенство выполняется для произвольного положительного числа  $\delta$ . Устремляя  $\delta$  к нулю, имеем:  $p' \geq 2(h+1)$ . Следовательно, для значения  $p$  получаем неравенство  $1 \leq p \leq 1 + \frac{1}{2h+1}$ , что завершает доказательство теоремы 2.

**Литература**

1. E. M. Stein. Harmonic analysis: real-variable methods, orthogonality and oscillatory integrals, volume 43 of Princeton Mathematical Series. Princeton University Press, Princeton, NJ, 1993.
2. I.A. Ikromov, D. Müller. Fourier Restriction for Hypersurfaces in Three Dimensions and Newton Polyhedra. Annals of Mathematics Studies, No. 194. Princeton and Oxford: Princeton University Press, 2016.
3. A.P. Tomas. A restriction theorem for the Fourier transform. Bull. Amer. Math. Soc. 81 (1975), 477-478.
4. А.Н. Варченко. Многогранники Ньютона и оценки осциллирующих интегралов. Функц. анал. и его прил. 1976, т. 10 вып. 3, стр. 13-38.
5. A.Greenleaf. Principal curvature and harmonic analysis. Indiana Univ. Math. J. 30(4): 519-537, 1981.
6. A. Magyar. On Fourier restriction and the Newton polygon. Proceedings Amer. Math. Soc. 137 (2009), 615-625.
7. И. А. Икромов, С. Э. Усманов. Об ограниченности максимальных операторов, связанных с гиперповерхностями. Российский университет дружбы народов. Россия, СМФН, 2018, том 64, выпуск 4, 650–681.

УДК: 517.9

**О НЕ СУЩЕСТВОВАНИИ РЕШЕНИЙ УРАВНЕНИЙ ДВУХЖИДКОСТНОЙ СРЕДЫ С РАВНОВЕСИЕМ ФАЗ ПО ДАВЛЕНИЮ****М.М. Маматкулов<sup>1</sup>, Н. Дилмуродов<sup>2</sup>, А.Э. Холмуродов<sup>2</sup>, Х.Х. Имомназаров<sup>3</sup>**<sup>1</sup> *Национальный Университет Узбекистана*<sup>2</sup> *Каршинский государственный университет,*<sup>3</sup> *Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, Россия*E-mail: [imom@omzg.ssc.ru](mailto:imom@omzg.ssc.ru)

**Аннотация.** Рассмотрена начально-краевая задача для систем уравнений вязких двухжидкостных сред с равновесием фаз по давлению. С помощью метода пробных функций, предложенного в работах Похожаева и Митидиери, исследуется влияние граничных и начальных условий на появление и время разрушения решений этих задач.

**Ключевые слова:** двухскоростная гидродинамика, начально-краевая задача, разрушение решения за конечное время.

**Ikki suyuqlikli bir bosimli muhit tenglamalari yechimlarining mavjud emasligi haqida**

**Annotatsiya.** Bir bosimli ikki qovushoqli suyuqlikli muhit tenglamalari uchun boshlang'ich-chegaraviy masala qaralgan. Pochojajev va Mitidieri ishlarida taklif etilgan sinov funksiyalari metodi yordamida boshlang'ich va chegaraviy shartlarning masalalar yechimlarining buzilishi va buzilish paytlariga ta'siri tadqiq etilgan.

**Kalit so'zlar:** ikki tezlikli gidrodinamika, boshlang'ich-chegaraviy masala, chekli paytda yechim buzilishi.

**On the non-existence of solutions of equations of a two-liquid medium with the same pressure**

**Abstract.** The initial-boundary value problem for systems of viscous two-fluid media with the same pressure in components is considered. Using the trial function method proposed in the works of Pohozaev and Mitidieri, the influence of boundary and initial conditions on the appearance and time of destruction of solutions of these problems is investigated.

**Keywords:** two-velocity hydrodynamics, initial-boundary value problem, destruction of the solution, blow-up.

**Введение** Изучение течений вязких сжимаемых/несжимаемых жидкостей на основе решения полной системы уравнений двухскоростной гидродинамики представляется актуальным. В литературе известно очень ограниченное число случаев, допускающих аналитическое интегрирование уравнений Навье — Стокса [1, 2].

Разрушением решений (blow-up) называют стремление решения дифференциального уравнения или неравенства к бесконечности в окрестности конечных значений независимых переменных. Теория blow-up решений нелинейных дифференциальных уравнений используется для прогноза многих катастрофических явлений в физике и технике, в частности обрушения строительных конструкций [3] и фазовых переходов в модели Гинзбурга–Ландау–Аллена–Кана [4].

Одним из важнейших вопросов теории нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных является вопрос о корректности и разрушении решений. При наличии локальной разрешимости гладкое решение эволюционных уравнений может не существовать на всей временной оси, а разрушаться за конечное время. Теоретическими исследованиями явления разрушения в задачах Коши для моделей гидродинамики занимались с прошлого века [5,6].

Большая часть известных результатов в теории blow-up относится к процессам, описываемым дифференциальными уравнениями второго порядка. Метод исследования ситуации blow-up для более широкого класса задач на основе использования асимптотических априорных оценок был разработан С.И. Похожаевым и Э. Митидиери [3, 7].

Для исследования разрушения решения для системы уравнений двухжидкостной среде с равновесием фаз по давлению мы используем метод, развитый в работах С.И. Похожаева, Э.



Митидиери и В. А. Галактионова и получивший название метода пробных функций, или метода нелинейной емкости. Для подробного ознакомления с возможностями этого метода следует смотреть работы [7]-[13].

В частности, применению пробных функций специального вида в задачах гидродинамики посвящены работы [14]-[16].

Сначала проиллюстрируем подход С.И. Похожаева, Э. Митидиери на следующем простом примере [7]. Рассмотрим обыкновенное дифференциальное неравенство  $k$ -го порядка

$$\begin{cases} \frac{d^k x}{dt^k} \geq |x|^q, & t \geq 0, \\ x^{(k-1)}(0) = x_{k-1} > 0 \end{cases}$$

с  $q > 1$ .

**А. Априорная оценка.** Умножаем это неравенство на пробную функцию  $\varphi \geq 0$  из класса  $C_0^k(\square)$  такую, что  $\varphi'(0) = \dots = \varphi^{(k-1)}(0) = 0$  и  $\varphi(T_1) = \dots = \varphi^{(k-1)}(T_1) = 0$ , где

$$\varphi(t) = \begin{cases} 1, & 0 \leq t \leq T < T_1, \\ 0, & t \geq T_1. \end{cases}$$

Тогда интегрируя по частям, получим

$$\int_0^{T_1} |x|^q \varphi dt \leq (-1)^k \int_0^{T_1} \frac{d^k \varphi}{dt^k} dt - x_{k-1}.$$

Отсюда в силу неравенства Юнга с параметром  $\varepsilon > 0$

$$ab \leq \frac{\varepsilon}{q} a^q + \frac{1}{q' \varepsilon^{q'-1}} b^{q'}, \quad a, b \geq 0,$$

где  $q' = \frac{q}{q-1}$ , находим

$$\left(1 - \frac{\varepsilon}{q}\right) \int_0^{T_1} |x|^q \varphi dt \leq \frac{1}{q' \varepsilon^{q'-1}} b^{q'} \int_0^{T_1} \frac{|\varphi^{(k)}(t)|^{q'}}{(\varphi(t))^{q'-1}} dt - q' x_{k-1},$$

Таким образом, при любом  $q > \varepsilon > 0$ ,  $q > 1$ , мы получили априорную оценку, не зависящую от начальных значений  $x(0), \dots, x^{(k-2)}(0)$ .

Отсюда получаем

$$\int_0^T |x|^q dt \leq \int_0^{T_1} \frac{|\varphi^{(k)}(t)|^{q'}}{(\varphi(t))^{q'-1}} dt - q' x_{k-1},$$

поскольку (при  $q > 1$ )  $\min_{0 < \varepsilon < q} \left\{ \frac{q-1}{q-\varepsilon} \frac{1}{\varepsilon^{q'-1}} \right\} = 1$  и достигается при  $\varepsilon = 1$ .

**Б. Нелинейная емкость.** Для получения оптимальной априорной оценки введем следующую величину:

$$\text{cap}(D^k, T) := \inf_{T_1 > T} \left\{ \int_0^{T_1} \frac{|\varphi^{(k)}(t)|^{q'}}{(\varphi(t))^{q'-1}} dt \right\},$$

где инфимум берется по всем пробным функциям  $\varphi(t)$  из указанного выше класса.

Эту величину естественно назвать нелинейной емкостью, индуцированной нашей задачей. Тогда оптимальная априорная оценка принимает вид

$$\int_0^T |x|^q dt \leq \text{cap}(D^k, T).$$

**В. Асимптотика.** Возьмем в качестве пробной функции  $\varphi(t)$  функцию вида

$$\varphi(t) = \varphi_0(\tau), \quad \tau = \frac{t}{T},$$

где  $\varphi_0 \in C_0^k(\square)$ ,  $\varphi_0 \geq 0$  и такая, что

$$\varphi_0(\tau) = \begin{cases} 1, & 0 \leq \tau \leq 1, \\ 0, & \tau \geq \tau_1 > 1. \end{cases}$$

Тогда

$$\int_0^T |x|^q dt \leq \frac{1}{T^{kq'-1}} \int_1^{\tau_1} \frac{|\varphi_0^{(k)}(\tau)|^{q'}}{(\varphi_0(\tau))^{q'-1}} d\tau - q'x_{k-1}.$$

Ясно, что такая функция  $\varphi_0$  из рассматриваемого класса с

$$\int_1^{\tau_1} \frac{|\varphi_0^{(k)}(\tau)|^{q'}}{(\varphi_0(\tau))^{q'-1}} d\tau < \infty$$

существует.

Обозначим через  $c_1 > 0$  значение этого интеграла. Тогда получим

$$\int_0^T |x|^q dt \leq c_1 T^{1-kq'} - q'x_{k-1}.$$

**Г. Отсутствие глобального решения.** Из этой оценки при  $x_{k-1} \geq 0$  немедленно получаем отсутствие глобального нетривиального решения при

$$kq' > 1,$$

т. е. при любом  $k \geq 1$  и  $q > 1$ .

**Д. Оценка времени жизни решения.** Если  $x_{k-1} > 1$ , то при  $T > T_0$  с

$$T_0 = \left( \frac{c_1}{q'x_{k-1}} \right)^{\frac{1}{kq'-1}}$$

решение рассматриваемой задачи не существует.

**Замечание 1.** Зависимость времени жизни от начального значения  $x_{k-1} > 0$  является точной, т.е. неулучшаемой, во всем рассматриваемом классе задач.

Получение точной константы  $c_1 > 0$  связано с отысканием

$$\inf_{\tau_1 > 1} \int_1^{\tau_1} \frac{|\varphi_0^{(k)}(\tau)|^{q'}}{(\varphi_0(\tau))^{q'-1}} d\tau$$

в рассматриваемом классе функций  $\varphi_0$ .

**Замечание 2.** Аналогично рассматривается обыкновенное дифференциальное неравенство вида

$$\frac{d^k x}{dt^k} + a_{k-1}(t) \frac{d^{k-1} x}{dt^{k-1}} + \dots + a_0(t)x \geq b(t)|x|^q$$

с  $a_0, \dots, a_{k-1}, b \in L_{loc}^1(\square_+)$  и  $q > 1$ ,  $b > 0$  п.в. в  $\square_+$ .

Точно так же рассматриваются и системы таких неравенств.

### Разрушение решения начально-краевой задачи для системы уравнений двухжидкостной среды с равновесием фаз по давлению

Уравнения движения двухскоростной среды в диссипативном случае с равновесием фаз по давлению в системе в изотермическом случае имеют вид [17-19].

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \operatorname{div} \rho \mathbf{u} = 0, \quad \frac{\partial \tilde{\rho}}{\partial t} + \operatorname{div} \tilde{\rho} \tilde{\mathbf{u}} = 0$$

$$\hat{\rho} \left[ \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + (\mathbf{u}, \nabla) \mathbf{u} \right] = -\nabla p + \frac{\nu + 3\mu}{3} \nabla \operatorname{div} \mathbf{u} + \nu \Delta \mathbf{u} + \frac{\tilde{\rho}}{2} \nabla (\mathbf{u} - \tilde{\mathbf{u}})^2 \quad (1)$$

$$\hat{\rho} \left[ \frac{\partial \tilde{\mathbf{u}}}{\partial t} + (\tilde{\mathbf{u}}, \nabla) \tilde{\mathbf{u}} \right] = -\nabla p + \frac{\tilde{\nu} + 3\tilde{\mu}}{3} \nabla \operatorname{div} \tilde{\mathbf{u}} + \tilde{\nu} \Delta \tilde{\mathbf{u}} - \frac{\rho}{2} \nabla (\mathbf{u} - \tilde{\mathbf{u}})^2$$

где  $\tilde{\mathbf{u}}, \mathbf{u}$  – векторы скоростей подсистем, составляющих двухскоростной континуум с соответствующими парциальными плотностями  $\tilde{\rho}$  и  $\rho$ ;  $\nu(\mu)$  и  $\tilde{\nu}(\tilde{\mu})$  – соответствующие сдвиговые (объемные) вязкости;  $\hat{\rho} = \rho + \tilde{\rho}$  – общая плотность двухскоростного континуума;  $p = p(\hat{\rho}, (\mathbf{u} - \tilde{\mathbf{u}})^2)$  – уравнение состояния двухскоростного континуума.

Система уравнений двухскоростной гидродинамики (1) имеет решение  $\mathbf{u} = 0, \tilde{\mathbf{u}} = 0, \rho = \rho^0, \tilde{\rho} = \tilde{\rho}^0$  для покоящейся смеси жидкостей с равномерным давлением  $p = p^0$ , парциальными плотностями  $\rho^0, \tilde{\rho}^0$  и постоянной температурой.

В случае постоянства насыщенности фаз и соответствующих физических плотностей система уравнений двухскоростной гидродинамики имеет вид

$$\operatorname{div} \mathbf{u} = 0, \quad \hat{\rho} \left[ \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + (\mathbf{u}, \nabla) \mathbf{u} \right] = -\nabla p + \nu \Delta \mathbf{u} + \frac{\tilde{\rho}}{2} \nabla (\mathbf{u} - \tilde{\mathbf{u}})^2, \quad (2)$$

$$\operatorname{div} \tilde{\mathbf{u}} = 0, \quad \hat{\rho} \left[ \frac{\partial \tilde{\mathbf{u}}}{\partial t} + (\tilde{\mathbf{u}}, \nabla) \tilde{\mathbf{u}} \right] = -\nabla p + \tilde{\nu} \Delta \tilde{\mathbf{u}} - \frac{\rho}{2} \nabla (\mathbf{u} - \tilde{\mathbf{u}})^2. \quad (3)$$

Эта система является переопределенной системой уравнений в частных производных. Далее следуя [20, 21] мы добавим к второму уравнению системы (2) градиент от новой искомой функции  $\tilde{\rho}$  с нулевым граничным условием при  $z = 0$ . Такую функцию  $\tilde{\rho}$  принято называть множителем Лагранжа.

Исследуем для системы (2), (3) в замкнутой цилиндрической области  $\Omega \times [0; T]$ ,  $\Omega = [0, R] \times [0, 2\pi] \times [0, L]$  следующую начально-краевую задачу со следующими начальными

$$\mathbf{u}|_{t=0} = \mathbf{u}_0(\mathbf{x}), \quad \tilde{\mathbf{u}}|_{t=0} = \tilde{\mathbf{u}}_0(\mathbf{x}), \quad \mathbf{x} = (r, \varphi, z), \quad (4)$$

граничными условиями

$$u_z(r, \varphi, 0, t) = 0, \quad u_r(0, \varphi, z, t) = u_r(R, \varphi, z, t) = 0,$$

$$\int_0^{2\pi} \int_0^R \left[ u_z(r, \varphi, L, t) - L \frac{\partial u_z}{\partial z}(r, \varphi, 0, t) \right] d\varphi dr +$$

$$+ \int_0^{2\pi} \int_0^L R(L-z) \frac{\partial u_z}{\partial r}(R, \varphi, z, t) d\varphi dz = h(t), \quad (5)$$

$$\tilde{u}_z(r, \varphi, 0, t) = 0, \quad \tilde{u}_r(0, \varphi, z, t) = \tilde{u}_r(R, \varphi, z, t) = 0,$$

$$\int_0^{2\pi} \int_0^R \left[ \tilde{u}_z(r, \varphi, L, t) - L \frac{\partial \tilde{u}_z}{\partial z}(r, \varphi, 0, t) \right] d\varphi dr +$$

$$+ \int_0^{2\pi} \int_0^L R(L-z) \frac{\partial \tilde{u}_z}{\partial r}(R, \varphi, z, t) d\varphi dz = \tilde{h}(t). \quad (6)$$

В формулах (5) и (6) функции  $h(t), \tilde{h}(t)$  являются непрерывными на  $[0, \infty)$ .

Выберем пробную функцию

$$\mathbf{v} = (0, 0, L - z), \quad z \in [0, L].$$

В силу граничных условий (5), (6) для векторно-значных функций  $\mathbf{u}(\mathbf{x}, t), \tilde{\mathbf{u}}(\mathbf{x}, t)$ , принадлежащих по  $\mathbf{x}$  (при фиксированном  $t$ ) классу  $C^2(\Omega) = C^2(\Omega) \times C^2(\Omega) \times C^2(\Omega)$ , а по  $t$  (при фиксированном  $\mathbf{x}$ ) классу  $C^1(0, T) = C^1(0, T) \times C^1(0, T) \times C^1(0, T)$  имеют место следующие соотношения:

$$\begin{aligned} \int_{\Omega} \Delta \mathbf{u} \mathbf{v} dx &= \int_{\Omega} \left[ \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial u_z}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 u_z}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2 u_z}{\partial z^2} \right] (L-z) r dr d\varphi dz = \\ &= \int_0^{2\pi} \int_0^L r \frac{\partial u_z}{\partial r} \Big|_0^R (L-z) d\varphi dz + \int_0^R \int_0^L \frac{1}{r} \frac{\partial u_z}{\partial \varphi} \Big|_0^{2\pi} (L-z) dr dz + \\ &+ \int_0^{2\pi} \int_0^R \left( (L-z) \frac{\partial u_z}{\partial z} + u_z \right) \Big|_0^R d\varphi dr = \int_0^{2\pi} \int_0^R R \frac{\partial u_z}{\partial r} (R, \varphi, z, t) (L-z) d\varphi dz + \\ &+ \int_0^{2\pi} \int_0^R \left( u_z(r, \varphi, L, t) - L \frac{\partial u_z}{\partial z}(r, \varphi, 0, t) \right) d\varphi dr, \end{aligned} \tag{7}$$

$$\begin{aligned} \int_{\Omega} (\mathbf{u}, \nabla) \mathbf{u} \mathbf{v} dx &= \int_{\Omega} \left[ u_r \frac{\partial u_z}{\partial r} + \frac{1}{r} u_{\varphi} \frac{\partial u_z}{\partial \varphi} + u_z \frac{\partial u_z}{\partial z} \right] (L-z) r dr d\varphi dz = \\ &= \int_0^{2\pi} \int_0^L r u_r u_z \Big|_0^R (L-z) d\varphi dz + \int_0^R \int_0^L u_{\varphi} u_z \Big|_0^{2\pi} (L-z) dr dz + \\ &+ \int_{\Omega} \left[ u_z \frac{\partial u_z}{\partial r} - \frac{u_z}{r} \left( \frac{\partial(r u_r)}{\partial r} + \frac{\partial u_{\varphi}}{\partial \varphi} \right) \right] (L-z) r dr d\varphi dz = \\ &= \int_0^{2\pi} \int_0^R r u_z^2 (L-z) \Big|_0^L dr d\varphi + \int_{\Omega} u_z^2 r dr d\varphi dz = \int_{\Omega} u_z^2 r dr d\varphi dz. \end{aligned} \tag{8}$$

Здесь мы воспользовались условием соленоидальности поля  $\mathbf{u}$  и

$$\begin{aligned} \int_{\Omega} \nabla p \mathbf{v} dx &= \int_{\Omega} \frac{\partial p}{\partial z} (L-z) dx = \int_{\Omega} p dx + \int_0^{2\pi} \int_0^R r p (L-z) \Big|_0^L dr d\varphi \geq \\ &\geq - \int_0^{2\pi} \int_0^R r L p(r, \varphi, 0, t) dr d\varphi \equiv g(t). \end{aligned} \tag{9}$$

Умножим обе части уравнения (2) на  $\rho$ , уравнения (3) на  $\tilde{\rho}$  и в результате, с учетом множителя Лагранжа получим уравнение для импульса

$$\frac{\partial(\rho \mathbf{u} + \tilde{\rho} \tilde{\mathbf{u}})}{\partial t} + \rho(\mathbf{u}, \nabla) \mathbf{u} + \tilde{\rho}(\tilde{\mathbf{u}}, \nabla) \tilde{\mathbf{u}} = -\nabla p + \rho \nabla \tilde{p} + \Delta(\rho \eta \mathbf{u} + \tilde{\rho} \tilde{\eta} \tilde{\mathbf{u}}). \tag{10}$$

Обозначим через  $P = p + \frac{\rho}{2} \nabla(\mathbf{u} - \tilde{\mathbf{u}})^2$ . В терминах  $\tilde{\mathbf{u}}, P$  второе уравнения системы (3) примет

$$\frac{\partial \tilde{\mathbf{u}}}{\partial t} + (\tilde{\mathbf{u}}, \nabla) \tilde{\mathbf{u}} = -\frac{\nabla P}{\tilde{\rho}} + \tilde{\eta} \Delta \tilde{\mathbf{u}}, \tag{11}$$

где  $\tilde{\eta} = \frac{\tilde{v}}{\tilde{\rho}}, \eta = \frac{v}{\rho}$ .

Умножая обе части уравнений (11) и (12) на пробную функцию и используя соотношения (8)-(10), можно получить равенства

$$\frac{d(\rho J + \tilde{\rho} \tilde{J})}{dt} = \rho \int_{\Omega} u_z^2 dx + \tilde{\rho} \int_{\Omega} \tilde{u}_z^2 dx + f_1(t), \quad J = \int_{\Omega} \mathbf{u} \mathbf{v} dx, \quad (12)$$

$$\frac{d\tilde{J}}{dt} = \int_{\Omega} \tilde{u}_z^2 dx + f_2(t), \quad \tilde{J} = \int_{\Omega} \tilde{\mathbf{u}} \mathbf{v} dx, \quad (13)$$

$$f_1(t) = g(t) + \rho \eta h(t) + \tilde{\rho} \tilde{\eta} \tilde{h}(t), \quad f_2(t) = -\frac{1}{\hat{\rho}} \int_0^{2\pi} \int_0^R r LP(r, \varphi, 0, t) dr d\varphi + \tilde{\eta} \tilde{h}(t).$$

Далее используем доказанную в [15] для  $\lambda \in (0,3)$  оценку  $\frac{(3-\lambda)^2}{L^{(6-\lambda)}} J^2 \leq 2 \int_{\Omega} \tilde{u}_z^2 dx$ .

Теперь из (12), (13) можно получить следующую систему дифференциальных неравенств

$$\frac{dJ}{dt} \geq k^2 J^2 + f(t), \quad \frac{d\tilde{J}}{dt} \geq k^2 \tilde{J}^2 + f_2(t),$$

$$f(t) = \frac{f_1(t) - f_2(t)}{\rho}, \quad k^2 = \frac{(3-\lambda)^2}{L^{(6-\lambda)}}.$$

Таким образом, в соответствии с работами [15] мы установили справедливость следующей теоремы.

**Теорема.** Классическое решение задачи (2)-(6) не существует глобально в случаях:

1) пусть  $f(t), f_2(t) \geq 0$ , тогда при условиях  $J(0), \tilde{J}(0) > 0$  справедливы оценки снизу

$$J(t) \geq \frac{J(0)}{1 - J(0)k^2 t}, \quad J(0) = \int_{\Omega} \mathbf{u}_0 \mathbf{v} dx, \quad \tilde{J}(t) \geq \frac{\tilde{J}(0)}{1 - \tilde{J}(0)k^2 t}, \quad \tilde{J}(0) = \int_{\Omega} \tilde{\mathbf{u}}_0 \mathbf{v} dx,$$

при этом имеет место оценка на время разрушения

$$T_{\infty} \leq \frac{1}{k^2} \min \left( \frac{1}{J(0)}, \frac{1}{\tilde{J}(0)} \right); \quad 2) \text{ пусть } f(t) \geq a^2 > 0, f_2(t) \geq \tilde{a}^2 > 0, \text{ тогда}$$

$$J(t) \geq \frac{a}{k} \operatorname{tg}(akt + c_0), \quad c_0 = \operatorname{arctg} \left( \frac{kJ(0)}{a} \right), \quad \tilde{J}(t) \geq \frac{\tilde{a}}{k} \operatorname{tg}(\tilde{a}kt + \tilde{c}_0), \quad \tilde{c}_0 = \operatorname{arctg} \left( \frac{k\tilde{J}(0)}{\tilde{a}} \right),$$

оценка на время разрушения

$$T_{\infty} \leq \frac{1}{k} \min \left( \frac{\pi/2 - c_0}{a}, \frac{\pi/2 - \tilde{c}_0}{\tilde{a}} \right);$$

3) пусть  $f(t) \geq -a^2, f_2(t) \geq -\tilde{a}^2$ , тогда при условиях  $kJ(0) > |a|, k\tilde{J}(0) > |\tilde{a}|$  справедливы оценки снизу

$$J(t) \geq \frac{a}{k} \frac{1 + c_0 e^{2akt}}{1 - c_0 e^{2akt}}, \quad c_0 = \frac{kJ(0) - a}{kJ(0) + a}, \quad \tilde{J}(t) \geq \frac{\tilde{a}}{k} \frac{1 + \tilde{c}_0 e^{2\tilde{a}kt}}{1 - \tilde{c}_0 e^{2\tilde{a}kt}}, \quad \tilde{c}_0 = \frac{k\tilde{J}(0) - \tilde{a}}{k\tilde{J}(0) + \tilde{a}},$$

и оценка на время разрушения

$$T_{\infty} \leq \frac{1}{2k} \min \left( \frac{1}{a} \ln \left( \frac{kJ(0) + a}{kJ(0) - a} \right), \frac{1}{\tilde{a}} \ln \left( \frac{k\tilde{J}(0) + \tilde{a}}{k\tilde{J}(0) - \tilde{a}} \right) \right).$$

Работа выполнена в рамках гранта Агентства по науке и технологиям Республики Узбекистан ОТ-Атех-2018-340 «Теоретическое и численное исследования прикладных геофизических задач динамики двухскоростных сред».

### Литература

1. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа. М.: Наука, 1978.
2. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. М.: Наука, 1974.

3. Pohozaev S.I. Critical nonlinearities in partial differential equations // Milan J. Math. — 2009. — N 1. — P. 127–150.
4. Savin V. O., Sciunzi B., Valdinoci E. Flat level set regularity of p-Laplace phase transition // Memoirs AMS. — 2006. — V. 182. — P. 1–144.
5. Constantin A., Escher J. Wave breaking for nonlinear nonlocal shallow water equations // Acta Math., 1998, v. 181 (2), pp. 229-243.
6. Zhou Y. Wave breaking for a shallow water equation // Nonlinear Anal. Theory, MethodsAppl., 2004, v. 57(1), pp. 137-152.
7. Митидиери Э., Похожаев С.И. Априорные оценки и отсутствие решений нелинейных уравнений и неравенств в частных производных // Тр. МИАН, 2001, т. 234, Наука, М., с. 3-383.
8. Похожаев С.И. О квазиинвариантах Римана // Матем. сб., 2011, т. 202, No. 6, с. 111-132
9. Похожаев С.И. О некоторых весовых тождествах для решений обобщенных уравнений Кортевега-де Фриза // Матем. заметки, 2011, т. 89, No. 3, с. 393-409.
10. Похожаев С.И. Об отсутствии глобальных решений уравнения Кортевега-де Фриза // Уравнения в частных производных, СМФН, No. 39, РУДН, М., 2011, с. 141-150.
11. Galaktionov V.A., Mitidieri E., Pohozaev S.I. On global solutions and blow-up for Kuramoto-Sivashinsky-type models, and well-posed Burnett equations // Nonlinear Anal., 2009, v. 70, No. 8 pp. 2930-2952.
12. Похожаев С.И. Об отсутствии глобальных решений некоторых начально-краевых задач для уравнения Кортевега-де Фриза // Дифференц. уравнения, 2011, т. 47, No. 4, с. 493-498.
13. Холмуродов А.Э., Дилмуродов Н. Математическое моделирование одной нелинейной динамической системы, возникающей в насыщенной жидкостью пористой среде // Научный журнал “Проблемы вычислительной и прикладной математики” , ГУИТ, № 2(8) 2017, С. 56–61.
14. Юшков Е.В. О разрушении решения в системах типа Кортевега-де Фриза // ТМФ, 2012, т. 173, No. 2, с.197-206. Доброхотов С.Ю., Шафаревич А. И. О поведении на бесконечности поля скоростей несжимаемой жидкости // Механика жидкости и газа, 1996, т. 31, No. 4, с. 38-42.
15. Юшков Е.В. О разрушении решений уравнений гидродинамического типа при специальных граничных условиях // Дифф. уравнения, 2012, т. 48, No. 9, с. 1234-1239.
16. Lai S., Wu Y. Global solutions and blow-up phenomena to a shallow water equation // J. Differ. Equ., 2010, v. 249, No. 3, pp. 693-706.
17. Kholmurodov A, Dilmurodov.N. Additional Conservation Laws for Two-Velocity Hydrodynamics Equations with the Same Pressure in Components // Research Inventy: International Journal of Engineering And Science Vol.7, Issue 1 (January 2017), PP -39-45, Issn (e): 2278-4721, Issn (p):2319-6483, www.researchinventy.com
18. Имомназаров Х.Х., Имомназаров Ш.Х., Маматкулов М.М. Черных Г.Г. Фундаментальное решение для стационарного уравнения двухскоростной гидродинамики с одним давлением // СибЖИМ, 2014, т. 17, № 4(60), с. 60-66.
19. Imomnazarov Kh.Kh., Imomnazarov Sh.Kh., Mamatqulov M.M., Chernykh E.G. The fundamental solution of the stationary two-velocity hydrodunamics equation with one pressure // Bull. Of the Novosibirsk Computing Center, series: Mathematical Modeling in Geophysics, Novosibirsk, 2014, № 17, pp.5-12.
20. Гудович И.С., Крейн С.Г., Куликов И.М. Краевые задачи для уравнений Максвелла // Доклады АН СССР, 1972, т. 207, № 2, с. 321-324.
21. Урев М.В., Имомназаров Х.Х., Жиан-Ган Тан Краевая задача для одной переопределенной стационарной системы, возникающей в двухскоростной гидродинамике // СибЖВМ, 2017, т. 20, No. 4, с. 425-437.

УДК: 539.3

**ПРОДОЛЬНО-РАДИАЛЬНЫЕ КОЛЕБАНИЯ АЛЮМИНЕВОЙ  
(Al-Be-Md-Cu) ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ С ВНУТРЕННЕЙ ВЯЗКОЙ  
НЕСЖИМАЮЩЕЙСЯ ЖИДКОСТЬЮ ПРИ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ**

**Н.А. Махмудов<sup>1</sup>, М.О. Шамиев<sup>1</sup>, Ф.Ж. Сабуров<sup>1</sup>,  
Д.Р. Мардонов<sup>2</sup>, У.Х. Каландаров<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Самаркандское высшее военное автомобильное командно-инженерное училище

<sup>2</sup>Самаркандский государственный университет

<sup>3</sup>Самаркандский институт экономики и сервиса

**Аннотация.** В этой статье изложена продольно-радиальные колебания алюминевой цилиндрической оболочки с внутренней вязкостью несжимающейся жидкостью при внешних воздействиях.

**Ключевые слова:** цилиндр, оболочка, вязкость, жидкость, продольно-радиальные, алюминевой, стал, внутренняя давления.

**Alyuminiy silindirik qobiqning ichki qismida yopishqoq suyuqlik ma'lum bosim ostida oqib ketayotgan vaqtida qobiqning o'z o'qiga nisbatan bo'ylama- radial tebranishlari**

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada alyuminiy silindirik qobiqning ichki qismida yopishqoq suyuqlik ma'lum bosim ostida oqib ketayotgan vaqtida qobiqning o'z o'qiga nisbatan bo'ylama- radial tebranishlari o'rganilgan va aniq masalalar yechilib grafiklari olingan va tahlil qilingan.

**Kalit so'zlar:** silindirik, qobiq, yopishqoq, suyuqlik, bo'ylama radial, alumin, po'lat, ichki bosim.

**Radial vibration problems aluminum cylindrical inner part of the viscous liquid**

**Abstract.** In this article, aluminum cylindrical inner part of the viscous liquid buckled under pressure leakage time the crust, longitudinal examination of the radial vibration problems.

**Keywords:** cylindrical, layer, sticky, liquid, the longitudinal-radial, fluctuations aluminum, pressure.

В цилиндрической система координат  $(r, \theta, z)$  рассматривается однородный и изотропный круговой цилиндрический упругий слой с внутренним  $r_1$  и внешним  $r_2$  радиусами. При этом  $r_1 = const$ ,  $r_2 = const$ ,  $r_2 > r_1$ , а толщина слоя  $h = r_2 - r_1$  принимает произвольные значения в зависимости от  $r_1$  и  $r_2$ . Кроме того предлагается, что цилиндрический слой, как трехмерное тело, строго подчиняется математической теории упругости и описывается ее трехмерными уравнениями. Считается, что внутренняя полость слоя заполнена вязкой несжимаемой покоящейся жидкостью, описываемой линеаризованными уравнениями Навье Стокса. [1,2,3,4].

Уравнения движения слоя

$$\sigma_{ij,j} = \rho U_{,i} \quad (i, j = r, \theta, z), \quad x_i \in V_1 \tag{1}$$

используются в виде волновых уравнений

$$\begin{aligned} (\lambda + \mu)\Delta\Phi &= \rho \frac{\partial^2 \Phi}{\partial t^2}, \\ \mu\Delta\vec{\Psi} &= \rho \frac{\partial^2 \vec{\Psi}}{\partial t^2} \quad x_i \in V_1 \end{aligned} \tag{2}$$

для потенциалов продольных  $\Phi$  и поперечных  $\vec{\Psi}$  волн, введенных по формуле

$$\vec{U} = grad\Phi + rot\left[\vec{e}_3\psi_1 + rot(\vec{e}_3\psi_2)\right], \quad x_i \in V_1 \tag{a}$$

где  $\Delta$  - оператор Лапласа в системе координат  $(r, \theta, z)$ ;  $\sigma_{ij,j}, U$ , - компоненты тензора напряжений и вектора перемещений  $\lambda, \mu$  - коэффициенты Ламье;  $\rho$  - плотность;  $V_1$  - объем, занимаемый слоем. [2].

Для вязкой несжимаемой жидкости, при ее малых колебаниях имеем следующие соотношения:

условие несжимаемости

$$\operatorname{div} \vec{v} = 0, \quad x_i \in V_2 \quad (3)$$

уравнение Навье - Стокса с учетом (3)

$$\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} - \nu \Delta \vec{v} + \frac{1}{\rho_0} \operatorname{grad} p = 0, \quad x_i \in V_2 \quad (4)$$

Закон Навье-Стокса

$$P_{ij} = -P \delta_{ij} + \mu e_{ij}, \quad x_i \in V_2 \quad (5)$$

где  $\vec{v}$  - вектор скорости частиц жидкости;  $\mu$  - коэффициент вязкости;

$\nu^1 = \mu / \rho$  - кинематический коэффициент вязкости;  $\rho_0$  - плотность покоящейся жидкости;  $P$  - гидродинамическое давление;  $P_{ij}$  - компоненты тензора напряжений в жидкости;  $e_{ij}$  - компоненты тензора скоростей деформации.

Выразив преобразованное перемещение  $U_0^{(0)}$  через  $\psi_{10}$  и  $\chi_{10}$ , подставив в него общие решения и используя стандартные разложения дифференцированные функции Бесселя в степенные ряды, полагая в расположениях  $r = \xi$  и исходя из его общего вида введем новые функции, зависящие от параметров  $K$  и  $P$  по формулам.

$$U_{0,0}^{(0)} = \frac{1}{2} \alpha^2 \left\{ A_1 - A_2 \left[ L_n \frac{\alpha \xi}{2} - \psi(1) - \frac{1}{2} \right] \right\}, \quad U_{0,0}^{(0)} = \frac{1}{\xi} A_2. \quad (6)$$

Подставив решения в граничные условия получим

$$\alpha^2 [A_1 I_1(\alpha r_1) + A_2 K_2(\alpha r_2)] = -\mu^{-2} f_{ro},$$

$$\frac{2}{r_1} [A_1 I_1(\alpha r_1) + A_2 K_2(\alpha r_2)] = -\alpha [A_1 I_0(\alpha r_1) + A_2 K_0(\alpha r_2)] = -\frac{\mu}{4\mu} \beta^2 p r_1 \alpha^2 [A_1 I_1(\alpha r_1) + A_2 K_1(\alpha r_2)], \quad (7)$$

Используя стандартные разложения функций Бесселя в степенные ряды по степеням  $r_1$  и  $r_2$ , а также подставляя выражения постоянных  $A_1$  и  $A_2$  по формулам (23) и вводя функции  $U_{0,0}$  и  $U_{0,1}$  и операторы  $\lambda^n$  по формулам

$$[U_{0,0}, U_{0,1}] = \int_0^{\infty} \int_{-\cos kz}^{\sin kz} \} dk \int_{(l)} [U_{0,0}^{(0)}, U_{0,1}^{(0)}] e^{pt} dp. \quad (8)$$

$$\lambda^n(\zeta) = \int_0^{\infty} \int_{-\cos kz}^{\sin kz} \} dk \int_{(l)} [\lambda^{2n}(\zeta)] e^{pt} dp. \quad (9)$$

Из условий (23) получим уравнения

$$C_{11} U_{0,0} + C_{12} U_{0,1} = \mu^{-1} f_{ro},$$

$$(C_{12} - RC_{31}) U_{0,0} + (C_{22} - RC_{32}) U_{0,1} = 0, \quad (10)$$

Где операторы  $C_{ij}$  имеют вид

$$C_{li} = 2 \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(r_i / 2)^{2n+2}}{n!(n+2)!} \lambda_2^n, \dots$$



Здесь R-представляет собой реакцию вязкой несжимаемой жидкости на колебания оболочки

$$R = \frac{r_1}{4} \frac{\mu}{\mu} \frac{\partial}{\partial t} \left[ \frac{1}{v} \frac{\partial}{\partial t} - \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right] \tag{11}$$

исходя из выражения

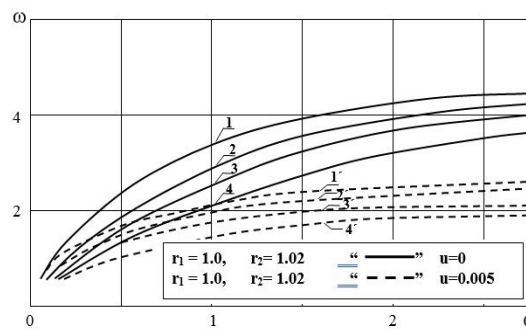
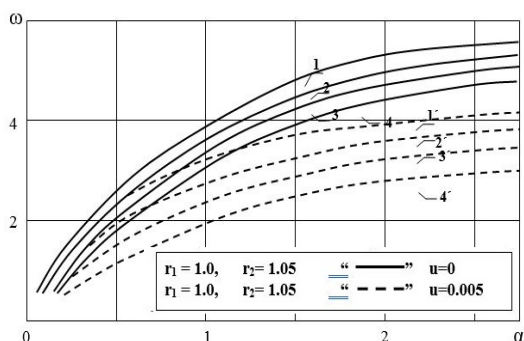
$$\alpha^2 = k^2 + \frac{1}{b^2} p^2$$

нетрудно заключить, что операторы  $\lambda^n$  в переменных (z,t) равны

$$\lambda^n = \left[ \frac{1}{b^2} \left[ \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right] - \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right]^n, \tau=1,2,3,\dots \tag{12}$$

В соответствии с уравнением являются дифференциальными уравнениями бесконечно высокого порядка относительно главных частей крутильного перемещения точек промежуточной поверхности цилиндрического упругого слоя с вязкой несжимаемой жидкостью.

Нетрудно выразить перемещение  $U_0$  и напряжения  $\sigma_{r\theta}, \sigma_{z,0}$  внутренних сечений слоя и давления,  $P_{r,0}$  через  $U_{0,0}, U_{0,1}$ , которые по результатам решения уравнений позволяют определить напряженно-деформированное состояние произвольного сечения слоя и напряжения на поверхности жидкости. Заметим, что бесконечно высокий порядок уравнений делает их непригодными для решения прикладных задач. Поэтому, считая выполняемые условия полученные в более ранних работах налагаемые на частоту колебаний и волновое число распространяющихся волн можно ограничиться нулевым (n=0), первым (n=0,005) и другими приближениями можно получить уравнения колебания пригодные для решения инженерных задач.



**Рис.1** Численные расчеты для алюминиевой оболочки различной толщины  $h=0.05$  с жидкостью в случае покоя ( $u = 0$ ; (1), (2), (3), (4)) и движения ( $u = 0.005$ ; (1'), (2'), (3'), (4'))

**Рис.2.** Численные расчеты для алюминиевой оболочки различной толщины  $h=0.02$  с жидкостью в случае покоя ( $u = 0$ ; (1), (2), (3), (4)) и движения ( $u = 0.005$ ; (1'), (2'), (3'), (4'))

На рис. 1 и рис. 2. приведены кривые изменения первых четырех частот алюминиевой оболочки для значений толщины  $h = 0.05$  и  $h = 0.02$  в случае покоя ( $n = 0$ ) и движения ( $n = 1$ ) жидкости. Из представленных графиков следует, что движение жидкости внутри оболочки приводит к существенному уменьшению частот, или другими словами, к большему гашению колебаний. Эти графики были сравнены с результатами А.С. Вольмира, которые получены на основе классической теории Кирхгофа-Лява. Отметим, что при сохранении общей закономерности изменения частот результаты последнего немного завышенные.

Следует заметить, что ограничения налагаются как на чистоту, так и на волновое число, которое означает, что усеченные уравнения не описывают высокочастотные и коротковолновые процессы, и что они пригодны лишь для низкочастотных внешних

воздействий. Кроме того, получающиеся приближенные уравнения при любом приближении не применимы в случае сосредоточенных воздействиях под системой.

Однако, из сказанного не следует, что эти уравнения применимы для очень узкого класса задач или вообще не применимы, ибо функции  $f_r$ , представляет собой достаточно обширный класс и следовательно, уравнения имеют достаточно широкую область применимости.

#### Литература

1. Вольмир А.С. Оболочки в потоке жидкости и газа. Задачи гидроупругости. М.: Наука, 2009.-320с.
2. Багно.А.М., Гузь.А.Н. Упругие волны в предварительно напряженных телах, взаимодействующих с жидкостью (обзор) // Прикл. механики. -1997.-33, №6. –С. 3-39.
3. Краскевич В.Е., Зленский К.Х., Гречко В.И., Численные методы в инженерных исследованиях. - Киев: Вища школа, 2007,--263с.
4. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика. Ч.1, ч. II. - М: Физматгиз, 2011.

УДК: 532.546

### ЧИСЛЕННЫЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧА ДИФFUЗИОННОГО ПЕРЕНОСА ВЕЩЕСТВА В ЭЛЕМЕНТЕ ТРЕЩИНОВАТО-ПОРИСТОЙ СРЕДЫ

Ж. А. Мустофокулов, Т.И. Бегматов, Г. Мирсаидова

*Самаркандский государственный университет*

E-mail: [j.mustofoqulov@inbox.ru](mailto:j.mustofoqulov@inbox.ru)

**Аннотация.** В данной статье рассмотрена задача переноса веществ в трещиновато-пористой среде с учетом неравновесной адсорбции. Задача переноса веществ решена численно в элементе трещиновато-пористой среде, состоящем из двух трещин и пористого блока между ними. На основе численного результата анализируется влияние адсорбции на переносе веществ в трещиновато-пористой среде.

**Ключевые слова:** адсорбция веществ, диффузия, кинетическая адсорбция, неравновесная адсорбция, пористый блок, трещиновато-пористая среда.

#### Yoriq-g'ovak muhit elementida diffuzion ko'chish masalasini sonli modellashtirish

**Annotatsiya.** Maqolada yoriq-g'ovak muhitda nomuvozanat kinetik adsorbsiyani hisobga olib moddaning ko'chishi masalasi yoritilgan. Ikkita yoriq va ular o'rtasidagi g'ovak blokdan tashkil topgan yoriq-g'ovak muhit elementida moddaning ko'chishi masalasi sonli yechilgan. Sonli natijalarga asosanib diffuziya effektining va adsorbsiyaning modda ko'chishiga ta'siri baholangan.

**Kalit so'zlar:** adsorbsiya, diffuziya, yoriq-g'ovak muhit, kinetik adsorbsiya, nomuvozanat adsorbsiya, g'ovak blok.

#### Numerical modelling diffusion transport of solute in an element of fractured porous media

**Abstract.** In the paper an adsorbing solute transport problem in an element of fractured porous media consisting of two fractured and porous block between them is considered. On the basis of numerical solution influence of diffusion effects and adsorption on solute transport characteristics is estimated.

**Keywords:** adsorption solute, diffusion, kinetic adsorption, non-equilibrium adsorption, porous block, fractured-porous media.

Моделирование веществ в пористых и трещиновато-пористых средах имеет важное значение в технологических и экологических процессах. Ужесточение экологических норм, все возрастающие объемы различных промышленных отходов ставит задачу более тщательного изучения известных методов, их утилизации и разработки более совершенных способов. Нефтяные, водоносные пласты и подземные природные резервуары как правило имеют макроскопическую гетерогенную структуру, которое в элементах структуры процессы течения жидкости и переноса загрязняющих или сорбирующих веществ могут протекать совершенно

различными характеристиками [1]. В работах [2,3,4,5] рассмотрена задачи переноса веществ в трещиновато-пористой среде (ТПС). В них элемент ТПС состоит из одной трещины с соседним однородным пористым блоком. В работе [6] решена задачи переноса вещества с учетом неравновесной адсорбции в ТПС, которой объект моделируется, как “синусоидально” одной трещины с двух сторон окружающие пористые блоки.

В реальных ситуациях подземные природные резервуары состояются из трещиновато-пористых коллекторов, пористые блоки имеют конечные размеры и со всех сторон окружены трещинами [9, 10]. Трещиновато-пористые коллекторы можно отнести к “неравномерной” структур строения среды, состоять из пористых блоков “матрица” связанных между собой системой трещин. Неоднородность пористого блока и ширина трещины приводит к неоднородности среды и в смысле диффузионного переноса вещества в ней [11, 12].

В трещиновато-пористых средах адсорбция веществ значительно влияет на характеристики переноса. В работе [7] рассмотрено несколько математическим описанием явление адсорбции химических веществ на поверхности твердых тел. В [8] проведено сравнительное исследование применимости адсорбционных моделей Ленгмюра, Фрейндлиха, БЭТ и Редлиха-Петерсона для описания экспериментальных изотерм адсорбции фтора на двух образцах оксигидроксида алюминия, представляющих собой гидроксид (А100) и оксид алюминия (А600). Равновесие в адсорбционной системе зависит от природы взаимодействия адсорбент – адсорбат. Известные модели изотерм адсорбции – Ленгмюра и Фрейндлиха, БЭТ и Редлиха-Петерсона – описывают это взаимодействия разному. Константы равновесия были рассчитаны из наклона и пересечения прямых на графике в соответствующих координатах линейного уравнения изотерм адсорбции.

В данной работе изучается перенос вещества в макроскопических неоднородных пористых средах с проявлением конвективной диффузии вещества, слоистой неоднородности пористого блока с учетом неравновесной адсорбции.

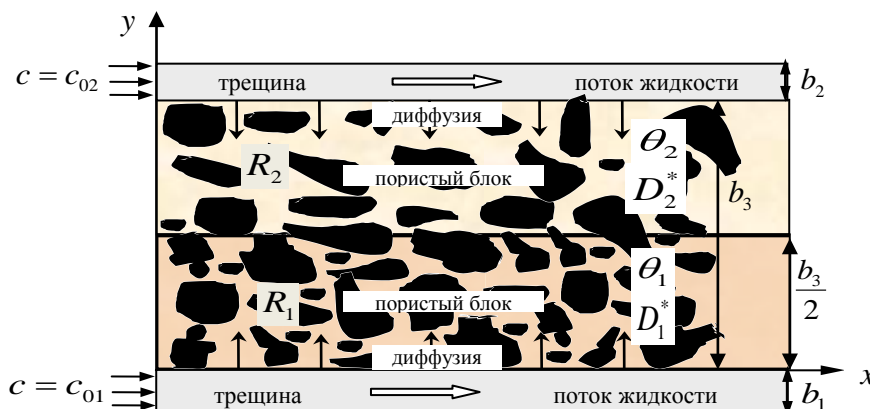


Рис. 1. Схематическое изображение переноса вещества в элементе ТПС

Рассмотрим элемент ТПС, состоящий из пористого блока (матрица), который окружен с двух сторон трещинами (Рис.1). Трещины и пористые блоки считаются одномерные и полубеконечные. Область исследования задачи состоит из двух частей:  $R_1 \{0 \leq t < \infty, 0 \leq x < \infty, 0 \leq y \leq b_3/2\}$  с характеристиками  $\theta_1, D_1^*$  и  $R_2 \{0 \leq t < \infty, 0 \leq x < \infty, b_3/2 \leq y \leq b_3\}$  - с  $\theta_2, D_2^*$ , где  $\theta_1$  и  $\theta_2$  - коэффициенты пористости в  $R_1$  и  $R_2$  (безразмерные величины),  $D_1^*, D_2^*$  - коэффициенты эффективной диффузии соответственно в зонах  $R_1$  и  $R_2$ , которое характеризуется диффузионными свойствами пористые блоки, м<sup>2</sup>/с. В пористый блок из двух трещин происходит диффузионный перенос вещества.

Уравнения конвективно-диффузионного переноса вещества с учетом адсорбции и массообмена вещества напишем отдельно для трещин и пористого блока [4-5, 13-14]:

$$b_1 \left( \frac{\partial c_f}{\partial t} + v_1 \frac{\partial s_f}{\partial t} + v_1 \frac{\partial c_f}{\partial x} \right) = b_1 D_{f1}^* \frac{\partial^2 c_f}{\partial x^2} + \theta_1 D_1^* \frac{\partial c_f}{\partial y} \Big|_{y=0}, \quad (1)$$

$$b_2 \left( \frac{\partial c_f}{\partial t} + \rho_2 \frac{\partial s_f}{\partial t} + v_2 \frac{\partial c_f}{\partial x} \right) = b_2 D_{f2}^* \frac{\partial^2 c_f}{\partial x^2} - \theta_2 D_2^* \frac{\partial c_f}{\partial y} \Big|_{y=b_3}, \quad (2)$$

$$\frac{\partial c_m}{\partial t} + \frac{\rho_1}{\theta_1} \frac{\partial s_m}{\partial t} = D_1^* \frac{\partial^2 c_m}{\partial y^2}, \quad 0 \leq y \leq \frac{b_3}{2}, \quad (x, y) \in R_1, \quad (3)$$

$$\frac{\partial c_m}{\partial t} + \frac{\rho_2}{\theta_2} \frac{\partial s_m}{\partial t} = D_2^* \frac{\partial^2 c_m}{\partial y^2}, \quad \frac{b_3}{2} \leq y \leq b_3, \quad (x, y) \in R_2, \quad (4)$$

где  $c_m = c_m(t, x, y)$  - концентрация вещества в матрице,  $c_f = c_f(t, x)$  - концентрация вещества в трещине, кг/кг,  $s_m = s_m(t, x, y)$ ,  $s_f = s_f(t, x)$  - концентрация адсорбированного вещества в матрице и в трещине соответственно, кг/м<sup>3</sup>,  $D_{f1}^*$ ,  $D_{f2}^*$  - коэффициенты конвективной диффузии в первой и второй трещинах, м<sup>2</sup>/с,  $v_1$ ,  $v_2$  - скорости движения жидкости в первой и второй трещинах, м/с,  $\rho_1$ ,  $\rho_2$  - плотность среды в зоне  $R_1$  и  $R_2$ , кг/м<sup>3</sup>,  $b_1$ ,  $b_2$  - ширины трещин, м,  $t$  - время, с.

Кинетическое уравнение модели изотерм Фрейндлиха [6, 10, 16]

$$\frac{\partial s_f}{\partial t} = \alpha_{f(n)} (k_{f(n)} c_f^N - s_f), \quad (5)$$

$$\frac{\partial s_m}{\partial t} = \alpha_{m(n)} (k_{m(n)} c_m^N - s_m), \quad (6)$$

используется для описания адсорбции на гетерогенной поверхности. Где  $k_{f(n)}$ ,  $k_{m(n)}$  - константа равновесия уравнения Фрейндлиха в трещине и в матрице, м<sup>3</sup>/кг,  $\alpha_{f(n)}$ ,  $\alpha_{m(n)}$  - коэффициенты темпа адсорбции, характеризующие интенсивности процессы адсорбции в трещине и в матрице соответственно, с<sup>-1</sup>,  $N$  - константа ( $0 < N < 1$ ),  $n$  - индекс уравнений ( $n = 1$  для  $R_1$ ,  $n = 2$  для  $R_2$ ). Из уравнениях (5) и (6)  $t \rightarrow \infty$ , получаем неравновесных уравнениях (изотерма Френдлиха):  $s_{f(n)} = k_{f(n)} c_f^N$  и  $s_{m(n)} = k_{m(n)} c_m^N$  [10].

Пусть в начальный момент в трещинах и пористом блоке находилась чистая жидкость. С  $t > 0$  в трещины подается жидкость с растворенным веществом, в общем случае с разными концентрациями  $c_{01}$  и  $c_{02}$  соответственно. Считается, что при тех диапазонах времени, что используется в данной работе, концентрационные поля не достигают  $x = \infty$ . На границе пористый блок  $y = \frac{b_3}{2}$  концентрация вещества одинаково принимается. При такой постановке начальные и граничные условия задачи имеют вид:

$$c_f(0, x) = c_m(0, x, y) = 0, \quad (7)$$

$$c_f(t, 0) = \begin{cases} c_{01}, & -b_1 \leq y \leq 0 \\ c_{02}, & b_3 \leq y \leq b_3 + b_2 \end{cases}, \quad (8)$$

$$c_f(t, \infty) = 0, \quad -b_1 \leq y \leq 0, \quad b_3 \leq y \leq b_3 + b_2, \quad (9)$$

$$c_f(t, x) = c_m(t, x, 0), \quad (10)$$

$$c_f(t, x) = c_m(t, x, b_3), \quad (11)$$

$$c_m \left( t, x, \frac{b_3}{2} - 0 \right) = c_m \left( t, x, \frac{b_3}{2} + 0 \right), \quad (12)$$

$$D_1^* \frac{\partial c_m \left( t, x, \frac{b_3}{2} - 0 \right)}{\partial y} = D_2^* \frac{\partial c_m \left( t, x, \frac{b_3}{2} + 0 \right)}{\partial y}, \quad (13)$$

$$s_f(0, x) = s_m(0, x, y) = 0. \quad (14)$$

Система уравнений (1) - (4) с учетом (5) - (6) при условиях (7) - (14) решаются методом конечных разностей [15, 17-18].

**Численные результаты**

Для отценит влияние параметров задачи и адсорбции на общее распределение концентрации в зонах  $R_1, R_2$  на ширину распространения их профилей вычислялись моменты от концентрации вещества

$$x_{fc1} = \frac{\int_0^{\infty} xc_f(t, x)dx}{\int_0^{\infty} c_f(t, x)dx} \quad \text{в зоне } R_1, \quad x_{fc2} = \frac{\int_0^{\infty} xc_f(t, x)dx}{\int_0^{\infty} c_f(t, x)dx} \quad \text{в зоне } R_2,$$

$$\Omega_{mc1} = \frac{\int_0^{\frac{b_2}{2}} \int_0^{\infty} xyc_m(t, x, y)dxdy}{\int_0^{\frac{b_2}{2}} \int_0^{\infty} c_m(t, x, y)dxdy}, \quad (x, y) \in R_1 \quad \text{и} \quad \Omega_{mc2} = \frac{\int_{\frac{b_2}{2}}^{\infty} \int_0^{\infty} xyc_m(t, x, y)dxdy}{\int_{\frac{b_2}{2}}^{\infty} \int_0^{\infty} c_m(t, x, y)dxdy}, \quad (x, y) \in R_1.$$

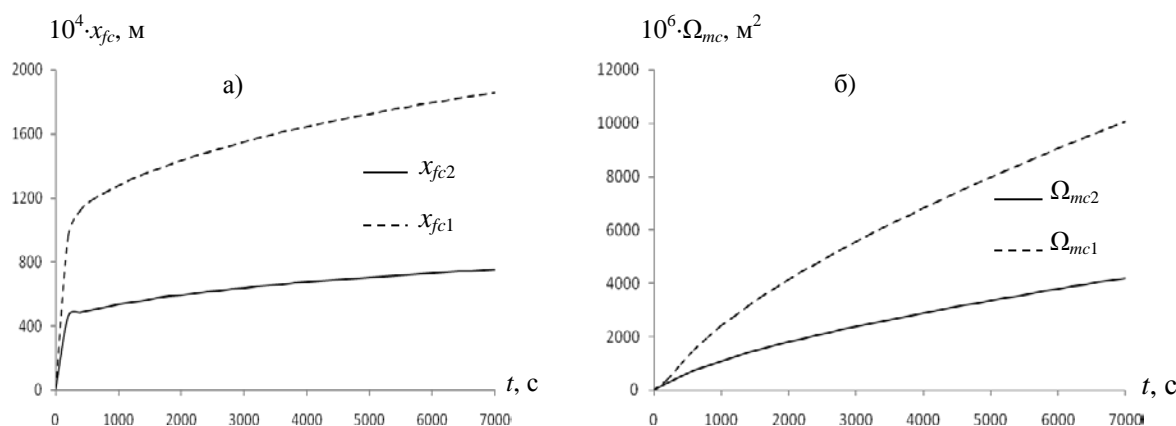
Величина  $x_{fc1}$  представляют «среднее» расстояния переноса вещества в первой трещине, а  $x_{fc2}$  - в второй трещине соответственно. Аналогичным образом,  $\Omega_{mc1}$  представляют собой «среднюю» площадь распространения вещества в пористом блоке в зоне  $R_1$ , а  $\Omega_{mc2}$  - в зоне  $R_2$  соответственно.

Численные расчеты проведен следующим этапом.

1. В качестве исходных данных для расчетов приняты:  $c_{01} = c_{02} = 0,01$ ,  $\theta_1 = \theta_2 = 0,2$ ,  $D_{f1}^* = D_{f2}^* = 6 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$ ,  $D_1^* = D_2^* = 1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ ,  $v_1 = v_2 = 5 \cdot 10^{-4} \text{ м/с}$ ,  $\rho_1 = \rho_2 = 2500 \text{ кг/м}^3$ ,  $b_1 \neq b_2$ .

Значения других параметров варьировались в определенных диапазонах.

На рис. 2 представлены изменение  $x_{fc1}, x_{fc2}$  и  $\Omega_{mc1}, \Omega_{mc2}$  по времени для разных значений ширина трещин, которое одинаковые принимается коэффициентов адсорбции ( $k_{f1} = k_{f2} = k_{m1} = k_{m2}$ ,  $\alpha_{f1} = \alpha_{f2} = \alpha_{m1} = \alpha_{m2}$ ) в трещине и пористом блоке. С уменьшением значению  $b_2$  приводит к уменьшению значений  $x_{fc1}, x_{fc2}$  и  $\Omega_{mc1}, \Omega_{mc2}$ , т.е. это означает распространения концентрация в зоне  $R_2$  меньше, чем в зоне  $R_1$ .



**Рис.2.** Изменение  $x_{fc}$  (а),  $\Omega_{mc}$  (б) по  $t$  при  $b_1 = 4 \cdot 10^{-4} \text{ м/с}$ ,  $b_2 = 1 \cdot 10^{-4} \text{ м/с}$ ,  $\alpha_{f1} = \alpha_{f2} = \alpha_{m1} = \alpha_{m2} = 4 \cdot 10^{-5} \text{ с}^{-1}$ ,  $k_{f1} = k_{f2} = k_{m1} = k_{m2} = 3 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{кг}$ ,  $N = 0,88$ .

2. В расчетах использованы следующие исходные данные:  $c_{01} = c_{02} = 0,01$ ,  $\theta_1 = \theta_2 = 0,2$ ,  $D_{f1}^* = D_{f2}^* = 6 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$ ,  $v_1 = v_2 = 5 \cdot 10^{-4} \text{ м/с}$ ,  $b_1 = b_2 = 4 \cdot 10^{-4} \text{ м}$ ,  $\rho_1 = \rho_2 = 2500 \text{ кг/м}^3$  и различные значение  $D_1^*$ ,  $D_2^*$ .

Рассматривался также случай неоднородного пористого блока. Как показано на рис.1, зона пористого блока  $R_1$  с имеет одни характеристики  $\theta_1, D_1^*$ , а зона  $R_2$  с имеет  $\theta_2, D_2^*$ . Полученные результаты показаны на рис. 3-4. На рис.3 отражены поля концентрация  $c_m/c_{01}$  и количество адсорбированного вещества  $s_m$  для разных значений  $D_1^*$ ,  $D_2^*$ . В случае, когда  $D_1^* = 1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ ,  $D_2^* = 2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$  в зоне  $R_2$  происходит более интенсивный диффузионный перенос вещества (Рис. 3а). На границе  $y = b_3/2$  можно заметить разрыв градиента концентрации  $\partial c_m/\partial y$ . Как в этом случае во второй зоне наблюдается более интенсивный адсорбции вещества (Рис. 3б). В зоне  $R_2$  диффузия приводит к сокращению распространение концентрация в направлении  $x$ .

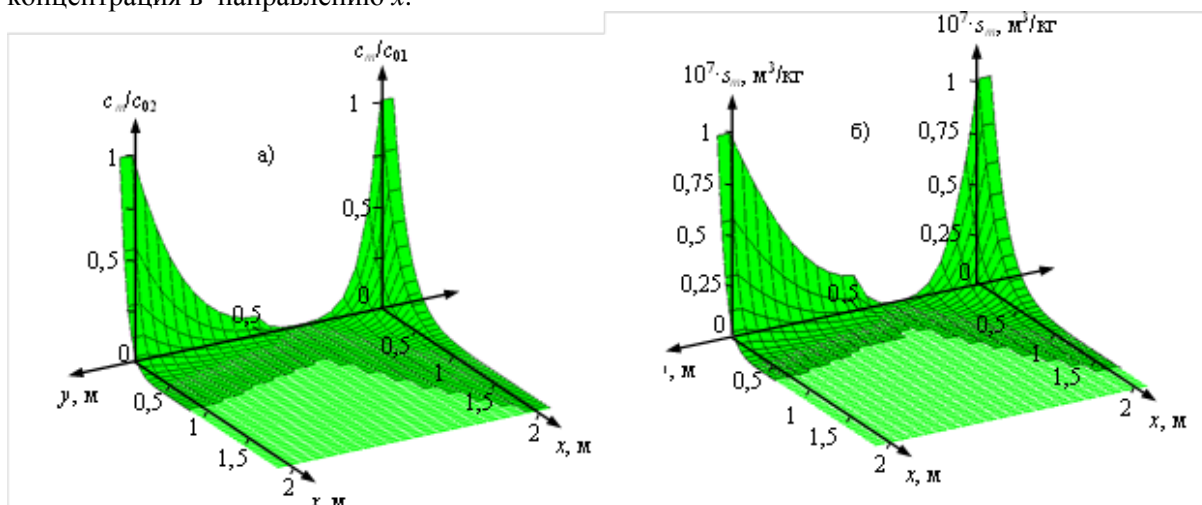


Рис.3. Поверхности  $c_m/c_0$  (а) и  $s_m$  (б) при  $t=6000 \text{ с}$ ,  $D_1^* = 1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ ,  $D_2^* = 8 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ ,  $k_{f1} = k_{f2} = k_{m1} = k_{m2} = 3 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{кг}$ ,  $\alpha_{f1} = \alpha_{f2} = \alpha_{m1} = \alpha_{m2} = 4 \cdot 10^{-5} \text{ с}^{-1}$ ,  $N = 0,88$

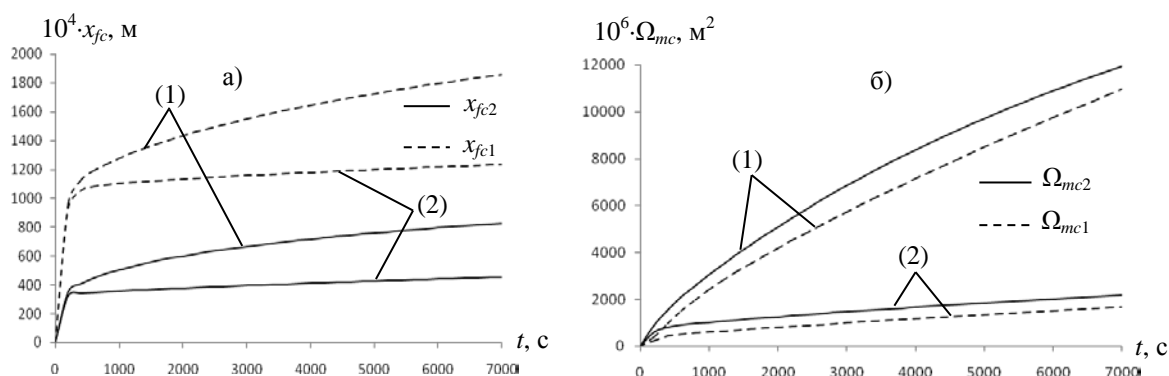


Рис.4. Изменение  $x_{fc}$  (а),  $\Omega_{mc}$  (б) по  $t$  при  $D_1 = 1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ ,  $D_2 = 8 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ .  
 $\alpha_{f1} = \alpha_{f2} = \alpha_{m1} = \alpha_{m2} = 4 \cdot 10^{-5} \text{ с}^{-1}$ ,  $k_{f1} = k_{f2} = k_{m1} = k_{m2} = 3 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{кг}$ ,  $N = 0,88$  (1),  
 $\alpha_{f1} = \alpha_{f2} = \alpha_{m1} = \alpha_{m2} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ с}^{-1}$ ,  $k_{f1} = k_{f2} = k_{m1} = k_{m2} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{кг}$ ,  $N = 0,83$  (2).

На рис. 4 представлены изменение динамики  $x_{fc1}$ ,  $x_{fc2}$  и  $\Omega_{mc1}$ ,  $\Omega_{mc2}$  для разных значений коэффициента эффективной диффузии, а также при увеличении эффектов адсорбции. На рис. 4а можно увидеть, с увеличением  $D_2^*$  приводит к уменьшению  $x_{fc2}$  по сравнению с  $x_{fc1}$ .

Диффузионный эффект задерживается продвижение жидкости во второй трещине. Динамика изменения  $\Omega_{mc1}$  и  $\Omega_{mc2}$  показаны на рис. 4 б. В этом случае, наблюдается обратный процесс. С увеличением коэффициента диффузии  $D_2^*$  приводит к более распространению концентрацию вещества в зоне  $R_2$ , в свою очередь к увеличению моменты от концентрации -  $\Omega_{mc2}$ . Увеличение же значений коэффициенты адсорбции  $\alpha_{f1} = \alpha_{f2} = \alpha_{m1} = \alpha_{m2}$ ,  $k_{f1} = k_{f2} = k_{m1} = k_{m2}$ ,  $N$  от  $4 \cdot 10^{-5} \text{ с}^{-1}$ ,  $3 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{кг}$ , 0,88 до  $4 \cdot 10^{-4} \text{ с}^{-1}$ ,  $3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{кг}$ , 0,83 соответственно приводит к уменьшению значению моменты от концентрации и адсорбции в зоне  $R_1$  и  $R_2$ . Из графиков можно заметит, что с увеличением эффекта адсорбции происходит сокращение зон распространения концентрационного поля. В пористом блоке с высоким коэффициентом диффузии характеристики переноса значительно интенсифицируются.

Таким образом, данный подход с элементарной схематизацией пористого блока как слоисто неоднородная среда по диффузионным свойствам позволяет качественно и количественно анализировать процессы переноса в неоднородных ТПС.

### Литература

1. M. Th. Van Genuchten and P. J. Wierenga, Mass transfer studies in sorbing porous media, 1. Analytical solution, *Soil Science Society of America Journal*, 1976, Vol 40, 473-479.
2. M. Th. van Genuchten and R.J. Wagenet, Two-Site/Two-Region Models for Pesticide Transport and degradation: Theoretical Development and Analytical Solutions, *Soil Science Society of America Journal*, 1989, Vol 53, №5, 1303-1310.
3. Grisak G. E. and Pickens J. F., Solute transport through fractured media 1. The effect of matrix diffusion, *Water Resources Research*, 16(4) 1980, 719-730.
4. Grisak G. E. and Pickens J. F., An analytical solution for solute transport through fractured media with matrix diffusion, *Journal of Hydrology*, 52(1/2), 1981, 47-57.
5. Bear, J., Dynamics of fluids in porous media, Elsevier, New York, 1972, 764 pp.
6. N. Natarajan, G. Suresh Kumar, Effect of nonlinear sorption on solute transport in a coupled sinusoidal fracture-matrix system, *International journal of environmental sciences*, Volume 1, № 3, 2010, 323-333 pp.
7. Т.М. Рошина, Адсорбционные явления и поверхность, Соросовский образовательный журнал, №2, 1998, 89-94 с.
8. В.И. Зеленцов, Е.Я. Датцко, Применение адсорбционных моделей для описания равновесия в системе оксигидроксид алюминия – фтор, *Электронная обработка материалов*, 2012, 48(6), 65-73 с.
9. Tom Bratton, Dao Viet Cahn, The Nature of Naturally Fractured Reservoirs, *Journal of Oilfield Review*, Summer 2006, 4-23 pp.
10. J. Aghili, K. Brenner, J. Hennicker, Two-phase Discrete Fracture Matrix models with linear and nonlinear transmission conditions, HAL Id: hal- 01764432v2, April 12, 2018, 1-28 pp.
11. I. Berre, F. Doster and E. Keilegavlen, Flow in fractured porous media: A review of conceptual models and discretization approaches, *Journal of Physics. Geo-ph.* Volume 1, May 16, 2018, 1-20 pp.
12. Г.Г. Куштанова, Некоторые особенности нестационарной фильтрации в трещиновато-пористых коллекторах, *Журнал "Нефтегазовое дело"*, 2007, 1-9 с.
13. D.H. Tang, E.O. Frind and E.A. Sudicky, Contaminant transport in fractured porous media: Analytical solution for a single fracture, *Water Res. Research*, 17(3) 1981, 555-564 pp.
14. Moradi G. and Mehdinejadi B., Modelling solute transport in homogenous and heterogeneous porous media using spatial fractional advection-dispersion equation. *Soil & Water Res.*, 11. 2016 (1) 1-11.
15. Самарский А.А. Теория разностных схем. М.: Наука, 1977 – 656 с.
16. Van Genuchten M.Th., J.M. Davidson and P.J.Wierenga, An evaluation of kinetic and equilibrium equations for the prediction of pesticide moment through porous media. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 38(1), 29-35, 1974.
17. Калиткин Н.Н. Численные методы. М.: Наука, 1978, 512с.
18. Годунов С.К., Рябенский В.С. Разностные схемы. М.: Наука, 1977, 436 с.

УДК: 519.681.5

**МЕТОДИКА ОЦЕНКИ И АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМОВ  
ПОВЫШЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ ИНФОРМАЦИИ  
СИСТЕМ ЭЛЕКТРОНОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА****И.И. Жуманов., Х. Б. Каршиев**

**Аннотация.** Предложена методика расчета показателей эффективности методов и алгоритмов обработки информации электронных документов. Разработаны методы и алгоритмы повышения достоверности информации на основе использования фреймовых моделей, а также обобщенный алгоритм, включающий инструментов поиска, распознавания, классификации, оценки релевантности, использования характеристик модальных примеров. Теоретические результаты протестированы на основе применения комплексного подхода к экспериментальному исследованию и набора различных метрик оценки достоверности.

**Ключевые слова:** электронный документ, достоверность информации, бинарная метрика, релевантность, поиск, распознавание, классификация документов, программные модули, показатели эффективности, обобщенный алгоритм обработки данных.

**Elektron hujjat almashuvi tizimlarida axborot ishonchligini oshiruvchi algoritmlar  
samaradorligini baholash va tahlil qilish uslubiyati**

Elektron hujjatlar axborotiga ishlov beruvchi usul va algoritmlar samaradorlik ko'rsatkichlarini aniqlash uslubiyati taklif etilgan. Hujjat freym modellaridan foydalanish asosida axborot ishonchligini oshirish usul va algoritmlari, hamda qidirish, tanish, sinflashtirish, relevantlikni baholash, modal misollar tasniflaridan foydalanuvchi vositalar imkoniyatlari umumlashuvda algoritmlar ishlab chiqilgan. Nazariy natijalar, tajribaviy tadqiqotga kompleks yondashuv va ishonchlikni baholashning turli o'lchovi jamlamasini qo'llash bo'yicha testlashtirilgan va asoslangan.

**Kalit so'zlar:** elektron hujjat, informatsiya ishonchligi, binar metrika, relevantlik, qidirish, tanish, sinflashtirish, dasturiy modul, elektron hujjat, samaradorlik ko'rsatkichlari, axborotga ishlov beruvchi umumlashgan algoritmlar.

**Evaluation methodology and effectiveness analysis of algorithms for improving the information  
reliability of electronic document management systems**

**Abstract.** A method for calculating the performance indicators of methods and algorithms for processing information in electronic documents is proposed. Methods and algorithms have been developed to increase the reliability of information based on the use of frame models, as well as a generalized algorithm that includes search tools, recognition, classification, relevance assessment, and the use of characteristics of modal examples. The theoretical results were tested on the basis of applying an integrated approach to experimental research and a set of various reliability assessment metrics.

**Keywords:** electronic document, information accuracy, binary metric, relevance, search, recognition, document classification, program modules, performance indicators, generalized data processing algorithm.

**Актуальность темы.**

Современные технологии, обеспечивающие целостности, сохранности, точности и достоверности обработки информации систем электронного документооборота (СЭД) предприятий и учреждений далеки ещё от совершенства, а методология решения задач достоверной передачи и обработки электронных документов (ЭД) находится на крайне низком уровне [1-6].

Представляет большой научный интерес разработка и реализация алгоритмов поиска, распознавания, классификации, повышения достоверности информации ЭД, а также механизмов обеспечения релевантности вводимого документа к эталонной на основе использования бинарной метрики различного вида и сравнения с характеристиками модальных примеров [7,8].

**Конструктивные подходы и принципы повышения достоверности информации ЭД.** Предполагается получение качественных показателей эффективности для алгоритмов



обработки информации документа - достоверности, релевантности и точности. Показатель точности характеризует способность алгоритма выдавать в списке результатов, лишь только релевантных документов. Показатель достоверности показывает отношение правильно принятой информации документа (элемента, реквизита, атрибута, концепта) к общему числу документов.

В табл. 1 приведена разработанная методика (математические модели, выражения расчетов и их обозначения), используемая при расчете показателей эффективности для алгоритмов обработки информации в СЭД [5,6].

Повышению достоверности информации предшествуют задачи информационного поиска, распознавания, классификации, предварительной обработки документов по результатам, включающих полученные оценки релевантности. Если релевантность документа имеет более высокое значение, тогда выбирается документ и считается наилучшим показателем.

Нами для оценки релевантности документа предложено применение следующих механизмов расчета [2,3]: («Grade»):  $Grade(VITAL) = 3$ ,  $Grade(RELEVANT\_PLUS) = 2$ ,  $Grade(RELEVANT\_MINUS) = 1$ ,  $Grade(NOTRELEVANT) = 0$ ,  $Grade(CANTBEJUDGED) = 0$ , результаты, которых в нескольких таких ассессорах затем усредняются.

Средняя релевантность документов коллекции равна среднему значению величины релевантности по всем документам

$$AP = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^k prec_{rel}(i).$$

Предложены метрики для оценки средней релевантности документа, основными свойствами которых являются следующие, когда [1]:

- получены только релевантные документы, то  $AP = r$ ;
- релевантные документы находятся в начале списка результатов, т.е.  $AP < r$ ;
- релевантные документы равномерно распределены в списке результатов, т.е.  $AP \approx p * r$  и они активно используются только для части документа.

Для каждого значения показателя полноты  $r_i \in (0.0, 0.1, 0.2, \dots, 1.0)$  при запросе на документ  $q_j$  вычисляется координаты показателя точности  $p(r_i, q_j)$ , которые задаются следующими условиями:

- если  $r_j \geq r(q_j)$ , то  $p(r_j, q_j) = 0$ ;

- если  $r_j \leq r(q_j)$ , то  $pos(r_i, q_j)$ ,

где  $p(r_i, q_j) = \max_{n \geq pos(r_i, q_j)} (p(n))$  - максимальное значение оценки, показателя в списке результатов на документ по запросу  $q_j$  при которой достигается значение показателя  $r_j$ ;

$q_i$  - множества запросов на документ с фиксированным значением показателя полноты.

**Анализ оценок устойчивости алгоритмов обработки информации.** Первый документ в списке результатов релевантности документа просматривает пользователь *User*. При этом самое нижнее значение релевантности, полученное пользователем  $F(User)$  фиксируется на траектории функции релевантности как точка, показывающая динамики убывания.

Возрастание значений ошибок свидетельствует об ухудшении оценок релевантности, что зависит от числа итерации алгоритма. Оценен коэффициент устойчивости алгоритма в зависимости от позиции релевантности документа, занимаемого в списке результатов.

В табл. 2 даны результаты расчетов при  $N=10$ . На выходе алгоритма формируется суммарная метрическая ошибка  $MEr = 12,24$ .

Таблица 1

Методика для расчета качественных показателей алгоритмов обработки информации ЭД

№	Характеристики	Математические выражения	Описание обозначений
1	2	3	4
2	Метрика оценки релевантности документа	$Bp = \frac{1}{R} \sum_{r=1}^N \left(1 - \frac{NonRelBefore(r)}{R}\right)$ .	$R$ – общее число релевантных документов; $N$ – общее количество документов в коллекции.
3	Модифицированная метрика оценки релевантности документа	$Bp - 10 =$ $= \frac{1}{R} \sum_{r=1}^N \left(1 - \frac{NonRelBefore(r)}{10 + R}\right)$ .	$Z$ – оператор нормализации; $R_r$ – вероятность правильной оценки релевантности документа $r$ ;
4	Средняя точность оценки релевантности	$Pr ec(r_i) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N p(r_i, q_i)$ .	$\prod_{i=1}^{r-1} (1 - R_i)$ – вероятность не правильной оценки релевантности документа;
5	Устойчивость алгоритма по коллекции документов	$MEr = \sum_{i=1}^N \frac{ RelUser_i - RelPS_i }{i}$	$PRel(r)$ – вероятность правильной оценки релевантности документа, находящегося на позиции $r$ ;
6	Устойчивость алгоритма с учетом коэффициента влияния факторов	$MEr = \sum_{i=1}^N \frac{ RelUser_i - RelPS_i }{i} * k_i$	$n$ – количество запросов; $error_i$ – погрешность оценки релевантности документа;
7	Коэффициент уменьшения не устойчивости алгоритма	$difer Rel_i =  RelUser_i - RelPS_i $ ; $k_i = \begin{cases} difer Rel_i > difer Rel_{i-1}, \\ difer Rel_i = difer Rel_{i-1}, \\ difer Rel_i < difer Rel_{i-1}, \end{cases}$ $k_i = k_{i-1} + \frac{difer Rel_i}{i}$ , $k_i = k_{i-1}$ , $k_i = \left  k_{i-1} - \frac{difer Rel_i}{i} \right $ ,	$k_i$ – коэффициент влияния факторов на релевантность документа $\lambda$ – интенсивность запроса; $x$ – точки регистрации запроса
8	Интенсивность запроса пользователя	Экспоненциальный закон распределения $f(x; \lambda) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda x}, x \geq 0 \\ 0, x < 0. \end{cases}$	

Таблица 2

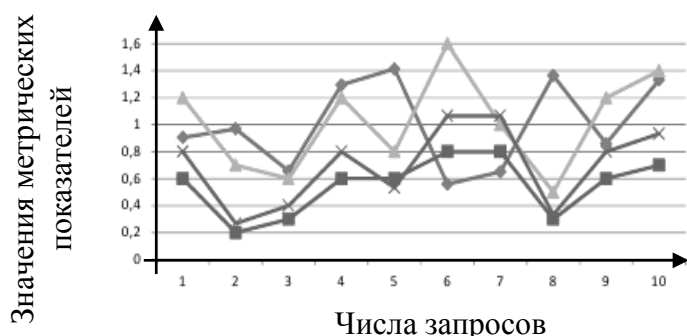
Оценки устойчивости алгоритма обработки информации

Документ	Алгоритм	Пользователь	Погрешность	$\kappa$	Погрешности по метрике
1	6	10	4	-	$ 6 - 10  / 1 = 4$
2	8	9	1	0.5	$( 8 - 9  / 2) * 0.5 = 0.25$
3	5	8	3	1.5	$( 5 - 8  / 3) * 1.5 = 1.5$
4	3	7	4	2.5	$( 3 - 7  / 4) * 2.5 = 2.5$
5	10	6	4	2.5	$( 10 - 6  / 5) * 2.5 = 2$
6	3	5	2	2.17	$( 3 - 5  / 6) * 2.17 = 0.72$
7	3	4	1	2.17 - 1/7=2.03	$( 3 - 4  / 7) * 2.03 = 0.32$

8	4	3	1	2.03	$( 4 - 3 /8) * 2.03 = 0.25$
9	4	2	2	$2.03 + 2/9 = 2.25$	$( 4 - 2 /9) * 2.25 = 0.5$
10	2	1	1	2.25	$( 2 - 1 /10) * 2.25 = 0.23$

Исследована эффективность алгоритма по показателям релевантности, точности и полноты обработки ЭД по F – критерию и модифицированным метрикам.

На рис.1 проиллюстрированы графические сравнения значений коэффициентов выигрыша показателей качества для алгоритмов в зависимости от числа запросов пользователя, результаты которых занимают реальные позиции в заданном списке документов. На рисунке обозначен: —♦— график модифицированных метрических критериев; —■— график точности; —▲— график полноты обработки информации; —×— график, полученный по F - меры.



**Рис. 1.** Сравнение эффективности алгоритмов обработки информации.

Из графиков видно, что алгоритмы по предложенным метрическим критериям оценки релевантности документа дают малое количество релевантных документов, которые занимают лишь только позиции 1 в списке результатов. А увеличение итерации алгоритма приводит к повышению значения релевантности, и они переводятся на 2 и 3 позиции.

**Алгоритм повышения достоверности информации по**

**сходству величины релевантности.** Для оценки эффективности алгоритма обработки информации задаются две величины  $d_1$  и  $d_2$ , которые вычисляются по косинусной мере сходства их векторных представлений  $\bar{V}(d_1)$  и  $\bar{V}(d_2)$

$$sim(d_1, d_2) = \frac{(\bar{V}(d_1), \bar{V}(d_2))}{\|\bar{V}(d_1)\| \cdot \|\bar{V}(d_2)\|},$$

где  $\bar{V}(d_1)$  и  $\bar{V}(d_2)$  - на числителе выражения представляют скалярное произведение векторов;

$\|\bar{V}(d_1)\| \cdot \|\bar{V}(d_2)\|$  - на знаменателе выражения представляет произведение евклидовых норм векторов;

$\vec{V}_1(d), \dots, \vec{V}_M(d)$  – вектор с компонентами;

$$d = \sqrt{\sum_{i=1}^M \vec{V}_i(d)}. - \text{величина, по которой нормируется вектора } \bar{V}(d_1) \text{ и } \bar{V}(d_2).$$

Требуется, чтобы они стали равными

$$\vec{v}(d_1) = \frac{\vec{v}(d_1)}{\|\vec{v}(d_1)\|} = 1; \vec{v}(d_2) = \frac{\vec{v}(d_2)}{\|\vec{v}(d_2)\|} = 1;$$

$$sim(d_1, d_2) = (\vec{v}(d_1), \vec{v}(d_2)).$$

Предполагается присвоение каждому документу такое значение релевантности, которое равно скалярному произведению  $s = (\vec{v}(q), \vec{v}(d))$ .

Показатель релевантности документа принимается за основу при оценке величин  $q, d$  по выражению

$$score(q, d) = \frac{(\bar{V}(q), \bar{V}(d))}{\|\bar{V}(q)\| \cdot \|\bar{V}(d)\|}.$$

Вычисление меры сходства для документа влечет за собой вычисления скалярного произведения векторов, а этот процесс связан с выполнением операции, состоящих из десятков тысяч арифметических операций. Наряду с этим вычисления меры сходства по векторам для коллекции документов, сортировки по значениям показателя релевантности, выбора лучших релевантных документов, оценка достоверности информации представляет высоко затратный процесс.

Предложена упрощенная вычислительная схема, которая предназначена ранжированию значений показателя релевантности документа и основана на определении величины частоты запроса  $df_t$  на документы по выражению

$$RSV_d = \sum_{t \in q} \log \frac{N}{df_t}$$

Для оценки релевантности документа на выходе алгоритма с учетом частоты появления запроса на каждый элемент либо концепт документа со стороны пользователя можно использовать следующее выражение

$$RSV_d = \sum_{t \in q} \log \left[ \frac{N}{df_t} \right] \cdot \frac{(k_1 + 1)tf_{td}}{k_1 \left( (1-b) + b \times \left( \frac{L_d}{L_{ave}} \right) \right) + tf_{td}},$$

здесь  $tf_{td}$  - частота элемента (концепта)  $t$  в документе  $d$ ;

$L_d$  и  $L_{ave}$  - соответственно числа запросов на документ  $d$  и среднее число запросов на все документы коллекции;  $k_1$  - переменная используемая при настройке частоты на элементы документа. Если  $k_1=0$ , то частота запроса на элемент документа не учитывается. Если  $k_1$  принимает значения большее чем  $k_1 = 0$ , то считается эквивалентным частоте запроса на элемент документа со стороны пользователя;  $b$  - переменная для дополнительной настройки ( $0 \leq b \leq 1$ ), которая определяет нормировку по числу запросов на документ;  $b=1$  - соответствует оператору полноценной нормировки частоты запроса с учетом весовых значений элемента, либо концепта документа;  $b=0$  - то не предусматривается операция нормировки.

### **Заключение.**

Таким образом, разработана методика для получения показателей эффективности обработки информации по критериям релевантности документа, полноты и точности, достоверности обработки информации и проведены численные эксперименты на основе различных метрических характеристик.

Разработаны алгоритмы повышения достоверности информации по сходству величины релевантности элемента, концепта и документа. Предложена модифицированная метрика

оценки устойчивости алгоритмов, которая позволяет достоверно оценить позиции релевантных документов по шкале коэффициента повышения релевантности в соответствии со значением релевантности, заданного пользователем.

#### Литература

1. Бессонов, С. В. Оптимизация электронного документооборота в корпоративных системах: дис. канд. экон. наук. М., 2000 г. 187 с.
2. Норенков И.П., Уваров М.Ю. База и генератор образовательных ресурсов // Информационные технологии, 2005, № 9, с. 60-65.
3. Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. СПб: Питер, 2000. 384 с.
4. Лукашевич Н. В. Тезаурусы в задачах информационного поиска. М.: Изд-во Московского университета, 2011. 512 с.
5. Келдыш Н. В. Методические основы автоматизированного решения задач ведомственного электронного документооборота. // Научно-метод. сборник № 56. / ВА МО. - М., 2009. - С.110-117 Инв. № 58592.
6. Гудов, А. М. Об одной модели оптимизации документопотоков, реализуемой при создании системы электронного документооборота вычислительные технологии. - 2006. - Т. ГГ. спец. вып. - С. 53 - 65.
7. Жуманов И.И. Концептуальные принципы и методы контроля достоверности информации в структуре пакетов передачи данных на основе статистической избыточности // «Илмий тадқиқотлар ахборотномаси» илмий-назарий, услубий журнал. – Самарқанд: СамДУ, 2013. - №1 (77) – 39-49 б.
8. Жуманов И.И., Каршиев Х.Б. Методы обеспечения достоверности электронных документов на основе структурной избыточности и лексикологического синтеза // «Наука и мир», Международный научный журнал, Изд-во «Научное обозрение», Волгоград. – №3(55), Том 1, 2018.– с. 49-51.

УДК: 538.6

## ТЕОРИЯ МНОГОФОНОННОГО РЕЗОНАНСНОГО КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ СВЕТА КВАНТОВЫМИ ЯМАМИ В СИЛЬНОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Д.Ш. Хужанова

*Самаркандский филиал Ташкентского университета информационных технологий*

**Аннотация:** Теория предсказывает расщепление пика второго фононного повторения на несколько компонент, число которых растет по мере увеличения частоты возбуждающего света. Это расщепление обусловлено расщеплением уровней электрон-фононной системы, которое возникает в результате взаимодействия электронов с оптическими фононами.

**Ключевые слова:** многофонон, расщепление, фононного повторения, компонент, частота, возбуждающего свет, электрон-фонон, энергетический уровень.

### Квант o‘ralarida kuchli magnit maydon ta’sirida yorug’likning ko‘p fononli kombinatsiyon sochlihi nazariyasi

**Аннотасија:** Назарија иккинчи фонон такрорланшига та’луqli cho‘qqining bir nechta komponentalariga ajralishi va ularning soni oyg‘otuvchi yorug‘lik chastotasi oshishi bilan oshib borishi ko‘rsatilgan. Bu ajralish elektronlarning optik fononlar bilan o‘zaro ta’siri natijasida hosil bo‘ladigan elektron-fonon sistemalari energetik holatlarining ajralishi bilan bog‘liq.

**Калит so‘zlar:** ko‘p fonon, ajralish, fonon takrorlanish, komponent, chastotas, uyg‘otuvchi, yorug‘lik, elektron-fonon, energetik holat.

### A theory of multiphonon resonant raman scattering of light of a quantum wells in strong magnetic fields

**Abstract.** The theory predicts splitting of a peak representing the second phonon replica into several components whose number rises with the frequency of the exciting light. This is due to the splitting of the levels of the electron-phonon system, which appears as a result of the interaction of electrons with optical phonons.

**Keywords:** multiphonon, splitting, phonon replica, component, frequency, exciting light, electron-phonon, energy levels.

Как известно, вклад в многофононного резонансного комбинационного рассеяния света (МФРКС) дают процессы двух типов: рассеяние через экситонные состояния и рассеяние через состояние свободных электронно-дырочных пар (ЭДП) [1]. В объемном полупроводнике процессы с участием ЭДП оказываются доминирующими. Они изучались теоретически как в отсутствие магнитного поля [1-3], так и в сильном магнитном поле [4]. В этих работах показано, что фреиховское взаимодействие приводит к следующей зависимости сечения МРКС, соответствующего фононному повторению (ФП)  $N$ , от безразмерной фреиховской константы связи  $\alpha_0$   $\sigma_2 \sim \alpha_0^2$ ,  $\sigma_2 \sim \alpha_0^3 \ln \alpha_0^{-1}$ ,  $\sigma_N \sim \alpha_0^3$ , (для  $N \geq 4$ ). В сильном магнитном поле  $\sigma_N \sim \alpha_0$  для  $N \geq 2$ . Таким образом, в объемном полупроводнике магнитное поле приводит к многократному усилению пиков ФП. Это предсказание подтверждено экспериментом [5].

Усиление пиков ФП следует ожидать и при уменьшении размерности электронной системы. В квантовой яме, как показано в [6], в отсутствие магнитного поля сечение  $\sigma_N$  МРКС усиливается по сравнению с аналогичным рассеянием в объемном полупроводнике в  $\alpha_0^{-1}$  раз. Усиление обусловлено понижением размерности системы, что приводит к ограничению свободного движения электрона. Поскольку в сильном магнитном поле уровни энергии электрона полностью дискретны, следует ожидать резкого усиления сечения МРКС.

В настоящей работе развита теория РКС с участием двух и трех оптических фононов в квазидвумерной системе в сильном магнитном поле. Расчет проведен для изолированной квантовой ямы.

В работе [7] были получены следующие выражения для тензора рассеяния в случае двухфононного рассеяния

$$S_2 = S_2^0 \delta(\omega_1 - \omega_s - 2\omega_{LO}) \omega_{LO}^{-6} [C_2(3,2)w_2(3,2) + C_2(2,1)w_2(2,1)] \quad (1)$$

где  $C_2(3,2) = 0.210$ ,  $C_2(2,1) = 0.219$

$$w_2(3,2) = \frac{[\vartheta^2 - F(1,0)]^2}{4\{\vartheta^4 - [F(1,0) + F(2,1) + F(3,2)]\vartheta^2 + F(1,0)F(3,2)\}^2} \quad (2)$$

где

$$F(1,0) = 0.886, \quad F(2,1) = 0.775, \quad F(3,2) = 0.705, \quad \vartheta = \Gamma/\sqrt{\eta} \quad (2a)$$

$$\Gamma = [\omega_l - \omega_g - \omega_{0e} - 7\Omega/2] \quad (2a)$$

$$w_2(2,1) = 4^{-1}[\vartheta^2 - F(2,1) - F(1,0)]^{-2} \quad (3)$$

В случае третьего ФП тензор рассеяния в резонансных условиях представляется в виде

$$S_3 = S_3^0 \delta(\omega_l - \omega_s - 2\omega_{LO}) \omega_{LO}^{-8} [C_3 w_3(3,2,1) + C_3' w_3(0,2,1)] \quad (4)$$

Функция  $w_3(3,2,1)$  соответствует каналу прямого рождения ЭДП. Она имеет вид

$$w_3(3,2,1) = \frac{\vartheta^2}{9\{\vartheta^4 - u\vartheta^2 + F(1,0)F(3,2)\}^2} \quad (5)$$

где  $u = F(1,0) + F(2,1) + F(3,2)$

Функция  $w_3(0,2,1)$  соответствует каналу прямой аннигиляции ЭДП:

$$w_3(0,2,1) = 9^{-1}[\vartheta^2 - F(1,0) - F(2,1)]^{-2} \vartheta^{-2} \quad (6)$$

Согласно (2), (3) второе ФП состоит из шести пиков, четыре из них связаны с прямым рождением ЭДП и два – с прямой аннигиляцией. Частоты, соответствующие максимумам пиков, равны

$$\vartheta_{\pm} = \pm 2^{-1/2} [u \pm \sqrt{u^2 - 4F(1,0)F(3,2)}]^{1/2} \quad (7)$$

$$\vartheta_{\pm} = \pm \sqrt{F(1,0) + F(2,1)}$$

или, учитывая определения (2a),

$$\omega_l = \omega_g + \omega_{0e} + 7\Omega/2 + \sqrt{\eta} \omega_{LO} \vartheta_{\pm} \quad (7a)$$

Как видно из формул (5), (6) положение шести пиков третьего ФП совпадает с положением второго ФП в том же частотном интервале. Кроме того, появляется центральный пик ( $\nu = 0$ ).

Расщеплению пиков ФП можно дать следующее качественное объяснение. Учет электрон-фононного взаимодействия приводит к тому, что вместо одного уровня Ландау с номером  $\mathbf{n}$  появляются  $\mathbf{n}+1$  близко расположенных уровней, расстояние между которыми  $\sim \sqrt{\eta}$ . Если  $\mathbf{n}$  четные, то в серии уровней электрон-фононной системы имеется центральный несмещенный уровень; если  $\mathbf{n}$  нечетное, то центральный уровень отсутствует. Число компонент пика ФП определяется квантовым числом  $\mathbf{n}$  того уровня, на котором оказался электрон в результате рождения ЭДП. Только следует иметь в виду, что центральный уровень проявляется не в любом случае. Второму ФП в интервале частот  $\omega_g + \omega_e + 7\Omega/2 \leq \omega_l < \omega_g + \omega_e + 9\Omega/2$  соответствуют уровни  $\mathbf{n}=2$  (прямое рождение) и  $\mathbf{n}=1$  (прямая аннигиляция). Квантовому числу  $\mathbf{n} = 1$  соответствует два уровня, которые и проявляются в спектре ФП. Числу  $\mathbf{n} = 2$  соответствуют три уровня, однако во втором ФП центральному уровню пик не соответствует. С другой стороны, в третьем ФП центральному уровню пик соответствует. Если электрон попадает на уровень  $\mathbf{n} = 3$ , то всем уровням системы соответствуют пики ФП. Проявление центрального уровня в спектре ФП зависит от числа реальных переходов, которые совершает электрон в процессе рассеяния. Если оно максимально возможное, то центральному уровню соответствует пик. Если оно меньше, то центральный уровень в спектре ФП не проявляется. Такая особенность в спектре ФП есть следствие приближенности теории. Можно показать, что если, кроме графиков максимальной расходимости, учесть меньшие по расходимости графики, то центральный пик появится, однако его интенсивность будет  $\sim \eta^2$ , т.е. близка к фоновой.

Развитая теория предсказывает для квантовой ямы резкое увеличение рассеяния в процессе МРКРС. В резонансной области тензор рассеяния перестает зависеть от константы связи, в то время как вдали от резонанса он пропорционален ее квадрату. Таким образом, при достаточно малых значениях константы связи можно ожидать увеличение сечения рассеяния в области резонанса в тысячи раз. Подчеркнем, что удельное рассеяние в квазидвумерной системе оказывается в  $\eta^{-1}$  раз сильнее, чем аналогичное рассеяние в массивном образце.

### Литература

1. Т.Андо, А.Б.Фаулер, Ф.Стерн. Электронные свойства двумерных систем. М., 1985, 416 с.

2. Рассеяние света в твердых телах. В. IV / Под ред. М. Кардоны, Г. Гюнтеродта / М.: Мир, 1986.
3. A.K.Sood, J.Menendez, M.Cardona, K.Ploog // Phys.Rev.B. 1985. V.32.No 2, pp.1412-1414.
4. А.Г.Милёхин и др. ЖЭТФ, 2011, том 140, вып.6(12), стр.1125-1133.
5. А.В.Гольцев, И.Г.Ланг, С.Т.Павлов // ФТТ, 1980, Т.22, № 9, С.2766-2771.
6. R.M.Martin, C.M.Varma // Phys.Rev.Lett.1971.V.26.No 20.P.1241-1244.
7. A.A.Abdumalikov, A.A.Klochikhin // Phys.Stat.Sol.(b) 1977.V.80.No 1.P.43-50.

UDK:535.24

**V 839 Oph O'ZGARUVCHAN YULDUZI FOTOMETRIK TAHLILI**

**B.Sh. Jurayev<sup>1</sup>, A.Q. Ajabov<sup>1</sup>, R.K. Turniyazov<sup>1</sup>, S. Kurbaniyazov<sup>1</sup>, F. Hamraqulov<sup>1</sup>,  
Sh.Egamberdiyev<sup>2</sup>, T.Axunov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Samarqand davlat universiteti*<sup>2</sup>*O'zbekiston Milliy universiteti*

**Annotatsiya.** Ushbu ishda: Samarqand o'quv observatoriyasida V 839 Oph yulduzi kuzatilib (kuzatuvlar R filtrda 60s expozitsiya vaqti bilan olingan) natijalar fotometrik tahlil qilingan. Fotometrik tahlildan olingan yulduz kattaligi qiymatlari asosida V 839 Oph yulduzi ravshanligi o'zgarishining vaqtga bog'liqlik grafigi tuzilgan hamda o'zgaruvchanlik davri aniqlangan.

**Kalit so'zlar:** fotosfera, ekspozitsiya, yorqinlik, o'zgaruvchanlik, davr, fotometriya

**Фотометрический анализ переменной звезды v 839 Oph**

**Аннотация.** В настоящей работе приведены данные анализа фотометрических результатов наблюдений звезды V 839 Oph (наблюдения проведено с помощью фильтра R при экспозиции 60сек.) в Самаркандской учебной обсерватории. Определение звездной величины звезды V 839 Oph проведено на основе фотометрического анализа, а зависимость светимости звезды от времени изображена в виде графика, а также определен период переменности.

**Ключевые слова:** фотосфера, экспозиция, светимость, переменность, период, фотометрия

**Photometric analysis of variable star v 839 Oph**

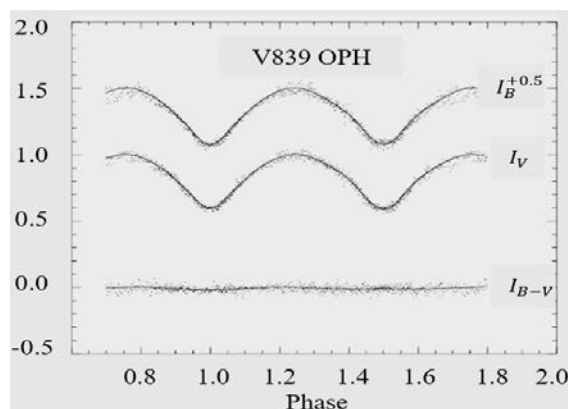
**Abstract.** In this paper, we present the data analysis from the photometric results of V 839 Oph star observations (observations made using the R filter with an exposure of 60 second) at the Samarkand Educational Observatory. Determination of stellar magnitude of the star V 839 Oph was carried out on the basis of photometric analysis, and the dependence of the star luminosity on time is plotted, and also the period of variability is determined.

**Keywords:** photosphere, exposure, luminosity, variability, period, photometry

V 839 Oph (*BD +9<sup>o</sup>3584*, *HD 166231*,  $m(V)_{max}=8^m.8$ ,  $m(V)_{min}=9^m.39$ ) yulduzining yorqinlik o'zgarishi birinchi bo'lib Rigollet (1947 y.) tomonidan topilgan bo'lib va bu yulduzni W Ursae Majoris tipiga tegishli deb tavsiflagan. Ushbu tizimning birinchi fotometrik kuzatuvlari 1958 va 1959 yillarda Pensilvaniya shtatidagi Flower va Cook observatoriyasi 28 dyuymli reflektor teleskopi bilan ikki to'lqin uzunlikdagi 5300 va 4420 Å fotoelektrik tarzda kuzatilgan, Binnendijk (1960) tomonidan ishlab chiqilgan.

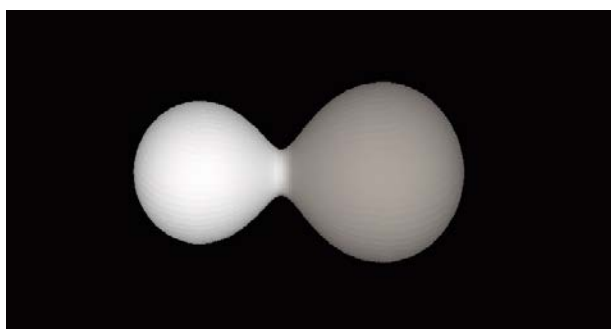
*U*, *B* va *V* (*U, B, V* lar yorug'lik filtrlari) dagi V 839 Oph ning yangi kuzatuvlari orqali tizimning davr o'zgarishini va uning massiv uzatish, magnit faolligi va tizimdagi uchinchi jismda yorug'likning egri variatsiyalari bilan ehtimoliy aloqasini o'rganib, bunga qo'shimcha ravishda radiatsion sohalar va konvektiv sohalar bo'yicha Wilson-Devinney (WD) kodidan foydalanib, V 839 Oph uchun yorug'likning egri chizig'i ko'rsatilgan. (1-rasm).





1-rasm. V 839 Oph yulduzining yorug'lik egri chizig'i

Müyesseroğlu (1994) tomonidan amalga oshirilgan WD kodi kompyuter versiyasidan foydalanib, Anqara Universiteti Observatoriyasi shaxsiy kompyuterlarida hisoblangan yulduzlarning asosiy komponentining F8 V spektrli tasniflashining umumiy katalogiga asosan harorat  $T_1 = 6250 K$  qabul qilindi. Quyidagi parametrlarni o'zgartirish uchun WD-differensial tuzatish dasturining modeli ishlatilgan: orbital iqlim  $i$ , massa nisbati  $q = M_2 / M_1$ , ikkinchi darajali komponent  $T_2$  harorati, potentsial funksiya  $\Omega_1$  (yoki  $\Omega_2$ ) va yorqinligi ikkita komponent  $L_1, L_2$ . Aniq turi va V tipidagi "Binnendijk" (1970) deb nomlangan W UMa tizimlarining kichik toifalari A9-F8 va F7-M5 ikkita spektr guruhiga bo'lingan. Ikkala kichik sinf o'rtasida hech qanday cheklov yo'q. Eaton (1983), W UMa tizimlarining ikkita turini magnit nuqtalar mavjudligi (V tipi) yoki yo'qligi (A-tip) bilan ajratib ko'rsatdi. V 839 Oph A tipidagi W UMa tizimiga kiritildi (Binnendijk 1970). Kechki spektrli turdagi F8V tufayli, WD-differensial tuzatish dasturi radiatsion soha va konvektiv sohalar bo'yicha alohida-alohida qo'llanildi. Har ikkala taxmin ham shunga o'xshash sifatni ta'minlaydi, ya'ni bu erda qanday soha mavjudligini osonlikcha aniqlay olmaymiz. Anderson va boshq. (1983) F5 dan keyinchalik spektrli tipdagi yulduzlarning radiatsion fotosferasi konvektiv "qit'alar" ni rivojlantiradi va bu "qit'alar" konveksiya davomida barcha yulduz konvertatsiya qilinmaguncha keyingi turlar uchun o'sadi. V 839 Oph uchun yorug'lik egri chizig'i odatda assimetrik strukturani aks ettiradi, sirt qismida anomaliyalarini keltirib chiqaradi, shuning uchun tizimning umumiy sohasida konvektiv "qit'alar" mavjudligiga shubha bilan qaraladi [1]. V 839 Oph ning fazadagi geometrik namoyishi 2-rasmda aks etgan.



2-rasm. V 839 Oph yulduzining fazadagi geometrik namoyishi

V 839 Oph sirt sohasida joylashgan konvektiv "qit'alar" ning mavjudligini va sirt yorqinligi anomaliyalari, nuqtali hosil qilish uchun etarli darajada nozik ekanligini hamda xromosfera va koronani isitish uchun zarur bo'lgan magnetogidrodinamik energiyani ishlab chiqara olishini tasdiqlaydi. 839 Oph - bu faqat aniqroq A-tipdagi U UMa tizimi emas, u uchun bu aniqroq taxminlar yaxshiroq moslashadi, xuddi Twigg (1979) da taqdim etilgan ba'zi tizimlar uchun ham shundaydir. V 839 Oph yorqinligining o'zgarishi:

$$\frac{dP}{dt} = 3,1 \cdot 10^{-7} d/yr \text{ ga teng.}$$

Yulduzning yorqinlik davrining oshishi shuni ko'rsatadiki, kam massali komponentdan massivroq katta massali komponentga konservativ massa uzatish tezligi  $6,5 \cdot 10^{-7} M_0/\text{yr}$ . V 839 Oph ning yorug'lik egri chizig'i A-toifa W Uma tipli tizimga tegishli o'zgaruvchan astrofizik obyekt ekanligini bildiradi [3].

V 839 Oph yulduzi Samarqand o'quv observatoriyasida 2017 yilning 30 iyun hamda 1,3,4,5,7 iyul kunlari butun tunlar davomida: ko'zgusi diametri 480 mm, fokus masofasi 9540 mm bo'lgan Grubb Parsons (reflektor) teleskopida kuzatildi. Kuzatuvda: Quantum Scientific Imaging (QSI) 683 ws markali Zaryadli Aloqa Qurilma (ZAQ) dan foydalanildi. ZAQ ning piksel o'lchami  $5,4 \times 5,4 \mu\text{m}^2$ , ko'rish maydoni 5,5x5,5 yoy minut, yorug'lik filtr tizimi Johnson – Cousin UBVR (U – ultrabinafsha, B – ko'k, V – yashil, R – qizil, I – infraqizil). Kuzatuvlarning barchasi R filtrda 60s expoziatsiya vaqti bilan olindi. Tayanch yulduz sifatida tanlab olingan yulduz parametrlari quyidagi jadvalda keltirilgan.

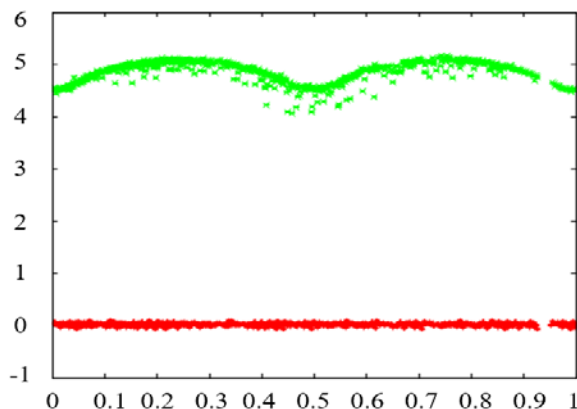
1-jadval.

Nomi	RA ( $\alpha_{j2000}$ )	DEC ( $\delta_{j2000}$ )	V mag	Tipi
V 839 Oph	18 <sup>h</sup> :09 <sup>m</sup> :21 <sup>s</sup> ,26	+09 <sup>o</sup> :09':03",62	8.8÷9.39	W-Uma
Tayanch yulduz haqida ma'lumot	18 <sup>h</sup> :09 <sup>m</sup> :22 <sup>s</sup> ,173	+09 <sup>o</sup> :09':23",63	4.28	*

Atmosfera ekstinksiyasini hisoblashda tayanch yulduzning gorizontdan 30<sup>o</sup> yuqoridagi atmosfera massasi qiymatidan foydalanildi. Kuzatuv nuqtalari soni 1377 ta bo'lib, kuzatuv vaqti 22,95 soatni tashkil etdi. Bu kuzatuv vaqti yulduzning o'zgaruvchanlik davridan 2,34 marta ko'p bo'lib, kuzatuv obyektining o'zgaruvchanlik davrini aniqlash uchun yetarli hisoblanadi. Astrotasvirlar Image Reduction Analsys Facility (IRAF) dasturida bias, dark va flat tasvirlar bilan birlamchi qayta ishlandi hamda Aperture Photometry Package (APPHOT) va Digital photometric reuction package (DIGIPHOT) dan foydalanib apertura fotomeriyasi bajarildi:

$$S_{image} = \frac{(R_{image} - D_{image}) - B_{image}}{F_{image} - B_{image}} \quad (1)$$

Fotometrik tahlildan olingan yulduz kattaligi qiymatlari asosida V 839 Oph yulduzining ravshanlik o'zgarishining vaqtga bog'liqlik grafigi tuzildi va o'zgaruvchanlik davri  $P=0^d,40807963$  ekanligi aniqlandi (3-rasm).



3-rasm. V 839 Oph yulduzi ravshanligi o'zgarishining vaqtga bog'liqlik grafigi

#### Adabiyotlar

1. Al-Naimiy H.M.K., Astrophysics and Space Science 1978, 53, 181.
2. Awadalla N.S., Astrophysics and Space Science ,1989162, 211 [NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#).
3. Binnendijk L., Astronomy Journal, 1960,65, 79 [NASA ADS](#).
4. A. Akalin, E. Derman. Astronomy&Astrophysics Supplement Series, Vol. 125, November I 1997, 407-417.

УДК: 539.16.04

**РАДИОАКТИВНОСТЬ СУХИХ АТМОСФЕРНЫХ ВЫПАДЕНИЙ 2018 ГОДА В ТАШКЕНТЕ, САМАРКАНДЕ И КАРШИ**С. Махмудов<sup>1</sup>, И.Т. Муминов<sup>1</sup>, Т.М. Муминов<sup>1,2</sup>, А.К. Мухамедов<sup>2</sup>, Б.Х. Ниёзов<sup>2</sup>, Л.Т. Нурмурадов<sup>2</sup>, А.А. Сафаров<sup>2</sup>, А.Т. Худойбердиев<sup>3</sup>, С.К. Юлдошев<sup>2</sup><sup>1</sup>Национальный университет Узбекистана, <sup>2</sup>Самаркандский государственный университет<sup>3</sup>Каршинский филиал Ташкентского университета информационных технологий

**Аннотация.** Исследован радионуклидный состав сухих атмосферных выпадений 2018 года в Ташкенте, Самарканде и Карши в зависимости от природных и техногенных факторов. Полученные результаты сопоставлены с соответствующими данным 2017 года.

**Ключевые слова:** Радионуклид, сухие осадки, запылённость воздуха, гамма-спектр, активность.

**Toshkent, Samarqand va Qarshida 2018 yilning quruq atmosfera tushishlaridagi radioaktivlik**

**Annotatsiya.** Toshkent, Samarqand va Qarshi shaharlaridagi 2018-yilning quruq atmosferik tushishlaridagi radionuklid tarkibining tabiiy va texnogen omillarga bog'liqligini o'rganildi. Olingan natijalar 2017 yilning mos natijalari bilan solishtirildi.

**Kalit so'zlar:** Radionuklid, quruq tushishlar, havoni changlashi, gamma-spektr, aktivlik.

**Radioactivity of dry atmospheric deposition of 2018 in Tashkent, Samarkand and Karshi**

**Abstract.** The radionuclide composition of dry atmospheric deposition of 2018 in Tashkent, Samarkand and Karshi from natural and man-made factors was investigated. The results are compared with the corresponding data of 2017.

**Keywords:** Radionuclide, dry fallout, dust level, gamma-spectrum, activity.

**Введение**

Естественная радиоактивность атмосферных выпадений обусловлена первичными (ПЕРН) и космогенными (КРН) естественными радионуклидами. При этом преобладающий вклад вносит КРН  ${}^7\text{Be}$  ( $T_{1/2}=54$  день,  $E_\gamma=478$  кэВ), который образуется в верхних слоях атмосферы в реакциях расщепления ядер азота, кислорода и других атомов воздуха высокоэнергетическим космическим излучением. Образовавшиеся ядра  ${}^7\text{Be}$  прилипают к аэрозолям и пылинкам и вместе с ними, в результате атмосферных обменных процессов, переносятся в приземные слои атмосферы, откуда вместе с мокрыми (дождь, снег, иней) и сухими (пыль) осадками выпадают на поверхность Земли. Они зависят от активности Солнца и геофизических характеристик атмосферы и местности (см. например работу [1] и содержащиеся в ней ссылки). Активности ПЕРН урано-ториевых семейств и  ${}^{40}\text{K}$ .

Настоящая работа является продолжением исследований корреляций активностей  ${}^7\text{Be}$  в сухих выпадениях с природной и техногенной запылённостью атмосферы в Ташкенте(Т), Самарканде(С) и Карши (К), начатых 2017 год[2].

**Методические вопросы**

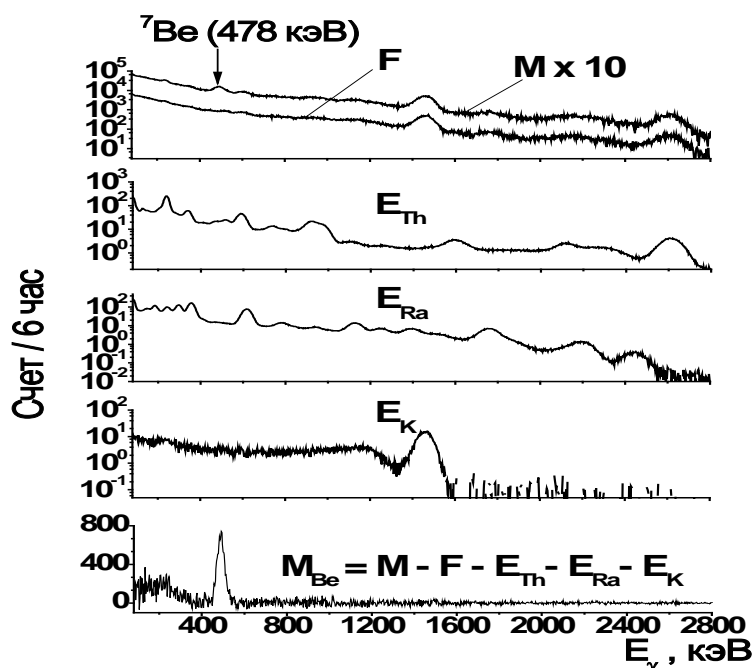
Отбор проб сухих выпадений осуществлялся в середине сентября 2018г, протиркой участков, площадью  $50\text{ м}^2$  плоских крыш двухэтажных зданий: –ускорительной лаборатории НУУЗ, Ядерно-физической лаборатории СамГУ и учебного корпус Кашкадарьинского филиала ТУИТ, влажными кусками марли ( $2\text{ м}^2$ ).

Измерительные образцы изготавливались упаковкой указанных кусков марли в однолитровые сосуды Маринелли.

Гамма-спектры образцов измерены, в геометрии Маринелли, на сцинтилляционном  $\gamma$ -спектрометре с кристаллом NaI(Tl) ( $\text{Ø}63\times 63$  мм, энергетическое разрешение  $\approx 10\%$  на линии  $1332$  кэВ  ${}^{60}\text{Co}$ ), помещённого в свинцовую защиту, толщиной  $10$  см. Длительность измерений составляла  $6$  часов.

Обработка гамма-спектров осуществлялась методом их разложения [3] на составляющие фона,  ${}^{226}\text{Ra}$ ,  ${}^{232}\text{Th}$ ,  ${}^{40}\text{K}$  и  ${}^7\text{Be}$  (рис. 1), с использованием эталонных источников  ${}^{226}\text{Ra}$ ,  ${}^{232}\text{Th}$ ,  ${}^{40}\text{K}$  из комплекта ОМАСН и инертных образцов (с пренебрежимо

малой активностью). Активности радионуклидов в образцах, в зависимости от их значений, определены с погрешностями  $\delta=15-20\%$ .



**Рис.1.**  $\gamma$  – Спектр  $M$  – пробы атмосферного выпадения и его составляющие:  $F$  – фона (неэкспонированной марли),  $E_{Th}$ ,  $E_{Ra}$ , и  $E_K$  – нормированные спектры эталонных источников (ОМАСН) и  $M_{Be}$  – спектр  ${}^7Be$ .

#### Экспериментальные результаты и их обсуждение.

В таблице приведены значения удельных активностей  $A$  – ПЕРН  ${}^{226}Ra$ ,  ${}^{232}Th$ ,  ${}^{40}K$  и КРН  ${}^7Be$  в образцах атмосферных выпадений Ташкента, Самарканда и Карши, отобранных в сентябре 2017 и октябре 2018 года [3] (значения последних – в скобах), там же приведены соответствующие географические координаты –  $N$  и  $E$ ; высота над уровнем моря –  $H$  и среднее годовое (2017г) значения запыленности воздуха –  $C$  в этих городах.

**Таблица**

Удельные активности радионуклидов в сухих атмосферной выпадениях.

Город Координаты Высота- $H$ , м	$C$ мкг/см <sup>3</sup>	$A$ , Бк/м <sup>2</sup> 2018-(2017) гг.			
		${}^{226}Ra$	${}^{232}Th$	${}^{40}K$	${}^7Be$
Ташкент N41°18' E69°16' 406 м	0,2544	<0,1-(<0,2)	<0,1-(0,11)	2,7-(1,3)	2,7-(3,1)
Самарканд N39°39' E66°54' 759 м	0,0050	0,37-(0,8)	0,33-(0,56)	5,0-(2,0)	0,46-(1,5)
Карши N38°52' E65°48' 374 м	0,0310	0,60-(0,6)	0,35-(0,44)	12,7-(6,7)	1,4-(2,2)

Сопоставление активностей радионуклидов в образцах 2018 и 2017 годов свидетельствует:

- в выпадениях 2017 года, в предах фактора  $F=2$ , активности  ${}^{226}Ra$ ,  ${}^{232}Th$ , и  ${}^7Be$  ниже, а  ${}^{40}K$  выше, чем в выпадениях 2018 года – эти факты можно понять исходя из того, что отбор

образцов 2017г осуществлён на месяц раньше, чем в 2018г (запылённость воздуха возрастает в осенний период) и тем, что погодные условия 2017 года, отличались от 2018г высокой засушливостью и, соответственно, высокой ветровой эрозией поверхностных слоёв почв сельхоз угодий, обогащённых калийными удобрениями.

Значения активностей радионуклидов в выпадениях 2017 года, коррелируют, как и в 2018, с геофизическими и с техногенными факторами запыления воздушной среды исследуемых городов:

- интенсивности образования КРН  ${}^7\text{Be}$  в атмосфере возрастают с ростом широты местности:

$$N_T > N_C > N_K, \quad (1)$$

а его выпадения – с ростом запылённости воздуха:

$$C_T > C_C > C_C, \quad (2)$$

наложение этих факторов обуславливает наблюдаемую последовательность снижения активности  ${}^7\text{Be}$  в исследуемый атмосферных выпадениях:

$$A_T^{\text{Be}} > A_K^{\text{Be}} > A_C^{\text{Be}} \quad (3)$$

- последовательность спада активностей ПЕРН —  $A^*$   ${}^{226}\text{Ra}$ ,  ${}^{232}\text{Th}$  и  ${}^{40}\text{K}$  в исследуемых выпадениях:

$$A_K^* > A_C^* > A_T^* \quad (4)$$

не соответствует последовательности (2), что связано с тем, что источниками ПЕРН в выпадениях является не техногенная, а естественная составляющая —  $C^E$  запылённость воздуха, которые, учитывая географические расположения городов, спадает в последовательности:

$$C_K^E > C_C^E > C_T^E$$

соответствующей последовательности (4).

- высокая активность  ${}^{40}\text{K}$  в выпадениях Карши можно связать с атмосферными выбросами крупнейшего в Средней Азии, Дехканабадского комбината калийных удобрений.

Очевидно, что эти выводы нуждается в более детальном исследовании.

#### Литература

1. А.Н.Азимов, Н.Н.Базарбаев, А.Х.Иноятлов, И.Т.Муминов, А.К.Мухамедов, Х.Ш.Омонов, Д.Ш.Рашидова, А.А.Сафаров, И.Х.Холбаев, Ш.Х.Эшкobilов. Атмосферные выпадения  ${}^7\text{Be}$  в 2009-2014 годах в Ташкенте и Самарканде. Атомная энергия, т.123, выпуск 1(июль), 2017, с. 53-56.
2. Г.У.Атаджанова<sup>1</sup>, С.Махмудов<sup>1</sup>, И.Т.Муминов<sup>1</sup>, Т.М.Муминов<sup>1,2</sup>, А.К.Мухамедов<sup>2</sup>, Б.Х.Ниезов<sup>2</sup>, Л.Т.Нурмурадов<sup>2</sup>, А.А.Сафаров<sup>2</sup>, А.Т.Худойбердиев<sup>3</sup>. Радионуклиды в сухих атмосферных выпадениях 2017 г. в Ташкенте, Самарканде и Карши. НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК: СамГУ 2018 г 3-том (109).
3. A.N.Azimov, Sh.Kh.Hushmuradov, I.T.Muminov, T.M.Muminov, B.S.Osmanov, A.N.Safarov, A.A.Safarov / Gamma-spectrometric determination of natural radionuclides and  ${}^{137}\text{Cs}$  concentrations in environmental samples. The improved scintillation technique. / Radiation Measurements Vol.43 (2008), p. 66-71.

УДК: 534.2:58.4:548.9.

#### ПАРАМЕТР УПРУГОЙ АНИЗОТРОПИИ В КРИСТАЛЛАХ СИЛИКАТА ВИСМУТА

Ф.Р. Ахмеджанов<sup>1,2</sup>, У.А. Саидвалиев<sup>2</sup>, У.У. Тухтаев<sup>1</sup>, Ж.Т. Назаров<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Самаркандский государственный университет

<sup>2</sup>Институт ионно-плазменных и лазерных технологий АН РУз

<sup>3</sup>Навоийский государственный горный институт

E-mail: [akhmedzhanov.f@gmail.com](mailto:akhmedzhanov.f@gmail.com)

**Аннотация.** Исследован параметр упругой анизотропии нецентросимметричных кубических кристаллов силиката висмута. Показано, что они относятся к кристаллам с отрицательной анизотропией упругих модулей второго порядка, как действительных, так и мнимых. Сравнение результатов эксперимента с рассчитанными через введенный параметр анизотропии значениями скоростей и затухания акустических волн показывает хорошее совпадение.

**Ключевые слова:** акустическая волна, затухание, скорость, кубические кристаллы, параметр упругой анизотропии, кристаллы силиката висмута, действительные и мнимые упругие постоянные

### **Silikat vismut kristallarda elastik anizotropiya parametri**

**Annotatsiya.** Simmetriya markazsiz kubik vismut silikati kristallarda elastik anizotropiya parametri tadqiqot qilindi. Ushbu kristallar ikkinchi tartibli real va mavhum elastik modullar bo'yicha manfiy anizotropiyali kristallar qatoriga kirishi ko'rsatilgan. Kritilgan anizotropiya parametri orqali hisoblangan akustik to'lqinlarning tezlik va so'nish qiymatlari eksperiment natijalari bilan moslashtirishi ular bir-biriga yaxshi teng bo'lganligini ko'rsatadi.

**Kalit so'zlar:** akustik to'lqin, so'nish, tezlik, kubik kristallar, elastik anizotropiya parametri, vismut silikati kristallar, real va mavhum elastik modullar.

### **Parameter of elastic anisotropy in bismuth silicate crystals**

**Abstract.** The elastic anisotropy parameter of noncentrosymmetric cubic crystals of bismuth silicate has been investigated. It is shown that they belong to crystals with the negative anisotropy of elastic moduli of the second order. Comparison of the experimental results with the values of the velocities of acoustic waves calculated through the introduced anisotropy parameter shows a good agreement.

**Keywords:** acoustic wave, attenuation, velocity, cubic crystals, elastic anisotropy parameter, bismuth silicate crystals, acoustic wave velocity, real and imaginary elastic constants

### **Введение.**

По совокупности физических характеристик и технологических параметров в качестве рабочих сред в акустооптических и акустоэлектронных устройствах широко используются кубические кристаллы, которые выращиваются промышленностью больших размеров и в достаточном количестве. В работах [1, 2] было показано, что все центросимметричные кубические кристаллы могут быть разделены на кристаллы с положительной или отрицательной анизотропией упругих модулей второго порядка. В зависимости от типа анизотропии качественно разделяется вид спектра колебательных ветвей и ориентационная зависимость скорости в таких кубических кристаллах.

Полученный в [1, 2] вывод важен и может быть справедлив и для кубических кристаллов с более низкой симметрией, что позволит определять оптимальные направления распространения акустической волны. Кроме того одним из наиболее существенных факторов, ограничивающих частотный диапазон применения этих кристаллов являются акустические потери, связанные с затуханием волн при их распространении в звукопроводах. Поэтому одной из принципиальных задач является также определение направления с минимальным затуханием, то есть поиск таких ориентаций кристаллических звукопроводов, при которых достигаются наименьшие акустические потери.

В связи с этим, нами исследованы упругие свойства и впервые определен параметр упругой анизотропии, как по действительным, так и по мнимым упругим модулям нецентросимметричного кубического кристалла силиката висмута (точечная группа симметрии 23). Измерения скорости и затухания продольных и поперечных акустических волн проводились на ультразвуковых (10 — 90 МГц) и гиперзвуковых (400 — 1200 МГц) частотах.

### **Методика эксперимента**

Исследованные образцы кристаллов германата и силиката висмута имели форму параллелепипеда, ориентированные длинной стороной вдоль кристаллографических направлений [100], [110] и [111] с точностью до  $1^{\circ}$ . Размеры образцов вдоль ориентированной стороны составляли в среднем 1 см. Все грани образцов обрабатывались с помощью механической шлифовки и полировки по 14 классу точности.

Для возбуждения высокочастотных продольных и поперечных волн акустических волн использовались пьезоэлектрические преобразователи из кварца X- или Y- среза, соответственно. Измерения проводились на акустооптической установке в импульсном режиме. Источником света служил лазер ЛГ-38 с длиной волны  $\lambda=632.8$  нм. В качестве измерительного

преобразователя для определения интенсивности дифрагированного света использовался фотоэлектронный умножитель ФЭУ-79. Скорость акустических волн  $V$  определялась либо импульсным интерференционным методом в ультразвуковом диапазоне с точностью 0.01% [3], либо по углу Брэгговской дифракции света на гиперзвуковых частотах из соотношения[4]:

$$V = \frac{\lambda \cdot \nu}{2 \sin \theta}, \tag{1}$$

где  $\nu$  - линейная частота упругой волны,  $\theta$  – внешний Брэгговский угол.

Интенсивность света, дифрагированного на прямой акустической волне ( $I_1$ ) и интенсивность света, дифрагированного на отраженной от свободного торца образца волне ( $I_2$ ) измерялись в одной и той же точке образца вдоль направления распространения волн. Измерялись также соответствующие расстояния и промежутки времени между указанными сигналами. Коэффициент затухания акустической волны рассчитывался по формуле [4]:

$$\alpha = \frac{10 \lg(I_1/I_2)}{2L_0}, \tag{2}$$

где  $L_0$  – длина исследуемого образца.

Точность определения скорости и коэффициента затухания акустической волны акустооптическим методом составляла примерно 0.2 и 5%, соответственно.

**Результаты эксперимента и их обсуждение**

На основе измеренных значений скорости  $V$  и затухания  $\alpha$  акустических волн вдоль особых кристаллографических направлений [100], [110] и [111] были определены все независимые действительные и мнимые компоненты комплексного тензора упругих постоянных кристаллов силиката висмута:

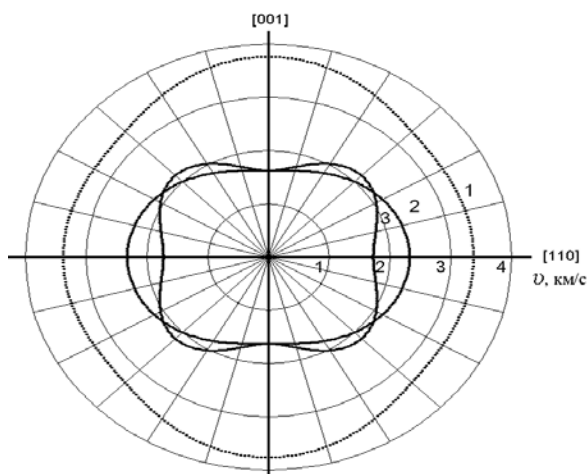
$$c_{ijkl} = c'_{ijkl} + c''_{ijkl}. \tag{3}$$

Затухание вдоль произвольного направления определялось по формулам [5, 6]::

$$\alpha = \frac{1}{2} \omega \frac{c''_{\text{эфф}}}{\rho V^2}, \tag{4}$$

$$c''_{\text{эфф}} = c''_{ijkl} \kappa_j \kappa_l \gamma_i \gamma_k, \tag{5}$$

где  $\rho$  - плотность,  $\omega$  - круговая частота акустической волны,  $\kappa_j$  и  $\gamma_i$  -направляющие косинусы волнового вектора и вектора смещений. Необходимые соотношения для всех независимых компонент приведены в таблице 1, в которой упругие модули приведены в матричной записи.



**Рис. 1.** Ориентационные зависимости скорости квазипродольных (1) и квазипоперечных (2, 3) акустических волн в кристаллах  $Bi_{12}SiO_{20}$  в плоскости (1-10)

На основе полученных действительных упругих постоянных и соответствующих величин диэлектрической и пьезоэлектрической постоянных кристаллов силиката висмута [7,

8], были рассчитаны ориентационные зависимости скорости квазипродольных и квазипоперечных акустических волн в плоскостях симметрии (001) и (1-10). На рис. 1. представлена такая зависимость в диагональной плоскости куба (1-10) в кристалле  $Bi_{12}SiO_{20}$ . Аналогичные зависимости были получены для centrosимметричных кубических кристаллах в работах [1, 2]. Отсюда следует, что пьезоэлектрический эффект, характерный для нецентросимметричных кристаллов, не меняет качественной картины анизотропии скорости акустических волн.

Таким образом, кубические кристаллы, независимо от принадлежности к той или иной точечной группе симметрии, могут быть разделены на кристаллы с положительной (тип I) и отрицательной (тип II) анизотропией упругих модулей второго порядка. Вид ориентационных зависимостей скорости акустических волн для кристаллов этих типов отличается лишь качественно, тогда, как внутри одного типа кристаллов эти зависимости различаются только количественно.

Анализ ориентационных зависимостей скорости акустических волн в кристаллах силиката висмута для волновых векторов, лежащих в плоскостях граней куба или диагональных плоскостях, показывает, что эти кристаллы относятся к кристаллам с отрицательной анизотропией действительных упругих модулей второго порядка (тип II). Характер изменения скорости акустических волн в них от направления волнового вектора имеет тот же вид, что и в centrosимметричных кубических кристаллах с отрицательной анизотропией [1]. Количественно влияние пьезоэффекта сказывается только на незначительном ослаблении анизотропии скорости квазипоперечных акустических волн, по сравнению с centrosимметричными кристаллами.

В отличие от работы [2] рассмотрим два параметра упругой анизотропии: как по действительным упругим модулям  $\Delta c'$ , так и по мнимым упругим модулям  $\Delta c''$ :

$$\Delta c' = c'_{12} + 2c'_{44} - c'_{11} \tag{6}$$

$$\Delta c'' = c''_{12} + 2c''_{44} - c''_{11} \tag{7}$$

В таблице 1 представлены рассчитанные значения этих параметров анизотропии для кристаллов силиката висмута, которые отрицательны по знаку. При отрицательном параметре анизотропии скорость и затухание продольных волн оказываются максимальными в направлении [100] и минимальными в направлении [111]. В то же время скорость и затухание поперечных акустических волн оказываются максимальными в направлении [110] и минимальными в направлении [100]. Расчет показал также, что коэффициенты затухания акустических волн, определенные через введенный параметр анизотропии  $\Delta c''$  (формулы приведены в табл. 1) хорошо совпадают с экспериментальными значениями. Значение параметра анизотропии по действительным упругим модулям для силиката висмута  $\Delta c' = -5,10$  и по порядку величины оказывается таким же, как и у centrosимметричных кристаллов. Так для кристаллов с отрицательной анизотропией KCl и  $CaF_2$   $\Delta c'$  равно  $-2.1 \cdot 10^{10}$  Н/м<sup>2</sup> и  $-4.5 \cdot 10^{10}$  Н/м<sup>2</sup>, соответственно [1, 2].

Таблица 1

Соотношения между коэффициентами затухания продольных (L) и поперечных (S) волн в кристаллах  $Bi_{12}SiO_{20}$  через параметр анизотропии

Выражения для $c_{эфф}$	$c'_{эфф}, 10^{10} \text{ Н} \cdot \text{м}^{-2}$	$c''_{эфф}, 10^6 \text{ Н} \cdot \text{м}^{-2}$	Расчетные формулы для скорости
$c_{11}$	13.10	3.08	$\alpha_{100}^L = \frac{1}{2} \omega \frac{c''_{11}}{c'_{11}}$
$c_{44}$	2.45	0.18	$\alpha_{100}^S = \frac{1}{2} \omega \frac{c''_{44}}{c'_{44}}$
$c_{12}$	3.10	2.46	



$\frac{c_{11} + c_{12} + 2c_{44}}{2}$	10.55	2.95	$\alpha_{110}^L = \alpha_{100}^L \frac{(1 + \Delta c'' / 2c_{11}'')}{(1 + \Delta c' / 2c_{11}')}$
$\frac{c_{11} - c_{12}}{2}$	5.00	0.31	$\alpha_{110}^S = \alpha_{100}^S \frac{(1 - \Delta c'' / 2c_{44}'')}{(1 - \Delta c' / 2c_{44}')}$
$c_{44} + \frac{e_{14}^2}{\epsilon_0 \epsilon}$	2.79	0.25	$\alpha_{110}^{S_2} = \alpha_{100}^S \frac{1 + e_{14}^2 \text{tg} \delta / c_{44}' \epsilon \epsilon_0}{1 + e_{14}^2 \text{tg} \delta / c_{44}'' \epsilon \epsilon_0}$
$\Delta c' = c_{12}' + 2c_{44}' - c_{11}'$	-5,10		
$\Delta c'' = c_{12}'' + 2c_{44}'' - c_{11}''$		-6,2	

Учитывая большую погрешность определения величин затухания, соответствие значений параметра анизотропии полученных через действительные ( $\Delta c' = -5.1 \cdot 10^{10}$  Н·м<sup>-2</sup>) и мнимые компоненты ( $\Delta c'' = -6.2 \cdot 10^6$  Н·м<sup>-2</sup>) комплексного тензора упругости (без учета множителя) следует считать удовлетворительным. Такой подход позволит описывать анизотропию скорости распространения и коэффициента затухания акустических волн в кубических кристаллах любой симметрии [9]. Как видно из таблицы 1, зная величину коэффициента затухания акустических волн вдоль направления [100], можно расчетным путем определить эту величину вдоль других кристаллографических направлений.

### Заклучение.

Результаты исследования показали достаточно хорошее совпадение экспериментальных значений скорости и коэффициента затухания продольных и поперечных волн акустических волн вдоль особых направлений [100], [001] и [110] с рассчитанными значениями через соответствующий параметр анизотропии. Расчеты показали также, что при классификации поперечных упругих волн необходимо в первую очередь разделять их по поляризации. Скорость их распространения не является признаком, характеризующим эти волны, в то время как во многих работах по-прежнему принято разделять поперечные волны на «быстрые» и «медленные».

Для установления обобщающих закономерностей для всего класса кубических кристаллов необходимо провести аналогичные исследования в нецентросимметричных кристаллах с положительным параметром анизотропии упругих свойств. Полученные результаты могут быть полезны для предсказания общего характера анизотропии упругих свойств кубических кристаллов, включая затухание акустических волн.

### Литература

1. Кулеев, И.Г., Кулеев И.И. Упругие волны в кубических кристаллах с положительной и отрицательной анизотропией упругих модулей второго порядка. ФТТ. 2007. Т. 49, вып. 3. С. 422-429.
2. Кулеев И.Г., Кулеев И.И. Анизотропия поглощения продольного ультразвука в ангармонических процессах рассеяния в кубических кристаллах Ge, Si, InSb, MgO и KCl: роль затухания фононных состояний. ФТТ. 2010. Т. 52, вып. 7. С. 1377-1383
3. Труэлл Р., Эльбаум Ч., Чик Б. Ультразвуковые методы в физике твердого тела. Мир. М., 1972.
4. Дьелесан Э.Д., Руайе Д. Упругие волны в твердых телах. Применение для обработки сигналов. Наука. М., 1982.
5. Ахмеджанов Ф.Р., Леманов В.В., Насыров А.Н. Поверхности акустического затухания в кристаллах. Письма в ЖТФ, 1980. Т. 6, вып. 10, С. 589-592.
6. Bajac I.L., McNab A., Richter J., Wilkinson C.D.W. Attenuation of acoustic waves in lithium niobate. J. Acoust. Soc. Am. 1981. V. 69, No. 3. – p. 689-695.
7. Акустические кристаллы. Справочник. Под ред. Шаскольской М.П. Наука. М., 1982.

8. Сиротин Ю.Г., Шаскольская М.П. Основы кристаллофизики. Наука. М., 1979.
9. Юшин Н.К., Насыров А., Ким В.С. Анизотропия акустических потерь в кристаллических звукопроводах УЛЗ. Журнал технической физики. 1986. Т. 56, вып. 8. С. 1643-1649.

УДК: 621.315.592

### **n-InP MATERIALDA AKSEPTOR ATOMLARI MAJMUALARINING XUSUSIY-NUQTAVIY NUQSONLAR BILAN O'ZARO TA'SIRI**

**О. Рахимов<sup>1</sup>, А.А. Эшбеков<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Samarqand davlat arxitektura qurilish instituti,*

<sup>2</sup>*Samarqand davlat universiteti*

**Аннотация.** Ushbu ishda n-InP:cd qabul qiluvchi akseptorlarining gamma nurlanishida yuzaga keladigan xususiy nuqtaviy nuqsonlar bilan o'zaro ta'siri tekshirilgan, ularning akseptor markazlari qismlari soniga qarab, klasterlarning  $N_z(z)$  tarqatish funksiyasini o'zgaradi.

**Калит so'zlar:**  $N_A$  akseptorlar va  $N_D$  donorlar, xususiy-nuqtaviy nuqsonlar, effektiv kesim, diffuziya, dreyf yo'li, elektr faol markazlar.

### **Взаимодействие квазиточных скоплений акцепторов в материалах n-InP с собственными точечными дефектами**

**Аннотация.** В настоящей работе исследовано взаимодействие квазиточных скоплений акцепторов n-InP:cd с собственными точечными дефектами, возникающими при гамма облучении, которые изменяет функции распределения  $N_z(z)$  квазиточных скоплений по числу составляющих их акцепторных центров.

**Ключевая слова:**  $N_A$  акцепторы и  $N_D$  доноры, собственно-точечный дефектов, эффективные сечение, диффузия, путь дрейфа, электро активные центры.

### **Interaction of quasitatic acceptor clusters in n-InP materials with intrinsic point defects**

**Abstract.** In the present work, the interaction of n-InP:cd acceptor clusters with intrinsic point defects arising under gamma irradiation, which changes the distribution function  $N_z(z)$  of quasi-fold clusters according to the number of their acceptor centers, is investigated

**Keywords:**  $N_A$  absorbers and  $N_D$  donors, specific dental disorders, effective section, diffusion, drifting, electric-active centers.

Hozirgi paytda yarim o'tkazgichlardagi kompensatsiyalovchi aralashmalar atomlarning kristall hajmi bo'ylab taqsimlanishini hamda ularning radiaktiv nuqsonlar bilan o'zaro ta'sirlarini o'rganish, yarim o'tkazgichli asboblari yaratishda muhim ahamiyatga ega bo'lganligi sababli ko'pchilikning diqqatini tortmoqda.

Fan va texnikaning rivojlanishi zamonaviy inshootlarni elektr energiyasi bilan ta'minlash, isitish sovitish tizimlarida yarim o'tkazgichli materiallarning koinotdan keluvchi  $\alpha, \beta, \gamma$  radiaktiv nurlar ta'sirida o'zlarining o'tkazuvchanlik xossalarni saqlab qolish yoki o'zgartirish xususiyatlarini inobatga olishga to'g'ri keladi.

Fosfid indiy tuzilishidagi defektlarni o'rganish boshqa yarim o'tkazgichlarga nisbatan kamroq o'rganilgan. InP dagi nuqtaviy nuqsonlar, hususiy - nuqtaviy nuqsonlarning birikmalari yoki hususiy - nuqtaviy nuqsonlar bilan aralashma atomlari birikmalari xolida uchraydi va bu birikmalar 100-300 K haroratda turg'un holatda bo'ladi. Gamma nuri yoki energiyasi 1 Mev bo'lgan elektron bilan hosil qilingan xususiy-nuqtaviy nuqsonlar 77 K haroratda harakatchan bo'ladi [1].

Legirlanmagan, kimyoviy toza yo'l bilan olingan, InP tarkibida  $\sim 8 \cdot 10^{15} \text{sm}^{-3}$  vodorod atomiga o'xshash atomlari mavjud bo'lib, akseptorlarning konsentratsiyasi  $10^{15} \text{sm}^{-3}$  dan oshmaydi [2]. Bundan kamroq elektron konsentratsiyali materialni olish uchun mis, rux, kadmiy va boshqa akseptorli aralashmalardan foydalaniladi. Akseptorli aralashmalarining bir qismi kristall hajmi bo'ylab bir jinsli (tekis) taqsimlanadi va bir qismi esa majmualarni hosil qilishlari mumkin. Bunday majmualar fazoviy zaryadlar sohasi bilan o'raladi. Bu soha materialning elektr parametrlariga kuchli ta'sir qiladi va bir jinsli bo'lmay qoladi [3]. Fazoviy zaryadlar sohalari yarim o'tkazgichning ftoelektrik xossasiga juda

kuchli ta'sir qiladi. Bu xossani o'rganish akseptorlar hamda elektr aktiv markazlar (EAM) majmualarini o'rganish usullaridan biridir.

Majmualar konsentratsiyasi va ularga kirgan EAM lar sonini fotoo'tkazuvchanlikning kamayish kinetikasini o'lchash usuli bilan aniqlash mumkin [4-6].

Ishning maqsadi, n-InP:cd materialida gamma kvanti ta'sirida hosil bo'ladigan xususiy-nuqtaviy nuqsonlar o'zgarish tezligi kinetikasini va akseptor atomlari majmualari o'zgarishini tekshirish.

n-InP:cd materiali Choxralskiyning o'stirish usuli bilan olingan. Gamma kvanti bilan nurlantirish  $^{60}\text{So}$  qurilmasida, xona haroratida bajarildi.

Xoll koeffitsienti, elektro'tkazuvchanlikning haroratga bog'liqligi 4,2-300 K oralig'ida va fotoo'tkazuvchanlikning kamayish kinetikasi 77 K da gamma kvantining har xil dozalarida o'lchandi (1-jadval).

2-jadvalda n-InP materiallaridagi danorlar va akseptorlar hosil bo'lishining effektiv kesim qiymatlari  $\sigma_D$ ,  $\sigma_A$  berilgan.

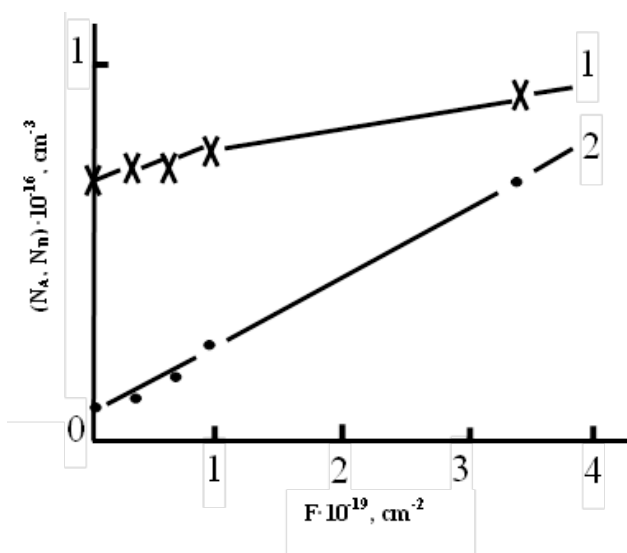
3-jadvalda n-InP ning  $N_M$  akseptor majmualari sonining  $\gamma$ -nurlanishda ortishi va bu majmua egallab turgan f hajm qiymati keltirilgan.

Natijalarni tahlil qilib, zaryad tashuvchilar uzluksizlik tenglamasini yechib, elektronlar konsentratsiyasini, harakatchanligini va  $N_A$  akseptorlar,  $N_D$  donorlar konsentratsiyalarini hisoblab topdik.

n-InP:cd da  $N_A$  va  $N_D$  konsentratsiyalarining gamma kvant dozasi bog'liqligi ya'ni doza orta borishi bilan chiziqli o'sishi 1-rasmda keltirilgan.  $N_A$  va  $N_D$  o'zgarish tezliklari orasidagi farqni xususiy-nuqtaviy nuqsonlar harakatchanligi hamda aralashma atomlari bilan birikmalar hosil qilishi orqali izohlash mumkin.

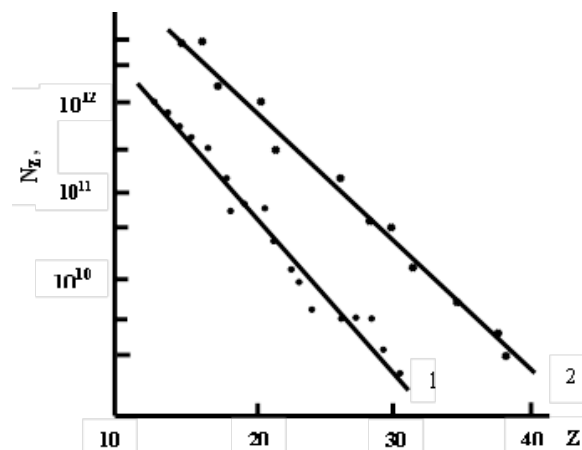
Gamma nurining akseptorlar majmualari o'lchamiga ta'sirini qarasaq, n-InP:cd materialida akseptorlar majmualari  $N_Z$  konsentratsiyasining ularga kiruvchi Z akseptorlar soniga bog'liqlik  $N_Z(Z)$  funksiyasi, nurlantirilmagan va  $\gamma$ -nuri bilan nurlantirilgan xollar uchun 2-rasmda ko'rsatilgan.  $N_Z(Z)$  funksiya gamma kvanti dozasi bog'liq holda o'zgaradi (ortadi).

Nurlantirilmagan n-InP:cd da eng katta o'lchamli majmualarda akseptorlar soni  $Z=30$  va ularning konsentratsiyasi  $\sim 10^{10}\text{sm}^{-3}$  ga teng. Gamma nuri dozasi ko'payganda katta majmualardagi akseptorlar soni  $Z=40$  bo'lgan konsentratsiyasi  $\sim 10^{11}\text{sm}^{-3}$  ga yetgan (2-rasm, 1 va 2 grafiklar).



**1- rasm.** n-InP uchun  $N_A$  akseptorlar va  $N_D$  donorlar konsentratsiyasining gamma kvant dozasi bog'liqligi.

1 -  $N_A$  akseptorlar; 2 -  $N_D$  donorlar



**2-rasm.** n-InP:cd materialida akseptorlar majmualari  $N_Z$  konsentratsiyasining ularga kiruvchi Z akseptorlar soniga bog'liqlik  $N_Z(Z)$  funksiyasi.

1 -  $F=0$ ; 2 -  $5,2 \cdot 10^{18} \text{cm}^{-2}$ .

Qoldiq fotoo'tkazuvchanlikni o'lchash usuli bilan kichik o'lchamli akseptor majmualarini ( $Z < 10$ ) topishning imkoni bo'lmaydi, chunki majmualar o'lchami tok tashuvchi elektronlarning erkin chopish yo'lidan kichik.

Kichik majmualar elektronlar uchun effektiv sochuvchi markazlar vazifasini bajaradilar.

Xulosa qilib aytganda, katta o'lchamli ( $Z > 10$ ) akseptor majmualari o'lchami gamma nuri dozasi oshishi bilan kattalashadi va to'siq-izolyator

1-jadval.

Fosfid indiyning asosiy paramerlari

Legirlangan	$F \cdot 10^{19} \text{ sm}^{-2}$	$n \cdot 10^{-15} \text{ sm}^3$			$R\sigma, \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$		$R\sigma^{4,2K} = U_2 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$	$\sigma, \text{ om}^{-1}\cdot\text{sm}^{-1}$		
		$n_1 \cdot 10^{-15} \text{ sm}^3$	$n_2 \cdot 10^{-15} \text{ sm}^3$	$n^{4,2K} = n_2 \cdot 10^{-15} \text{ sm}^3$	300K	78K		300K	78K	4,2K
								300K	78K	4,2K
Cd	0	6,07	3,88	5,2	4510	10500	125	4,4	7,02	0,104
	0,59	5,68	3,57	4,64	4500	10020	100	4,1	6,24	$7,6 \cdot 10^{-2}$
	1,47	4,81	2,87	3,86	4470	9480	71	3,4	4,76	$4,37 \cdot 10^{-2}$
	2,90	3,9	2,01	3,21	4380	8940	32	2,7	3,14	$2,63 \cdot 10^{-2}$
	3,49	3,38	1,53	2,0	4090	8660	23	2,2	2,3	$7,08 \cdot 10^{-3}$
	3,85	3,2	1,42	1,83	3840	8470	15	2,0	2,13	$4,4 \cdot 10^{-3}$
	4,08	2,93	1,36	1,6	3740	8240	11	1,7	1,95	$2,82 \cdot 10^{-3}$
	4,62	2,6	1,15	-	3600	7700	-	1,5	1,51	$1,23 \cdot 10^{-3}$
Zn	5,07	2,47	1,03	-	3570	7210	-	1,4	1,28	$4,79 \cdot 10^{-4}$
	0	1,36	0,91	-	2650	7600	-	0,79	1,26	-
Cu	0,86	0,60	0,22	-	2070	1062	-	0,2	0,38	-
	0	2,5	1,5	-	2450	5600	-	0	1,34	-
Cu	0,59	1,5	1,0	-	1640	2440	-	0,4	0,53	-

2-jadval.

n-InP materialida donorlar va akseptorlar hosil bo'lishini effektiv kesimlari  $\sigma_D$  va  $\sigma_A$ .

Legirlangan	$\sigma_D \cdot 10^{-26} \text{ sm}^{-2}$	$\sigma_A \cdot 10^{-26} \text{ sm}^{-2}$
Legirlanmagan	0,4	1,0
Cd	0,33	0,66
Cu	1,3	1,3
Zn	3,1	3,1

3-jadval.

n-InP materialida  $N_m$  akseptorlar majmualari sonining  $\gamma$  nurlanish ta'sirida o'sishi.

Legirlangan	f, % F=0	$N_M \cdot A^*, \text{ sm}^{-1}$ F=0	$F \cdot 10^{19} \text{ sm}^{-2}$	f, % F≠0	$N_M \cdot A^*, \text{ sm}^{-1}$ F≠0
Legirlanmagan	1	$3 \cdot 10^3$	3,20	1	$3 \cdot 10^3$
Cd	1	$3 \cdot 10^3$	5,08	1	$3,7 \cdot 10^4$
Cu	34	$1,1 \cdot 10^5$	0,59	52	$1,2 \cdot 10^5$
Zn	36	$1,2 \cdot 10^5$	0,86	62	$1,2 \cdot 10^5$

\*) Baholash [4] metodi yordamida,  $T=300 \text{ K}$  haroratda (amalga oshirilgan) qilingan.

kattalashadi va to'siq-izolyator vazifasini bajaradi, shuning uchun elektronlar izolyatorlardan aylanib o'tishga majbur bo'ladilar.

1. n-InP:cd materialida gamma kvant ta'sirida  $N_A$  akseptorlar va  $N_D$  donorlarning hosil bo'lish tezliklari har xil ekanligi topildi.

2. n-InP:cd materialida akseptorlar majmualari mavjud bo'lsa, gamma kvant ta'sirida majmualardagi akseptorlar soni oshishi aniqlandi.

Gamma kvant ta'sirida akseptor majmualari o'lchamlarining ortish tabiati hozircha ma'lum emas, ammo ikki xil ehtimoliyatga ko'ra bo'lishi mumkin degan tahminlar bor:

a) dastlabki (nurlanmagan) materialda kichik sonli akseptorlar majmualari bo'lgan bo'lsa, nurlanishda hosil bo'layotgan donorlar  $N_D$  va akseptorlar  $N_A$  konsentratsiya ayirmalari kamayishi hisobiga zaryadlarning ekranlashuv uzunligi ortadi va mos ravishda fazoviy zaryadlar sohasi radiusining ham ortishiga olib keladi;

b) kristall strukturasi hosil bo'layotgan xususiy nuqtaviy nuqsonlarni diffuziya yoki dreyf yo'li bilan majmualar tortib oladilar.

#### Adabiyotlar

1. Врайловский Е.Ю., Кярапетян Ф.К. Тартанчик В.П. Отжиг точечных радиационных дефектов в n-InP. - ФТП, 1979, т.13, в.10, с.2044-2046.
2. Кавалевская Г.Г., Попов Ю.Г., Слукеев Н.В. Электрические свойства n-InP при низких температурах. - ФТП, 1967, т.1, в.2, с.225-229.
3. Дахно А.Н., Емельяненко О.В., Лагунова Т.С., Старосельцева С.П. Особенности переноса электронов в компенсированных кристаллах n-InP. - ФТП, 1979, т. 13, в.10, с.1988-1994.
4. Витовский Н.А. Метод определения заряда квазиточечных скоплений атомов примесей и дефектов в полупроводниках и функции распределения скоплений по их заряду. - ФТП. 1982, т.16, в.5, с.832-835.
5. Витовский Н.А., Емельяненко О.В., Лагунова Т.С., Рахимов О. Определение заряда квазиточечных скоплений атомов акцепторной примеси в компенсированных кристаллах n-InP. – ФТП. 1982, т.16, в.6, с. 1122-1124
6. Баграев Н.Т., Витовский Н.А., Власенко Л.С., Машовец Т.В., Рахимов О. Скопления электрически активных центров в термообработанном кремнии, выращенном по методу Чохральского.- ФТП, 1983, т.17, в.11, с.1979-1984.
7. Рахимов О. InP materialidagi akseptor majmualarining gamma kvanti ta'sirida hosil buladigan nuqtaviy nuqsonlar bilan uzaro ta'siri. Me'morchiлик va qurilish muammolari (ilmiy - texnik jurnal), № 3-4, Samarqand, 2003, с. 64-67.
8. Рахимов О., Холдоров Н. Изменение электропроводимости в p-Si при облучении f-квантами. "Хозирги замон физикасининг долзарб muammolari" Республика илмий-назарий конференция. Термиз, 2006.
9. Raximov O., Tugalov F. n-InP akseptor klasterlari o'lchamlari gamma-kvanti ta'sirida o'zgarishi. SamDAQI "Arxitektura va qurilish sohalarida innovatsion texnologiyalarni qo'llash istiqbollari" mavzusidagi xalqaro ilmiy-texnik konferensiyasi materiallari, II-qism, Samarqand, 2016 (27-28 may), 97-98 betlar.

UDK: 523:536.5

### QUYOSH HAVZASIDA YORUG'LIK ENERGIYASINI ISSIQLIK ENERGIYASIGA AYLANTIRISH MUAMMOLARI

M. Qodirov, Z. Arziev

Samarqand davlat universiteti

E-mail: [zarziyev@mail.ru](mailto:zarziyev@mail.ru)

**Annotatsiya.** Ushbu ishda muqobil energiya manbalaridan biri bo'lgan quyosh energiyasini issiqlik energiyasiga aylantirish ustida tadqiqotlar o'tkazildi. Quyosh havzasining uch qismli yuqori konvektiv zona (YKZ), konvektiv bo'lmagan zona (KBZ) va issiqlik saqlovchi zona (ISZ) larining modeli tahlil qilindi.

Amaliy tadqiqot ishlari temirdan yasalgan yuzasi  $S = 0,114 \text{ m}^2$ , balandligi  $x = 0,31 \text{ m}$  va hajmi  $V = 0,02988 \text{ m}^3$  bo'lgan to'ng'irak kesik konus ko'rinishidagi quyosh havzasida o'tkazildi. Ushbu hajmda Quyosh energiyasini issiqlik energiyasiga aylantirish mumkinligi ko'rsatildi. Quyosh havzasidagi YKZ, KBZ va ISZlardagi hosil bo'lgan temperaturalar o'lchandi va xulosalar chiqarildi.

**Kalit soʻzlar:** quyosh havzasi, yoritilganlik, yuqori konvektiv zona, konvektiv boʻlmagan zona, issiqlik saqlovchi zona, issiqlik balans tenglamasi, temperatura, konsentratsiya, gradiyent.

### **Проблемы преобразования световой энергии в тепловую энергию в солнечном пруду**

**Аннотация.** В этой работе проводились исследования преобразования солнечной энергии, как альтернативного источника, в тепловую. Проанализирована модель солнечного пруда, состоящего из трёх слоёв: зона высокой конвекции (ЗВК), неконвективная зона (НКЗ) и термостойкая зона (ТСЗ).

Экспериментальные работы были проведены с солнечным прудом, изготовленного из железа в форме перевернутого конуса с площадью поверхности  $S = 0,114 \text{ м}^2$ , высотой  $x = 0,31 \text{ м}$  и объёмом  $V = 0,02988 \text{ м}^3$ . Было показано, что в этом объёме имеет место превращении солнечной энергии в тепловую. Была измерена температура в каждой из трёх зон (ЗВК, НКЗ и ИСЗ).

**Ключевые слова:** солнечный пруд, освещённость, зона высокой конвекции, неконвективная зона, термостойкая зона, уравнение теплового баланса, температура, концентрация, градиент.

### **Problems of converting light energy into thermal energy in a solar pond**

**Abstract.** In this study Solar energy, as alternative energy source, was converted into thermal energy. The model of the three-part solar pond with upper convective zone (UKZ), none convective zone (NCZ) and heat storage zone (HSZ) had been analyzed.

The applied research was carried out in the solar pond, which is made of iron and formed of inverted cone-cut. The surface of the solar pond is  $S = 0,114 \text{ m}^2$ , the height is  $x = 0,31 \text{ m}$  and the volume is  $V = 0,02988 \text{ m}^3$ . The possibility to convert Solar energy into thermal energy in this volume has been found. The temperatures in the UKZ, NCZ and HSZ in the solar pond measured and conclusions are released.

**Keywords:** solar pond, illumination, upper convective zone, none convective zone, heat storage zone, heat balance equation, temperature, concentration, gradient.

### **Kirish.**

Dunyo aholisining koʻpayib borishi bilan elektr, issiqlik energiyasiga boʻlgan talab kundan kunga oshib bormoqda. Tabiiy boyliklar esa chegaralangan va ulardan cheksiz foydalanib boʻlmaydi. Ulardan foydalanganda atmosferaga ajralib chiqadigan zararli gazlar tufayli bugungi kunda global ekologik muammolar paydo boʻlmoqda [1]. Shuning uchun ham qayta tiklanadigan energiya manbalari (Quyosh, shamol, dengiz va okeanlardan olinadigan energiyalar va h.k.) dan foydalanish bugungi kunning eng dolzarb masalasi hisoblanadi.

Bugungi kunda dunyoda ishlatiladigan elektr energiyasining 65 % issiqlik elektr stansiyalari, 16 % gidroelektrostansiyalari, 11 % atom elektr stansiyalari va atiga 8 % muqobil energiya manbalari tashkil qiladi. Qayta tiklanadigan energiyadan foydalanish ham asosan Yevropa davlatlari, AQSH va Xitoy kabi davlatlar hissasiga toʻgʻri keladi. Oʻzbekistonda davlat va aholi ehtiyoji uchun energiyaning 85 % issiqlik, 15 % gidro stansiyalarda ishlab chiqariladi.

**Quyosh havzasi haqida.** Soʻngi yillarda quyosh havzalaridan issiqlik energiyasini olish va foydalanishga eʼtibor kuchaydi. Quyosh havzalarining afzallik jihati koʻp jihatdan unda issiqlikni akkumulyatsiya qilish mumkinligidadir [2].

Quyosh havzasining ishlashi tabiat hodisasi bilan bogʻlangan: agar berk idishdagi suvga bir necha turli xil konsentratsiyaga ega boʻlgan suyultirilgan tuzni salsak ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$  va  $\text{NaHCO}_3$ ) havzaga quyosh nuri tushganda, quyi aralashma yuqoridagiga nisbatan katta temperaturaga qiziydi. Quyosh havzalarining tuzilishiga va tuz aralashmasining tarkibiga qarab hovuz tubida  $60 - 90^\circ\text{C}$  va unga yaqin temperatura hosil boʻlishi mumkin. Bu holat suv havzasining yuqorisida tuz konsentratsiyasi past, pastda esa yuqori boʻlishi bilan izohlanadi. Huddi shu quyosh havzasida vertikal yoʻnalishda temperatura gradienti hosil boʻladi.

Odatda dengiz va okeanlardagi suv qiziganda, termik kengayish natijasida zichlik pasayadi va qizigan suv yuqoriga qalqib chiqib issiqlikni havoga uzatadi. Yuqoriga qalqib chiqqan suvning oʻrnini sovuq suv egallaydi. Quyosh havzasida esa bunday konveksiya yoʻq, chunki qizish davomida havza

tubidagi o'ta katta zichlikli tuzli eritmaning zichligi kamaymasdan, balki aksincha issiq suvda tuzning eruvchanligi oshishi hisobiga ortadi va bu effekt suyuqlikning kengayish ta'siridan ustun keladi.

Tuz sovuq suvga nisbatan qaynoq suvda tezroq eriydi va diffuziya tufayli tarqaladi. Demak, havza tubiga yaqin qatlamlar qiziganda tuz kristallari tezroq eritma holatiga o'tib, uning zichligini oshiradi. Havzaning qizigan tubidan va unga yaqin qatlamlardan issiqlik uzatilishining mexanizmlari havza ostidagi yer orqali pastga, yon tomondagi devorlar va tinch turgan suv orqali yuqoriga issiqlik o'tkazuvchanlik bilan belgilanadi.

Havzaning yuqori qatlami odatda chuchuk suvdan iborat bo'ladi. Bu qatlamda suyuqlik aralashib ketishining oldini olib bo'lmaydi. Bu qatlam yuqori konvektiv zona deb ataladi. Suvga tushayotgan nur yo'qotishlarini kamaytirish maqsadida uning qalinligi iloji boricha kichik, yuzasi toza va mavjlanmasligi kerak bo'ladi, chunki bu zonada yutilgan quyosh nuri energiyasi osongina yuzadan shamol orqali va suvning bug'lanishi hisobiga yo'qotiladi. Bu zonadan pastroqda gradientli qatlam joylashib, unda yuqoridan pastga tomon tuzli eritmaning konsentratsiyasi ortib borib izolyatsiyalovchi qatlam hosil bo'ladi. Agar havza barqaror ishlayotgan bo'lsa, aynan shu qatlamda suyuqlik aralashib ketishidan holi bo'lgan temperatura va sho'rlik darajasining notekis taqsimoti yuzaga keladi. Shu qatlamning qalinligi havzaning barcha ko'rsatgichlarini belgilaydi. Havza tubi oldidagi qatlamda energiyani jamlash zonasi joylashgan bo'lib, u qaynoq tuzli eritma qatlamidan yoki aralashish yuz berishi mumkin bo'lgan konvektiv zonadan iborat. Uning qalinligi ham havza ko'rsatgichlariga ta'sir etadi va asosan uning issiqlik inergiyasi olishda namoyon bo'ladi. Havzaning foydali energiyasi shu qatlamda akkumulyatsiyalangan issiqlik hisoblanadi. Undan issiqlik taminoti maqsadida ham, elektr energiyasi ishlab chiqarish uchun ham foydalanish mumkin [3], [4], [5].

**Quyosh havzasi modeli.** Quyosh havzasida 3 ta qatlam mavjud: yuqori konvektiv zona (YKZ), konvektiv bo'lmagan zona (KBZ) va issiqlik saqlovchi zona (ISZ) (1-rasm).

Quyosh havzasini o'rganish bo'yicha tadqiqotlar asosan havzaning joylashuvi, zichliklarning taqsimoti (tuz va tuzli aralashma), suvning issiqlik o'tkazuvchanligi, havzadagi aralashmaning konsentratsiyasi va tuzning suvda diffuziyalanishi kabi kattaliklarni o'lchashga qaratiladi.

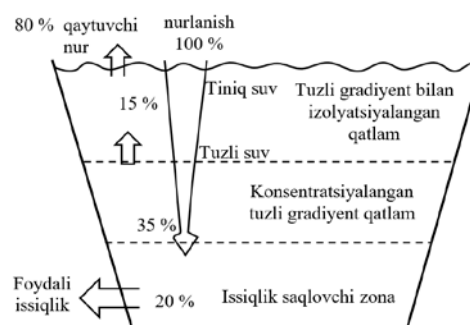
Quyosh havzasidagi fizik jarayonlarni o'rganishda havzaning joylashuvi o'ta muhim hisoblanadi va bunda quyosh nuri havza tubini ko'proq yoritib turishiga erishishga katta ahamiyat beriladi. Shuning uchun havza devorlarining gorizontga nisbatan egrilik burchagi  $0^0 < \alpha < 90^0$  bo'lishi maqsadga muvofiq.

Havzadagi tuzning va tuzli aralashmalarning zichliklarini bilish va kerakli zichlikdagi aralashmani hosil qilish birmuncha murakkab ish hisoblanadi. Havza tubidan boshlab aralashmaning sho'rlik darajasini kamaytirib, qatlam hosil qilish o'ta murakkab jarayondir. Kerakli issiqlikni to'plash uchun havza tubi va suv yuzasi qatlamlarining zichliklari bir-biridan farq qilishi kerak. Havza tubining zichligi  $1 \frac{g}{sm^3} < \rho < 1,5 \frac{g}{sm^3}$  oraliqda bo'lishi kerak.

Tushayotgan yorug'likning 35 % ga yaqin qismi havzaning tubiga yetib boradi. Shundan 20 % energiya [6] issiqlik to'plashda ishtirok etadi (2-rasm). Havza tubining yorituvchanligini oshirish uchun imkon qadar havza (yoki idish) yuzasidagi suvning mavjlanmasligiga erishish kerak.



1-rasm. Quyosh havzasi modeli

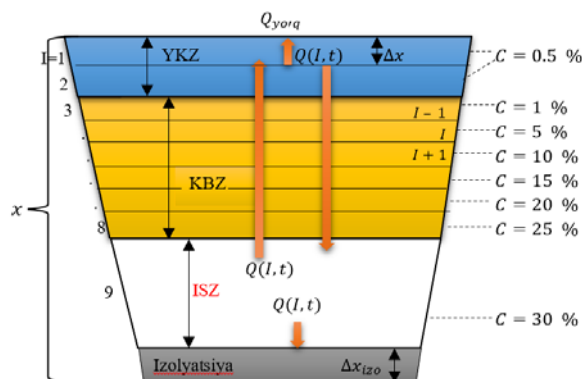


2-rasm. Quyosh havzasiga tushuvchi nurlanishning qatlamlar bo'vicha vutilishi

**Quyosh havzasidagi har bir zona uchun issiqlik balans tenglamalari.** YKZ uchun issiqlik balans tenglamasi:

$$\rho(C, T)c_p(C, \rho) \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( k, (C, T) \frac{\partial T}{\partial x} \right) + E\beta AS_I \frac{\partial h}{\partial x} \quad (1)$$

Bu yerda  $\rho$  –suvning zichligi,  $C$  –hajm bo‘yicha sho‘rlanganlik darajasi (foizlarda) (3-rasm),  $T$  –qatlam temperaturasi,  $c_p$  –YKZdagi suvning solishtirma issiqlik sig‘imi,  $t$  –vaqt,  $k$  –suvning issiqlik o‘tkazuvchanligi,  $x$  –quyosh havzasining chuqurligi,  $E$  –havzagacha yetib keladigan umumiy quyosh nurlanishi,  $\beta$  –quyosh nurlanishining havza oladigan qismi,  $A$  – ma‘lum to‘lqin uzunlikdagi energiya yutuvchi qism,  $S_I$  –  $I$  qatlamning yuzasi,  $h$  –quyosh nurlanishining qismlarda taqsimlanishi, bu qalinlik va issiqlik o‘tkazuvchanlik, sho‘rlanganlik va temperaturaga bog‘liqdir.



**3-rasm.** Quyosh havzasidagi YKZ, KBZ va ISZlardagi sho‘rlanganlik gradiyenti

YKZ uchun temperaturalar farqini quyidagi formula orqali ifodalash mumkin:

$$T_{I,K+1} = T_{I,K} + \frac{\Delta t}{\Delta x \rho c_p S} \left( \beta E S_I (1 - (1 - A) h_I) + \frac{kS}{\Delta x} (T_{I+1,K} - T_{I,K}) - Q_{yo'q} \right) \quad (2)$$

Bu yerda  $I - 1$  qatlamda o‘zgaradi, uning qalinligi (2,5 sm) va  $K$  – barcha hisoblashlarda 6 dan 20 soat oralig‘ida tanlanadi.  $S_I$  –havza qatlamining yuzasi,  $Q_{yo'q}$  –YKZning yuqori qatlamiga bog‘liq bo‘lgan umumiy yo‘qotiladigan energiya.

(2) formula bo‘yicha, havzadan energiya yo‘qotilishi ( $Q_{yo'q}$ ) konveksiya, bug‘lanish va nurlanish orqali sodir bo‘ladi. H.Kurt tomonidan ishlab chiqilgan [7] model bu yo‘qotishlarni prognoz qilib beradi. Shuningdek sovush effekti ham mavjud bo‘lib u YKZ tomonidan presslangan suvga uzatiladi. Nazariy jihatdan issiqlikning umumiy yo‘qotilishini va qo‘shimcha sovushni quyidagicha yozish mumkin:

$$Q_{yo'q} = (Q_k + Q_b + Q_n + Q_{uzat})S \quad (3)$$

Bu yerda  $Q_k$  –konveksiya tufayli issiqlik yo‘qotilishi,  $Q_b$  –atmosfera bug‘lanish orqali energiya yo‘qotilishi,  $Q_n$  –nurlanish energiya yo‘qotilishi,  $Q_{uzat}$  –presslangan suvning havzaning yuqori qatlami bilan issiqlik almashinish jarayonida yo‘qotiladigan issiqlik [7]. (3) formuladagi kattaliklar yechimlari Abbasi Monjezi va Naomi Kempbellarning [8] izlanishlarida batafsil yoritilgan.

KBZ uchun issiqlik balans tenglamasi:

$$\rho(C, T) c_p (C, \rho(C, T)) \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( k(C, T) \frac{\partial T}{\partial x} + E \beta A S_I \frac{\partial h}{\partial x} \right) \quad (4)$$

Shundan foydalanib, KBZ uchun qatlam temperaturasini quyidagicha yozish mumkin:

$$T_{(I,K+1)} = T_{(I,K)} + \frac{\Delta t}{\Delta x \rho c_p S} \left( \beta E S_I (1 - A) (h_I - h_{I+1}) + \frac{kS}{\Delta x} (T_{I+1,K} - T_{I,K}) - \frac{kA}{\Delta x} (T_{I,K} - T_{I-1,K}) \right) \quad (5)$$

Bu yerda  $I - 2-8$  qatlamlar (KBZ) orasida o‘zgaradi, uning qalinligi 15 sm. Shuningdek KBZ uchun (4) ifoda energiyaning saqlanish qonunini hisoblashda qo‘llaniladi. Shunga ko‘ra ISZ temperaturasi quyidagicha bo‘ladi:

$$T_{(I,K+1)} = T_{(I,K)} + \frac{\Delta t}{\Delta x \rho c_p S} \left( \beta E S_I (1 - A) (h_I) + \frac{kS}{\Delta x} (T_{I+1,K} - T_{I,K}) - \frac{kS}{\Delta x} (T_{I,K} - T_{I-1,K}) \right) \quad (6)$$

Bu yerda  $I - 9$  ga (ISZ) teng uning qalinligi (11 sm).

Izolyasiya qatlami uchun issiqlik balans tenglamasi quyidagicha aniqlanadi [9]:

$$\rho_{izo} c_{p_{izo}} \frac{\partial T}{\partial t} = k_{izo} \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \quad (7)$$

Shunga ko‘ra izolyasiyalangan qatlamning quyi qismining temperaturasini quyidagi tenglamadan topamiz:

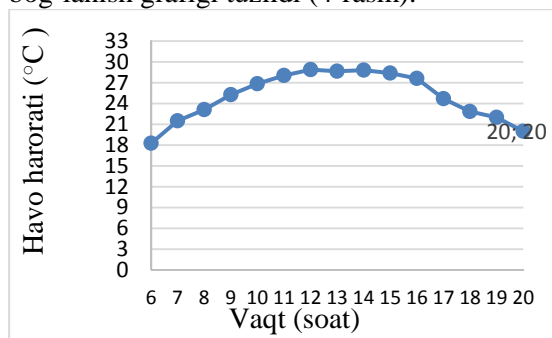


$$T_{(I,K+1)izo} = T_{(I,K)} + \frac{\Delta t}{\Delta x_{izo} \rho_{izo} c_{\rho_{izo}} S} \left( \frac{k_{izo} S}{\Delta x_{izo}} (T_{I+1,K} - T_{I,K}) - \frac{k_{izo} S}{\Delta x_{izo}} (T_{I,K} - T_{I-1,K}) \right) \quad (8)$$

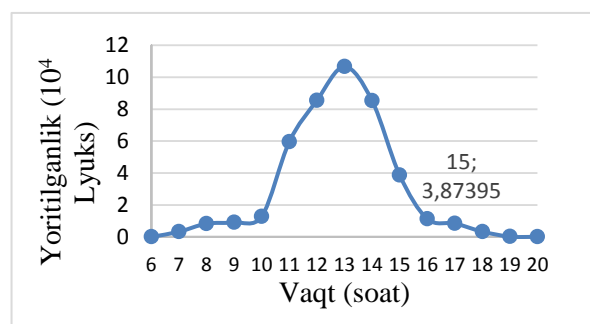
### Ekspiriment natijalari va tahlillar.

Yuqoridagi fikr va ma'lumotlarni tekshirib ko'rish maqsadida tajriba olib borildi. Tajriba natijalari 2018-yil 31-avgust kuni Samarqand shahrida olindi. Tajriba o'tkazish uchun yuzasi  $S = 0,114 \text{ m}^2$ , balandligi  $x = 0,31 \text{ m}$  va hajmi  $V = 0,02988 \text{ m}^3$  bo'lgan quyosh havzasi qurildi.

Havza yuzasining turli vaqtlarda yoritilganligi o'lchandi. Shu vaqt ichida havo harorati, YKZ, KBZ va ISZlarning temperaturalari termometr yordamida o'lchandi. Yoritilganlikning vaqt bilan bog'lanish grafigi tuzildi (4-rasm).

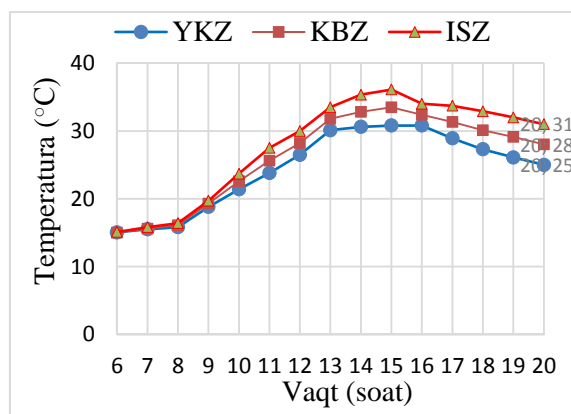


4-rasm. Yoritilganlikning vaqt davomida o'zgarishi



5-rasm. Havo haroratining vaqt davomida o'zgarishi

Havo harorati va vaqt orasidagi bog'lanish ham muhim hisoblanadi. Chunki quyosh havzasining foydali issiqlik to'plashi uchun havo harorati yuqori bo'lishi kerak. Shuning uchun kun davomidagi havo harorati va vaqt orasidagi bog'lanish natijalari olinib, grafigi chizildi (5-rasm).



6-rasm. Quyosh havzasidagi YKZ, KBZ va ISZlar temperaturasining vaqt davomida o'zgarishi

Quyosh havzasidagi zonalarning haroratlari olindi va tahlil qilindi (6-rasm). 4,5,6-rasmlardagi grafiklardan kelib chiqib havza zonalari harorati, havo harorati va yoritilganlik o'zaro proporsional kattaliklar ekanligi yaqqol nomoyon bo'lishini ko'rish mumkin. Ular quyosh havzasining asosiy parametrlarini belgilaydi.

### Xulosalar.

Tajriba o'tkazish uchun qiyinchiliklar asosan quyosh havzasi uchun uchta zona (YKZ, KBZ va ISZ) larni qatlam qilib taxlab chiqishdan iborat bo'ldi. Quyosh nuri va havo harorati esa tajriba o'tkazish uchun qulay bo'ldi. Tajriba uchun yuqori issiqlik saqlash xususiyatiga ega bo'lgan NaCl dan foydalanildi. Havza esa temirdan yasaldi, uni izolyasiya qilish uchun maxsus teploizolyasiyalovchi materialdan foydalanildi.

Tajriba natijalariga ko'ra havza tubida maksimal  $36,1^{\circ}\text{C}$  temperaturaga erishildi. Bu o'sha paytdagi havo haroratidan  $7,7^{\circ}\text{C}$  ga ko'proqdir. Olingan natijaning o'zi quyosh havzasidan foydalanish samarali ekanligini ko'rsatib turibdi.

O'zbekistonda quyosh havzalarini barpo qilishda suvni chuchuklashtirishda hosil bo'ladigan chiqindilar yoki tuz ishlab chiqarish korxonalarining chiqindilaridan foydalanish mumkin. Tabiiy quyosh havzalarini hozirgi kunda iqtisodiy jihatdan qurish arzonroq tushadi. Uni O'zbekistonning deyarli barcha xududlarida qurish mumkin. Ayniqsa Orol dengizi atroflarida bunday loyihalarni amalga oshirish istiqbolli hisoblanadi. Yirik quyosh havzasining issiqlik sig'imi va termik qarshiligi katta bo'lganligi sababli havza tubiga yaqin qatlamda issiqlikni qishgacha saqlash imkonini beradi.

Mazkur quyosh havzasi modelida quyosh energiyasini issiqlik energiyasiga akkumulyasiya qilishning fizik modeli sinab ko'rildi. Agar ushbu havzaning ustki qismi yorug'lik nuriga shaffof jism bilan yopib, bug'lanish va issiqlik uzatish tufayli issiqlik tejalsa, huddi shuningdek, havzaning yon tomonlari va tag qismi teploizolyasiyalovchi material bilan qoplansa, havzaning issiqlikni saqlash parametrlari yanada ortishi tabiiy.

Izlanishlarda yaqindan yordam bergan fizika fakulteti qattiq jismlar fizikasi kafedrasida dotsenti S.Axrorovga o'z minnatdorchiligimizni bildiramiz.

#### Adabiyotlar

1. Finch J.W., Hall R.L.. Evaporation from lakes. In: Anderson, M.G. (Ed.). Encyclopedia of Hydrological Sciences. John Wiley & Sons. (2006).
2. Akbarzadeh A., Andrews J., Golding P.. Solar pond technologies: a review and future directions, in: Goswami Y. (Ed.), Advances in Solar Energy, Earthscan, London, UK, 2005, pp. 233–294.
3. Akbarzadeh, A., Andrews, J., Golding, P.. Solar pond technologies: a review and future directions. In: Goswami, Y. (Ed.), Advances in Solar Energy. Earthscan, London, UK, (2005) pp. 233–294.
4. Tabor, H., Doron, B.. Solar Ponds-lesson learned from the 150 KWe power plant at Ein Boqek. In: Proceedings of ASME Solar Energy Division, Anaheim, CA. (1986).
5. Rabl A., Nielsen C.F.. Solar pond for space heating. Sol. Energy 17, (1975) pp. 1–12.
6. Hull John Ralph, "Physics of the solar pond" (1979). Iowa State University Retrospective Theses and Dissertations. p. 144.
7. Kurt H., Ozkaymak M., Binark A.K.. Experimental and numerical analysis of sodium-carbonate salt-gradient solar pond performance under simulated solar radiation, Appl. Energy 83 (2006) pp.324–342.
8. Abbassi M.A., Campbell A.N.. A comprehensive transient model for the prediction of the temperature distribution in a solar pond under Mediterranean conditions, Sol. Energy 135 (2016) pp. 297–307.
9. Kayali R., Bozdemir S., Kiymac K.. A rectangular solar pond model incorporating empirical functions for air and soil temperatures. Sol. Energy 63, (1998) pp. 345–353.

UDK: 538 681

#### ОСНОВНОЕ СОСТОЯНИЕ ТОНКИХ МАГНИТНЫХ ПЛЕНОК И ФАЗОВЫЕ ДИАГРАММЫ

Х.О. Уринов<sup>1</sup>, Х.А. Жуманов., А.Н. Салахитдинов<sup>1</sup>, Х.М. Насимов<sup>2</sup>, Х.Б. Мирзокулов<sup>1</sup>,  
А.М. Хидиров<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Самаркандский филиал Ташкентский университет информационных технологий

<sup>2</sup>Самаркандский государственный университет

**Аннотация.** Показано наличие фазового перехода из неоднородного в однородное состояние, построены фазовые диаграммы «толщина пленки – напряженность магнитного поля». Исследована кривая вращающего момента пленки. Предсказан эффект поворота или вращения пленки в меняющемся по амплитуде внешнем магнитном поле.

**Ключевые слова:** тонких магнитных пленок, поверхностной анизотропией, фазового перехода, объемной одноосной анизотропией, легкая ось, легкая плоскость.

**Yupqa qatlamli magnitli qoplamalarning asosiy holati va faza o'tish diagrammasi**

**Annotatsiya.** Bir jinsli holatdan bir jinsli bo'lmagan holatga faza o'tishi mavjudligi aniqlangan, qatlam qalinligi magnit maydon kuchlanganligi diagrammasi qurilgan. Aylanuvchan tashqi magnit maydon ta'siri ostida yupqa qatlamli qoplama sirtida sodir bo'ladigan ta'sirlar ko'rsatilgan.

**Kalit so'zlar:** yupqa magnitli qoplam, sirtqi anizotropiya, fazaviy o'tish, hajmiy bir o'qli anizotropiya, yengil o'q, yengil tekislik.

**Basic condition of thin magnetic films and phase diagrams**

**Abstract.** The presence of a phase transition from an inhomogeneous to a homogeneous state is shown, film thickness-magnetic field strength phase diagrams are constructed. The effect of the turning or rotation of a film in an external magnetic field varying in amplitude is predicted. The ground state of thin magnetic films and phase diagrams.

**Keywords:** Thin magnetic films, surface anisotropy, phase transition, bulk uniaxial anisotropy, light axle, light plane.

Вопрос об основном состоянии тонких магнитных пленок с конкурирующей объемной и поверхностной анизотропией впервые был поставлен в работе [1], где показано наличие фазового перехода (ФП) в однородное состояние при уменьшении толщины пленки и вычислена магнитная восприимчивость. Обнаруженные эффекты возникновения перпендикулярной магнитной анизотропии [2-4], демонстрирующие возможность использования этих пленок в качестве сред для магнитной записи, достаточно убедительно объяснены наличием анизотропии на границах между слоями либо на поверхностях [3,4]. В настоящей работе обсуждаются вопросы об основном состоянии тонких пленок с различным типом объемной и поверхностной анизотропии и их поведении в магнитном поле. Основное внимание будет уделено изучению ФП и возможности их экспериментального наблюдения при магнитных измерениях.

Будем считать, что приповерхностные слои пленки имеют конечную толщину и обладают объемной одноосной анизотропией, отличной от анизотропии в объеме. Удобно ввести граничные условия, согласно которым приповерхностные слои не имеют контакта с внешней средой; именно этим условиям наиболее полно отвечают многослойные пленки.

Рассмотрим плотность свободной энергии пленки с конкурирующей анизотропией, помещенной во внешнее магнитное поле напряженностью  $H$ .

$$E = 1/V \cdot \int_V \int [1/2 \alpha (\nabla M)^2 + 1/2 \beta (Mn)^2 - 1/2 (MH_m) - (MH)] dV \quad (1)$$

где  $\alpha$  — обменная константа;  $M$  — намагниченность насыщения;  $\beta$  — константа, задающая тип магнитной анизотропии «легкая ось» (ЛО) в приповерхностных слоях и «легкая плоскость» (ЛП) в объеме;  $n$  — единичный вектор по нормам к плоскости пленки;  $H_m$  — поле размагничивания, находящееся из условия

$$\text{div}(H_m + 4\pi M) = 0. \quad (2)$$

Выбирая  $M$  в виде  $(M \cos\theta, 0, M \sin\theta)$ , плотность свободной энергии на единицу поверхности можно представить как

$$E = \int [1/2 \alpha M^2 (d\theta/dz)^2 + 1/2 (\beta - 4\pi) M^2 \sin^2 \theta - MH \cos(\Psi - \theta)] dz \quad (3)$$

где  $\Psi$  — угол между направлением магнитного поля и плоскостью пленки.

С учетом знакопеременности константы  $(\beta - 4\pi)$  функционал разбивается на два для каждого из типов слоев и пространственное распределение намагниченности ищется интегрированием соответствующих уравнений Эйлера, полученных в результате их минимизации.

Рассмотрим основное состояние пленки,  $H=0$ . Первые интегралы уравнений Эйлера имеют вид

$$z = \int_{\theta_{min}}^{\theta} \frac{d\theta}{\sqrt{c_1 - \gamma_1 \sin^2 \theta}} \quad (4)$$

$$z = \int_{\theta_{max}}^{\theta} \frac{d\theta}{\sqrt{c_2 - \gamma_2 \sin^2 \theta}} \quad (5)$$

где  $\theta_{min}, \theta_{max}$  — минимальный и максимальный углы отклонения намагниченности, которые в силу симметрии задачи соответствуют центрам слоев с анизотропией ЛП и ЛО;  $c_1, c_2$  — константы интегрирования;  $\gamma_1 = (\beta_1 - 4\pi)/\alpha$ ;  $\gamma_2 = (\beta_2 - 4\pi)/\alpha$ . С учетом вышесказанного

$$\sqrt{c_1 - \gamma_1 \sin^2 \theta_{min}} = 0 \quad (6)$$

$$\sqrt{c_2 - \gamma_2 \sin^2 \theta_{max}} = 0 \quad (7)$$

Из (7) следует, что константа  $c_2$  является отрицательной, и, для того чтобы преобразовать интеграл (5) к нормальной форме Лежандра, обе части (5) необходимо умножить на мнимую единицу. Из (6), (7) видно, что  $\gamma_1/c_1 > 1$ ,  $\gamma_2/c_2 > 1$ ; следовательно, обращения эллиптических интегралов надо преобразовать с заменой модуля [5]. В итоге имеем

$$\sin \theta = q_1 \operatorname{sn}[K(q_1) + z\sqrt{\gamma_1}, q_1] \quad (8)$$

$$\sin \theta = q_2 \operatorname{sn}[K(q_2) + iz\sqrt{|\gamma_2|}, q_2] \quad (9)$$

где

$$q_1 = \sin \theta_{max}, q_2 = \sin \theta_{min}$$

Условия «сшивания» решений на границе слоев

$$\sin \theta_0 = q_1 \operatorname{sn}[K(q_1) + l\sqrt{\gamma_1}, q_1] \quad (10)$$

$$\sin \theta_0 = q_2 \operatorname{sn}[K(q_2) + l\sqrt{|\gamma_2|}, q_2] \quad (11)$$

$$\sin \theta_0 = \sqrt{(\gamma_1 q_1^2 + |\gamma_2| q_2^2) / (\gamma_1 + |\gamma_2|)} \quad (12)$$

( $d$  — толщина пленки,  $l$  — толщина приповерхностного слоя) вместе с (8) и (9) образуют полную систему уравнений для определения в  $\theta(z)$ . Здесь  $\theta_0$  — угол отклонения намагниченности на границе слоев.

Исследуем возможность ФП в однородное состояние ЛО:  $\sin \theta_{min} = \sin \theta_{max} = 1$ . Исходя из свойств периодичности эллиптического синуса [5], имеем

$$l\sqrt{\gamma_1} = 0, \quad l\sqrt{\gamma_1} = \infty, \quad (13a), (13б)$$

$$d\sqrt{|\gamma_2|} = 0, \quad d\sqrt{|\gamma_2|} = \pi/2, (13в), (13г)$$

Условия (13б) и (13в) описывают ситуацию, когда слой с анизотропией ЛП отсутствует; условие (13г) указывает на наличие ФП, когда толщина слоя с анизотропией ЛП  $d_{k0} = \pi/2 \cdot \sqrt{\alpha / (4\pi - \beta_2)}$ . Это решение совпадает с результатами [6], если его дополнить условием (13б) («жесткое» закрепление магнитного момента в слоях с анизотропией ЛО).

Исследуем ФП в однородное состояние ЛО во внешнем магнитном поле. Поскольку заранее известно, что будет исследоваться кривая фазового равновесия «неоднородное состояние — однородное состояние», можно считать, что  $\theta_{min}$  и  $\theta_{max}$  в магнитном поле продолжают соответствовать центрам слоев и использовать соотношение

$$\lim_{\theta \rightarrow \pi/2} \sin \theta = 1/2 + 1/2 \sin^2 \theta$$

В этом случае первые интегралы уравнений Эйлера имеют вид

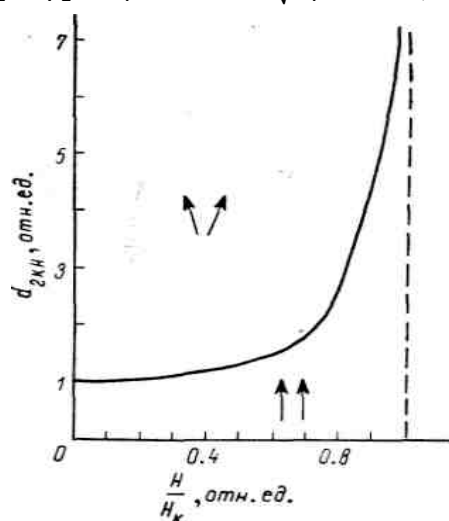
$$z\sqrt{c_1 + \sqrt{5/4}h} + \sin(\Psi + \varphi) = \int_{\theta_{max}}^{\theta} \frac{d\theta}{\sqrt{1 - q_1^2 \sin^2 \theta}}, \quad (14)$$

$$z\sqrt{c_2 + \sqrt{5/4}h} + \sin(\Psi + \varphi) = \int_{\theta_{min}}^{\theta} \frac{d\theta}{\sqrt{1 - q_2^2 \sin^2 \theta}}, \quad (15)$$

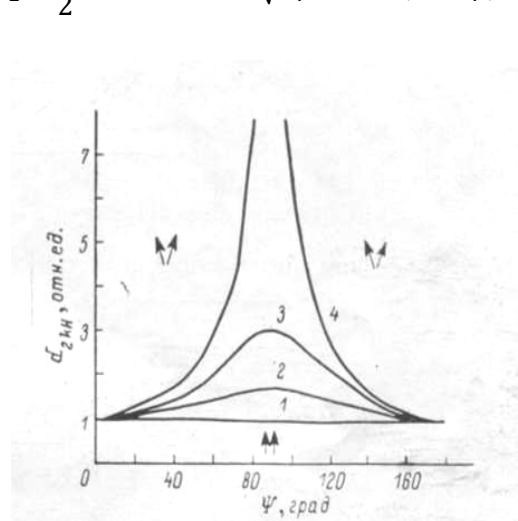
где

$$h = 2H/\alpha M, \operatorname{tg} \varphi = 2, q_1^2 h = -\frac{-\gamma_1 + h/2 \cdot \sin \Psi}{c_1 + \sqrt{5/4}h \sin(\Psi + \varphi)}, q_2^2 h = -\frac{-\gamma_2 + h/2 \cdot \sin \Psi}{c_2 + \sqrt{5/4}h \sin(\Psi + \varphi)},$$

$$c_1 = \gamma_1 - h/2 \cdot \sin\Psi - \sqrt{5/4} h \sin(\Psi + \varphi), c_2 = \gamma_2 - \frac{h}{2} \cdot \sin\Psi - \sqrt{5/4} h \sin(\Psi + \varphi),$$



**Рис. 1.** Магнитная фазовая диаграмма толщина—напряженность магнитного поля для тонкой пленки с поверхностной анизотропией,  $\Psi = \pi/2$



**Рис.2.** Магнитная фазовая диаграмма толщина- направление магнитного поля. 1 —  $H = 0$ ; 2 —  $0,7H_k$ ; 3 —  $0,9 H_k$ ; 4 —  $H_k$

Условиями ФП являются

$$l\sqrt{\gamma_1 - h/2 \cdot \sin\Psi} = 0, \quad l\sqrt{\gamma_2 - h/2 \cdot \sin\Psi} = \infty, \quad (16a), (16b)$$

$$d\sqrt{|\gamma_2 - h/2 \cdot \sin\Psi|} = 0, \quad d\sqrt{|\gamma_2 - h/2 \cdot \sin\Psi|} = \pi/2, \quad (16b), (16g)$$

Кривая фазового равновесия имеет вид

$$d_{kH} = d_{k0} \sqrt{1 - \frac{H}{H_k} \sin\Psi} \quad (17)$$

где  $H_k = (4\pi - \beta_2)M$ .

Фазовые диаграммы в координатах  $(d_{kH}, H)$  и  $(d_{kH}, \Psi)$  показаны на рис. 1, 2.

В заключение следует отметить, что, поскольку критическая толщина  $d_{k0}$  для типичных ферромагнетиков, согласно (13), составляет  $10^2$ — $10^3$  А. Тонкая магнитная структура существует и при намагничивании пленки нормально к поверхности; в такой геометрии также должно быть ощутимым влияние ее на ширину линии ферромагнитный резонанс.

### Литература

1. Барьяхтар В. Г., Клепиков В. Ф., Соболев В. Л. // ФТТ» 1971. Т. 13. № 5. С. 1454-1462.
2. Draaisma H.J.G. // Proc. of the 32nd Annual Conference on MMM. November 9-12. Chicago, Illinois, 1987.
3. Togami Yu., Otaki F., Morishita T., Tsushima K. // Proc. of the ISPMM. April 8-11 Sendai, Japan 1987.
4. Chappert C., Bruno P. // Proc. of the 4 th Joint MMM – Intermang Conference. July 15-22. Vancouver, British Columbia, Canada, 1988.
5. ЯнкеЕ., ЭмдеФ., ЛешФ. Специальные функции. М.: Наука, 1977. С.118.
6. Уринов Х.О., Субхонкулов И. Особенности вращающего момента многослойных пленок. Илмий тадқиқотлар Ахборотномаси СамДУ . 2017. 3-сон , б. 140-144

UDK: 546.185.56.

**MIS (II) NING POLIGLISIDIL-N,N-(DIAMINOETIL)- KALIY DITIOFOSFAT BILAN  
KOORDINACION BIRIKMASINING TADQIQOTI****Sh.A. Kasimov, X.X. Turayev***Termiz davlat universiteti*E-mail: [hhturaev@rambler.ru](mailto:hhturaev@rambler.ru)

**Annotatsiya.** Maqolada mis (II) ionining xelat hosil qiluvchi polimer ligand poliglitsidil-N,N-(diaminoetil)- kaliy ditiofosfat bilan hosil qilgan koordinatsion birikmasining tarkibi va tuzilishi IQ-spektral usulda o'rganish natijalari keltirilgan. Olingan koordinatsion birikmaning barqarorlik doimiysi potensiometr usul yordamida aniqlangan.

**Kalit so'zlar:** mis (II) ion, xelat, sorbent, koordinatsion birikma, IQ-spektroskopiya, barqarorlik doimiysi, potensimetriya.

**Исследование координационное соединение меди (II) с полиглицидила-N,N-(диаминоэтила)- дитиофосфата калия**

**Аннотация.** В статье приведены результаты изучения состав и строение образующийся координационное соединение меди (II) с хелатообразующим полимерным лигандом полиглицидила-N,N-(диаминоэтила)-дитиофосфата калия методом ИК-спектроскопии. Определены константа устойчивости координационного соединения методом потенциометрии.

**Ключевые слова:** ион меди(II), хелат, сорбент, координационная соединения, ИК спектроскопия, константа устойчивости, потенциометрия.

**Research coordination compound of copper (II) from polyglycidyl-N, N- (diaminoethyl) - potassium dithiophosphate**

**Annotation.** Presented in the article the results of studying the composition and structure of the coordination compound copper (II) formed with the chelating polymer ligand of polyglycidyl-N,N-(diaminoethyl)-dithiophosphate potassium by IR spectroscopy. The stability constant of the coordination compound is determined by potentiometry.

**Keywords:** copper(II) ion, chelate, sorbent, coordination compound, IR spectroscopy, stability, potentiometry.

**Kirish.**

Hozirgi vaqtda asosiy e'tibor sintetik koordinatsion kimyoda aniq stereokimyoviy tuzilishga ega bo'lgan organik ligandlar sintezi va dizayni muammolariga qaratilgan. Bunday xelat hosil qiluvchi ligandlar sifatida polimer sorbentlar juda ahamiyatli hisoblanadi. Xelat hosil qiluvchi sorbentlar, ya'ni polimer ligandlar sintezi, ular yordamida oraliq metallarni eritmalardan kompleks hosil qiluvchi sorbsion usullar yordamida ajratish, sorbsiya jarayonida hosil bo'lgan koordinatsion birikmalarning tarkibi, tuzilishi, fizik-kimyoviy xossalarni o'rganish kimyo sanoatining asosiy vazifalaridan biridir.

Xelat hosil qiluvchi sorbentlar gidrometallurgiyada turli metall ionlarini konsentrlashda, tarkibida og'ir metall ionlari bo'lgan chiqindi eritmalarni zararsizlantirishda keng qo'llaniladi. Hozirda ionalmashinuvchi, kompleks hosil qiluvchi polimerlar va polimer matritsalarining katta assortimenti ishlab chiqilgan. [1, 2]. Turli ditiofosfor kislotalarni (dietil-, diizopropil-, diizobutil-) impregnirlab olingan sorbentlar va ular yordamida 0,05 M eritmalardan Ag (I), Cu (II), Ni (II), Fe (III) ionlari sorbsiyasidan so'ng hosil bo'lgan koordinatsion birikmalarning IQ-spektrlari o'rganilgan [3, 4].

Adabiyotlarni tahlil qilish davomida shu narsa aniqlandiki, xelat hosil qiluvchi sorbentlarning turli metallar ionlari bilan hosil qilgan koordinatsion birikmalari to'g'risidagi ma'lumotlar to'liq emas, ularning tuzilishi esa yetarli darajada o'rganilmagan. Shuning uchun, mis (II) ionining xelat hosil qiluvchi polimer ligand poliglitsidil-N,N-(diaminoetil)-kaliy ditiofosfat bilan hosil qilgan koordinatsion birikmasining tarkibi, tuzilishi va uning eritmadagi barqarorlik doimiysini aniqlash maqsad qilib olindi. Ushbu polimer ligand Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy-tadqiqot institutida sintez qilingan va og'ir metallar ionlarini eritmalardan sorbsiyalash jarayonida MFSE nomli sorbent sifatida samarali qo'llanilgan [5].

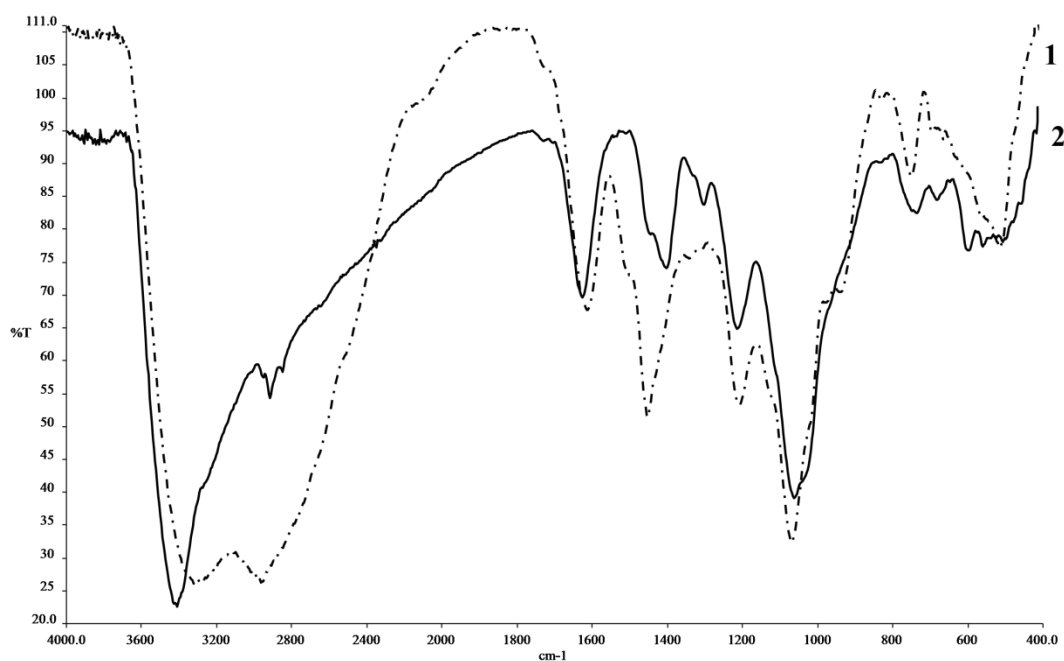
**Tajriba qismi.**

Mis (II) ning poliglitsidil-N,N-(diaminoetil)-kaliy ditiofosfat (MFSE) bilan koordinatsion birikmasi mis (II) sulfat tuzining 0,1 n. 50 ml eritmasiga 0,1 g dan sorbent solib 2 soat davomida aralashtirib turgan holda olindi. Natijada to'q ko'k rangli koordinatsion birikma hosil bo'ldi.

Eritmada kerakli muhit pH=3-11 uchun CH<sub>3</sub>COOH-NH<sub>4</sub>OH bufer eritmalari yordamida o'rnatildi. Eritmalarning pH qiymati OP-211/1 pH-metri yordamida 0,05 pH birligida nazorat qilindi. Eritmalar MM-5 tipidagi magnitli aralashtirgichlarda aralashtirib turildi. Birikmalarning IQ yutilish spektrlari Specord 75IR spektrometrida 400-4000 sm<sup>-1</sup> sohada yozib olindi.

**Olingan natijalar tahlili.**

Poliglitsidil-N,N-(diaminoetil)-kaliy ditiofosfatning molekulyar formulasi [(-OCH<sub>2</sub>CH(CH<sub>2</sub>))<sub>2</sub>(CH<sub>2</sub>NC<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O)<sub>2</sub>PS<sub>2</sub>K]<sub>n</sub> bo'lib, eritma muhitining pH=4-6 qiymatida Cu (II) ionlari bilan hosil qilgan koordinatsion birikmasining tuzilishi IQ-spektral usul yordamida aniqlandi (rasm).



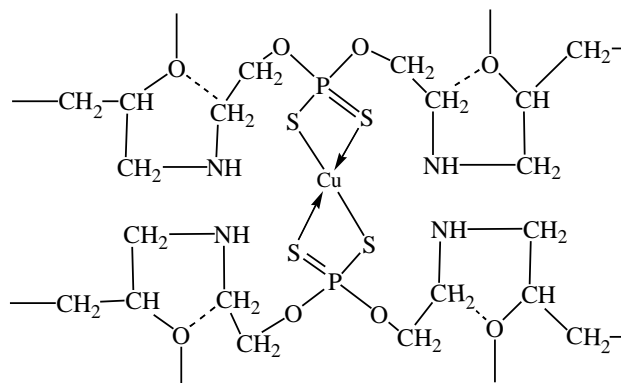
**1-rasm.** Poliglitsidil-N,N-(diaminoetil)-kaliy ditiofosfat (1) va uning Cu (II) ionlari bilan hosil qilgan koordinatsion birikmasining (2) IQ-spektri.

**1-jadval.**

Poliglitsidil-N,N-(diaminoetil)-kaliy ditiofosfat (MFSE) va uning Cu (II) ionlari bilan hosil qilgan koordinatsion birikmasining IQ-spektridagi yutilish chastotalari, sm<sup>-1</sup>

Tebranish tasnifi	$\nu(\text{NH})$	$\nu_s(\text{CH}_2)$	$\delta(\text{CH}_2) + \delta(\text{CN})$	$\delta_{\text{as}}(\text{CH}_2)$	$\nu(\text{COC})$	$\nu(\text{CO})$	$\nu(\text{C-C})$	$\nu(\text{P-O})$	$\nu(\text{P=S})$	$\nu(\text{P-S-})$
MFSE	3324	2963	1614	1454	1208	1070	830	752	665	635
MFSE+Cu(II)	3414	2921	1631	1409	1220	1069	833	744	688	605

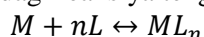
1-jadvaldan ko'rinib turibdiki, sorbentdagi  $\nu(\text{P=S})$  tebranish chastotasi nisbatan yuqori va  $\nu(\text{P-S-})$  tebranish chastotasi nisbatan quyi sohaga siljigan. Bundan ko'rinib turibdiki sorbentdagi ditiofosfat guruhlar metall ionining koordinatsiyalanishini ta'minlaydi, bunda to'rt a'zoli xelat xalqa hosil bo'ladi. Sorbsiya natijasida olingan koordinatsion birikmaning tuzilishi o'tkazilgan tadqiqotlar asosida quyidagicha taklif etildi:



Sorbentlarning metallar ionlari bilan hosil qilgan kompleks birikmalarining barqarorlik doimiyligi muhim ko'rsatkich hisoblanadi. Sorbentlarning kompleks hosil qilish xossasini o'rganishda ko'pincha potensimetrik titrlash usuli qo'llaniladi. Kompleks hosil qiluvchi metall ionlari ishtirokida sorbentni titrlashda olingan grafikdagi titrlash egri chizig'ining tuzilishi hosil bo'lgan kompleks birikmaning tarkibi va barqarorligini tavsiflashga yordam beradi. Bu doimiylikni hisoblash uchun kompleks hosil qiluvchi sorbent bilan kontaktda bo'lgan eritmadagi metallar ionlari konsentratsiyalarining o'zgarishini o'lchashga asoslangan turli usullar qo'llaniladi [6-9]. Geterogen muhitda kompleks hosil bo'lish jarayoniga ta'sir etadigan barcha omillarni e'tiborga olishning imkoniyati yo'qligi sababli, aniqlangan barqarorlik doimiyligi kattaligi taxminiy hisoblanadi.

$Ig_{barq}$  kattaligi qiymatini aniqlash uchun potensimetrik usuldan foydalanildi. Buning uchun 35 ml hajmli 10 ta byuks olib, ularga 0,1 g dan sorbent solinib, metall tuzi eritmasi solindi va sorbsiya o'tkazildi. Eritmalarda muvozanat o'rnatilgandan so'ng (4 soatdan keyin) pH o'lchandi. Sorbsiyadan so'ng eritmalardagi metall ionlari konsentratsiyalari spektrofotometrik usulda aniqlandi.

Sorbsiya jarayonida M metall ionlarining sorbent funksional guruhlari L bilan kompleks hosil qilish jarayonini umumiy ko'rinishda quyidagi reaksiya tenglamasi bilan ifodalash mumkin:



Ushbu reaksiyaning muvozanat doimiysi kompleks birikmaning barqarorlik doimiysiga mos keladi va buni quyidagicha yozish mumkin:

$$K_{barq} = \frac{[ML_n]}{[M] \cdot [L]^n}$$

Sorbent va unga mos keluvchi kompleks birikmaning suvda erimasligi muvozanatli sistemadagi  $[ML_n]$  kompleks va kompleks hosil qilmagan metall ionlari konsentratsiyasini  $[M]$  aniqlash imkoniyati beradi.

Kompleks hosil qilmagan koordinatsion faol shakldagi funksional guruhlar konsentratsiyasini  $[L]$  kislotaning dissotsiatsiyalanish doimiysini aniqlash tenglamasidan topish mumkin:

$$\lg[L] = \lg[LH] + \frac{pH - pK_{disc}}{m}$$

Bu yerda  $\lg[LH] = [L_{ym}] - [NaOH] - [H^+]$ ;

$[NaOH]$  - sorbentni titrlashda qo'shilgan nariy gidroksid konsentratsiyasi, mmol/l;

$[H^+]$  - sistemadagi vodorod ionlarining muvozanat konsentratsiyasi.

## 2-jadval.

Olingan koordinatsion birikmaning konsentratsion barqarorlik doimiyligini aniqlash natijalari

pH	[M], mkg/ml	[ML <sub>n</sub> ], mkg/ml	[LH], mkg/ml	lg[LH]	[L], mkg/ml	lg[L]	K <sub>barq</sub>	lgK <sub>barq</sub>
4,2-4,7	0,0009	0,0088	0,0046	-2,33	$2,75 \cdot 10^{-10}$	-9,56	$3,55 \cdot 10^{10}$	10,55

## Xulosa.

O'tkazilgan tadqiqotlar natijasida poliglitsidil-N,N-(diaminoetil)- kaliy ditiyofosfatning mis (II) ioni bilan hosil qilgan koordinatsion birikmasining tuzilishi IQ-spektral usul yordamida aniqlandi. Bunda mis (II) ioni ikkita to'rt a'zoli xelat xalqa hosil qilib ditiyofosfat guruhidagi oltingugurt atomlari orqali koordinatsiyalanadi. Shuningdek, potensimetrik titrlash natijasida olingan koordinatsion



birikmaning konsentratsion barqarorlik doimiysi aniqlandi va suvli eritmalarda barqaror ekanligi ko'rsatib berildi.

#### Adabiyotlar

1. Исмаилов И.И., Джалилов А.Т., Аскарлов М.А. Химически активные полимеры и олигомеры. – Ташкент: -Фан, -1993. -232 с.
2. Абдуталипова Н.М., Турсунов Т.Т., Назирова Р.А., Мухамедова М.А. Исследование комплексообразующей способности ионитов поликонденсационного типа // VII Всероссийская интерактивная конф.(с международным участием) молодых учёных / Современные проблемы теоретической и экспериментальной химии, Саратов, -2010. - С.235-236.
3. Даминова Ш.Ш., Кадырова З.Ч., Сафаров Е.Т., Пардаев О.Т., Шарипов Х.Т. ИК-спектроскопическое исследование хелатообразующих сорбентов на основе сополимера стирола и дивинилбензола и их комплексов с Ag(I), Cu(II), Ni(II), Fe(III) // Узб. хим. ж. – 2013. - № 6. - С. 6-9.
4. Даминова Ш.Ш., Шарипов Х.Т., Назарбекова С.М., Якубова Ш.М., Сафаров Е.Т., Пардаев О.Т. Комплексообразование никеля (II) при сорбции хелатообразующим сорбентом // 14 Международная научно-техническая конференция "Наукоемкие химические технологии - 2012 с элементами научной школы для молодежи", Тула - Ясная Поляна - Куликово Поле, 21-25 мая, -2012. - С. 293.
5. Джалилов А.Т., Тураев Х.Х., Касимов Ш.А. Синтез сорбента на основе ди-(2-аминоэтила)-дитифосфата калия и эпихлоргидрина // Universum: химия и биология электронный научный журнал (Россия). - № 9 (39). - 2017.
6. Кокотов Ю.А. Иониты и ионный обмен. - Л: Химия, 1990.- 152 с.
7. Salikhov V.D. a.o. Preconcentration of Cerium (III) with Polymer Chelatic Sorbents in the Analysis of Environmental Samples // Ecological Congress. International Journal.- 1998.- V. 2. - N 3.- P. 5-9.
8. Мясоедова Г.В., Саввин С.Б. Новые хелатные сорбенты и применение их в аналитической химии // Журн. аналит. химии. - 1982. - Т. 37- № 3. - С. 499-519.
9. Басаргин Н.Н., Салихов Д.В., Дорофеев Д.Н. и др. Определение констант ионизации полимерных хелатообразующих сорбентов методом потенциометрического титрования // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. – 2000. – Т. 43. – № 1. – С. 63–67.

UDK: 576.8

#### DIFFERENSIAL TENGLAMALAR MAVZUSIDA QIYINCHILIK DARAJASI YUQORI BO'LGAN KIMYO FANI MUAMMOLARINING YECHIM TOPISHI

H.M. Nasimov<sup>1</sup>, E.A. Esanov<sup>2</sup>, I.N. Maxmudov<sup>2</sup>, G.A. Sattarova<sup>2</sup>, H.X. Kurbanov<sup>2</sup>,  
I.Ya. Raxmonov<sup>2</sup>, N.A. Maxmudov<sup>2</sup>, O.M. Voxidov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Samarand davlat universiteti

<sup>2</sup>O'zbekiston Respublikasi qurolli kuchlar Akademiyasi

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada shunday kimyoviy masalalar tanlab olinganki, ularning qiyinchilik darajasi yuqori bo'lishibilan birga matematika fani bilan uzviy bog'liqligi ko'rsatilgan. Bunday fanlararo masalalarni echishda "Oliy matematika" fanining differensial tenglamalari va chiziqli tenglamalar sistemalaridan foydalanildi. Bundan tashqari maqolada kimyoviy aralashmalar va kimyoviy jarayonlarning borishining asosiy qonuniyatlari to'g'risida so'z boradi.

**Kalit so'zlar:** modda, kimyoviy reaksiyalar, kimyoviy kinetika, reaksiya tezligi, konsentratsiya, aralashma, differensial tenglama, konus, proporsionallik koeffitsienti.

#### Нахождение решения сложных задач в химии с использованием темы дифференциальных уравнений

**Аннотация.** В этой статье показана непосредственная связь математики и химии на примере выбранных химических задач повышенной сложности. Примеры решены с помощью взаимосвязи таких частей математики как «Система линейных уравнений» и

«Дифференциальные уравнения». Кроме этого, в статье речь идёт о химических смесях и основных закономерностях протекания химических процессов.

**Ключевые слова:** вещество, химическая реакция, химическая кинетика, скорость химической реакции, концентрация, смесь, дифференциальные уравнения, конус, коэффициент пропорциональности.

### Finding solutions to complex problems in chemistry using the topic of differential equations

**Abstract.** This article shows the direct connection between mathematics and chemistry on the example of selected chemical problems of increased complexity. The examples are solved using the interrelation of such parts of mathematics as the “System of linear equations” and “Differential equations”. In addition, the article deals with chemical mixtures and basic patterns of the course of chemical processes.

**Keywords:** substance, chemical reaction, chemical kinetics, chemical reaction rate, concentration, mixture, differential equations, cone, proportionality coefficient.

Akademik V.N. Verxovskiy shunday deb aytgan edi: “...masalalar echishga kirishishdan avval, ximiya o‘qituvchisi bunday masalalar echishning o‘quvchilar uchun eng oson usul va yo‘llari qaysilar ekanligini matematika o‘qituvchisidan so‘rab olgani ma‘qul” [1].

Differensial tenglamalar matematika fanida asosiy bo‘lim bo‘lib, kimyoviy kinetikaning muhim me‘zon bo‘lib hisoblanadi.

Ma‘lumki, differensial tenglama deb, tarkibida argument, shu argument funksiyasi, shu funksiyaning mazkur argument bo‘yicha olingan hosilalari qatnashgan funksional tenglamaga aytiladi. Differensial tenglamani qanoatlantiruvchi har qanday funksiyaga shu tenglamaning echimi yoki integrali deyiladi.

Ayaylik,  $x$  argument, uning  $y = f(x)$  funksiyasi,  $y = f(x)$  funksiyaning  $y', y'', \dots, y^n$  hosilalari qatnashgan differensial tenglama qaralayotgan bo‘lsin. Bu differensial tenglamani  $F(x, y, y', y'', \dots, y^n) = 0$  ko‘rinishda yozish mumkin.

Differensial tenglamaning tartibi deb, unga kirgan hosilalarining eng katta tartibiga aytiladi.

$x$  erklio‘zgaruvchi, shu o‘zgaruvchining  $y$  funksiyasi va  $y$  hosilanibog‘lovchi

$$F(x, y, y') = 0 \quad (1)$$

munosabat 1- tartibli differensial tenglama deyiladi.

Agar (1) munosabatda  $y$  ni  $\varphi(x)$  funksiya bilan almashtirish natijasida

$F(x, \varphi(x), \varphi'(x)) \equiv 0$  ayniyat hosil bo‘lsa,  $\varphi(x)$  funksiya (1) tenglamaning *echimideyiladi*.

Kimyoviy kinetika (yunoncha kinetikos – harakatlantirish qobiliyati) – bu kimyoviy reaksiyalar tezligi va ularning mexanizmi, shuningdek, reaksiya tezligiga ta‘sir etuvchi omillarni o‘rganadigan ta‘limotdir. Har qanday reaksiyaning tezligi reaksiyasiga kirishuvchi moddalarning tabiatiga va shu reaksiya boradigan sharoitga bog‘liq.

Kimyoviy protsesslarni tushunish uchun kimyoviy reaksiyaning tezligi haqida tasavvurga ega bo‘lish kerak.

*Kimyoviy reaksiyaning tezligi boshlang‘ich moddalar konsentratsiyasining vaqt birligi ichida o‘zgarishi bilan aniqlanadi.*

Kimyoviy reaksiyaning tezligini  $v$  harfi bilan belgilaymiz. Ko‘p reaksiyalar qaytar xususiyatiga ega. Dastlab olingan moddalar orasida boradigan reaksiya – *to‘g‘ri*, ularning parchalanishi esa – *teskari reaksiya* bo‘ladi.

Konsentratsiyaning o‘zgarishi quyidagiga teng:

$$C_2 - C_1 = \Delta C$$

Reaksiyaning o‘rtacha tezligi  $v$  ni aniqlash uchun konsentratsiyaning vaqt birligi ichida o‘zgarishini aniqlash lozim, ya‘ni agar vaqt oralig‘i sekundlar hisobida  $t_2 - t_1 = \Delta t$  bo‘lsa, reaksiyaning o‘rtacha tezligi quyidagiga teng:

$$v = \pm \frac{\Delta C}{\Delta t} ; [v] = \text{mol/l}\cdot\text{s}$$

**1-masala. Dolzarb muammo ( kombinirlangan masala).** Agar kimyoviy reaksiya natijasida  $A$  va  $B$  moddalardan  $C$  modda hosil bo‘lgan bo‘sin, temperatura o‘zgarmas va vaqt  $t = 0$  da o‘tishi

kerak bo'lgan massa  $x = 0$  shartlar bajarilganda hamda reaksiya tezligi  $v = \frac{dx}{dt}$ , qandaydir  $k$  ga proporsional bo'lsa,  $x$  miqdorni  $a, b$  lar  $A$  va  $B$  moddalarning boshlang'ich qiymatlari,  $k > 0$  ekanligini hisobga olgan holda

1)  $x$  -ni  $a, b, k$  hamda  $t$  orqali bog'lanishi topilsin.

2) Masalada berilgan chegaraviy shartlardan foydalanib, kimyoviy xulosalar chiqaring va ularni amaliyot bilan taqqoslang.

Echish. Differensial tenglama bilan kimyoviy jarayonni bog'lash uchun  $A$  va  $B$  moddalardan  $C$  modda hosil bo'lgan bo'lsa [2; 3]:

$$\frac{dx}{dt} = k(a-x)(b-x) \text{ yoki } \frac{dx}{dt} = k(x-a)(x-b) \quad (2)$$

Reaksiya tezligi, massalar ko'paytmasiga to'g'ri proporsional ekanligidan (2) birinchi tartibli differensial tenglamani hosil qildik. Ko'rinib turibdiki, kimyoviy jarayonlar va matematik qonuniyatlarni qo'llash natijasida (2) tenglamani hosil qilish unchalik qiyin kechmadi. Keyingi asosiy maqsadimiz (2) tenglamani o'zgaruvchilarga ajratish usulidan foydalanib echishdan iborat. U holda

$$\frac{dx}{(x-a)(x-b)} = k dt \quad (3)$$

hosil bo'ladi.

(3) tenglamani chap tomonida  $x$  o'zgaruvchi, o'ng tomonida esa  $t$  ga bog'liq differensial tenglama hosil qildikki, endi uning ikkala tomonini  $x$  va  $t$  bo'yicha integrallash mumkin, chunki noma'lumlar tartib bilan ajraldi:

$\frac{1}{(x-a)(x-b)}$  ifoda to'g'ri kasr bo'lganligidan uni sodda kasrlar yig'indisi ko'rinishda tasavvur qilish mumkin. Kasrning  $\frac{1}{(x-a)(x-b)}$  maxrajidagi qovuslarni ketma-ket nolga tenglasak, haqiqiy echimga ega bo'lganligidan uni quyidagi ko'rinishda izlaymiz.

$$\frac{1}{(x-a)(x-b)} = \frac{E}{x-a} + \frac{D}{x-b} \quad (4)$$

koeffitsientlarini tenglashtirish natijasida  $E$  va  $D$  larni qiymatlarini topib, integrallarjadval idan foydalanamiz.

$$\left\{ \begin{array}{l} E + D = 0 \\ -Eb - Da = 1 \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} E = -D \\ Db - Da = 1 \end{array} \right. \Rightarrow D = \frac{1}{b-a} \text{ va } E = -\frac{1}{b-a} \text{ ekanligi kelib chiqadi.}$$

Bu qiymatlarni (4) tenglamaga olib borib qo'ysak va ikkala tomonidan integral olsak,

$$\int \frac{dx}{(x-a)(x-b)} = -\frac{1}{b-a} \int \left[ \frac{1}{x-a} - \frac{1}{x-b} \right] dx \quad (5)$$

kelib chiqadi.

$$\begin{aligned} & -\frac{1}{b-a} \left[ \int \frac{dx}{x-a} - \int \frac{dx}{x-b} \right] dx = kt \Rightarrow \\ \Rightarrow \ln \frac{x-a}{x-b} &= -kt(b-a) + \ln C = \ln e^{-kt(b-a)} + \ln C = \ln C \cdot e^{-kt(b-a)} \\ \ln \frac{x-a}{x-b} &= \ln C \cdot e^{-kt(b-a)} \end{aligned} \quad (6)$$

(6) ko'rinishdagi differensial tenglamani umumiy echimini

$$\frac{x-a}{x-b} = C \cdot e^{-kt(b-a)} \quad (7)$$

ni hosil qilamiz.

Chegaraviy shartlardan  $x = 0, t = 0$  foydalanib,  $S = \frac{a}{b}$  ni topamiz, ya'ni

$$\frac{x-a}{x-b} = \frac{a}{b} e^{-kt(b-a)} \quad (8)$$

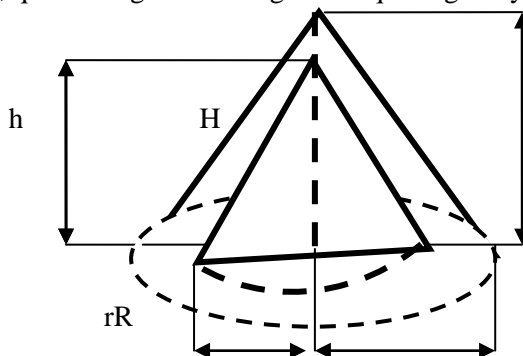
(8) Formuladan  $x$  ni topsak, har bir moddadan bir xil miqdorda ishtirok etayotgan moddalarning xususiy qiymatini topgan bo'lamiz. Bu esa differensial tenglamani xususiy echimidir:

$$x = ab \frac{1 - e^{-kt(b-a)}}{b - a e^{-kt(b-a)}} \quad (9)$$

(9) formuladan shunday xulosalar kelib chiqadiki,  $b > a$ ,  $V$  moddaning boshlang'ich miqdori  $A$  moddaning boshlang'ich miqdoridan ortiq bo'lsin; u holda tenglamaning echimidan  $t \rightarrow \infty$  da  $x \rightarrow a$  ekanligi kelib chiqadi.

**2-masala .Dolzarb muammo(gazni tozalash).** Biror gazli aralashmadan gazni tozalash uchun uni skrubber (u yoki bu yutuvchi modda bo'lgan idish) orqali o'tkaziladi. YUtqichning (apparatning aniq bo'lgan rejimida) yupqa qatlami yutadigan gazsimon aralashma miqdori aralashma konsentratsiyasiga, shuningdek, qatlamning ko'ndalang kesim qalinligi va yuziga proporsionaldir.

Yechish.



**1-chizma.**(konus shakldagi gazlar aralashmsini tozalovchi qurilma)

Aralashma konsentratsiyasini  $q$  % orqali konus qatlamini ichki o'lchamlari balandligi  $h$ , radiusi  $r$ , tashqi o'lchamlari balandligi  $N$ , radiusi  $R$  deb belgilab, ushbu differensial tenglamani tuzamiz[4]:

$$dq = k\pi q r^2 dh \quad (10)$$

Bunda  $q$ –aralashma konsentratsiya miqdori;

$k$  – to'g'ri proporsional koeffitsenti;

$\pi r^2 dh$  - konusning ichki qismining hajmi.

Tashqi va ichki konuslarni yoyilmasi o'xshash uchburchakni hosil qilganligidan qo'yidagicha proporsiya tuzamiz:

$$\frac{r}{h} = \frac{R}{H} \quad (11)$$

Bundan  $r = \frac{Rh}{H}$  (11) munosabatni (10) qo'yib, ikkala tomonini integrallashdan oldin o'zgaruvchilarni almashtiramiz.

Ya'ni:

$$dq = k\pi q \frac{R^2}{H^2} h^2 dh \Rightarrow \int \frac{dq}{q} = k\pi \frac{R^2}{H^2} \int h^2 dh \quad (12)$$

$$\ln q = k\pi \frac{R^2}{H^2} \frac{h^3}{3} + \ln C = \ln e^{k\pi \frac{R^2 h^3}{H^2 \cdot 3}} + \ln C,$$

$$q = Ce^{k\pi \frac{R^2 h^3}{H^2 \cdot 3}} \quad (13)$$

umumiy yechimni hosil qilamiz.

$h = 0$  da  $q = a$ , shuning uchun  $C = a$ , demak

$$q = ae^{k\pi \frac{R^2 h^3}{H^2 \cdot 3}} \quad (14)$$

Agar  $h = H$ , bo'lganda  $q = b$  shartdan  $k$  koeffitsientni aniqlashni o'z kifoya. Bu

yerdan  $b = ae^{k\pi \frac{R^2 H^3}{H^2 \cdot 3}}$ , lekin  $k$  ni emas balki  $k$  – qatnashgan ifodani aniqlash qo'layroq:

$$e^{k\pi \frac{R^2 H^3}{H^2 \cdot 3}} = \frac{b^{1/H^2}}{a} \quad (15)$$

Xulosa shundan iboratki, geometrik nuqtaiy nazardan  $h = H$  ya'ni tashqi va ichki o'lchamlarini teng bo'lishi mumkin emas. Shunday ekan, mualliflarni fikricha, gazlarni absolyut tozalaydigan (murakkab aralashmadan kerakli sof gazni ajratadigan) qurilmani yaratish mumkin emas degan xulosa kelib chiqadi.

#### Adabiyotlar

1. Верховский В.Н. Методика преподавания химии. М., Учпедгиз. 1953.
2. Гутер Р.С., Янпольский А.Р. Дифференциал тенгламалар. - Тошкент: Ўқитувчи, 1978. 36 – 49 б.
3. Абдулхаева М., Мардонов Ў. М. – Кимё. Тошкент, “Ўзбекистон”, 2002.
4. Муфтахов А. Г. - Химиядан олимпиада масалалари ва уларнинг ечимлари. Тошкент, “Ўқитувчи”, 1993.

UDK: 661.632.13

**MAHALLIY XOM ASHYO ASOSIDA OLINGAN QURUQ SURKOV  
KOMPOZITSİYALARIDAN METALLARNI QAYTA ISHLASHDA FOYDALANISH****S.B. Mamajonov, O.G‘. Abdullaev, F.A. Doliev, A.Q. Nuritdinov***Namangan davlat universiteti*E-mail: [sbmamajanov@mail.ru](mailto:sbmamajanov@mail.ru)

**Annotatsiya.** maxalliy xom ashyo asosida olingan quruq surkov kompozitlari metallarni qayta ishlashda va cho‘zishga asoslangan bo‘lib bu kompozitsiyalarni tayyorlashda asosan natriyli sovun, natriy sulfat  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  5,0-20,0; bura  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  0,1-5,0 va talk aralashmalaridan tayyorlangan. Xozirda Namangan shaxridagi “Davrmetal” xususiy korxonasida tajriba-sinovdan o‘tkazilgan.

**Kalit so‘zlar:** bura, natriy sulfat, natriy karbonat, modifikatsiyalash, stearin kislota, magneziya.

**Использование для переработки металлов от сухих смазочных композитов  
полученного на основе местного сырья**

**Аннотация.** Сухая смазка полученная на основе местного сырья используется для переработки и волочении металлов приготовленного из следующих компонентов: натриевое мыло, сернокислый натрий  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  5,0-20,0; бора  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  0,1-5,0 и тальк. В настоящее время проведён опытно-испытательную работу на частном фирме “Давр металл” г. Намангана.

**Ключевые слова:** бора, сульфат натрия, карбонат натрия, модификация, стеариновая кислота, магnezия.

**Use for metal processing from dry lube composites obtained on the basis of local raw materials**

**Abstract.** Dry lubricant obtained on the basis of local cheese is used for processing and drawing metals prepared from the following components: sodium soap, natriy sulphate  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  5.0-20.0; bura  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  0.1-5.0 and talc. At present, the pilot-test work was carried out at a private company "Davr Metal" in Namangan.

**Keywords:** borax, sodium sulfate, sodium carbonate, modification, stearic acid, magnesium.

**Kirish.**

XX asrning ikkinchi yarmiga kelib metallarni qayta ishlashda (qora metallurgiya sanoatida, elektrotexnika sanoatida kabellar ishlab chiqarishda, mashinasozlik sanoatida yuqori o‘tkazuvchan materiallar) dastlabki usullardan foydalanib simlarni cho‘zilgan. Dastlabki usulda po‘lat simlarni cho‘zish jarayoni ularni qurilmaning konussimon teshigi orqali o‘tkazishga asoslangan. Simlar ishlab chiqarish sobiq ittifoqning deyarli barcha qora va rangli metallar ishlab chiqarish zavodlarida hamda turli mutaxassisikka ega bo‘lgan mashinasozlik zavodlarida mavjud bo‘lgan. Bunday qurilma va uchastkalar soni 100 dan ortgan. Dastlabki usulda simlarni cho‘zishda quruq surkov moylaridan foydalanilishiga qaramay kuchli ishqalanish yuzaga kelgan. Dag‘al va o‘rtacha o‘lchamdagi simlar (1-8mm) ni cho‘zish uchun sovun granularidan, ingichka va nozik simlar (o‘lchami 1 mm dan kichik)ni cho‘zish uchun esa yog‘ va emulsiyadan foydalanilgan. Dastlabki usul bilan chegara rejimi deb ataladigan surtish rejimi amalga oshirilgan.

**Tadqiqot maqsadi.**

Chegara ishqalanish qurilmani ishdan chiqaradi; cho‘zish kuchini oshiradi, bu esa simlarni cho‘zishda elektroenergiya sarfini oshiradi. Po‘lat va mis simlarni cho‘zishda yangi texnologiyalar ixtiro qilinmaguniga qadar hamdo‘stlik davlatlarida mavjud bo‘lgan barcha korxonalarda simlarni cho‘zishning dastlabki usulidan foydalanib kelingan. Hozirgi kunda metallarga qayta ishlov berishda yangi texnologiyalar yaratilgan bo‘lib ularda simlarni cho‘zish uchun turli tarkibga ega bo‘lgan quruq surkov kompozitlardan foydalanilmoqda.

**Tadqiqot usullari va obyekti.**

Jumladan, payvandlash simlarini cho‘zish uchun quyidagi tarkibga ega bo‘lgan quruq surkov moylari ishlab chiqilgan, mas. %: besh molekula suvli bura (pentagidrat)  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  - 60,0-90,0;

natriya tripolifosfat  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$  - 8,0-12,0; trinatriyfosfat  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  - 8,0-12,0; natriy sulfatya  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  - 13,0-35,0; natriy karbonat  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  - 3,0-11,2; suyak kleyi (mezdrli, yog'och) - 0,01-1,0; qolgan suv (Patent RU 2197560, S23S 22/00, V21S 9/00, opubl. 2003.01.27). Ushbu tarkibli kompozitning kamchiligi shundan iboratki, tan narxi qimmat, undan foydalanganda qo'shimcha ravishda moylash uchun sovundan foydalanish talab etiladi, bundan tashqari mexanik tozalangan katankalardan sim ishlab chiqarida bu materialdan foydalanib bo'lmaydi. Simlarni cho'zishda ishlatiladigan quyidagi tarkibli quruq surkov kompoziti mavjud, mas. %: kaltsinatsiyalangan soda  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  5,0-20,0; natriy nitrit  $\text{NaNO}_2$  0,5-7,0; natriy sulfat  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  5,0-20,0; bura  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  0,1-5,0; magneziya (aktivlashganya)  $\text{MgO}$  1,0-5,0; bor nitrid  $\text{BN}$  0,05-3,0; lgan qismi qostearin kislotasi  $\text{S}_{17}\text{N}_{35}\text{SOON}$  - o (Patent RU 2190693, S23S 22/00, V21S 9/02, opubl. 2002.10.10). Ushbu taniqli quruq surkov kompozitining kamchiligi uni faqat fosfatlash orqali qo'llash mumkin va katankalarni okalindan mexanik tozalagandan so'ng simlarni cho'zish jarayonida qo'llash mumkin emas. Adabiyotlar tahlillari shuni ko'rsatmoqdaki, metallarni qayta ishlashda qo'llaniladigan surkov kompozitlari ko'rigiga qaramasdan turli kamchiliklarga ega. [2-6] Quruq -surkov moylovchi kompozitsiyalar ishlab chikarish uchun xom ashyo ikkilamchi maxsulotlar respublikamizda mavjudligi, ulardan turli-tuman kimyoviy reagentlar ishlab chikarish mumkinligiga, xom ashyoning mustaqilligiga, mahalliy ikkilamchi maxsulotlarni utilizatsiya qilishga va natijada arzon maxsulotlar ishlab chikarishga olib keladi.

Taklif etilayotgan quruq -surkov moylovchi kompozitsiyalar metallarning cho'zilish jarayonida uning sifat ko'rsatkichlarini yomonlashmasligini, cho'zilishni bir tekis amalga oshirishni ta'minlaydi.

Bugungi kunda bunday quruq surkov kompozitsiyalarni O'zbekistonda ishlab chiqarilmaganligi sababli uni Xitoy, Rossiya va Ukraina kabi horijiy davlatlardan valyutaga sotib olib kelinmoqda. Qayd etilgan texnologiyani amalga oshirish va mahsulot ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish natijasida mahalliy xom ashyo asosida yangi turdagi mahsulot ishlab chiqariladi. Bu o'z navbatida import o'rni bosadigan mahsulot ishlab chiqarishga va valyuta fondini tejashga olib keladi. Bundan tashqari quruq surkov kompozitsiyasini ishlab chiqarishga ketadigan xom ashyoning 86 foizi Respublikamizda mavjuddir. Mahsulot ekologik jihatdan xavfsiz bo'lib, samaradorligi analoglarnikidan kam emas. Mahalliy ikkilamchi xom ashyo asosida rangli va qora metallarni qayta ishlashda qo'llaniladigan quruq surkov kompozitsiyalari olishning optimal shart- sharoiti ishlab chiqildi. Ularni ishlab chiqarish sodda tipik reaktorlarda amalga oshiriladi. Bu esa o'z navbatida amalga oshiriladigan jarayonlarni murakkab emasligidan dalolat beradi.

Loyixaning o'ziga xosligi, arzon xom ashyo manbaidan kimmatbaxo maxsulot (yoki ma'sulotlar) olish va bunda unchalik murakkab bo'lmagan, odatdagi kimyo sanoati jihozlaridan foydalangan xolda, yangi texnologik liniya yaratiladi va respublikamiz uchun yangi maxsulotlar ishlab chiqarish yo'lga qo'yiladi.

Taklif etilayotgan texnologiyani yo'lga qo'yish natijasida metallarga ishlov berish sanoati uchun yangi bo'lgan maxsulotlar ishlab chikariladi. Natijada ishlab chikaruvchi korxonaning iktisodiy ko'rsatkichlari o'sadi. Po'lat simlar ishlab chiqarish sanoatida simlarni tayyorlashda diametri kattaroq bo'lgan po'lat simni cho'zish yo'li bilan diametri kichikroq bo'lgan po'lat simlar tayyorlanadi. Jarayon diametri katta simni diametri kichikroq teshikdan, ya'ni fileradan o'tkazishga asoslangan.

#### **Olingan natijalar va ularning muxokamasi.**

Barcha turdagi surkov kompozitlarining modifikatsiyalash mumkin. Buni surkov kompozitlarining asosiy parametrlarini o'zgartirish orqali yoki maxsus qo'shimcha komponentlar qo'shish orqali amalga oshiriladi.

Belarusiya Respublikasida ishlab chiqarilayotgan yuqoridagi 4 xil tipdagi surkov kompozitlarini texnologiyasi va tarkibi ishlab chiqaruvchi tomonidan qattiq sir tutiladi. [4]

Ma'lum tarkibga ega, ko'rilayotgan surkov kompozitlari fizik - mehanik, ekologik va yong'in havfsizligi talablariga to'la javob beradi. [1-8]

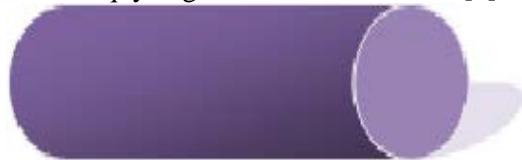
Lekin ularni qollash vaqtida cho'zilish chegarasi mavjud. Po'lat sim yuzasiga yupqa qatlam hosil qilib yopishgan surkov kompozitlari ma'lum bir cho'zilish chegarasiga ega halos. Bu chegaradan chetga chiqilsa cho'zilgan po'lat sim yani maxsulotning sifati talablarga javob bermay qolishi mumkin.

Bunday po'lat yoki boshqa metallardan tayorlangan similar istemol uchun yaroqsiz hisoblanadi. Uni kattalashtirilgan holda ko'radigan bo'lsak quyidagicha bo'lishi mumkin.



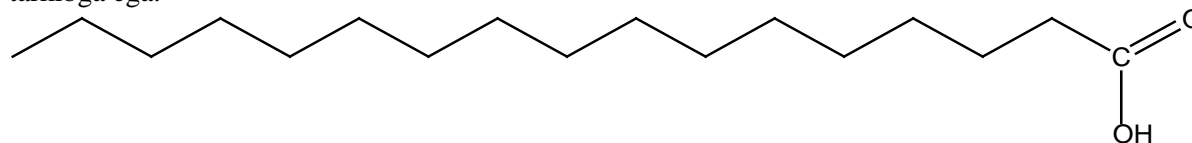
**1-rasm.** Surkov kompoziti qo'llanilmagan xolati

Agar cho'zish jarayoni surkov kompoziti qo'llanilgan holda olib borilsa, u holda olinadigan maxsulotning kattalashtirilgan ko'rinishi quyidagicha bo'lishi mumkin. [9]



**2-rasm.** Surkov kompoziti qo'llanilgan xolati

Stearin kislota to'yingan bir asosli yog' kislotasi bo'lib  $S_3-(S_2)_{16}-COON$  ( $C_{17}H_{35}COON$ ) tarkibga ega.

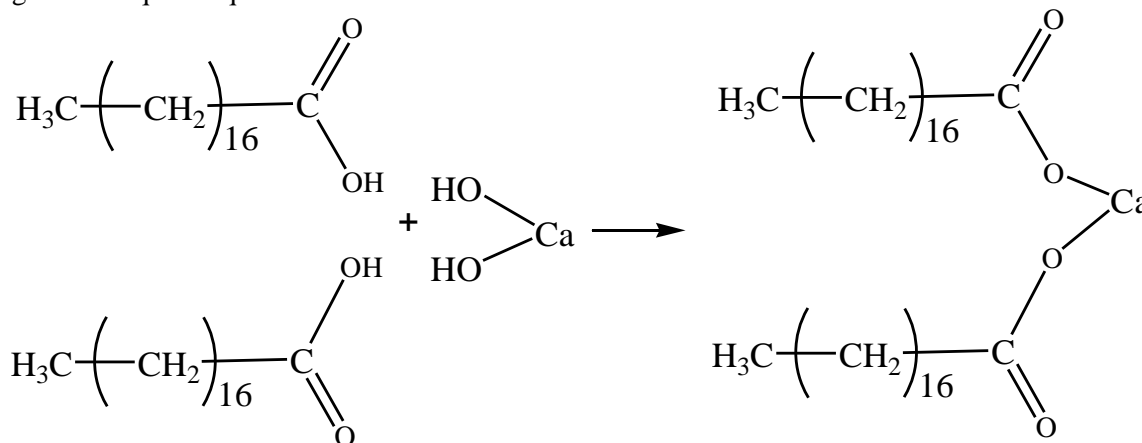


Stearin kislota sanoatda asosan yog'larni gidrolizlab olinadi. Stearin kislota moysimon, xona haroratida qattiq holda bo'ladi.

Stearin kislota biz laboratoriya sharoitida sovunni kislotali sharoitda gidrolizlab oldik. Bunda stearin kislota eritma yuzasiga qalqib chiqadi va fil'tr qog'oz bilan ajratib olinadi. Olingan kislota erish haroratiga yetkazmagan holda quritish pechida suvsizlantiriladi.

Olingan stearin kislota tortib olindi va quritilgandan so'ng yana tortildi. Bunda uning tarkibidagi suv miqdori 28% ekanligi aniqlandi. 100°C dan yuqoriroq haroratda eritib, qayta qotirib, tortib ko'rganimizda massa 5% ga kamayganini aniqladik. Bundan ko'rinib turibdiki olingan stearin kislota tarkibida 28+5=33% namlik mavjud.

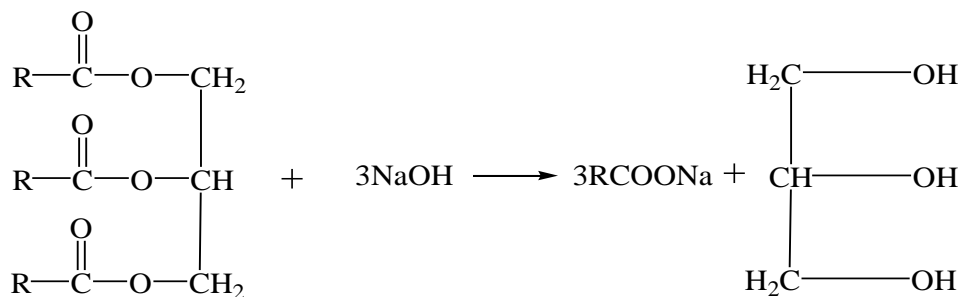
**Kaltsiy stearat sintezi:** Yuqoridagi tajriba orqali olingan stearin kislota 32 gramm, bu kislota kaltsiy stearatga aylantirish uchun kerak bo'ladigan kaltsiy gidroksid massasini reaksiya tenglamasi orqali aniqlab olinadi.



Sovunlanish reaksiyasini olib borish uchun issiqlikka bardoshli idishda sintez qilingan stearin kislota solib, 120-140°C atrofida suyuqlangunga qadar eritib, qizdirildi. Qizib turgan to'yingan yog' kislotasiga oz-ozdan ehtiyot chorasini ko'rgan holda ishqordan sepib va intensiv aralastirib turildi. Bunda hosil bo'layotgan kaltsiyli sovunning erish harorati yog' kislotasidan yuqori bo'lgani uchun qattiq holga o'tib, ajralib chiqa boshlaydi. Idishni qiyshaytirgan holda kaltsiy stearatni idishning tepasiga yig'ib, pastdagi suyuq yog' kislotasiga ishqordan sepishda davom etiladi. Jarayon shu tarzda davom etadi.

Jarayon nihoyasiga yetkazilgach, kaltsiyli sovun yig'ib olinadi va tarozida tortib qo'yiladi.

**Sovun tarkibidagi suv miqdorini aniqlash** Sovun bu yog' kislotalarining metallar bilan hosil qilgan tuzlari bo'lib, ular sovunlanish reaksiyasi orqali olinadi. Bunda yog'lar ishqoriy gidroliz qilinadi.



Bu yerda R- radikal yog' kislotalaridan hosil bo'lgan.

Po'lat simlarni cho'zishda qo'llaniladigan quruq surkov kompozitlarini tarkibiga asosan sovun kiradi. Ushbu tadqiqot ishida taklif etilayotgan barcha quruq surkov kompozitlari tarkibiga 65 – 70% yog' kislotasi saqlagan xo'jalik sovunlari kiritilgan.

Sovun sirt aktiv modda bo'lishi bilan bir qatorda surkov kompoziti uchun eng maqbul komponentdir. Buni adabiyotlar sharhida ham ko'rsatib o'tildi. Motor moylari tarkibiga ham kal'tsiy stearat va natriyli sovunlar qo'shiladi. Bundan maqsad ular dvigatel porshenlari uchun surkov kompoziti vazifasini o'taydi.

**Maxsulotni tayyorlash:** uchun avval sifatli xo'jalik sovunini tanlandi va uni maxsus qirg'ich yordamida qirindi holatiga keltirildi. Qirindi tarkibida ko'p miqdorda (15-30%) suv mavjud bo'lib, bundan qisman qutilish uchun quritish shkafidan foydalanish maqsadga muvofiq. Agar shkafda quritish imkoni bo'lmasa ochiq havoda quyosh nuri ostiga yoygan xolda quritish ham mumkin.



**3-rasm.** Quritilgan Sovun qirindisi

Ushbu quritilgan massa tarkibida ma'lum miqdorda suv mavjud bo'lib, undan eritish jarayonida butkul qutilinadi.

Tajriba uchun 400g sovun qirindisi olindi. Qirindi quritilgandan so'ng tarozida tortilganda uning massasi 328g bo'lgani aniqlandi. Bundan ko'rinib turibdiki ishlatilgan sovun tarkibida 18% namlik bor.

Sovunni suyuqlantirgandan so'ng massasini qayta o'lchaganganda 312g chiqdi. Bundan ko'rinib turibdiki sovun tarkibida  $400-312=88$ ,  $88/400=0.22$  massa ulush bo'yicha namlik bor. Xulosa shuki mazkur sovun tarkibida 22% suv bo'lgan.

### Xulosa.

Taklif etilayotgan mahsulot turli ko'rinishdagi po'lat simlarni cho'zish jarayonida quruq surkov kompozitsiyasi bo'lib xizmat qiladi. Maxsulot simlarni cho'zilish jarayonida metallning sifat ko'rsatkichlarini salbiy ta'sir etmaydi va cho'zilishni bir tekis amalga oshirishini ta'minlaydi. Bundan tashqari chuzilgan simlar tannarxini kamaytirgan xolda korxonaga katta iqtisodiy foyda keltiradi.

### Adabiyotlar

1. Bolxovitinov N.F. Metallovedenie i termicheskaya obrabotka Izdanie 6, 1995, 505 s.
2. Grudev A.P. Trenie i smazki pri obrabotke metallov davleniem Spravochnik, 1982, 311 s.
3. Brautman L.N. Kompozitsionnye materialy s metallicheskoj matritsey T4, 1978, 504 s.



4. Arzamasov B.N. Materialovedenie, 2002, 657 s.
5. Tumanov A.T. Konstruktsionnye materialy Entsiklopediya, 1965, 527 s.
6. Yu. A. Aksenov, I. O. Bashkin, V.L. Kolmogorov i dr. Vliyanie vodoroda na plastichnost' i soprotivlenie deformatsii texnicheskogo titana VT10 pri temperaturax do 750 gr.S. // Fizika metallov i metallovedenie, Tom 67, vyr. 5, 1989, s. 993-999.
7. Patent RU 2188226, S10M 125/00, opubl. 2002.08.27
8. <http://www.mash.oglib.ru/milniystrujka.php>
9. <http://www.profznanie.com/22258.htm>
10. Tumanov A.T. Konstruktsionne material Entsiklopediya, 1995

УДК: 661.174

### ИЗУЧЕНИЕ НА ОСНОВЕ МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКИХ ОЛИГОМЕРНЫХ АНТИПИРЕНОВ

М.Т. Каршиев, А.Т. Джалилов, Ф.Н. Нуркулов, О.Т. Каримов,  
Э.Т. Бердимуродов

ГУП Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии

E-mail: [mqarshiyev@inbox.ru](mailto:mqarshiyev@inbox.ru)

**Аннотация.** Исследование композиции полимерных материалов с фосфор-, кремний- и азотсодержащими олигомерными антипиренами, строение и состав синтезированного олигомерного антипирена изучены ИК спектральным анализом. Изучены вспученные свойства полученной композиции огнестойкого полимерного строительного материала по установленным методам ГОСТ анализа.

**Ключевые слова:** фосфор-, кремний- и азотсодержащие соединения, вспученные покрытия, композиция, полимерных материалов, олигомерный антипирен, модификация.

### Metallorganik oligomerlar asosidagi antipirenlar tadqiqoti

**Annotatsiya.** Polimer materiallarining tarkibini fosfor, kremniy va azot saqlagan oligomer antipirenlar bilan kompozitlarni o'rganish, olingan oligomer antipirenlarni tarkibi va tuzilishi IQ spektr tahlillari bilan o'rganildi. Olingan polimer materiallarini yong'indan himoyalovchi oligomer antipirenlar bilan kompozitsiyalarni olingan tarkibi kengaytirilgan xususiyatlari GOST tahlili usullariga muvofiq o'rganildi.

**Kalit so'zlar:** fosfor-, kremniy- va azot saqlagan birikmalar, qoplamalar, kompozitsiya, polimer materillar, oligomer antipiren, modifikatsiya.

### Study of fire-retardants based on organometallic oligomers

**Abstract.** Investigation of the composition of polymeric materials with phosphorus-, silicon- and nitrogen-containing oligomer flame retardants, the structure and composition of the synthesized oligomer flame retardant have been studied by IR spectral analysis. Expanded properties of the obtained composition of fire-resistant polymeric building material were studied by the established methods of GOST analysis.

**Keywords:** phosphorus-, silicon- and nitrogen-containing compounds, expanded coatings, composition, polymeric materials, oligomer flame retardant, modification.

Текущее состояние мирового рынка антипиренов определяется двумя основными факторами: применением норм международной, региональной и национальной пожарной безопасности. С каждым годом требования к пожарной безопасности полимерных материалов становятся более строгими в связи с растущим объемом их потребления. Государство является органом, осуществляющим контроль и надзор за экологической обстановкой и здоровьем человека. Под такой контроль попадают все вредные и токсичные вещества, в частности, галогенсодержащие соединения и триоксид сурьмы. [1-2].

Таким образом, анализ литературных данных и патентно-лицензионный поиск показывает перспективность синтеза и применение в качестве огнезащитных средств, для древесины и полимерных композиционных материалов, фосфор и метал содержащих соединений.

В современных условиях важное значение имеет широкое применение огнезащитных составов, которые должны обеспечиваться новым поколением экологически безопасных, рентабельных огнезащитных композиций с высокими эксплуатационными показателями. Используемые для этого составы после нанесения на поверхность горючих материалов повышают их огнестойкость.

Новые проблемы пожарной безопасности возникают также в связи с ускоренным строительством жилых, производственных и общественных зданий. Вероятность возникновения пожара можно уменьшить, используя в зданиях трудно возгораемые материалы, защищая их специальными противопожарными составами.

Синтезированы новые полифункциональные металлорганический олигомерные антипирены на основе продуктов взаимодействия азот-, фосфор-, алюминий содержащих соединений, при этом были изучены свойства антипиренов марок AP-200.

Безгалогенные антипирены многофункционального назначения, содержащие фосфор и металл органик, являются очень перспективными, особенно с точки зрения экологической безопасности. Кроме того, они выполняют функции наполнителя, пигмента, антикоррозионной присадки и др. Основным недостатком является их невысокая эффективность как замедлителя горения.

Последнее обстоятельство вынуждает применения повышенной концентрации (до 50 - 60%) такого АП, что неизбежно ведет к деградации важнейших физико-химических свойств полимера. Результаты этих исследований приведены в табл.

Из данных табл. следует, что применение антипиренов на основе соединений фосфор приводит к значительной деградации основных эксплуатационных характеристик. В частности, наблюдается понижение значений ПТР<sub>2,16</sub>; ПТР<sub>5,0</sub>; ПТР<sub>21,6</sub>, что указывает на повышение вязкости расплава. Очевидно, это является результатом либо структурирования, либо повышения степени гетерофазности системы из-за высоких концентраций антипирена, выполняющего, в том числе, и функции твердофазного наполнителя. С другой стороны - значительное повышение экстрагируемых низкомолекулярных фракций указывает на увеличение экстрагируемых компонентов антипирена. Видимо, в конкурирующих процессах повышение вязкости расплава за счет твердофазных соединений фосфор-, азот и сера преобладает над возможным эффектом пластификации олигомерными компонентами антипиренов. Однако наиболее важным является изменение физико-механических свойств, обусловленное введением антипиренов. Так, например, композиция ПЭ+AP-200. Результаты исследования реологических, физико-механических свойств, анализ экстрагируемых низкомолекулярных фракций, огнестойкости приведены в табл.

Таблица

Физико-химические свойства композиции ПЭНП с металлсодержащим олигомерным антипиреном

№	Состав композиции	ПТР <sub>2,16</sub> , г/10мин	ПТР <sub>5,0</sub> , г/10мин	ПТР <sub>21,6</sub> , г/10мин
0	ПЭНД 0220 исходный	0,82	3,45	51,5
1	ПЭ+AP-200. 10%	0,77	3,09	24,8
2	ПЭ+AP-200. 20%	0,71	2,74	23,2
3	ПЭ+AP-200. 30%	0,60	2,72	22,1
4	ПЭ+AP-200. 60%	-	-	-

Реологические свойства композиции ПЭ+АП, оцениваемые значениями ПТР, показывают тенденцию уменьшения. Возможно, это является результатом воздействия АП на матрицу ПЭ или процессов структурирования, следующих за процессами деструкции.

Полученная композиция была исследована методами электронно-микроскопическим анализами на основе металлорганические олигомерного антипирен и ПЭВД. Количество антипирен составляет в композиции 30 % от массы полимера. С помощью электронной микроскопии можно определить структурирование в композиции.

С помощью электронной микроскопии можно определить распределение металлорганические олигомерного антипирен в структуре композиции. При испытании образец сначала был закреплен в держатель, потом образец прикрыли. Для определения был использован прибор QUORUM Q150 RS.

Были получены образцы композиций. Эти образцы являются полимерными композициями, содержащими до 30 % металлоорганик олигомер.

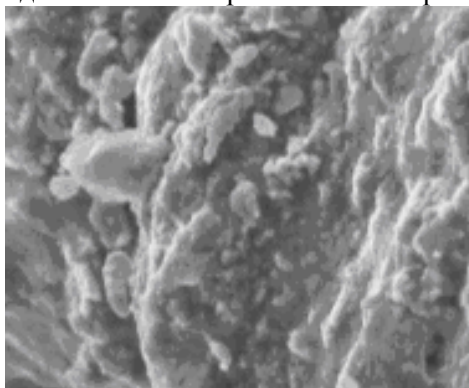


Рис. 1. Данные электронно-микроскопического анализа.

При увеличении образца, на основе полиэтилена марки F-0220S, в 350 раз с помощью электронной микроскопии, не наблюдается следов примеси на поверхности, но видны некоторые изменения в сравнении с контрольным образцом, которые объясняются присутствием добавок.

Получены композиции на основе гидроксида кальция и САЭД-3 с полиэтиленом высокого давления марки F-0220S (ПЭВД), которые характерны для соединений с металлосодержащими эпоксидными олигомерами. На рисунке 3 видно, что на структуре полимерной композиции можно наблюдать расположение и распределение разных элементов в одинаковых слоях. На рисунке показаны результаты электронно микроскопического анализа композиций на основе металлосодержащих полимеров.

Результаты электронной микроскопии показывают, что композиции, обладают наилучшей смешиваемость с полимерами. В связи с этим можно сделать вывод, что полиэтиленовая композиция, полученная с добавлением фосфор, азот и металлоорганический олигомерных антипирен, имеет наилучшие результаты по сравнению с другими композициями. Таким образом, доказана эффективность использования для полимерных строительных материалов олигомерных антипиренов с азот-, фосфор- и металлоорганический соединениями в качестве огнезащитных средств.

#### Литература

1. Хашхожева Р.Р. Разработка новых огнестойких композитных материалов на основе полибутилентерефталата/ Хашхожева Р.Р., Черкесова Р.А., Хаширова С.Ю., Микитаев А.К./Материалы X Международной научно-практической конференции «Новые полимерные композиционные материалы», 2014. -С.263-266.
2. Kajiwara N., Desborough J., Harrad S., Takigami H. Photolysis of brominated flame retardants in textiles exposed to natural sunlight, Environ. Sci. Process. Impacts 15 (2013) 653-660.

UDK: 661.543+541.66.092+546.135

#### DOLOMITDAN KALTSIY - MAGNIY XLORID OLISHDA FILTRLASH JARAYONINI O'RGANISH

Z.A. Xamrakulov, T.S. O'rovov<sup>2</sup>, F.M. Mulaydinov, N.B. Kurbonov, A.Aslanov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>O'zRFA Umumiy va noorganik kimyo instituti,

<sup>2</sup>Samarqand davlat universiteti

**Аннотация.** Dolomit mineralini xlorid kislotasi yordamida parchalash natijasida hosil bo'lgan kaltsiy - magniy xlorid suspenziyasidan erimay qolgan qoldiqlarni ajratish filtrlash, cho'ktirish va markazdan qochma kuch ta'siri kabi usullardan foydalanib o'rganildi. Har bir usulning maqbul cho'kish tezliklari vaqtga bog'lab o'rganildi. Xlorat kaltsiy - magniy olishda hosil bo'lgan bo'tqa (pulpa) tarkibidan natriy xlorid va xlorat qoldiqlarini ajratish samaradorligini o'rganildi.

**Kalit soʻzlar:** dolomit, xlorid kislotasi, parchalash, boʻtqa (pulpa), xlorid kaltsiy - magniy eritmasi, erimay qolgan qoldiq, filtrlash, tindirish, texnologiya.

### **Исследование процесса фильтрации при получении хлорида магния из доломита**

**Аннотация.** Методами фильтрации, отстаивания и использования центробежной силы исследовано отделение нерастворимого остатка из суспензии хлоридов кальция и магния, полученной в результате разложения доломитового минерала соляной кислотой различной концентрации. Для каждого метода установлена оптимальная скорость осаждения в зависимости от времени. Изучена фильтруемость пульпы с осадками хлоратов кальция и магния, хлорида и хлората натрия, образующейся в процессе получения хлорат кальций-магниевый дефолианта.

**Ключевые слова:** доломит, соляная кислота, разложение, суспензия (пульпа), раствор хлоридов кальция и магния, нерастворимый остаток, фильтрация, осветление, отстаивание, технология.

### **Study of the filtration process on magnesium chloride preparation from dolomite**

**Abstract.** The separation of the insoluble residue from the suspension of calcium and magnesium chloride obtained by decomposition of dolomite mineral with hydrochloric acid of different concentrations is investigated by the filtration methods, sedimentation and using of centrifugal force. For each method, the optimum speed is set depending on time. The filterability pulp with precipitation of calcium and magnesium chlorate, sodium chloride and sodium chlorate produced during the production of calcium-magnesium chlorate defoliant was studied.

**Keywords:** dolomite, hydrochloric acid, decomposition, suspension (pulp), calcium and magnesium chloride solution, insoluble residue, filtration, clarification, settling, technology.

### **Kirish.**

Yer qishloq xoʻjaligi ishlab chiqarishining asosiy vositasi hisoblanadi. Shu maʼnoda, qishloq xoʻjaligi tarmoqlarida samaradorlikka erishish, koʻp jihatdan, zaminga ehtiyotkorlik bilan munosabatda boʻlish, uning meliorativ holatini yaxshilash va tuproq unumdorligini oshirishga bevosita bogʻliq. Soʻnggi paytlarda dunyo miqyosida foydalanishga yaroqli hamda unumdor yerlar kamayib borayotganligini inobatga olsak, bu juda dolzarb vazifadir. Hozirgi kunda dunyoda 13,5 milliard gektar yerning 1,4 milliard gektari qishloq xoʻjalik mahsulotlarini yetishtirishga moʻljallangan [1]. Jahonda oʻsib borayotgan aholi soni va ularning ehtiyojlari yerdan yanada unumli foydalanishni taqozo etmoqda.

Keyingi yillarda Oʻzbekiston qishloq xoʻjaligida zamonaviy agrotexnologiyalarni keng joriy etish, sugʻoriladigan yerlarning meliorativ holatini yaxshilash, mineral oʻgʻitlardan samarali foydalanishga alohida eʼtibor berilmoqda. Joriy yilda 8 million 377 ming tonna gʻalla, 2 million 930 ming tonnadan ziyod paxta hosili, ikkilamchi ekinlardan 5,5 million tonnadan ortiq mahsulotlar yigʻishtirib olindi. Qishloq xoʻjalik mahsulotlarining 132 ming tonnasi qayta ishlanib, 100 million dollarlik tayyor mahsulot eksport qilindi. 724 ming tonna hoʻl meva chetga sotildi va Oʻzbekistonga 856 million dollar valyuta keltirdi [2]. Bunday ulkan marralarga erishishda kimyoviy preparatlar - mineral oʻgʻitlar, oʻstirishni rostlovchi stimulyatorlar, pestitsidlar, shuningdek, defoliant va desikantlarning oʻrni beqiyos.

Oʻzbekiston soʻnggi yillarda xalqaro paxta bozorining muhim ishtirokchilaridan biri sifatida oʻz oʻrnini yanada mustahkamlab bormoqda. Butun dunyo boʻyicha paxta xom ashyosining 85% ni Xitoy, AQSh, Xindiston, Braziliya, Pokiston, Oʻzbekiston, Meksika, Misr, Turkiya va Sudan kabi mamlakatlar yetishtirib beradi.

Mamlakatimiz jahonda paxta yetishtiruvchi davlatlar ichida eng shimoliy hududda joylashganligi bois, kuzgi yogʻingarchilik kunlar ayrim yillarda erta boshlanishi mumkin. Shuni eʼtiborga olib, yuqori texnologik hossalarga ega boʻlgan paxta xom ashyosini yogʻin - sochinga qoldirmay, qisqa muddatda yigʻib - terib olishda kimyoviy preparatlar, yaʼni defoliantlar yordamida defoliatsiya oʻtkazish muhim agrotexnik tadbirlardan biri hisoblanadi. Oʻz muddatida, maqbul meʼyorlarda sifatli oʻtkazilgan defoliatsiya, paxtani sifatli yigʻib olish imkonini beradi, birinchi terim va umumiy hosil salmogʻini oshirishga hizmat qiladi. Bundan tashqari, ikkilamchi hosil yaʼni gʻalla

ekish va kuzgi - qishki tadbirlarni barvaqt boshlash imkoni tug'iladi, kelgusi yil hosilini mo'lj bo'lishiga puxta zamin yaratiladi.

Mahalliy xom ashyo bazasi asosida import o'rnini bosadigan mahsulotlar ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish, bozorlarimizni zarur mahsulotlar bilan to'ldirish, ishlab chiqarish quvvatlarining to'liq faoliyat ko'rsatishiga erishishni ta'minlash, valyuta resurslarini tejash hamda ulardan oqilona foydalanish iqtisodiy o'sish va iqtisodiyotni tarkibiy jihatdan o'zgartirishning eng muhim manbai va omilidir.

Hozirgi kunda respublikamiz qishloq xo'jaligida keng qo'llanilayotgan XMD (xlorat magniy) UzDef, Super XMD-j, PoliDef defoliantlarining asosiy xom ashyosi - bishofit (magniy xloridi) Rossiya va Turkmanistondan valyuta hisobiga keltirilmoqda [3]. Bu esa ishlab chiqarilayotgan defoliant tannarxini oshishiga sababchi bo'lmoqda. Mazkur vazifani amalga oshirishda import xom ashyosi hisoblangan «bishofit» o'rniga mahalliy dolomit mineralini xlorid kislotasi yordamida parchalab, kaltsiy - magniy xlorid eritmasini olish va uni natriy xlorati bilan konversiyalash orqali kam zaharli, yuqori samaralikka ega bo'lgan yangi turdagi defoliantlar yaratish, shu orqali korxonalar sarf xarajatlarini qisqartirish, ularni uzluksiz ishlashini ta'minlash hamda tayyor mahsulot tannarxini pasaytirish dolzarb muammolardan biridir.

Mamlakatimiz ulkan foydali qazilma va xom ashyo zahirasiga ega davlatlardan hisoblanadi. Hozirda 1717 dan ortiq konlar, 1000 ga yaqin turli istiqbolli foydali qazilmalar aniqlangan bo'lib, ularning 118 tasi turli hil mineral xom ashyolardir. Shulardan, 60 dan ziyodi ishlab chiqarishga jalb etilgan [4]. Neft va gaz kondensati, tabiiy gaz bo'yicha 155 ta istiqbolli konlar, qimmatbaho metallar bo'yicha esa 40 dan ortiq, rangli, nodir hamda radioaktiv metallar bo'yicha 40 dan ortiq mineral xom ashyolari ishlab chiqarish korxonalarida qayta ishlanib tayyor, yarim tayyor mahsulot sifatida foydalanilmoqda, ayrimlari esa chet mamlakatlarga eksport qilinmoqda.

Mahalliy xom ashyolar asosida innovatsion texnologiyalarni yaratish mahsulot tannarxining pasaytirish omillaridan biridir. Dolomit mineralini xlorid kislotasi yordamida parchalab kaltsiy va magniy xlorid eritmasini olish mumkin.

O'zbekistonda dolomit mineral konlari Toshkent, Buxoro, Samarqand, Navoiy, Farg'ona va Namangan viloyatlarda keng tarqalgan. Dolomit mineralini parchalab olingan kaltsiy va magniy xlorid eritmasini natriy xlorat bilan konversiyalash orqali xlorat tarkibli defoliant olish mumkin.

**TADQIQOT QISM.** Dolomit mineralidan kaltsiy - magniy xlorid olish texnologiyasining fizik - kimyoviy asoslarini yaratish, me'yoriy - texnik xujjatlarini ishlab chiqish, sanoat miqyosida ishlab chiqarishni tashkillashtirish, xomashyo va tayyor mahsulotlardan unumli foydalanish maqsadida tanlab olingan «Navbahor» dolomit minerali - kimyoviy, fizik - kimyoviy va fizik - mexanik usullar yordamida tahlil qilindi. Quyida «Navbahor» dolomitining kimyoviy tarkibi keltirilgan.

1 – jadval.

Dolomit namunasining kimyoviy tarkibi (og'. %)

Konning nomlanishi	Havoda quritilgan % dagi miqdori										
	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + FeO	SiO <sub>2</sub>	MnO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>
Navbahor	30,14	17,42	0,30	0,27	2,85	0,02	0,04	0,17	0,03	0,15	44,8

Dolomit mineralini xlorid kislotasi yordamida parchalash natijasida kuchli ko'piklanish jarayoni kuzatiladi. Bu esa ishlab chiqarishda ayrim noqulayliklarni keltirib chiqaradi. Dolomit mineralini xlorid kislotasi ishtirokida parchalash jarayoni mexanik aralashtirgich va termostat bilan jihozlangan balandligi 25 sm, diametri esa 5 sm bo'lgan shisha reaktorda, Q:S = 1:2 nisbada 100% stexiometrik me'yorda 25,0%, 31,0%, 35,0 foizli xlorid kislotasi konsentratsiyalarida, 10-60°C harorat oralig'ida hamda aralashtirgichning aylanma tezligi 250, 300, 750, 1000 (ayl./daqiq) bo'lgan sharoitda o'tkazildi. Ko'pik balandligi raqamlangan shkala bo'yicha vizual tartibda aniqlandi [5, 6].

Ma'lumki, dolomit minerali tarkibida 2-5% gacha reaksiyaga kirishmaydigan kremniy (IV) - oksidi ( $\text{SiO}_2$ ) bo'ladi. Parchalanish natijasida hosil bo'lgan suspenziya tarkibidagi erimay qolgan qoldiqlarni ajratish - filtrlash, tindirish va markazdan qochma kuchlar yordamida o'rganildi. Filtrlash tezligi bir qancha kattaliklarga bog'liq (suspenziyaning fizik - kimyoviy xassalariga, cho'kma tabiatiga va filtrlash rejimi va boshqa) [7]. Filtrlash tezligi quyidagi differensial ifoda bilan aniqlanadi:

$$W = dV_f/F_f \cdot d\tau_f \quad (1)$$

bu yerda,  $dV_f$  - filtrat xajmi,  $\text{m}^3$ ;  $F_f$  - filtrlash yuzasi,  $\text{m}^2$ ;  $d\tau_f$  - filtrlash vaqti, s.

Filtrlash jarayonida vaqt o'tishi bilan bosimlarning farqi va cho'kmaning gidravlik qarshiligi o'zgarib boradi. Shu sababli filtrlash tezligi differensial ko'rinishida quyidagicha yoziladi:

$$W = DV_f/Fd\tau_f = \Delta P/\mu(R_2 + R_f) \quad (2)$$

bu yerda,  $\Delta P$  - bosimlar farqi, MPa;  $\mu$  - suspenziyaning qovushoqligi, Pa·s;  $R_2$  - cho'kma qatlamining qarshiligi;  $R_f$  - filtr to'siqlarining qarshiligi.

Filtrlash tezligini aniqlash uchun (2) tenglikni integrallab, cho'kmaning gidravlik qarshiligi bilan olinayotgan filtrat xajmi orasidagi bog'liqlikni bilish lozim. Bunda cho'kma qatlamini balandligi ortib boradi. Cho'kmaning gidravlik qarshiligining qiymati esa noldan maksimumgacha o'zgaradi. Shuning uchun tezlik cho'kmaning gidravlik qarshiligi va filtrat xajmiga bog'liq bo'ladi. Cho'kma xajmini  $V_{ch}$  filtrat  $V_f$  xajmiga nisbatini  $X_0$  bilan belgilaymiz:

$$V_{ch}/V_{ch} = X_0 \text{ bu yerda, } V_{ch} = X_0 \cdot V_f$$

Cho'kmaning xajmi cho'kma qatlam balandligining ( $h_{ch}$ ) filtrate yuzasiga ( $F$ ) ko'paytmasiga teng:

$$X_0 V_f = h_{ch} \cdot F$$

Bu tenglamadan cho'kma qatlamining balandligini topish mumkin:

$$h_{ch} = X_0 \cdot V_f/F \quad (3)$$

Cho'kma qatlamining qarshiligi quyidagicha aniqlanadi:

$$R_{ch} = r_0 \cdot h_{ch} = r_0 \cdot X_0 \cdot V_f/F \quad (4)$$

bu yerda,  $r_0$  - cho'kmaning xajmi jihatidan olingan solishtirma qarshiligi (1 m qalinlikda bo'lgan cho'kma qatlamining filtrat oqimiga ko'rsatgan qarshiligi),  $1/\text{m}^2$ .

(4) tenglikdagi  $R_{ch}$  ning qiymatini 2 tenglamaga qo'yib, quyidagi ifodalarga erishamiz:

$$d \cdot V_f/F \cdot d\tau = W = \Delta P/\mu \cdot (r_0 \cdot X_0 \cdot V_f/F + R_{ft}) \quad (5)$$

Bu tenglik filtrlash jarayonining asosiy tenglamasi hisoblanadi.

Filtrlash jarayoni laboratoriya sharoitida 303 K va 313 K haroratda,  $0,1471 \cdot 10^{-3} \text{ n/m}^2$  bosim ostida hamda  $0,6936 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$  filtr yuzali qurilmalarda o'rganildi.

**NATIJA VA MUHOKAMA.** Filtrlash jarayoni 303-313 K harorat oralig'ida suspenziya miqdoriga bog'lab o'rganildi. Olingan natijalar quyidagi jadvalda keltirilgan.

## 2 – jadval.

Suspenziyani filtrlash jarayonining harorat va bo'tqa miqdorga bog'liqligi

Harorat, K	Bo'tqani miqdori, g	Bosim ( $\Delta P$ ), $\text{n/m}^2 \cdot 10^{-3}$	Vaqt ( $\tau$ ), soniya	Qattiq qoldiqni qalinligi ( $h_q$ ), mm	Filtrlash ( $F$ ), $\text{m}^4/\text{n} \cdot \text{ch}$	Filtrlanish tezligi, $\text{kg/m}^2 \cdot \text{c}$
						Filtratda
303	250	0,1471	1200	1,8	1,53835	0,04538
	400	0,1471	2760	2,8	1,64085	0,03160
	500	0,1471	3480	3,2	1,86075	0,03135
313	250	0,1471	1110	1,8	1,50128	0,04039
	400	0,1471	2700	2,7	1,59543	0,03242
	500	0,1471	3330	3,1	1,66981	0,03173

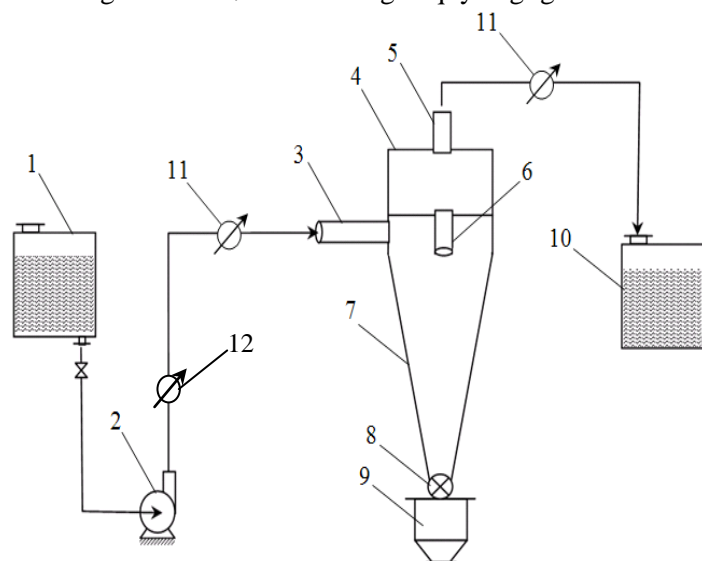
Natijalardan ko'rinib turibdiki, 303-313 K harorat oralig'ida suspenziyaning miqdori ortishi bilan filtrlash jarayoni uchun sarflangan vaqt ham ortib boradi. 250 gramm suspenziya uchun 1200 soniya vaqt sarflangan bo'lsa, 500 gramm uchun esa 3 marta ko'p vaqt sarflanganligi filtrlash

orqali jarayonni olib borish maqsadga muvofiq emasligini ko'rsatadi. Bundan tashqari, suspenziya tarkibidagi erimay qolgan qoldiqlarning o'lchami kichik bo'lgani uchun filtrlovchi materiallarni tirqishlarini to'sishi hisobiga filtrlarni gidravlik qarshiligi ortadi, foydali ish koeffitsiyenti kamayadi. Bu esa ishlab chiqarishda noqulayliklarni keltirib chiqaradi. Shu sababli suspenziyani tozalash tindirish usulidan foydalanib o'rganildi.

Tindirish jarayoni o'lchov silindrlarida vaqtga bog'lab o'rganildi. Suspenziya 3 ta o'lchov silindriga quyiladi va vaqt belgilanadi. Tindirish qurilmasida dastlab suspenziya tarkibidagi zarrachalar tezlik bilan cho'ka boshlaydi, ma'lum vaqtdan so'ng zarrachalarni og'irlik kuchi ichki bosim bilan tenglashgandan so'ng cho'kish jarayoni sekinlashadi. Bundan tashqari tindirish jarayoniga ta'sir etuvchi asosiy ko'rsatgichlardan biri suspenziyaning qovushqoqligidir. Suspenziyaning qovushqoqligi qancha katta bo'lsa, tinish jarayoni ham sekinlashadi. Suspenziyaning tinganlik darajasi 25% li eritmada 58,85% bo'lsa, 35% li eritmada 51,65% ni tashkil etadi. Bundan tashqari tindirish qurilmasida jarayon uchun 70-90 daqiqa vaqt sarflanganligi ish unumini kamaytiradi.

O'tkazilgan tajribalardan kelib chiqib, oddiy cho'ktirish qurilmalarida suspenziya tarkibidagi (mayda) erimay qolgan qoldiqlarni ajratish juda qiyin. Cho'ktirish qurilmalarining o'lchami katta bo'lganligi sababli ishlab chiqarishda ko'p joy egallaydi va suspenziyani tozalash darajasi juda past.

Hosil bo'lgan suspenziya tarkibidagi erimay qolgan qoldiqlarining o'lchami kichik bo'lganligi sababli, zarrachalarni markazdan qochma kuch maydonida ajratish usulidan foydalanib o'rganildi. Gidrotsiklonlarda suspenziyalarni tozalanish darajasi eng avvalo eritma tarkibidagi qattiq zarrachalarning o'lchamiga, suspenziya tezligiga va qurilmaning geometrik o'lchamiga bog'liq. Suspenziyalarning tozalanish darajasini oshirish uchun qurilmani radiusini kamaytirish yoki suyuqlik oqimining harakati tezligini oshirish zarur. Tatqiqot uchun umumiy balandligi 150 sm, diametri Ø60 kirish va chiqish quvurlarining o'lchami Ø15 sm bo'lgan quyidagi gidrotsiklon modeli tayyorlandi.



**2-rasm.** Suspenziya tarkibidan erimay qolgan qoldiqlarni ajratishga mo'ljallangan gidrotsiklon qurilmasining tajriba namunasi.

- 1 - kaltsiy-magniy xlorid suspenziyasi uchun idish; 2 - markazdan qochma nasos; 3 - qabul qiluvchi quvur; 4 - gidrotsiklonning silindr qismi; 5,6 - quyuvchi quvur; 7 - gidrotsiklonning konussimon qismi; 8 - cho'kma tushirgich; 9 - chiqindilar uchun idish; 10 - tozalangan eritma uchun idish; 11 - manometrlar; 12 - sarf o'lchagich.

Tajriba natijalaridan ko'rinib turibdiki (3-jadval), 5 minut davomida suspenziya tarkibidagi qoldiqlarning cho'kish darajasi (25,0, 31,0 va 35,0 % HCl) 73,3; 72,1 va 70,9%, 20 daqiqada esa bu ko'rsatgichlar mos ravishda 1,67, 1,68 va 1,69 marta ortishi kuzatildi. 31,0% li xlorid kislota ishtirokida parchalash natijasida hosil bo'lgan suspenziya 1 daqiqada 29,21% tingan bo'lsa, 20 daqiqada tinish darajasi 3,5 marta ortadi.

## 3-jadval

Suspenziyani markazdan qochma kuch ta'sirida tozalash jarayonining kislota konsentratsiya va vaqtga bog'liqligi

Suspenziyaning tinish darajasi, %			
Vaqt, daqiqa	25,0% HCl	31,0% HCl	35,0% HCl
1	29,95	29,21	28,57
3	47,27	47,14	45,72
4	59,73	59,36	58,20
5	73,30	72,10	70,92
10	85,42	85,30	84,22
15	93,80	93,30	92,97
20	99,87	99,84	98,46

Xulosa qilib aytganda, suspenziya tarkibidagi har qanday kichik o'lchamli zarrachalarni markazdan qochma kuch ta'sirida ajratish maqsadga muvofiq.

Tadqiqotlar asosida kaltsiy - magniy xlorid olish texnologiyasi ishlab chiqildi. Kaltsiy - magniy xlorid ishlab chiqarish texnologiyasi quyidagi jarayonlarni o'z ichiga oladi:

- dolomit mineralini II bosqichli parchalash qurilmasida parchalash;
- hosil bo'lgan suspenziyani erimay qolgan qoldiqlardan ajratish;
- eritmani neytrallash va tozalash;
- jarayondan ajrab chiqayotgan gazlarni tozalash.

#### Xulosa.

Dolomit minerali - kimyoviy, fizik - kimyoviy va fizik - mexanik usullar yordamida tahlil qilindi. Ko'piklanish jarayonini pasaytirish II - bosqichli qurilmalarda amalga oshirish maqsadga muvofiq ekanligi aniqlandi. Kaltsiy - magniy xlorid suspenziyasi filtrlash, tindirish va markazdan qochma kuchlar ta'siri yordamidan foydalanib filtrlash jarayoni o'rganildi, ularning maqbu texnologik ko'rsatgichlari aniqlandi. Tajriba natijasida suspenziya tarkibidagi qoldiqlarning cho'kish darajasi vaqt davomida 1,68 - 1,69 marta ortishi kuzatildi. Suspenziya tarkibidagi har qanday kichik o'lchamli zarrachalarni markazdan qochma kuch ta'sirida ajratish maqsadga muvofiq.

Tadqiqot natijasida olingan kaltsiy va magniy xlorid eritmasining fizik - kimyoviy hamda texnologik me'yor ko'rsatgichlari va ishlab chiqarish texnologiyasi tavsifiya etildi.

#### Adabiyotlar

1. Boynazarov D. Melioratsiya va agrotexnik tadbirlar // Xalq so'zi. Online. - O'zbekiston. 26 fevral 2014 y. <http://XS.uz/index.php/homepage/i-tisodijot/item/407> - melioratsiya.
2. Мирзиёев Ш.М. Создание в 2015 году широких возможностей для развития частной собственности и частного предпринимательства путем осуществления коренных структурных преобразований в экономике страны, последовательного продолжения процессов модернизации и диверсификации – наша приоритетная задача. Народное слово. 9 января 2018 г.
3. Жидкий хлорат магниевый дефолиант. Технические условия.TS 00203855-34:2015. С.14.
4. Турамуратов И. Б. Минеральное - сырьевая база Республики Узбекистан // Материалы Международной научно - технической конференции. «Интеграция науки и практики как механизм эффективного развития геологической отрасли Республики Узбекистан» – Ташкент.- 2014. – С. 7-9.
5. Хамракулов З.А., Тухтаев С., Аскарлова М.К. Конверсия хлоридов кальция и магния с хлоратом натрия // Доклады АН РУз. - Ташкент,- 2014. - №6. - С. 52-57.



6. Хамракулов З.А. Хлорат кальций - магниевый дефолиант на основе доломита // «International Scientific Review of the Problems and Prospects of Modern Science and Education» XII International Scientific and Practical Conference. - Boston (USA), 2016. – PP. 51-53.
7. Айнштейн В.Г., Захаров М.К., Носов Г.А. и др. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии. В 2 - х т. – М.: Логос, 2003. Т.1. - 912 с.

УДК: 543.544.6

### МОДЕЛИ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОГО УДЕРЖИВАНИЯ ПРОИЗВОДНЫХ РЯДА ИЗОХИНОЛИНА

И.Х. Рузиев, Н.К. Мухамадиев

Самаркандский государственный университет.

E-mail: [m\\_nurali@mail.ru](mailto:m_nurali@mail.ru)

**Аннотация.** Исследовано хроматографическое удерживание производных пиримидинона и изохинолина в условиях обращено-фазового варианта ВЭЖХ. Определены факторы удерживания при различных составах элюента ( $\text{CH}_3\text{CN}$ ,  $\text{CH}_3\text{OH}$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ). Изучена зависимость удерживания от концентрации органического модификатора в подвижной фазе. Установлена применимость известных моделей удерживания к исследованным хроматографическим системам.

**Ключевые слова:** изохинолины, пиримидиноны, ОФ ВЭЖХ, модели Скотта – Кучеры, Снайдера – Сочевинского, фактор удерживания, поток элюента, зависимость удерживания от состава элюента.

#### Izoxinolin qatori hosilalarining xromatografik ushlanish modellari

**Annotatsiya.** Murojaat fazali YuSSXda izoxinolin va pirimidinon hosilalarini xromatografik ushlanish o'rganilgan. Elyuentning turli tarkibida ( $\text{CH}_3\text{CN}$ ,  $\text{CH}_3\text{OH}$ , va  $\text{H}_2\text{O}$ ) ushlanish faktori aniqlangan. Ushlanishni harakatchan fazadagi modifikator kontsentratsiyasiga bog'liqligi o'rganilgan. Ma'lum bo'lgan ushlanish modellarni tekshirilgan xromatografik sistemalarga qullanilishi aniqlangan.

**Kalit so'zlar:** izoxinolin, pirimidinon, MF YuSSX, Skot-Kucher, Snayder- Sochevinskiy modellari, ushlanish faktori, elyuent oqimi, uslanishning elyuent tarkibiga bog'liqligi.

#### Models of Chromatographic retention of isoquinoline derivatives

**Abstract.** The chromatographic retention derivatives of pyrimidinone and isoquinoline was studied under conditions of reversed-phase HPLC variant. The retention factors were determined for different eluent compositions ( $\text{CH}_3\text{CN}$ ,  $\text{CH}_3\text{OH}$ , and  $\text{H}_2\text{O}$ ). The dependence of retention on the concentration of an organic modifier in the mobile phase was studied. The applicability of known retention models to the studied chromatographic systems has been established.

**Keywords:** isoquinolines, pyrimidinones, reverse phase HPLC, Scott – Kucher models, Snyder – Sochevinsky models, retention factor, eluent flow, retention dependence on eluent composition.

#### Введение.

В последнее годы пристальное внимание исследователей привлекает химия азотсодержащих гетероциклических соединений, в частности, изохинолинов, что обусловлено уникальностью свойств этих веществ и широким спектром их практического применения. Изохинолины широко используются в биохимии и медицине в качестве антиоксидантов, ингибиторов, они входят в состав ряда природных веществ и лекарственных препаратов, обладающих гипотензивным, антибактериальным, противовирусным, противоопухолевым и другими видами фармакологического действия[1]. Поэтому разработка новых методов синтеза, изучения их состава и свойства является актуальной. В теории жидкостной хроматографии к настоящему времени известно значительное число моделей удерживания, связывающих параметры хроматографической системы с различными электронными и физико-химическими характеристиками сорбатов, такими, как поляризуемость, ван-дер-ваальсов объем или площадь поверхности молекул, фактор гидрофобности, индексы молекулярной связанности, молекулярная масса или температура кипения, и др. □□□ Однако, в такой сложной

многокомпонентной системе, которую представляет собой хроматографическая колонка, заполненная сорбентом, и через которую движется поток элюента (являющийся, как правило, смесью нескольких жидкостей) с растворенным в нем сорбатом (или смесью сорбатов) учесть все многообразие взаимодействий в условиях жидкостной хроматографии оказывается достаточно сложно. Поэтому до настоящего времени не создана универсальная модель удерживания, способная в полной мере описать любую хроматографическую систему.

Из-за того что подвижная фаза в жидкостной хроматографии играет вполне активную роль, при прогнозировании удерживания, как правило, используют полуэмпирические адсорбционные модели, связывающие параметры хроматографического удерживания с элюирующей силой подвижной фазы или содержанием модификатора в бинарном элюенте. Среди них наибольшее распространение получили модели Снайдера-Сочевинского и Скотта-Кучеры, предполагающие линейную зависимость параметров удерживания от содержания модификатора в подвижной фазе [3, 4].

Целью нашей работы явилось установление зависимости между удерживанием некоторых производных ряда изохинолина и составом элюента.

**Экспериментальная часть.**

Объектами исследования были выбраны пиримидиноны и производные изохинолинового ряда, формулы которых представлены в табл. 1.

**Таблица 1.**

Названия и структурные формулы исследованных сорбатов

№	Структурная формула	Название	№	Структурная формула	Название
1		Дезоксипеганин гидрохлорид			5-амино-2-нитропиридин
2		Дезоксивазицинон			N-метилцитизин
3		5-ацетилпиридин			Триаكانтин
4		Хинолин			6-метилурацил
5		Изохинолин			2-тио-6-метилпиримидинон

Эксперимент был выполнен на жидкостном хроматографе “Agilent 1200 Series Rapid Resolution LC System” с УФ детектором. Детектирование проводили при длине волны 254 нм. Сорбентом служил Exlipse XDB C-18, размер частиц 5 мкм. Размеры хроматографической колонки 4.0x250 мм. Объем подвижной фазы в колонке принимали равным объему удерживания нитрита натрия. В качестве элюентов применяли смесь ацетонитрил – вода с содержанием ацетонитрила от 10 до 20% (по объему). Для приготовления подвижной фазы использовали дистиллированную воду и ацетонитрил. Элюирование проводили в изократическом режиме; объемный расход элюента составлял 400 мкл/мин. Растворы сорбатов (концентрации  $10^{-4}$  моль/л) готовили растворением индивидуальных образцов в соответствующей подвижной фазе; пробу вводили в количестве 20 мкл.

Регистрацию хроматограмм и их обработку выполняли с помощью программы хроматографического анализа “Z-Лаб”.

Удерживание адамантиламидразонов характеризовали величиной фактора удерживания  $k$

$$k = (t_R - t_M)/t_M.$$

Полученные данные представлены в табл. 2.

**Таблица 2.**

Факторы разделения  $\alpha_{AB}$  стандартных производных изохинолинов для различных составов подвижной фазы (% об.)

A/B	H <sub>2</sub> O/ACN			H <sub>2</sub> O/ CH <sub>3</sub> OH			
	80/20	85/15	90/10	70/30	75/25	80/20	85/15
2/5	2	2.81	1.61	1.82	1.41	1.21	1.01
4/6	2.01	2.04	2.16	1.77	1.97	2.27	2.81
4/9	1.07	1.12	1.27	1.88	1.63	1.47	1.31
2/9	3.27	3.74	4.81	2.02	2.27	2.54	2.84
A/B	H <sub>2</sub> O/ CH <sub>3</sub> OH /ACN						
	70/15/15	75/10/15	80/10/10	85/10/5			
2/5	1.74	1.85	1.89	1.42			
4/6	1.27	1.36	2.07	2.51			
4/9	1.24	1.14	1.15	1.13			
2/9	2.11	2.47	3.22	3.52			

\*Нумерация сорбатов приведена в соответствии с табл. 1.

**Результаты и их обсуждение.**

Как известно, в моделях удерживания Снайдера [2] и Сочевинского [3] для описания зависимости логарифма фактора удерживания от мольной доли органического модификатора в подвижной фазе  $N_b$  используют следующее выражение:

$$\lg k = a - n \lg x_m,$$

где  $n$  – отношение площадей молекулы сорбата и наиболее сильно адсорбирующегося компонента (по Снайдеру) или число активных центров сорбата, участвующих в образовании адсорбционного комплекса (по Сочевинскому).

Основное различие этих двух моделей заключается, таким образом, в характеристике физического смысла коэффициента уравнения  $n$ . Однако, как известно, используется и общая для обеих моделей трактовка физического смысла этого коэффициента как числа молекул органического модификатора подвижной фазы, вытесняемых одной молекулой сорбата [1]. Применяют также модификацию этого уравнения вида:

$$\lg k = b - p \lg C,$$

где  $C$  – молярная концентрация модификатора.

В модели Скотта использована линейная зависимость обратной величины фактора удерживания от содержания органического модификатора в подвижной фазе [5]:

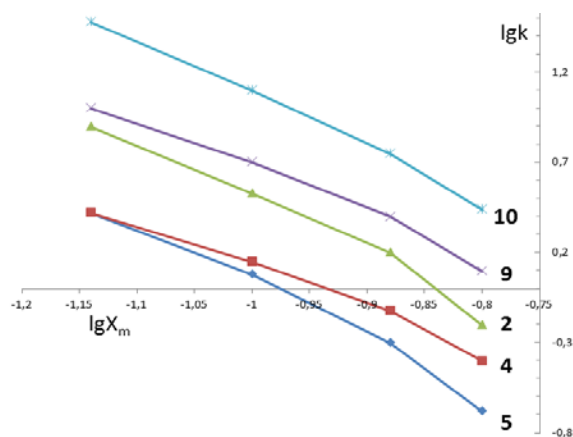
$$1/k = a + bx_m$$

Эта зависимость во многих случаях хорошо описывает антибатность изменения удерживания адсорбата с увеличением содержания модификатора в подвижной фазе и происходящее при этом последовательное блокирование активных центров однородной поверхности адсорбента молекулами модификатора.

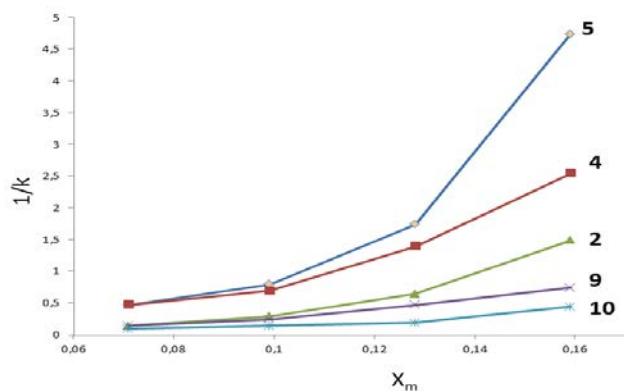
Известно, однако, что линейный характер этой зависимости выполняется преимущественно для наиболее гидрофобных веществ в ограниченной области концентраций модификатора, причем экстраполяция линейных участков к нулевой концентрации модификатора (т.е. к предполагаемому использованию в качестве элюента чистой воды) приводит к отрицательным значениям фактора удерживания, что лишено физического смысла [6].

Вытеснительная модель хроматографического удерживания Ю.А. Эльтекова предполагает линейную зависимость логарифма коэффициента распределения сорбата от величины  $[mlgx_m + nlg(1-x_m)]$ , где  $m, n$  – коэффициенты вытеснения молекул модификатора и воды из адсорбционного слоя при сорбции молекулы анализата,  $x_m$  – мольная доля модификатора в бинарной подвижной фазе [7]. В целом, уравнения, используемые в различных моделях удерживания в ВЭЖХ, достаточно адекватно описывают удерживание сорбатов различной химической природы, однако применимость конкретного уравнения определяется, как правило, многими факторами, связанными со структурой и свойствами всех компонентов хроматографической системы.

Нами исследована применимость описанных моделей к описанию удерживания амидразонов и триазолов ряда адамантана. На рис. 1 представлены графики зависимости фактора удерживания производных пиримидинона от молярной концентрации модификатора (метанол), из которого следует, что эта зависимость может быть аппроксимирована уравнением  $lgk = b - p lgC$ .



**Рис. 1.** Зависимость логарифма фактора удерживания ( $lgk$ ) от логарифма мольной доли метанола ( $lgX_m$ ) для стандартных образцов.



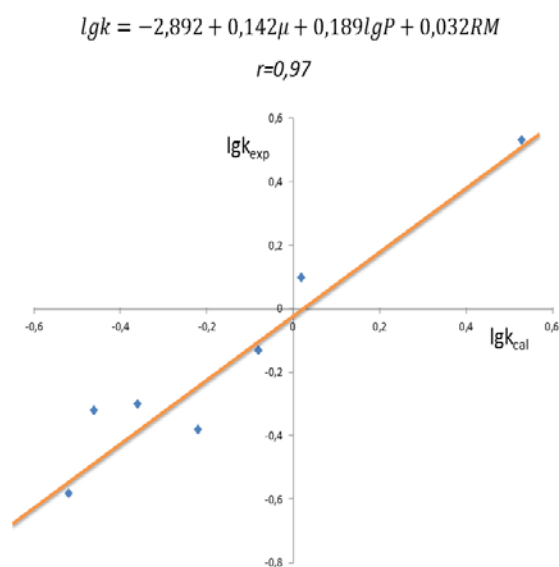
**Рис. 2.** Зависимость обратной величины фактора удерживания ( $1/k$ ) от мольной доли метанола ( $X_m$ ) в подвижной фазе. \*Нумерация сорбатов приведена в соответствии с табл. 1.

\*Нумерация сорбатов приведена в соответствии с табл. 1.

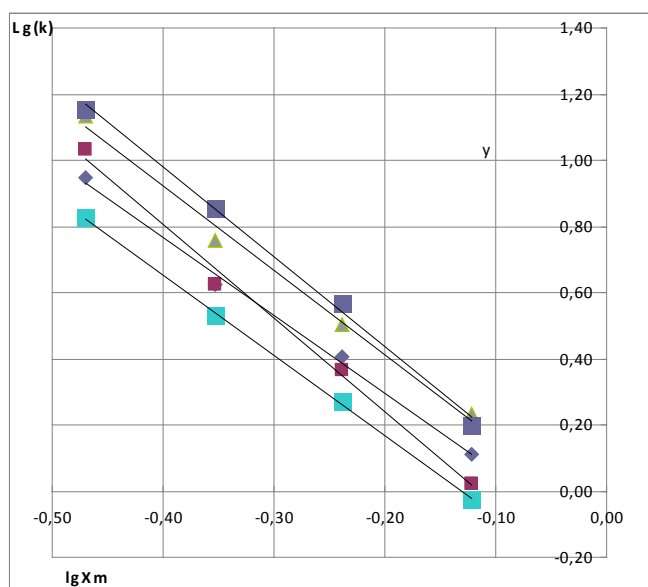
Изменение фактора удерживания при варьировании состава подвижной фазы, вероятно, связано с изменением характера межмолекулярных взаимодействий сорбат – элюент, в результате чего изменяется величина энергии сольватации, при этом величину энергии сорбции (взаимодействие сорбат – сорбент) можно считать постоянной. Повышение полярности элюента способствует увеличению силы притяжения полярных молекул растворителя друг к другу [2]. При этом молекуле сорбата требуется больше энергии, чтобы нарушить эту

структуру и образовать сольватную оболочку, таким образом адсорбированное состояние становится для молекулы анализата энергетически более предпочтительным. При относительно малом содержании органического модификатора на поверхности сорбента, кроме того, могут оставаться сорбционно-активные центры, не занятые молекулами модификатора, что также облегчает сорбцию молекул анализируемого вещества. Таким образом, увеличение количества воды в подвижной фазе приводит к ослаблению взаимодействия молекул сорбата с элюентом и, соответственно, росту удерживания.

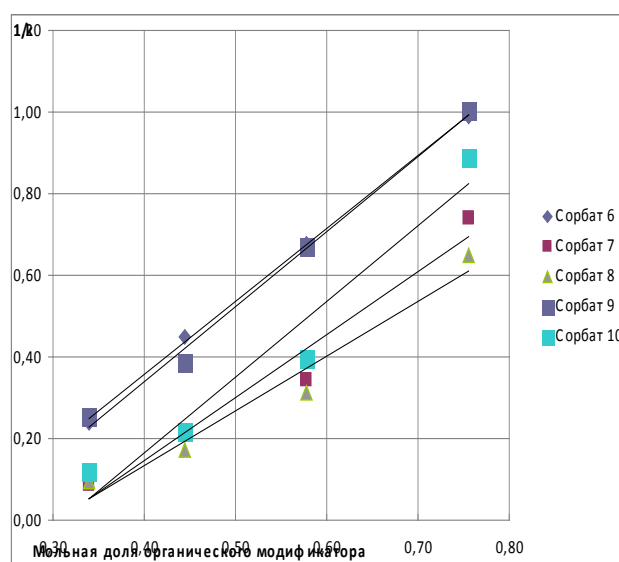
Тем не менее, как следует из рисунков 2 и 3, наиболее удовлетворительно полученные нами экспериментальные данные описывает модель Снайдера-Сочевинского.



**Рис. 3.** Зависимость экспериментального значения фактора удерживания ( $lgk_{exp}$ ) от теоретически рассчитанного ( $lgk_{cal}$ ) по трехпараметрическому уравнению



**Рис. 4.** Зависимость логарифма фактора удерживания от мольной доли органического модификатора (модель Снайдера-Сочевинского) для производных пиримидинона



**Рис. 5.** Зависимость обратной величины фактора удерживания от мольной доли органического модификатора (модель Скотта-Кучеры) для адамантилтриазолов

На рис, 4, 5 представлены зависимости между фактором удерживания и составом подвижной фазы, моделью Скотта – Кучеры для более широкого интервала концентраций, из

которых следует, что расширение диапазона концентраций ацетонитрила в подвижной фазе снижает адекватность модели. Этот факт может быть обусловлен тем, что данная модель разработана для нормально-фазового варианта ВЭЖХ, а линейная зависимость выполняется только для наиболее гидрофобных веществ и в ограниченной области концентраций модификатора [5].

Причиной неадекватности модели Скотта-Кучеры для исследованных хроматографических систем может также служить неидеальность объемной фазы в ОФ ВЭЖХ, возможная ассоциация молекул ацетонитрила, приводящая к несовпадению истинной и расчетной мольной доли модификатора в подвижной фазе.

Из полученных данных следует, что модель Скотта-Кучеры лучше описывает хроматографическое поведение триазолов, чем амидразонов. Сопоставление коэффициентов корреляции соответствующих уравнений в модели Скотта-Кучеры для амидразонов и триазолов представлено в табл. 3.

Таблица 3.

Коэффициенты корреляции модели Скотта-Кучеры  
для производных пиримидинона

№ сорбата	Коэффициент корреляции, $R^2$	№ сорбата	Коэффициент корреляции, $R^2$
2	0,967	6	0,998
3	0,988	7	0,965
4	0,954	8	0,961
5	0,973	9	0,995

Порядок элюирования сорбатов при изменении состава подвижной фазы в целом сохраняется, за несколькими исключениями. Так, при сравнительно малых количествах воды в подвижной фазе (10, 20% об) сорбат №1 удерживается сильнее, чем сорбат №2, содержащий полярную нитрогруппу, способную к специфическим взаимодействиям с подвижной фазой. При увеличении количества воды в системе последовательность элюирования этих компонентов меняется. Этот эффект можно объяснить возрастанием роли дисперсионных сил при усилении сольвофобных взаимодействий в подвижной фазе, приводящих к вытеснению малополярных молекул сорбата к поверхности сорбента и возможным изменением механизма сорбции.

Таким образом, широко используемые к настоящему времени адсорбционные модели Снайдера-Сочевинского и Скотта-Кучеры могут быть применены к исследованным нами хроматографическим системам лишь в ограниченном интервале концентраций органического модификатора. Анализ применимости данных моделей в широком диапазоне составов смеси вода – ацетонитрил показывают наличие значительных отклонений от линейных зависимостей, что явно свидетельствует о существенном роли межмолекулярных взаимодействий между сорбатом и компонентами подвижной фазы, неучитываемых в данных моделях.

### Выводы

1. Исследование сорбции азотсодержащих гетероциклических соединений методом ВЭЖХ на неполярном сорбенте показало, что наиболее избирательно этот процесс протекает при соотношении компонентов бинарной подвижной фазы ацетонитрил/вода (15/85 % об.) в изократическом режиме.
2. Исследовано хроматографическое поведение некоторых амидразонов и триазолов адамантана в условиях ОФ ВЭЖХ при использовании в качестве элюента смеси вода – ацетонитрил в различных объемных соотношениях. Изучено влияние состава элюента на хроматографическое удерживание этих соединений.
3. Проиллюстрировано влияние содержания органического модификатора подвижной фазы (ацетонитрила) на хроматографическое поведение исследованных веществ на примере моделей Скотта-Кучеры и Снайдера-Сочевинского. Показано, что

- удерживание исследованных соединений более адекватно может быть аппроксимировано моделью Снайдера-Сочевинского.
4. Установлено наличие отклонений от линейных зависимостей между удерживанием и составом элюента, что свидетельствует о существенном роли межмолекулярных взаимодействий между сорбатом и компонентами подвижной фазы, неучитываемых в рассмотренных моделях
  5. Существующие модели удерживания веществ в ОФ ВЭЖХ удовлетворительно описывают сорбцию исследуемых соединений из многокомпонентных жидких растворов и физико-химические особенности этого процесса.

#### Литература

1. Шахидоятов Х.М., Хаджиниязов Х.У. Функционально-замещённые пиримидины. – Ташкент, 2012. – С.251-266
2. Сахартова О.В., Шатц В.Д. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Рига: Зинатне. 1988. 390с.
3. Шаповалова Е.Н., Пирогов А.В. Хроматографические методы анализа. Методическое пособие для специального курса. Москва – 2007. 126 с.
4. Kaviyil S.E. et al. Growth of pseudomorphic structures through organic epitaxy // J. Chem. Phys. 2012. Vol. 137, № 22. P.224703
5. Эльтеков Ю.А. Журн. физ. химии. 1991. Т.65. №9. С.2573.

УДК: 547.856.1.

#### ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА НАПРАВЛЕНИЕ РЕАКЦИИ АЛКИЛИРОВАНИЯ 2-АМИНО 6-МЕТИЛ (ФЕНИЛ) ПИРИМИДИН-4-ОНОВ

К.А. Захидов, З.У. Самаров, Ж.Ж. Жавхаров, О.У. Уринов.

*Самаркандский государственный университет*

E-mail: [Zarif.Samarov.80@mail.ru](mailto:Zarif.Samarov.80@mail.ru)

**Аннотация.** Впервые систематически изучены множественные реакционные способности полидентных анионов 2-амино 6-метил (фенил) пиримидин-4-онов “мягким” (йодистый метил) и “жестким” (метилтозилат) алкилирующими агентами. Выявлены основные закономерности реакции метилирования

**Ключевые слова:** 2-амино 6-метил (фенил) пиримидин-4-он “мягкий”, “жесткий” метил йодистый, метилтозилат, реакционные центры, этанол, ацетонитрил, диоксан, ДМФА, ДМСО.

#### 2-Amino 6-metil(fenil)pirimidin-4-onlarning alkilash reaksiyalariga turli omillarning ta'siri

**Annotatsiya:** Birinchi marta 2-amino 6-metil(fenil)pirimidin-4-onlarni polident anionlarning ko'p tomonlama reaksiya qobiliyatini “yumshoq” (metil yodid) va “qattiq” (metiltozilol) metillash agentlari bilan metillash reaksiyalarini o'tkazish orqali sistematik o'rganildi. Metillash reaksiyalarining asosiy qonuniyatlari o'rganildi.

**Kalit so'zlar:** 2-amino 6-metil(fenil)pirimidin-4-onlar, “yumshoq”, “qattiq”, metil yodid, metiltozilol, reaksiya markazlar, etanol, atsetonitrit, dioksan, DMFA, DMSO.

#### Effect various factors on the alkylation reaction of 2-amino 6-methyl(phenyl)pyrimidine-4-ones.

**Abstract.** Alkylation of polident anions of 2-amino 6-methyl(phenyl)pyrimidine-4-ones with “soft” (methyl iodide) and “hard” (methyltozilate) alkylation agents have been systematically studied. It was shown the nature of solvents influence on reactivity and the direction of alkylation.

**Keywords:** 2-amino 6-methyl(phenyl)pyrimidine-4-ones, “soft”, “hard”, methyl iodide, methyltozilate, reaction centers, etanole, acetone, dioxane, DMFA, DMSO.

Замещённые в положении 2 конденсированные с бензольным и тиофеновым кольцами пиримидины- хиразолины и тиенопиримидины были рассмотрены в литературе как амбифункциональные соединения. Они способны проявлять множественную реакционную

способность (МРС) в реакциях алкилирования [1-5]. Производные же самого пиримидина не исследованы с этой точки зрения. Особенно интересными в этом отношении являются 2-замещенные пиримидин-4-оны.

Молекулы содержащий несколько потенциальных реакционных центров ( $O^4$ ,  $N^3$ ,  $N^1$ , гетероатом у  $C^2$ ) и их анионы могут существовать в виде полиидентных ионов и проявлять множественную реакционную способность. Для таких многоцентровых систем выявление факторов, влияющих на направление реакции с электрофильными реагентами, и поиск биологически активных веществ среди полученных соединений является весьма актуальной задачей.

Ранее нами были изучена множественная реакционная способность 6-метил-2-оксо(тиоксо-, -селеноксо)пиримидин-4-онов [6;7]. Выявлены основные факторы влияющие на направление реакции алкилирования. Но множественная реакционная способность 2-амино пиримидин-4-онов мало изучена. Поэтому было интересно изучить множественную реакционную способность 2-амино пиримидин-4-онов в реакциях алкилирования

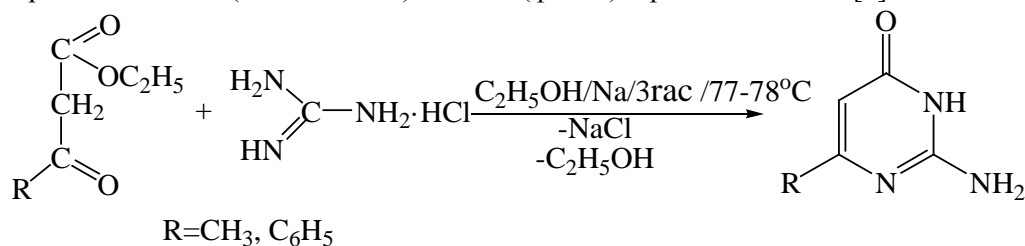
В молекулах 2-амино 6-метил(фенил)пиримидин-4-онов содержатся четыре потенциальных реакционных центра ( $O^4$ ,  $N^3$ ,  $N^1$ , NH). Наличие их может обуславливать проявление множественной способности как у 2-оксо(тиоксо-, -селеноксо-)пиримидин-4-онов. Поэтому было интересно выявить факторы, влияющие на направление реакции алкилирования по тому или иному реакционному центру, а именно проследить влияние:

1. Природы гетероатома в положении 2 пиримидинового цикла;
2. Природы заместителя ( $CH_3$ ,  $C_6H_5$ ) в положении 6 пиримидинового цикла;
3. Характера алкилирующего агента и эффекта среды;
4. Условия реакции алкилирования (температурный режим, продолжительность процесса) 2-амино пиримидин-4-онов;

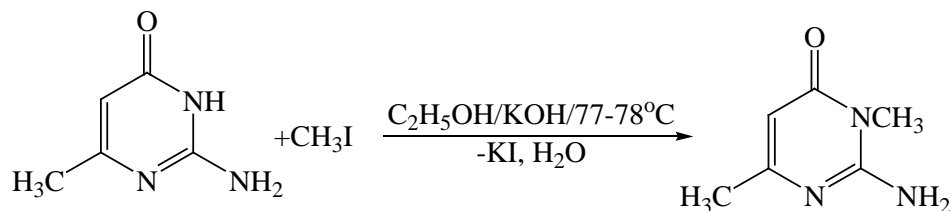
Реакции метилирования проводили “мягким” алкилирующим агентом-йодистым метилом и “жестким”-метилтозилатом в среде абсолютного растворителя при нагревании ( $77-95^\circ C$ ) или комнатной температуре ( $20-25^\circ C$ ), в качестве солеобразователя был использован гидрид натрия в соотношении субстрат: гидрид натрия (1:1).

Для этого сначала были проведенной синтезы 2-амино(ацетиламино)-6-метил(фенил)пиримидин-4-онов и их метилпроизводных.

Взаимодействием ацето(бензоил)уксусных эфиров со свободным гуанидином были синтезированы 2-амино(ацетиламино)-6-метил(фенил)пиримидин-4-оны [8]:

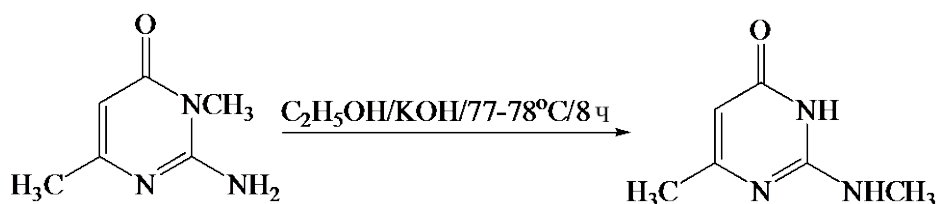


Метилированием 2-амино-6-метилпиримидин-4-она с йодистым метилом в спиртовом растворе едкого калия был получен 2-амино-3,6-диметилпиримидин-4-он:

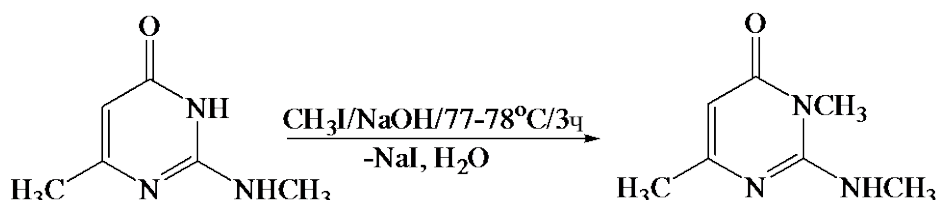


Перегруппировкой Димрота из 2-амино-3,6-диметилпиримидин-4-она был получен 2-метиламино-6-метилпиримидин-4-он с 90 % ным выходом:

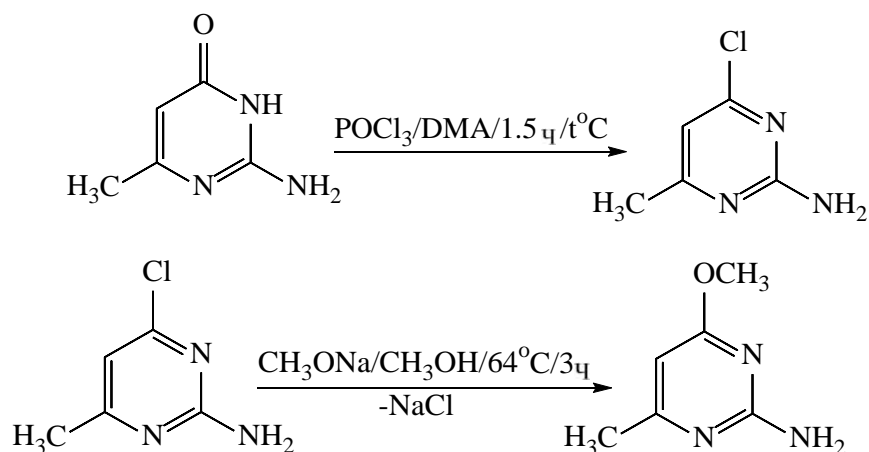




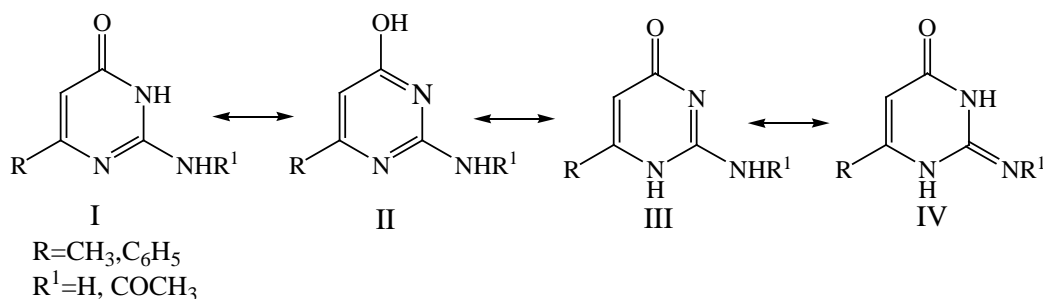
Метилированием 2-метиламино-6-метилпиримидин-4-она йодистым метилом в спиртовом растворе едкого натрия был получен 2-метиламино-3,6-диметилпиримидин-4-он с 70 % ным выходом:



2-Амино-6-метил-4-метоксипиримидин был получен из 2-амино-6-метилпиримидин-4-она в две стадии. Сначала взаимодействием 2-амино-6-метилпиримидин-4-она с хлорокиси фосфора в присутствии диметиланилина был синтезирован 2-амино-6-метил-4-хлорпиримидин с 60 % ным выходом. Затем взаимодействием 2-амино-6-метил-4-хлорпиримидина с метилатом натрия в метаноле был получен 2-амино-6-метил-4-метоксипиримидин с 50 % ным выходом:

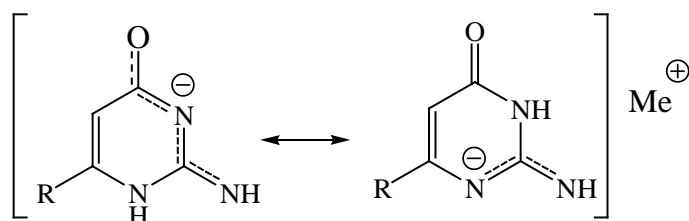


2-Амино 6-метил(фенил)пиримидин-4-оны теоретически могут существовать в следующих таутомерных формах:

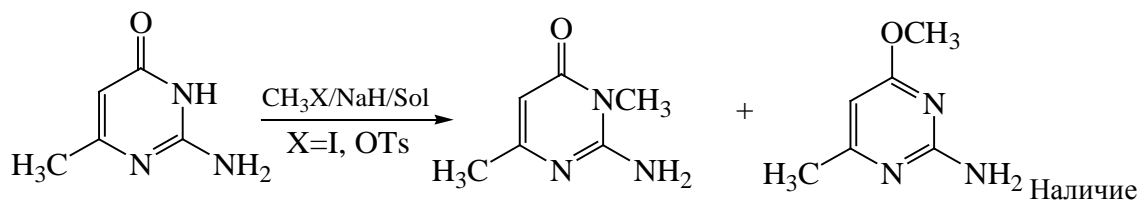


Термодинамически более стабильным для 2-амино 6-метил(фенил)-пиримидин-4-онов является таутомер I. В отличие от 2-оксо-, -тиоксо-, -селеноксопиримидин-4-онов двойная связь закреплена между атомами N<sup>1</sup> и C<sup>2</sup> а экзоциклический атом азота находится в аминной форме. Однако, в анионах 2-амино пиримидин-4-онов отрицательный заряд, как в случае 2-оксо-, -тиоксо-, -селеноксопиримидин-4-онов, делокализован по системе сопряженных связей

O-----<sup>4</sup>C-----<sup>3</sup>N-----<sup>2</sup>C-----<sup>1</sup>N или <sup>1</sup>N-----<sup>2</sup>C-----<sup>3</sup>N. Поэтому в данной системе потенциальными конкурентными реакционными центрами являются O, N<sup>3</sup>, N<sup>1</sup>, N<sup>2</sup>-экзо-гетероатомы. Вместе с тем существование 2-амино пиримидин-4-онов в аминной форме и разность электроотрицательности гетероатомов (O, N<sup>3</sup>, N<sup>1</sup>, N<sup>2</sup>) существенно влияют на направление реакции этой гетероциклической системы. Координация металла для аниона этого соединения также идет по атому кислорода, что подтверждено ИК-спектрами натриевой соли 2-амино-6-метилпиримидин-4-она (отсутствие полосы поглощения C=O группы при 1680 см<sup>-1</sup>, характерной для нейтральной молекулы). Это показывает, что в реакциях алкилирования участвует анион со структурой А (R=CH<sub>3</sub>, R<sup>1</sup>=H):



Изучено метилирование 2-метил-6-метилпиримидин-4-она йодистым метилом и метилтозилатом в различных растворителях с различными диэлектрическими постоянными (спирт, диоксан, ацетонитрил, ДМФА, ДМСО). Его алкилирование протекает в основном по N<sup>3</sup>-центру, при этом был получен 2-амино-3,6-диметилпиримидин-4-он. При применении спирта в качестве растворителя только при реакции 2-амино-6-метилпиримидин-4-она с йодистым метилом при комнатной температуре наряду с 2-амино-3,6-диметилпиримидин-4-оном образуется и продукт по O-центру, хотя с низким (5 %) выходом. Доля O-продукта в несколько увеличивается при проведении реакции с йодистым метилом в ацетонитриле при нагревании (10 %). В остальных случаях не обнаружены ни продукт O-метилирования, ни изомерные метилпроизводные-по N<sup>1</sup> и N<sup>2</sup>-центрам:



Наличие бензольного кольца в 6-м положении вместо метильной группы существенно не влияло на направление реакции алкилирования. Так, метилирования 2-амино -6-фенилпиримидин-4-она йодистым метилом и метилтозилатом дает в основном 2-амино-3-метил-6-фенилпиримидин-4-она. Эти данные получены при проведении реакции обоими алкилирующими агентами в спирте как в комнатной температуре, так и при нагревании с йодистыми метилом в ДМФА. При метилировании же метилтозилатом при комнатной температуре обнаружены следы O-метилпродукта, количество которого достигает 6 % при проведении реакции при нагревании:

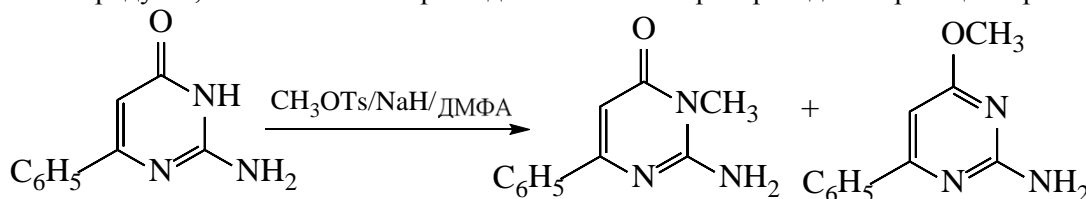


Таблица 1.

Результаты алкилирование 2-амино пиримидин-4-онов.

Пиримидин-4-он	Растворитель	Алкилирующий агент	Температура, °C	Продолжительность, час	Процентный состав алкилпродуктов		
					N <sup>2</sup>	N <sup>3</sup>	O <sup>4</sup>
2-Амино-6-	Спирт	CH <sub>3</sub> I	20-25	24	-	95	5

метил		CH <sub>3</sub> I	77-78	4	-	100	-	
		CH <sub>3</sub> OTs	20-25	24	-	100	-	
		CH <sub>3</sub> OTs	77-78	4	-	100	-	
	Ацетонитрил		CH <sub>3</sub> I	20-25	24	-	100	-
			CH <sub>3</sub> I	80-81	4	-	90	10
			CH <sub>3</sub> OTs	20-25	24	-	100	-
			CH <sub>3</sub> OTs	80-81	4	-	100	-
	Диоксан		CH <sub>3</sub> I	20-25	24	-	100	-
			CH <sub>3</sub> I	90-95	4	-	100	-
			CH <sub>3</sub> OTs	20-25	24	-	100	-
			CH <sub>3</sub> OTs	90-95	4	-	100	-
	ДМФА		CH <sub>3</sub> I	20-25	24	-	100	-
			CH <sub>3</sub> I	90-95	4	-	100	-
			CH <sub>3</sub> OTs	20-25	24	-	100	-
			CH <sub>3</sub> OTs	90-95	4	-	100	-
	ДМСО		CH <sub>3</sub> I	20-25	24	-	100	-
			CH <sub>3</sub> I	90-95	4	-	100	-
			CH <sub>3</sub> OTs	20-25	24	-	100	-
			CH <sub>3</sub> OTs	90-95	4	-	100	-
	Спирт		CH <sub>3</sub> I	20-25	24	-	100	-
		CH <sub>3</sub> I	77-78	4	-	100	-	
		CH <sub>3</sub> OTs	20-25	24	-	100	-	
		CH <sub>3</sub> OTs	77-78	4	-	100	-	
ДМФА Ё		CH <sub>3</sub> I	20-25	24	-	100	-	
		CH <sub>3</sub> I	90-95	4	-	100	-	
		CH <sub>3</sub> OTs	20-25	24	-	99	следы	
		CH <sub>3</sub> OTs	90-95	4	-	94	б	

Исходя из вышеизложенного можно сделать заключение в том, что на направление реакции алкилирования 2-амино 6-метил(фенил)пиримидин-4-онов оказывают влияние природа растворителя и алкилирующего агента, а также продолжительность процесса и температура.

#### Экспериментальная часть

ИК-спектры сняты на спектрофотометре UR-26 в таблетах KBr и на приборе UK-20 в спиртовом растворе, спектры ПМР-на приборе JNM-4H-100 (растворителе-CF<sub>3</sub>COOH, внутренней стандарт ТМС или ГМДС, шкала б). значение R<sub>f</sub> определены на незакрепленном слое окиси алюминия (нейтральной) и "Silufol" UV-254 (4ССР). Проявители пары йода, УФ-свет. Растворители очищены и абсолютированы по методики [9].

#### Синтез 2-амино 6-метил(фенил)пиримидин-4-онов и их метилированных аналогов

**2-Амино-6-метилпиримидин-4-он.** К раствору этилата натрия (из 2,3 г натрия и 60 мл абсолютного этанола) прибавляли 13 г (0,1 моль) ацетоуксусного эфира.

К другому раствору, приготовленному из 2,3 г (0,1 моль) натрия в 60 мл абсолютного этанола, добавляли 9,6 г (0,1 моль) хлоргидрата гуанидина и нагревали на кипящей водяной бане в течении 30 минут с обратным холодильником. Выпавший хлористый натрий отфильтровали, а фильтрат содержащий свободный гуанидин, прибавляли к раствору натриевого производного ацетоуксусного эфира. Реакционную смесь нагревали при перемешивании 3 часа. Отгоняли спирт, к остатку добавили 50 мл кипящей воды, нейтрализовали ледяной уксусной кислотой до pH=6. Охлаждали, выпавший осадок отфильтровали, промывали водой, спиртом, а затем эфиром. Получили продукт с выходом 9 г (72 %). Т.пл. 300°C (вода).

ПМР спектр (CF<sub>3</sub>COOH): 1.96 м.д. (3H.c. C<sup>6</sup>-CH<sub>3</sub>).

5.72 м.д. (1H. c. C<sup>5</sup>-H), 7.52 м.д. (2H. c. C<sup>2</sup>-NH<sub>2</sub>)

**2-Амино-6-фенилпиримидин-4-он.** К раствору этилата натрия из 2,3 г натрия и 60 мл абсолютного этанола прибавляли 19,3 г (0,1 моль) бензоилуксусного эфира. К другому раствору, состоящему из 2,3 г (0,1 моль) натрия и 60 мл абсолютного спирта, прибавляли 9,6 г (0,1 моль) хлоргидрата гуанидина и нагревали на кипящей водяной в течение 30 минут с обратным холодильником. Выпавший хлористый натрий отфильтровали, а фильтрат, содержащий свободный гуанидин, прибавляли к раствору натриевого производного бензоилуксусного эфира. Смесь нагревали при перемешивании в течение 6 часов на водяной бане. Отгоняли спирт, к остатку добавили 100 мл кипящей воды, нейтрализовали ледяной уксусной кислотой до pH=6. Охлаждали, выпавший осадок отфильтровали, промывали водой, спиртом, а затем эфиром. Выход продукта составил 5,6 г (30 %). Т.пл. 349-351° С (спирт).

ПМР спектр ( $\text{CF}_3\text{COOH}$ ): 6.17 м.д. (1Н.с.  $\text{C}^5\text{-H}$ ),

7.32 м.д. (6Н. м.  $\text{C}^6\text{-C}_6\text{H}_5$ , аром. протоны), 7.71 м.д. (2Н. с.  $\text{C}^2\text{-NH}_2$ )

**2-Амино-3,6-диметилпиримидин-4-он.** Смесь 1,25 г (0,01 моль) 2-амино-6-метилпиримидин-4-она, 1,42 г (0,01 моль) йодистого метила и 0,64 г (0,011 моль) едкого калия в 70 мл спирта перемешивали в течение 30 минут, затем кипятили на водяной бане в течение 2 часов. Образующийся осадок отфильтровали, обрабатывали 10 мл 4 % ного раствора едкого натрия для удаления исходного соединения, затем промывали водой и сушили. Выход вещества 0,9 г (64 %). Т.пл. 236-237° С (спирт).

ИК-спектр: 1665 ( $\nu\text{C=O}$ ), 3360 ( $\nu\text{NH}$ )  $\text{cm}^{-1}$ .

ПМР-спектр ( $\text{CF}_3\text{COOH}$ ): 2.03 м.д. (3Н.с.  $\text{C}^6\text{-CH}_3$ ),

3.30 м.д. (3Н. с.  $\text{N}^3\text{-CH}_3$ ), 5.90 м.д. (1Н. с.  $\text{C}^5\text{-H}$ ), 7.54 м.д. (2Н. с.  $\text{C}^2\text{-NH}_2$ ).

**2-Метиламино-6-метилпиримидин-4-он.** Смесь 1,39 г (0,01 моль) 2-амино-3,6-диметилпиримидин-4-она и 40 моль 10 Н раствора едкого натрия нагревали в течение 8 часов. Охлаждали, выпавшие кристаллы отфильтровали, фильтрат подкисляли уксусной кислотой до pH=7, экстрагировали хлороформом, сушили над безводным сульфатом натрия. После отгонки хлороформа получили 1,25 г (90 %) продукта с Т.пл. 183-185°С (вода).

ПМР спектр: ( $\text{CF}_3\text{COOH}$ ): 1.61 м.д. (3Н.с.  $\text{C}^6\text{-CH}_3$ ),

2.87-2.96 м.д. (4Н. g.  $\text{C}^2\text{-NHCH}_3$ ), 5.82 м.д. (1Н. с.  $\text{C}^5\text{-H}$ ).

**2-Метиламино-3,6-диметилпиримидин-4-он.** К раствору 0,5 г (0,0036 моль) 2-метиламино-6-метилпиримидин-4-она в 25 мл спиртового раствора едкого натрия (0,16 г) при перемешивании прибавляли 0,54 г (0,0036 моль) йодистого метила в 2 мл спирта, перемешивали 30 минут. Затем реакционную смесь нагревали на водяной бане в течение 3 часов, охлаждали, разлагали 30 мл ледяной воды, экстрагировали хлороформом, сушили над безводным сульфатом натрия. Хлороформ отгоняли. Выход продукта составляет 0,38 г (70 %) Т.пл. 162° С (гептан).

ИК-спектр: 1365 ( $\nu\text{C=N}$ ), 1670 ( $\nu\text{C=O}$ ), 3368 ( $\nu\text{NH}$ )  $\text{cm}^{-1}$ .

ПМР спектр: ( $\text{CF}_3\text{COOH}$ ): 2.02 м.д. (3Н.с.  $\text{C}^6\text{-CH}_3$ ),

2.86-2.96 м.д. (4Н. g.  $\text{C}^2\text{-NHCH}_3$ ), 3.22 м.д. (3Н. с.  $\text{N}^3\text{-CH}_3$ ), 5.87 м.д. (1Н. с.  $\text{C}^5\text{-H}$ ).

**2-Амино-6-метил-4-метоксипиримидин.**

**а) 2-Амино-6-метил-4-хлорпиримидин.** Смесь 2 г (0,16 моль) 2-амино-6-метилпиримидин-4-она, 16 мл хлорокси фосфора и 1 мл диметиланилина кипятили в течение 1,5 часов. Избыток хлорокси фосфора и диметиланилина отгоняли под слабым вакуумом. К остатку добавили 100 г льда. Выпавший осадок отфильтровали перекристаллизовали из петролейного эфира. Выход 1,4 г (60 %). Т.пл. 93-94° С. Проба Бельштейна положительна. Мол.вес 143,5/ (масс-спектрометрически).

**б) 2-амино-6-метил-4-метоксипиримидин.** К раствору метилата натрия, приготовленного из 0,1 г (0,0043 моль) натрия в 8 мл метанола, добавили 0,63 г (0,0043 моль) 2-амино-6-метил-4-хлорпиримидина и кипятили в течение 3 часов. Выпавший хлористый натрий отфильтровали, а маточный раствор отгоняли под вакуумом. Выход продукта составляет 0,3 г (50 %). Т.пл. 68-70° С (спирт). Проба Бельштейна отрицательна.

ПМР спектр: ( $\text{CF}_3\text{COOH}$ ): 2.30 м.д. (3Н.с.  $\text{C}^6\text{-CH}_3$ ),

3.75 м.д. (3Н. с.  $\text{C}^4\text{-OCH}_3$ ), 6.23 м.д. (1Н. с.  $\text{C}^5\text{-H}$ ), 7.02 м.д. (2Н. с.  $\text{C}^2\text{-NH}_2$ ).

**Синтез солей 2-амино-6-метилпиримидин-4-она**

**Калиевая соль.** К 50 мл этанольного раствора 0,56 г (0,01 моль) едкого калия добавили 1,25 г (0,01 моль) 2-амино-6-метилпиримидин-4-она. Реакционную смесь кипятили до полного растворения последнего, обрабатывали активированным углем, профильтровали. Фильтрат отгоняли досуха. Полученную соль высушили в вакуум-эксикаторе над конц.  $H_2SO_4$ . Выход 1,62 г (100 %). Т.пл. 275-280° С.

ИК-спектр: 1570 ( $\nu C=N$ ), 1630 ( $\nu O-C-N$ ), 1635 ( $\nu C=O$ ), 3325 ( $\nu NH$ )  $cm^{-1}$ .

**Натриевая соль.** Аналогично вышеописанному из 1,25 г (0,01 моль) 2-амино-6-метилпиримидин-4-она и 0,23 г (0,01 моль) металлического натрия в 50 мл абсолютного этанола получено 1,47 г (100 %) натриевая соль 2-амино-6-метилпиримидин-4-она. Т.пл. 340-342° С.

ИК-спектр: 1610 ( $\nu C=N$ ), 1630 ( $\nu O-C-N$ ), 3335 ( $\nu NH$ )  $cm^{-1}$ .

**Литиевая соль.** Из 1,25 г (0,01 моль) 2-амино-6-метилпиримидин-4-она и 0,07 г (0,01 моль) металлического лития в 50 мл этанола аналогичным образом выделено 1,31 г (100 %) соли. Т.пл. 320° С (с разл.).

ИК-спектр: 1600 ( $\nu C=N$ ), 1605 ( $\nu O-C-N$ ), 3370 ( $\nu NH$ )  $cm^{-1}$ .

**Серебрянная соль.** К раствору 0,36 г (0,0025 моль) натриевая соли 2-амино-6-метилпиримидин-4-она в 10 мл дистиллированной воды добавили по каплям раствор 0,43 г (0,0025 моль) нитрата серебра в 5 мл дистиллированной воды. Выпавший белый осадок (на свету темнеет) серебрянной соли 2-амино-6-метилпиримидин-4-она отфильтровали, промывали водой, ацетоном, высушили в вакуум-эксикаторе над конц.  $H_2SO_4$  выход 0,5 г (91 %). Т.пл. 253-265° С (с разл.)

ИК-спектр: 1615 ( $\nu C=N$ ), 1636 ( $\nu O-C-N$ ), 3340 ( $\nu NH$ )  $cm^{-1}$ .

**Алкилирование 2-амино-6-метилпиримидин-4-она.** К суспензии 1,25 г (0,01 моль) 2-амино-6-метилпиримидин-4-она в 45 мл абсолютном растворителе добавили 0,24 г (0,01 моль) гидрида натрия. Перемешивали 30 минут и образовавшийся раствор (в некоторых случаях суспензию) натриевой соли 2-амино-6-метилпиримидин-4-она при перемешивании по каплям добавляют 0,01 моль алкилирующего агента (1,42 г йодистого метила или 1,86 г метилтозилата) в 5 мл растворителя. Реакционную смесь перемешивали при комнатной температуре 24 часа или при нагревании на кипящей водяной бане 4 часа. Реакционную смесь разлагают 150 мл ледяной воды; образовавшийся осадок отфильтровали, в тех случаях, когда при разложении осадок не выпадает продукт реакции извлекают хлороформом (4 раза по 100 мл) сушили над безв. сульфатом натрия. Растворитель отгоняли, остаток промывали малыми порциями эфира (для удалени остатка растворителя и метилтозилата) и выделяли смесь исходного 2-амино-6-метилпиримидин-4-она с его метилпроизводных определяли методом ПМР.

**Алкилирования 2-амино-6-фенилпиримидин-4-она.** Аналогично вышеописанному из 0,93 г (0,005 моль) 2-амино-6-фенилпиримидин-4-она в 23 мл этаноле (ДМФА), 0,12 г (0,005 моль) гидрида натрия и 0,005 моль алкилирующего агента (0,71 г йодистого метила или 0,93 г метилтозилата) в 3 мл растворителя выделяли смесь исходного соединения в смеси с продуктами его метилирования (0,4-0,6 г), количественное соотношение которых определяли аналогично вышеописанному.

**Литература**

1. Шадиев М.Х., Ураков Б.А., Махмудов С.А., Шахидаятов Х.М. Синтез 5,6-диметил-2-селеноксо-, -аминотиено [2,3-d] пиримидинонов-4 и изучение двойственной реакционной способности их амбидентных анионов // Конф. молодых ученых, Тез. докл. Ташкент. 1992. С. 43-44.
2. Chaurasia M.R., Sharma A.K. A novel one pot synthesis of 7,9-disubstituted-5H-thiazolo / 2,3-b / quinazoline-3,5 (2H) diones // Heterocycles. 1989. Vol 20 N80. P. 1549-1558

3. Юн Л.М., Янгибаев С., Шахидятов Х.М., Алексеева В.Я., Вьюнов К.А. Синтез и спектральное исследование положения таутомерного равновесия у тиоксохиназолина-4 // Химия гетероциклических соединений. 1986. N9. С. 1236-1238.
4. Kh. M Shakhidoyatov, L. M. Yun. Synthesis of unusual derivatives of selenoquinazolones // Inter. Conf. of organic synthesis. August 10-15. 1986. Moscow, USSR. Programme and abst. Of papers. P. 127.
5. Левшин И.Б., Григорьева И.В., Цуркан А.А., Тарасевичус Э.Л., Вьюнов К.А., Гинак А.И. Исследование реакционной способности и “таутомерии азолидинов” // Химия гетероциклических соединения. 1985. N3. С. 336-338.
6. К.А. Захидов, О.И. Уринов, Г. Эшмурадова. Влияние различных факторов на направление реакции алкилирования 6-метил-2-оксопиримидин-4-она. Научный вестник СамГУ. 2018 г., N1 (107). С. 147-153.
7. К.А. Захидов, З.У. Самаров, О.И. Уринов, У.М. Норкулов. Влияние различных факторов на множественную реакционную способность 2-тиоксопиримидин-4-онов в реакциях алкилирования. Научный вестник СамГУ. 2018 г., N3 (109). С. 141-148.
8. Патент 11833. Япония 2-Amino-5-alkyl-6-methyl-4-hydroхуриmidines. / Takeo Ueda, Tadakazu Rusji.
9. Органикум. В 2-х томах. Перевод с немецкого Е.В. Ивайловой. Москва “МИР” 1992.

УДК: 541.128.1-126:544.431.8:546.262:546.98 (021)

**FEASIBILITY FOR CHANGING OF ACTIVE FRACTIONS' BORDERS OF Pd - CONTAINING NANOPARTICLES**

**T.Kh. Rakhimov, M.G. Mukhamediev, D.A. Gafurova, D.J. Bekchanov**

*National university of Uzbekistan*

**Аннотация.** Изучены самоорганизующиеся Pd-содержащие наносистемы в автокаталитических процессах низкотемпературного окисления СО. Установлена связь между размерами палладийсодержащих наночастиц, нанесенных на полимерные волокна, и их каталитическими свойствами при сохранении активности гиперциклов. Показано, что окисление СО в присутствии невосстановленных нанокатализаторов происходит на поверхности сравнительно небольших наночастиц. Для восстановленных наносистем наблюдается плавный сдвиг границ активных фракций в область крупных наночастиц, коррелирующий с увеличением глубины восстановления. Это говорит о том, что именно на гранях кристаллической решетки образуются гиперциклы активного автокатализа, на которых происходит низкотемпературное окисление СО.

**Ключевые слова:** наносистемы, полимерные волокна, математическое моделирование, размеры наночастиц, углеродные волокнистые материалы, окись углерода, нанокатализаторы, палладий.

**Pd-tutgan nanozarrachalarni faol fraksiyalarini chegaraviy o'Ichamlarini o'zgartirish imkoniyatlari**

**Annotatsiya.** CO ni past haroratda avtokatalitik oksidlanish jarayonida o]z-o'zicha yig'iladigan Pd tutgan nanotizimlar o'rganilgan. Gipersikllar cfqlagan holdagi katalitik xossalarni polimer tolalarga kiritilgan palladiy tutgan nanozarrachalari o'Ichamlari orasidagi bog'lanish aniqlangan. Qaytarilmagan nanokatalizatorlar ishtirikida CO ning oksidlanishi nisbatan katta bo'lmagan nanozarrachalar sirtida borishi ko'rsatilgan. Qaytarilgan nanotizimlar uchun faol fraksiyalar o'Ichamlari chegarasi bir tekisda yirik nanozarrachalar tomon siljishi va qaytarilish chuqurligi bilan korrelyatsiyalanishi kuzatilgan. Bu hodisa esa faol avtokatalizni gipersikllari CO past haroratda oksidlanish boradigan kristall panjara yoqlarida hosil bo'lishi haqida ta'kidlaydi.

**Kalit so'zlar:** nanosistemalar, polimer tolalar, matematik modellash, nanozarracha o'Ichamlari, uglerodli tolasimon materiallar, uglerod oksidi, nanokatalizatorlar, palladiy.

**Feasibility for changing of active fractions' borders of Pd -containing nanoparticles**

**Annotation.** Self-organizing Pd-containing nanosystems have been studied in autocatalytic processes of low-temperature CO oxidation. A relationship between the sizes of palladium-containing

nanoparticles deposited on polymer fibers and their catalytic properties has been established while maintaining the activity of hypercycles. It has been shown that CO oxidation at presence of unreduced nanocatalysts occurs on the surface of relatively small nanoparticles. For reduced nanosystems a smooth shift of the active fractions boundaries to the region of large nanoparticles correlated with an increase in the depth of reduction is observed. This suggests that it is on the faces of the crystal lattice that the hypercycles of active autocatalysis are formed, on which low-temperature oxidation of CO occurs.

**Keywords:** nanosystems, polymer fibers, mathematical modeling, nanoparticle size, carbon fiber materials, carbon monoxide, nanocatalysts, palladium.

### Introduction

One of the most important issues during study of autocatalysis processes on self-forming nanocatalysts is the determination of relationship between the size of nanoparticles and their properties. To find this correlation, a number of methods have been proposed, among which there are three main ones. Micro-Kinetic approach proposes to scrupulously study the kinetics of elementary reactions on the surface of catalytic systems. Generally simple model reactions are in use, so it is possible to measure the current values of sorption and desorption of small molecules. The reaction kinetics is probed via systematic steady state measurements, transient experiments, time-resolved IR spectroscopy and measurements of the angular distribution of products with simultaneous study of the state of the surface [1]. After systematic measurement of the kinetic parameters the micro-kinetic data are compared with the model of the supported catalyst. In this way, structural and dimensional dependencies can be identified. It is assumed that with the accumulation of data it will be possible to obtain nanocatalysts with specified properties. A similar approach was used, in particular, for multicomponent systems study, for which numerous catalogs have been compiled, for example [2]. These effects can be linked to the inherent heterogeneity of the model surfaces via micro-kinetic mean-field and Monte Carlo simulations. This approach gives excellent results for confirming or refuting theoretical concepts, including the applicability of the theory of self-consistent field and Monte Carlo simulation [3]. Some model systems, primarily palladium-containing nanoparticles deposited on alumina, have been studied [4]. This requires the catalysts were described in detail of their geometric and electronic structure.

Single-crystal catalysts, by and large, are studied by physical methods at ultra-low pressures in order to single out the most significant factors affecting the actual behavior of systems [5]; reaction kinetics - by combining "in situ" high resolution IR-spectroscopy at three different angles (method called "Molecular beam techniques") and micro-detectors for determining the composition of products at a certain distance from the surface at different angles. Thus, it was possible to establish the role of the carrier in the kinetics of adsorption for simple molecules on model catalysts, in particular, in the case of CO adsorption. The advantages of the approach are thorough detailing, the ability to put forward hypotheses and test theoretical calculations. The advantages also imply limitations: the transition to real supported catalysts requires such a drastic complication of the models that the task becomes difficult to implement. It is supposed to automate the experiments and compile the relevant databases; already on the basis of the minimum critical mass of these experiments to derive correlation laws. Thus, the practical creation of materials with certain properties is postponed indefinitely.

The following approach basically implies technological modeling using the entire existing stock of modern theories of mass and energy exchange. At the same time, the proposed mathematical models and other theoretical calculations are subordinate [6]. The influence of experimental parameters on the structure of global reaction rate oscillations and the coupling of local oscillators on a catalyst bed in a continuous stirred tank reactor is studied for the oxidation of CO on zeolite supported palladium catalysts. It was shown that global coupling can be achieved not only via mass transfer through the gas phase but also via heat transfer in the case of a support of high heat conductivity. Characteristic differences in the activity of catalysts as well as in the period and the amplitude of the oscillations are related to the size of the palladium clusters and can be simulated by adding the state of the oxidation of the metal surface as a parameter to a common kinetic model. The analysis of observed chaotic behaviour leads to the conclusion that diffusional chaos characteristic of a distributed system is observed on the level of the zeolite crystallite that supports the palladium clusters. We can add that

there are elements of self-organization when the complexity criterion [7] is exceeded, so the complexity becomes self-sustaining or may even grow [8].

Finally, the third approach can be called systemic, since this approach is characterized by shifting the attention of the researcher from the structure of a single element of the system to the connections between its elements [9]. To date, the essence of this approach is expressed by just one model put forward by domestic researchers and called the "Ball Painting Model" [10]. Consideration of the statistical behavior of nanoparticles with a similar structure and different sizes makes it possible to optimize synthesis methods for systems of almost any complexity, without necessarily using unique or specialized equipment. In addition, the undoubted advantage of the approach is the possibility of obtaining data on boundary conditions, i.e. in other words, find the parameters of the first-order phase transition [11]:

- from the nanoparticles to the bulk (boundary from above);
- from the nanoparticles to the cluster (from the bottom).

This approach is based on the manifestation of unique properties at a certain degree of dispersity. Without denying the importance of the structure for the manifestation of specialized properties, the Ball Painting Model makes it possible to determine the desired phase transition boundaries without taking it into account. In addition, this approach opens up broad possibilities for studying the influence of various parameters, including structure parameters, on the position of phase transition points, i.e. on the position of the size limits, within which the specific properties inherent in nanosystems are preserved.

The aim of this work is to study the influence of the composition of nanoparticles on the boundaries of the existence of active nanoparticles in autocatalytic hypercycles. This effect was studied by the example of palladium-containing CO oxidation nanocatalysts deposited on activated carbon fibers. The term "nanostate" in the present work means such a state of palladium-containing particles in which they exhibit the properties of a highly efficient catalyst in a model reaction of low-temperature oxidation of CO with oxygen. As is known, such catalysis is not characteristic of clusters of palladium and its compounds, nor its bulk state, but is observed exclusively in a certain range of nanoparticle sizes [12].

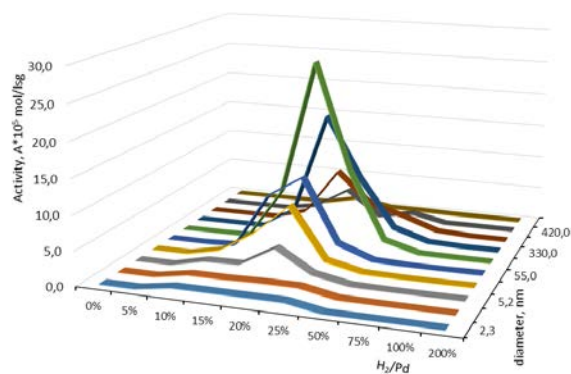
### **Experimental section**

Nanocatalysts were obtained by applying solutions of palladium salts [13] on activated carbon fibers of the brand "CARBOPON-ACTIVE" on the basis of viscose yarn. The reduction was carried out by the dosed action of hydrogen dissolved in helium in a sealed volume with the sample placed into it. The initial catalytic activity was measured in a pulsed mode [14] according to the degree of CO oxidation at 298K. Particle sizes were determined by electron microscopy (JEOL IT 300, JEOL, Japan). Structural data were obtained on a Nano-Observer AFM atomic force microscope (CS Instruments, Switzerland). Statistical calculations were performed according to [15]. The calculation of the boundary sizes of phase transitions, limiting the nanostate, was carried out according to the method [16].

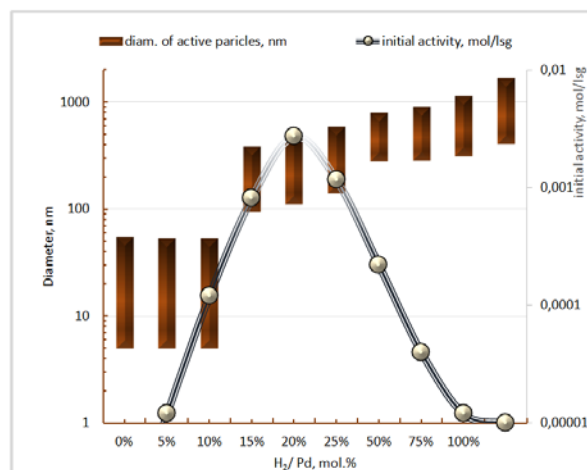
### **Results and discussion**

It was shown [17] earlier that the reduction treatment of palladium nanocatalysts supported on polymeric fibers may increase the initial activity of the autocatalytic process; the reducing ability of CO is of paramount importance for autocatalysis in a low-temperature oxidation. It was interesting to study the effect of the palladium's reducing level on the boundaries of active sizes. For this purpose a series of 10 samples, differing in average sizes of palladium-containing particles, was studied. From each sample, batches of 10 pieces each were separated and subjected to partial reduction with hydrogen. The degree of palladium reduction for each sample was conventionally compared with each other by the amount of hydrogen added. In the figure, this amount is indicated as a percentage of the theoretically necessary for complete oxidation without loss. The initial catalytic activity of each of the 100 samples was determined (Figure 1). The tests were carried out in pulsed mode [18], measuring the initial rate according to the oxidation state of CO at 298K.





**Fig. 1.** Maximum values of the initial activity at hydrogen dosed reduction for samples with different average nanoparticle sizes.



**Fig. 2.** Upper and lower boundaries of the fractions of nanoparticles exhibiting catalytic activity after metered exposure to hydrogen. The curve shows the activity value of the most effective example from each series.

The results show that the values of the initial activity pass through a pronounced maximum at 15-25% reduction for samples with average particle sizes of 100-200 nm. This, of course, does not mean that reduction results in more efficient catalysts - we are talking only about the initial values of the activity.

The calculations of the boundary sizes of the active fractions were made. Borders were calculated using the Ball Paint Modeling [16] for abovementioned samples reduced to varying degrees (Figure 2). These calculations show that the values of both the lower and upper boundaries of the active fractions increase according to the degree of reduction.

For unreduced samples the initial rate of CO oxidation is inferior and is determined by nanoparticles with sizes since 5 nm. Obviously, this is due to the reduction of palladium to the metal under the action of carbon monoxide, i.e. autocatalysis is not observed. The high specific surface of small particles provides a higher reaction rate with their participation.

In case of partially reduced nanosystems the obtained results open up the possibility to interpret how the recovery depth of palladium affects the boundaries of the active dimensions. So, if the active dimensions boundaries shift to the direction of reducing the sizes of the active fractions, this may be due to an increase in the total surface in proportion to the decrease in linear dimensions. In this case, the active centers are located on the edges and tops of the crystallites, but not on their faces. In our case, on the contrary, there is a shift towards the enlargement of active fractions' sizes. Therefore, there is all reason to assume that it is the faces of the crystallites and not the edges and vertices that act as active centers. This means that it is on the faces that processes of the formation of autocatalytic hypercycles occur. Such hypercycles should include, without limitation, the adsorption of more than one oxygen molecule, the formation of an intermediate on which the CO molecule can be oxidized to dioxide, as well as the oxidation act of this intermediate by oxygen. This follows from the fact that the geometric effect of catalysis is associated with the ratio of the number of atoms located on the surface (on the faces), on the edges and tops of a nanoparticle. These atoms have different coordination numbers [19].

If atoms are catalytically most active in low coordination number, then catalytic activity increases with decreasing particle size. In the opposite case, if atoms that are located on the faces and have higher coordination numbers in comparison with the atoms of the vertices and the edges are catalytically active, increasing the speed of the catalyzed reaction will be provided by larger particles.

In our experiments, nanocatalysts after pre-dosed reduction provide a high rate of CO oxidation at the first exposure. The main contribution is made by very large nanoparticles - from 100 to 350 nm. All this suggests that it is on the faces of the crystallites that autocatalytic hypercycles are formed.

### Conclusion

The relationship between the sizes of palladium-containing nanoparticles supported on polymeric fibers and their catalytic properties while maintaining the activity of hypercycles is revealed. It has been shown that CO oxidation at presence of unreduced nanocatalysts occurs on the surface of relatively small nanoparticles. For reduced nanosystems a smooth shift of the active fractions boundaries to the region of large nanoparticles correlated with an increase in the depth of reduction is observed. This suggests that it is on the faces of the crystal lattice that the hypercycles of active autocatalysis are formed, on which low-temperature oxidation of CO occurs.

### References

1. Schauermaun S., Freund H. J. Model Approach in Heterogeneous Catalysis: Kinetics and Thermodynamics of Surface Reactions //Accounts of Chemical Research. – 2015,v. 48, №. 10. – P. 2775-2782.
2. Здановский А.Б. Справочник экспериментальных данных по растворимости многокомпонентных водно-солевых систем. Том 2. Четырехкомпонентные и более сложные системы. - М. -Л.: ГНТИХЛ, 1954. - 1272 с.
3. Ludwig W., Savara A., Madix R. J., Schauermaun S., Freund, H. J. Subsurface hydrogen diffusion into Pd nanoparticles: role of low-coordinated surface sites and facilitation by carbon //The Journal of Physical Chemistry C. – 2012, v. 116, №. 5. – P. 3539-3544.
4. Dostert K. H., O'Brien C. P., Ivars-Barceló F., Schauermaun S., Freund, H. J. Spectators Control Selectivity in Surface Chemistry: Acrolein Partial Hydrogenation Over Pd //Journal of the American Chemical Society. – 2015, v.137, №. 42. – P. 13496-13502.
5. Ertl G. Reactions at Surfaces: From Atoms to Complexity (Nobel Lecture) // Angewandte Chemie International Edition. – 2008, v.47, Issue 19. - P. 3524.
6. Slinko M.M., Ukharskii A.A., Peskov N.V., Jaeger N.I. Chaos and synchronisation in heterogeneous catalytic systems: CO oxidation over Pd zeolite catalysts // Catalysis Today. - 2001, v.70, Issue 4. – P. 341–357.
7. Von Neumann J., Burks A. W. Theory of self-reproducing automata. – Urbana : University of Illinois Press, 1996. – P. 8.
8. Курейчик В. В., Курейчик В. М., Сороколетов П. В. Анализ и обзор моделей эволюции //Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. – 2007. – №. 5. – С. 114-126..
9. О'Коннор Д., Макдермотт И. Искусство системного мышления. Необходимые знания о системах и творческом подходе к решению проблем. – М.: Альпина Паблиш, 2012. – 255 с.
10. Rakhimov T.Kh., Mukhamediev M.G. Modeling Of The Catalysts Behavior For Determination Of Bordering Conditions Of Special Properties Of Nanocomposites. SOJ Materials Science & Engineering. – 2015, v. 2. – P.1-6.
11. Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. - М.: Физматлит, 2005. - С. 15-16.
12. Рахимов Т.Х., Мухамедиев М.Г. Композиционные палладийсодержащие наносистемы в низкотемпературном окислении СО: определяющее влияние природы носителя на механизм окисления // Композиционные материалы. – 2014, №2. – С. 8-11.
13. Рахимов Т.Х., Мусаев У.Н., Хакимджанов Б.Ш. и др. Способ получения катализатора для низкотемпературного окисления окиси углерода: А.с. 1524767 СССР //Б.И. 1990. № 10. - С. 10.
14. Рахимов Т.Х., Мухамедиев М.Г. Возможности исследования свойств нанокатализаторов изучением процессов гетерогенного каталитического окисления СО // Доклады Академии наук Республики Узбекистан. – 2014, № 3. – С.57-60.
15. Mirkin V.G. Core Concepts in Data Analysis: Summarization, Correlation and Visualization Springer. - Boston: Allyn and Bacon: 2011. - 410 p.
16. Рахимов Т.Х. Вычисление размеров активных фракций нанесенных нанокристаллов // Computational nanotechnology, - 2015, №2. - С. 6-16.

- 17.Рахимов Т.Х., Мухамедиев М.Г. Влияние восстановительной обработки нанокатализаторов на образование активных центров // Universum: химия и биология. – 2016. -№. 7 (25).
- 18.Рахимов Т.Х., Мухамедиев М.Г. Доступные методы биофизического анализа газовой среды // Узб. Биол. журнал. - 2014, № 5. - С. 6-9.
- 19.Iijima S., Ichihashi T. Structural instability of ultrafine particles of metals // Phys. Rev. Lett. – 1986, v.56 (6). - P.616-619.

UDK: 543.421

**ERITMA VA GAZLI MUHITLARDA AMMIK GAZI MONITORINGI UCHUN ZOL- GEL  
TEKNOLOGIYASI ASOSIDA TAYYORLANGAN OPTIK SENSORLAR**

**A.O. Buronov, A.M. Nasimov, M.D. Toshboyev, Sh.E.Mirzayev, D.T. Toshpulatov**  
*Samarqand davlat universiteti*

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada zol-gel texnologiyasidan foydalanib eritma muhitida ammiakni aniqlovchi sensor uchun nanogibrid materiallarni turli katalizator va turli muhitlarda tayyorlash bayon qilingan. Bunday materiallar tayyorlash usullari va optimal sharoitlari keltirilgan. Olingan materiallarning xossalari molekulyar masshtabda tahlil qilingan va xossalarning kelib chiqishi muhokama qilingan.

**Kalit soʻzlar:** TEOS, zol, gel, ammiak, optik, material, pH, alkoksid, spirt.

**Optical sensors for gaseous and aqueous ammonia monitoring with the sol-gel technology**

**Abstract.** On this article it is given the preparation of nanohybrid materials using different catalyst and solvents for optical ammonia sensor for monitoring in gas and aqueous media. There also proposed optimal conditions of preparation such materials. Properties of materials were studied in molecular level and observation of characteristics is discussed.

**Keywords:** TEOS, sol, gel, ammonia, optical, pH, alkoxide, alcohol.

**Оптические сенсоры для мониторинга газообразного и раствор аммиака с  
использованием золь-гель технологии**

**Аннотация.** В этой статье дается подготовка наногибридных материалов с использованием различных катализаторов и растворителей для оптического сенсора аммиака для мониторинга в газовой и водной средах. Также предложены оптимальные условия приготовления таких материалов. Свойства материалов были изучены на молекулярном уровне и обсуждены характеристики.

**Ключевые слова:** TEOS, золь, гель, аммиак, оптический, pH, алкоксид, спирт.

**Kirish.**

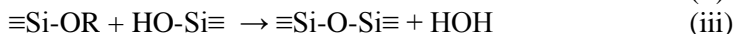
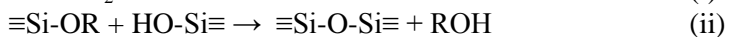
Havo va eritmalar tarkibidagi noorganik gazlarning miqdorini doimiy tahlil etib borish, jumladan, atrof muhit va inson salomatligi, inson va ekotizim oʻrtasidagi muvozanatni saqlash hozirda ekologik muammolarni hal qilishdagi asosiy vazifa boʻlib kelmoqda. Shundan kelib chiqib zol-gel materiallarning qoʻllanilishi atrof-muhit monitoringi, sogʻliqni saqlash biosensrlari, klinik muhim boʻlgan analitlarni aniqlashga imkoniyatlar yaratmoqda. Masalan, turli – atrof-muhit atmosferasi komponentlarining diagnostikasi yaʼni havo va tabiiy suv(eritma)lar tarkibining sanoat, transport chiqindilari taʼsirida real oʻzgarishlarga sabab boʻlmoqdi. Kimyoviy sensorlarning aynan shu maqsadda ishlatiladiganlari ayni vaqtda yetakchilik qilmoqda. Hozirgi vaqtda eritma va gazli muhitlardagi turli xil noorganik gazlar miqdorini aniqlaydigan termokimyoviy, kimyoviy, elektrokimyoviy, termomagnit, xromatografik, ionizatsion, optik va boshqa sensorlar mavjud boʻlib, ular oʻzlarining turli xil afzalliklari va kamchiliklaridan holi emas [1].

Zol-gel jarayoni natijasida olinayotgan optik sensorlar silektivligi va qulayligi bilan bugungi kunda eritma va gazlar analizini oʻtkazish uchun keng miqiyosda qoʻllanilayotgan sensorlar hisoblanadi.

Zol-gel texnologiyasi noorganik alkoksidlarni suyuq fazadan qattiq fazaga oʻtishini jarayoni anglatadi, bu esa boshlangʻich moddalardan yuqori temperaturada olinadigan odatdagi shishaga qaraganda yaxshi va toza shisha hamda keramikani past temperaturada hosil qilishni bildiradi [2]. Zol-

gel usuli shishalar, optik tolalar, maxsus qoplamalar, ultra-toza kukunlar va multifunksional materiallar kabi mahsulotlarni tayyorlashda keng qo'llanilib kelmoqda[3-4]. Bu jarayon shaffof va g'ovak matritsaga organik va noorganik molekulalarni birlashtirish imkonini beradi [5-6]. Zol-gel jarayoni juda harakatchan bo'lib, tegishli suyuq zol-(kkolloid) fazadan qattiq gel-fazaga o'tishini anglatadi. Bu jarayon metall alkoksidlarning gidrolizidan boshlanib, kondensatsiya va polimerlanish bilan davom etadi.

Bu jarayonda reaksiyalarni umumiy holda quyidagicha tasvirlash mumkin:



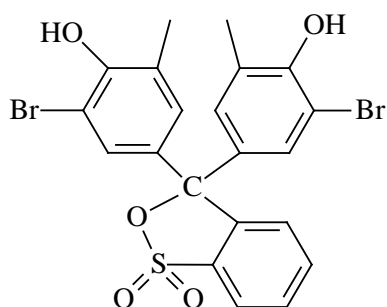
Metall alkoksidlarning suv bilan oson reaksiyaga kirishganligi uchun eng ko'p qo'llaniladiganlari alkoksilanlardan tetraetilortosilikat (TEOS) hamda tetrametilortosilan (TMOS) larni aytish mumkin.

Sensorning asosiy tarkibiy qismlaridan biri, uni sezgir elementidir. Sezgir elementlarning materiali turli xil bo'lishi mumkin. Optik sensorlarning ishlash jarayoni, analiz qilinuvchi gazning miqdoriga ko'ra, sensor tarkibiga kiruvchi indikatorning rangini o'zgarishiga asoslanadi. Shu sababli bunday material sifatida zol-gel jarayoni natijasida olingan yupqa optik sezgir indikatorli qatlamlar qo'llanilmoqda. Masalan, bir qancha zol-gel plyonkali pH sensorlar ammiak monitoringi uchun qo'llangan. Bir qator olimlar erigan ammiakni uzluksiz aniqlovchi optik sensor yaratish uchun aminofluoressinni ORMOSIL, TMOS va difenildimetoksisilan sopolimeriga birlashtirishdi [7].

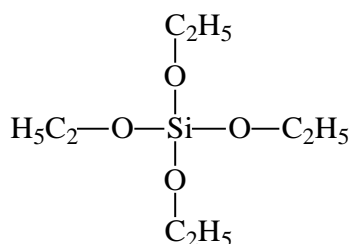
Biz o'z tadqiqotlarimizda ana shunday xossaga ega bo'lgan va indikator birlashtirilgan yupqa optik qatlamlardan foydalanib eritma hamda gazli muhitlarda ammiakni aniqlashga imkon beradigan optik sensorlar yaratish ustida ishlar olib bormoqdamiz.

Ushbu maqola zol-gel usulida ammiakni eritma va gazli muhitda aniqlovchi optik sensorni zol-gel texnologiyasi asosida tayyorlash va jarayon uchun optimal sharoitlar tanlash keltirilgan.

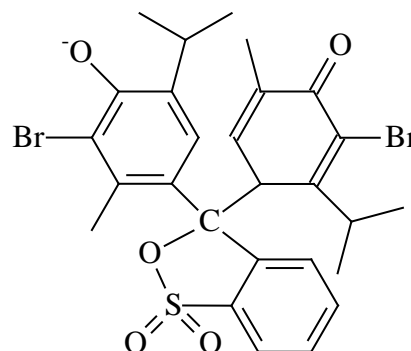
Tadqiqotda qo'llanilgan ba'zi moddalarning tuzilishi quyida keltirilgan.



Bromkrezol qizili (BKQ)



TEOS



Bromtimol ko'ki (BTK)

### Tajribaviy qism.

Ishda quyidagi reaktivlar va materiallar ishlatildi: bromkrezol qizili– BKQ, bromtimol ko'ki– BTK, timolftalein-TF, lakmus, distillangan suv – H<sub>2</sub>O, etanol- C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH, xlorid kislotasi-HCl, sirka kislotasi-CH<sub>3</sub>COOH nitrat kislotasi - HNO<sub>3</sub>.

Tajribalarni bajarish uchun dastlab hech qanday dopantlarsiz zol-gel eritmaları tayyorlandi.

Tetraetoksilan iborat kislotali katalizator ishtirokidagi noorganik zol-gel quyidagi ketma-ketlikda tayyorlanadi. Buning uchun erituvchi sifatida etanol ishlatildi va kondensatsiya reaksiyasi amalga oshishi uchun konsentrlangan xlorid kislotasi va nitrat kislotasi kislotalari eritmasi yordamida eritma pH=1 ga keltirildi. Sirka kislotasi 0.1 g-ekv fiksanalidan foydalanildi.

Zol-gel eritmasini tayyorlashda 1TEOS : 4C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH : 4HCl, 1TEOS : 5C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH : 4HCl, 1TEOS : 6C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH : 4HCl, 1TEOS : 4C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH : 4HNO<sub>3</sub>, 1TEOS : 5C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH : 4HNO<sub>3</sub>, 1TEOS : 6C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH : 4HNO<sub>3</sub> va 1TEOS : 4C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH : 4CH<sub>3</sub>COOH, 1TEOS : 5C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH : 4CH<sub>3</sub>COOH, 1TEOS : 6C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH : 4CH<sub>3</sub>COOH nisbatlardan foydalanildi. Buning uchun avval TEOS va spirt xona sharoitida 30 daqiqa davomida magnitli aralashtirgich yordamida 600 min<sup>-1</sup> tezlik bilan aralashtirildi, so'ngra 0,65 mldan kislotasi (bunda tegishli xlorid kislotasi, nitrat kislotasi yoki sirka kislotalari

eritmalaridan foydalanildi) eritmasi quyildi va yana 150 daqiqa aralashtiriib, so'ngra bu aralashmaga indikator solinadi va 120 daqiqa aralashtiriladi. Natijada zol-gel texnologiyasi asosida olingan optik qatlamda indikator (BKQ, BTK, TF va Lakmus) immobilizatsiyalanadi.

Olingan eritma har soatda shishaga yotqizildi va bunda 24 soatdan so'ng shishaga yotqizilgan qatlam tiniq bo'lib yorilmadi, ammo bunda nitrat kislotaga qo'shilgan zolning gellanishi uzoqroq davom etdi. Tayyorlangan zol-gel eritmalar tarkibi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

Zol eritmalarining tarkibi

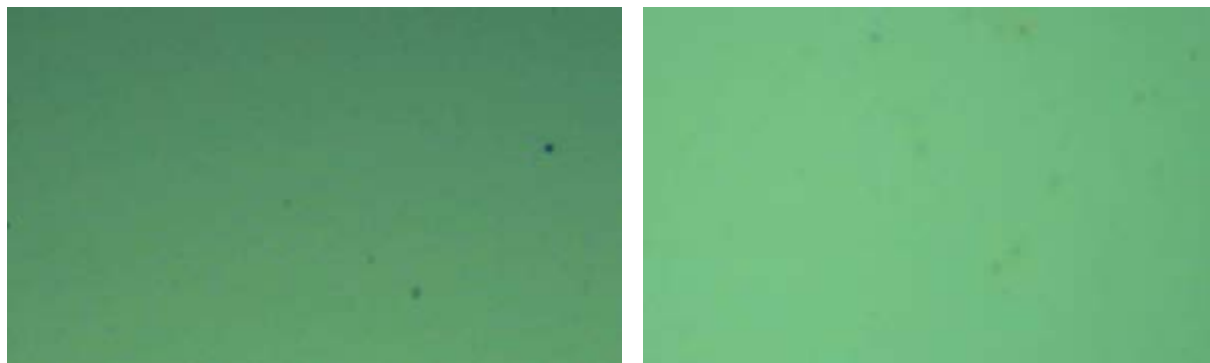
No	TEOS: C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH: kislotaga mol nisbati	TEOS Hajmi ml	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> O H (96%li) hajmi, ml	Aralashtirish Vaqti, minut	Kislotaga (0,1M)	Aralashtirish Vaqti, minut	Indikator (0,1M) qo'shilgan hajmi, ml	Aralashtirish Vaqti minut
1	1:4:4	2	2,1	30	0,65(HCl)	150	0,05ml BKQ	120
2	1:5:4	2	2,625	30	0,65(HCl)	150	0,05ml BKQ	120
3	<b>1:6:4</b>	2	3,15	30	0,65(HCl)	150	0,05ml BKQ	120
4	1:4:4	2	2,1	30	0,65(HCl)	150	0,05ml BTK	120
5	1:5:4	2	2,625	30	0,65(HCl)	150	0,05ml BTK	120
6	1:6:4	2	3,15	30	0,65(HCl)	150	0,05ml BTK	120
7	1:4:4	2	2,1	30	0,65(HCl)	150	0,05ml Lakmus	120
8	1:5:4	2	2,625	30	0,65(HCl)	150	0,05ml Lakmus	120
9	<b>1:6:4</b>	2	3,15	30	0,65(HCl)	150	0,05ml Lakmus	120
10	1:4:4	2	2,1	30	0,65(HCl)	150	0,05ml TF	120
11	1:5:4	2	2,625	30	0,65(HCl)	150	0,05ml TF	120
12	1:6:4	2	3,15	30	0,65(HCl)	150	0,05ml TF	120
13	1:4:4	2	2,1	30	0,65 (HNO <sub>3</sub> )	150	0,05ml BKQ	120
14	<b>1:5:4</b>	2	2,625	30	0,65 (HNO <sub>3</sub> )	150	0,05ml BKQ	120
15	<b>1:6:4</b>	2	3,15	30	0,65 (HNO <sub>3</sub> )	150	0,05ml BKQ	120
16	1:4:4	2	2,1	30	0,65 (HNO <sub>3</sub> )	150	0,05ml BTK	120
17	<b>1:5:4</b>	2	2,625	30	0,65 (HNO <sub>3</sub> )	150	0,05ml BTK	120
18	<b>1:6:4</b>	2	3,15	30	0,65 (HNO <sub>3</sub> )	150	0,05ml BTK	120
19	1:4:4	2	2,1	30	0,65 (HNO <sub>3</sub> )	150	0,05ml Lakmus	120
20	1:5:4	2	2,625	30	0,65 (HNO <sub>3</sub> )	150	0,05ml Lakmus	120
21	<b>1:6:4</b>	2	3,15	30	0,65 (HNO <sub>3</sub> )	150	0,05ml Lakmus	120
22	1:4:4	2	2,1	30	0,65 (HNO <sub>3</sub> )	150	0,05ml TF	120
23	1:5:4	2	2,625	30	0,65 (HNO <sub>3</sub> )	150	0,05ml TF	120
24	<b>1:6:4</b>	2	3,15	30	0,65 (HNO <sub>3</sub> )	150	0,05ml TF	120
25	1:4:4	2	2,1	30	0,65 (CH <sub>3</sub> COOH)	150	0,1ml BKQ	120
26	<b>1:5:4</b>	2	2,625	30	0,65 (CH <sub>3</sub> COOH)	150	0,1ml BKQ	120
27	<b>1:6:4</b>	2	3,15	30	0,65 (CH <sub>3</sub> COOH)	150	0,1ml BKQ	120
28	1:4:4	2	2,1	30	0,65 (CH <sub>3</sub> COOH)	150	0,1ml BTK	120
29	<b>1:5:4</b>	2	2,625	30	0,65 (CH <sub>3</sub> COOH)	150	0,1ml BTK	120
30	<b>1:6:4</b>	2	3,15	30	0,65 (CH <sub>3</sub> COOH)	150	0,1ml BTK	120

Zol-gel reaksiyasi amalga oshgandan so'ng uni yotqizish uchun lyuminescent bo'lmagan mikroskop shishalariga yotqizildi. Buning uchun shishalar 24 soat davomida 30-35% li HNO<sub>3</sub> ga botirib qo'yildi va avval distillangan suvda, etanolda bir necha marta yaxshilab yuvildi. Bunda silikat yuzasidagi alkoksi guruhlar faollashadi. Barcha tajribalar oqimli qoplash usuli bilan 24 soatdan 120

soatgacha amalga oshirildi. Shundan so'ng ular 70°C da 24 soat yorug'lik tushmaydigan sharoitda qurutush shkafida qoldirildi. Olingan qatlamlarni tekshirish uchun ular yana xona sharoitida 1 hafta qoldirildi va shundan so'ng ularning xossalari o'rganilmoqda.

### Natijalar va ularning tahlili.

Zol-gel texnologiyasi yordamida zolning polimerlanishi gidroliz va kondensatsiya reaksiyasi hisobiga sodir bo'ladi, natijada uning qovushqoqligi ortib boradi. Bu esa erituvchi (spirt) va kislota xususiyatiga bog'liqligi o'rganildi. Tajribalar juda uzoq vaqt va yuqori haroratda ishlov berish zol eritmasining qoplami tegishli substratga yotqizishdan oldin qotib qolishiga olib kelishini ko'rsatdi. Olingan optik sensorlar turli konsentratsiyali eritmalar muhitini o'rganishda sezgirlik katta ekanligini ko'rsatdi.



BTK@TEOS (*i*-C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>OH, HCl katalizator)

BKQ@TEOS (*i*-C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>OH, HCl katalizator)

**1-rasm.** Tayyorlangan optik sensorlarning yorug'lik mikroskopida ko'rinishi (×100 marta)

Izobutil spirt erituvchi sifatida ishlatilganda olingan sensorlar o'zining gomogen tuzilishi, yoriqlari yo'qligi, indikator yaxshi birikkanligi bilan boshqa sharoitlarda olinan sensorlardan farq qildi (1-rasm). Adabiyotlarda izobutil spirti erituvchi sifatida ishlatilgan tadqiqotlar haqida ma'lumotlar uchramaydi. Bundan tashqari izobutil spirt erituvchi sifatida olinganda tayyorlangan sensorlar 24 soat davomida distillangan suvga botirib qo'yilgandan keyin spektrofotometrik tahlil indikator optik qatlamga yashi birikkanligini tasdiqladi.

Ushbi tadqiqot ammiakni aniqlash uchun olib borilganligi uchun tayyorlangan optik qatlamlar bir haftadan so'ng turli konsentratsiyali ammiak eritmalariga botirilganda ularning rangi o'zgarishi kuzatildi. Bu esa indikatorlar o'z xossalari saqlab qolganligidan dalolat beradi.

### Xulosalar.

BKQ va BTK indikatorlari TEOS asosida tayyorlangan gel optik qatlamga biriktirilganda o'z fotokimyoviy xossasini saqlab qolishi kuzatildi. Optik qatlamda indikator fizik jihatdan bog'lanib, uning o'z tabiatini saqlab qolishi tayyorlanayotgan zol eritmasi tayyorlanish sharoitlariga bog'liqligi o'rganildi. Tayyorlangan qatlamlarlar ammiakni optik aniqlash uchun dastlabki sinovlar eritmada o'tkazildi va indikator rangi o'zgarishi kuzatildi.

Yaratilgan optik sensorlarning eritma va gazli muhit obektlarida qo'llash natijasida, eritmalarda va atrof muhitini barqarorligini saqlash muammolarini hal etish uchun xizmat qiladi.

### Adabiyotlar

1. C.Malins, T.M. Butler, B.D. MacCraith, Influence of the surface polarity of dye-doped sol-gel glass films on optical ammonia sensor response, *Thin Solid Films*, 368 (2000), 105-108.
2. Zhang Z., Seitz W.R., A carbon dioxide sensor based on fluorescence, *Anal. Chim. Acta*; 160 (1984), 205-208.
3. Hench, L.L. & West, J.K. The sol-gel process. *Chemical Reviews*, 90 (1990), 33-72.
4. Susa, K.; Matsuyama, S.I.; Satoh, S. & Suganuma, T. New optical fibre fabrication method. *Electronic Letters*, 18 (1982), 499-500.

5. Keefer, K.D. In Silicon-based polymer science: A comprehensive resource, edited by J.M. Zeigler & F.W.G. Fearon. Advances in Chemistry Series No. 224, American Chemical Society, Washington DC, (1990), 227-40.
6. Kaufman, V.R. & Avnir, D. Structural changes along the sol/gel/xerogel/ transition in silica as probed by pyrene-excited state emission. Langmuir, 2 (1986), 717-722.
7. Brinker, C.J. & Scherer, G.W. Sol-gel science: The physics and chemistry of sol-gel processing. Academic Press, New York, (1990).

UDK: 543.546.212

**TOG‘LIK JOYDAGI ICHIMLIK SUVLARINING MINERAL TARKIBINI ANALITIK NAZORAT QILISH**

**J.E. Ruziyev**

*Samarqand davlat universiteti*

E-mail: [e-ruziyev@mail.ru](mailto:e-ruziyev@mail.ru)

**Annotatsiya.** Ishda Samarqand viloyati Qo‘shrabot tumanining tog‘li joylaridan tanlangan ichimlik suvlarining kimyoviy va mineral tarkibini kimyoviy va fizik-kimyoviy usullar yordamida analiz qilish natijalari keltirilgan. Yer osti va yer usti suvlarining asosiy analizlari ionometrik va spektrometrik usullarda o‘tkazildi.

**Kalit so‘zlar:** analiz, ichimlik suvi, mineral tarkib, namuna, ionometriya, spektrometriya.

**Аналитический контроль минерального состава питьевых вод горной местности**

**Аннотация.** В работе приведены полученные данные по анализу выбранных нами питьевых вод горной местности Самаркандской области Кушрабатского района по химическому и минеральному составу химическими и физико-химическими методами. Основные анализы подземных и надземных вод проведены ионометрическими и спектрометрическими методами.

**Ключевые слова:** анализ, питьевая вода, минеральный состав, проба, ионометрия, спектрометрия.

**Analytical control of the mineral composition of the drinking waters of the highlands**

**Abstract.** The paper presents the obtained data on the analysis of the selected drinking waters of the mountainous areas of the Samarkand region of the Kushrabat region by chemical and mineral composition by chemical and physicochemical methods. The main analyzes of groundwater and surface water were carried out by ionometric and spectrometric methods.

**Keywords:** analysis, drinking water, mineral composition, sample, ionometry, spectrometry.

Ichimlik suvi ta‘minoti tizimini yaxshilash borasida muhim dastur va loyihalarni izchillik bilan ro‘yobga chiqarish qishloq joylarda suv ta‘minoti holatini sezilarli darajada yaxshilash imkonini bermoqda [1]. O‘zbekiston Respublikasida keyingi 10 yillikda sanoat, ishlab chiqarish, fan, texnika o‘zining yangi rivojlanish bosqichiga chiqib oldi. Shu bilan birgalikda ekologiya va atrof- muhitni himoya qilish masalasi ham bugungi kunning asosiy muammolaridan biridir. Jumladan, yer osti va yer usti suvlarining zaharlanishi, yer atmosferasining ifloslanishi, yerdagi o‘simlik, hayvon va insonlarning zaharlanishi davom etib, yashash tarzi o‘zgarishiga sabab bo‘lmoqda.

Rejalashtirilgan tog‘li joylardagi yer usti va yer osti suvlarining ichishga yaroqlilik xususiyatlarini baholash maqsadida tarkibidagi turli ionlar va moddalar miqdorini analitik nazorat qilish uchun namuna sifatida Samarqand viloyati Qo‘shrabot tumanining tog‘lik hududida joylashgan Minishkor qishlog‘idagi buloq, ariq va quduq suvlarining kimyoviy tarkibi analizning kimyoviy va fizik-kimyoviy (elektrkimyoviy/ionometrik) va spektrometrik) usullari yordamida analitik baholandi. Analiz uchun tanlangan suv ob‘yekti Qoratog‘ tizmasida joylashgan Minishkor qishlog‘i hududidagi aholi punktidagi quduqdan (chuqurligi 8 m) olingan bo‘lib, quduq suvi (shartli N.1) kamayib ketmaydi va fevral oyidan iyun oyigacha bo‘lgan muddatda suv sathi 1.5 -2 m gacha ko‘tarilishi kuzatilgan. Ushbu suv manbasidan asosan xo‘jalik maqsadlarida foydalaniladi. Ichimlik suvi sifatida esa quduq suvidan tog‘ tomonga qaragan yo‘nalish bo‘ylab 800 m chamasi olislikdagi “Qaynar buloq” dan (shaartli N.2) truba orqali va undan keyingi ichimlik suvi manbasi “Uchtol buloq” dan

(shartli N.3) ham truba orqali qishloqqa ichish maqsadlarida foydalanish uchun aholi punktiga olib kelingan.

Yer osti (quduq) va yer usti (buloqlar) suvlarining muhitini, ular tarkibidagi quruq qoldiq miqdorini va umumiy qattiqligini standart usullar yordamida aniqladik va analiz natijalari matematik statistika usullari yordamida normal taqsimot qonuniga asosan metrologik qayta ishladik va shu bilan analizning tasodifiy xato qiymati baholandi [2]. Olingan natijalar quyidagi 1-jadvalda keltirilgan.

**1-jadval**

Yer osti va yer usti ichimlik suvlarining muhiti, quruq qoldiq miqdori va umumiy qattiqligini aniqlash natijalari.

Namuna olingan payt-2018 yil mart oyi.  $n=3$ ;  $t_{p,f}=4,3$ ;  $\bar{p}=0,95$ .

№	Analiz ob'yekti	pH $\bar{x}$	S	$\Delta x$	Quruq qoldiq $\bar{x}$	S	$\Delta x$	Qattiqligi $\bar{x}$	S	$\Delta x$
1	№ 1	7,33	0,063	0,158	96,6	0,753	1,873	4.83	0.044	0.110
2	№ 2	7,49	0,077	0,191	80,4	0,739	1,838	4.91	0.054	0.135
3	№ 3	7,22	0,074	0,185	78,2	0,672	1,671	5.04	0.054	0.134

Minishkor hududi quduq va buloq suvlarining pH qiymati 7,22 dan 7,49 gacha qiymatlarda bo'lib, neytral yoki kuchsiz ishqoriy muhitda ekanligi aniqlandi va shunday suvlarning shifobaxshlik xususiyatlari esa barchamizga ma'lumdir. Ushbu ichimlik suvlarining quruq qoldiq miqdori esa 78,2 dan 96,6 mg/l gacha miqdorlarni tashkil etdi. Bunda quduq suvidagi quruq qoldiq miqdori buloq suvlaridagi miqdordan 18.4 mg/l ga ko'pligi aniqlandi. Aniqlashlarning ishonchlik oralig'i qiymatlari 1,671 dan 3,017 gacha ekanligi hisoblab topildi. Tog' hududidagi ichimlik suvlarining umumiy qattiqligi 4,83 dan 5,04 mg-ekv/l gacha bo'lgan qiymatlarda ekanligi aniqlandi. Bunda eng kam qiymatlarni tog' oldi hududlardagi ichimlik suvlarida kuzatish mumkin.

Analiz uchun tanlangan yer osti va yer usti ichimlik suvlarining mineral tarkibini baholovchi kalsiy, natriy, magniy, kaliy va xlorid ionlarining miqdorini aniqlashda elektrokimyoviy analiz usullarining ion selektiv elektrodlar ishlatishga asoslangan ionometrik usulidan foydalanildi [3]. Taqqoslash elektrodi sifatida esa kumush xloridli elektrod ishlatildi. Tekshirilayotgan ichimlik suv ob'yektlari tarkibidagi sulfat ionlarining miqdori esa kimyoviy cho'ktirishga asoslangan standart usullar yordamida aniqlandi [4]. Aniqlash natijalari 2-jadvalda keltirilgan.

**2-jadval**

Yer osti va yer usti ichimlik suvlarining mineral tarkibini miqdoriy aniqlash natijalari.

Namuna olingan payt-2018 yil mart oyi.  $n=3$ ;  $t_{p,f}=4,3$ ;  $\bar{p}=0,95$ .

T/r	Analiz ob'yekti	Ca <sup>+2</sup> mg/l	Sr, %	Na <sup>+</sup> mg/l	Sr, %	Mg <sup>+2</sup> mg/l	Sr, %	K <sup>+</sup> mg/l	Sr, %	Cl <sup>-</sup> mg/l	Sr, %	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> mg/l	Sr, %
1	№ 1	103	0.91	70.3	0.96	70.2	1.21	89.4	0.98	184	0.93	418	1.07
2	№ 2	90.4	0.93	68.1	1.03	69.3	1.08	83.6	0.97	163	0.91	261	0.98
3	№ 3	83.2	0.91	60.4	1.02	69.4	1.12	81.3	0.84	167	1.07	217	0.93

2-jadval natijalaridan quduq suvi tarkibidagi kalsiy ionlari miqdori 103 mg/l va magniy ionlari miqdori esa 70.2 mg/l, qaynar buloqda 90.4 mg/l va 69.3 mg/l hamda uchtol buloq suvlarida 83.2 mg/l va 69.4 mg/l miqdorda ekanligi bu suvlarning shu ionlarga nisbatan miqdoriy ko'rsatgichlari bir-biridan farq qilishini ko'rsatadi. Aniqlashning nisbiy standart chetlanish qiymati esa 0.84 dan 1.21 foizgacha ekanligini ko'rish mumkin. Tekshirilayotgan quduq va buloq suvlarining tarkibidagi natriy, kaliy va xlorid ionlarining miqdori shunday turdagi ichimlik suvlariga qo'yiladigan talablarga, ya'ni ruxsat etilgan me'yorlarga mos keladi. Sulfat ionlarining aniqlangan miqdori esa tekshirilgan quduq suvi tarkibida (418 mg/l) har ikki buloq suvlari tarkibidagi sulfat ionlari miqdoridan taqriban ikki baravargacha miqdorda ortiqcha ekanligini qayd etib o'tish lozim.

Ishda keltirilgan tog'lik joydagi ichimlik suvlari sifatida tanlangan yer usti va yer osti suvlaridan olingan analitik namunalar birinchi marta analitik jihatdan baholandi [5]. Tekshirilgan ichimlik suvi namunalaridan hatto Quduq suvi (№ 1) suvlari ham xo'jalik maqsadlarida foydalanilsada aniqlangan analitik ko'rsatgichlari bo'yicha ichimlik suvlariga qo'yilgan ruxsat etilgan me'yor darajasidan ancha past ekanligi va ulardan ham ichimlik suvi sifatida foydalanish mumkinligi miqdoriy aniqlash



natijalari asosida tavsiya etildi. Qolgan Uchtol buloq (№ 2) va Qaynar buloq (№ 3) suvlarining analitik ko'rsatgichlari esa ichimlik suvlariga qo'yilgan barcha talablarga javob berishi va shunday suvlar uchun aniqlangan miqdoriy kattaliklar ruxsat etilgan me'yor darajasidan ancha kamligi bilan diqqatni tortadi va ular mineral tarkibi bo'yicha aholi iste'molidagi mineral deb nomlangan suvlardan ancha ustunligi bilan ham alohida e'tiborga molikdir.

#### Adabiyotlar

1. Tursunov S. Suv muommosining yechimi bor. //Jamiyat gazetasi 22.03.2018. №12 (596). – Toshkent 2018. b. 11.
2. Tuksanov F.S., Ruziyev E.A. Shahar oqova suvlari tarkibidagi nitratlarni elektrkimyoviy nazorat qilish. // “XXI asr-intellektual avlod asri” shiori ostidagi Samarqand hududiy ilm.-amal.konf.mater. 2 qism. –Samarqand. 2015. b 171-174.
3. Dustmurodov M., Tuksanov F., Ruziyev E.A. ichimlik suvlarining analitik monitoring xususida. // Ta'lim, fan va ishlab chiqarishda intellektual salohiyatli yoshlarni o'rni. Yosh olimlar, magistrant va talabalarning an'anaviy XII Resp.ilm.-amal.konf.mater. –Samarqand 2015. b. 139-141.
4. Ruziyev J.E., Abduhamidov M.Q., Ruziyev E.A. Ichimlik suvlarining ekoanalitik monitoring xususida. // O'zbekistonning iqtisodiy rivojlanishida kimyoning o'rni. Resp.ilm.-amal.anj.mater. III qism. –Samarqand 2018. b.15-17.
5. Ruziyev J.E., Abduhamidov M.Q., Ruziyev E.A. Yer osti va yer usti suvlari tarkibidagi sulfidlarni elektrokimyoviy nazorat qilish. //O'zbekistonda analitik kimyoning rivojlanish istiqbollari. Resp.ilm.-amal.anj.mater. –Toshkent 2018. b. 282-285.

УДК: 543.251:541.25:541.13:541.8

#### АМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ТИТРОВАНИЕ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ РАСТВОРАМИ ДИЭТИЛАМИНО -4-МЕТИЛ-ГЕКСИН -2- ОЛА-4 В НЕВОДНЫХ СРЕДАХ

Х.Б. Рахматов, Г.Э. Сафарова, Н.Т. Юлдашев, Х.З. Фармонов

*Каршинский инженерно-экономический институт*

**Аннотация.** В статье показана условия и возможность амперометрического титрования ионов палладия(II) и платины(IV), с растворами диэтиламино -4-метил-гексин -2- ола-4 (ДЭМГО) в неводных средах (уксусная кислота, n-пропанол, ДМФА, ДМСО) и их смеси с фоновыми электролитами, имеющих разными кислотно-основными свойствами. Предложено методики амперометрические титрование микрограмм количеств ионов палладий(II) и платины(IV) в присутствии содержащих посторонних ионов

**Ключевые слова:** палладий, платина, золото, серебро, диэтиламино-4-метил-гексин-2-ола-4, раствор, уксусная кислота, n-пропанол, ДМФА, ДМСО, фоновые электролиты.

#### Nodir metallarni dietilamino-4-metil-geksin-2-ol-4 ning eritmalari bilan suvsiz muhitlarda ampermetrik titrlash

**Аннотация.** Maqolada palladiy (II), platina (IV), oltin (III) va kumush (I)larni dietilamino-4-metil-geksin-2-ol-4 (DEMGO) ning eritmalari bilan suvsiz (sirka kislota, n-propanol, DMFA, DMSO) muhitlarda va ularning turli kislota-asosli xossalarga ega bo'lgan fonel ektrolitlar bilana ralashmasida ampermetrik titrlash imkoni yatish va sharoti ko'rsatib berilgan. Palladiy (II), platina (IV), oltin (III) va kumush (I) ionlarining mikrogramm miqdor niturli begona ionlar ishtirokida ampermetrik titrlash usullari taklif etilgan.

**Калит so'zlar:** palladiy, platina, dietilamino-4metil-geksin-2-ol-4, eritma, sirka kislota, n-propanol, DMFA, DMSO, fonelektrolitlar.

#### Non-aqueous amperometric titration of noble metals by solutions of dietilamino-4metil-geksin-2-ol-4

**Abstract.** The article shows the conditions and the possibility of amperometric titration of palladium (II) and platinum (IV) ions with dietilamino-4metil-geksin-2-ol-4 solutions in non-aqueous media (acetic acid, n-propanol, DMFA, DMSO) and their mixtures with background electrolytes

having different acid-base properties. The methods of amperometric titration of micrograms of the quantities of palladium (II) and platinum (IV) ions in the presence of foreign ions containing ions.

**Keywords:** palladium, platinum, gold, silver, diethylamino-4-methyl-piperidine-2-ol-4, solution, acetic acid, n-propanol, DMFA, DMSO, background electrolytes.

Амперометрическое титрование ионов металлов в неводных и смешанных средах различными комплексообразователями позволяет расширить их аналитические возможности и упростить решение многих сложных аналитических задач. Прежде всего это связано с тем, что природа растворителя сильно влияет на прочность образующегося комплекса, притом неодинаково для различных катионов, что обуславливает избирательность и экспрессность метода. Кроме того методы неводной комплексиметрии успешно решают проблему точного и селективного определения металлов в объектах органического происхождения, а также непосредственно в экстрактах, получаемых при концентрировании.

Мы пытались найти оптимальные условия амперометрического титрования ряд благородных металлов растворами диэтиламино-4-метил-пиперидин-2-ола-4 (ДЭМГО) в неводных протолитических средах, на различных по кислотно-основным свойствам фоновых электролитах.

#### **Реагенты и аппаратура.**

Исходный 0,002 М растворы  $\text{Na}_2\text{PdCl}_4$ ,  $\text{K}_2\text{PtCl}_6$ ,  $\text{AuCl}_3$  и  $\text{AgNO}_3$ , а также 0,01 М раствора ДЭМГО готовили растворением соответствующих навесок этих реагентов в уксусной кислоте (н-пропаноле, ДМФА и ДМСО). Концентрацию благородных металлов определяли ампериметрически по 0,01 М раствором иодида калия [1]. Амперометрическое титрование проводили на установке с двумя вращающимися (1000 об/мин) на общей оси электродами из платиновой проволоки. Конструкция электродов, поршневой автоматической микробюретки и аппаратура и подробно описаны в [2].

Амперометрическое титрование проводили на установке с двумя вращающимися (1000 об/мин) на общей оси электродами на платиновой проволоки. Конструкция электродов, поршневой автоматической микробюретки и аппаратура подробно описаны в [3].

В соответствии с вольтамперометрическим поведением ДЭМГО и других продуктов, принимающих участие в электрохимических средах амперометрическое титрование ионов благородных металлов необходимо проводить при напряжении поляризации 0,75-1,15 В в зависимости от природы и концентрации фонового электролита (ацетаты, нитраты, хлориды, перхлораты щелочных металлов и аммония) [4]. Индикаторный ток при этом должен возникать за точкой эквивалентности (т.э.) вследствие окисления свободного реагента и восстановления растворенного кислорода воздуха.

Данные экспериментов показали, что в исследованных средах и фонах 0,15-0,40 М растворы ионов благородных металлов растворами ДЭМГО титруется довольно хорошо и быстро, причем форма кривой совпадает с ожидаемой лишь с некоторым постоянством тока в начале титрования с последующим резким переходом (изломом) в конечной точке титрования (КТТ).

#### **Определение ионов благородных металлов в модельных смесях.**

Возможность амперометрического титрования благородных металлов растворами ДЭМГО проверена на различных искусственных смесях солей (имитирующие природные и промышленные материалы), содержащих большие количества других металлов, часто и широко сопутствующих благородных металлов в природе. Определять ионы благородных металлов можно двумя способами: 1) непосредственно в аликвоте анализируемой пробы при строгом соблюдении всех условий оптимизации при оценке степени влияния различных посторонних катионов, также образующих прочные комплексы с изученными реагентами; 2) сочетание предварительного экстракционного отделения ионов благородных металлов от других элементов с последующим их титрованием стандартным раствором ДЭМГО в аликвоте полученного экстракта после разрушения в ней экстракционного реагента и комплекса, а также добавления необходимых количеств протолитического растворителя и фона (табл.).

Таблица

Результаты определения ионов благородных металлов раствором диэтиламино-4-метил-гексин-2-ол-4

Состав смеси, %	Найдено Me, мкг (P=0,95; x±ΔX	n	S	S <sub>r</sub>
Pd(0,684)+Os(0,329)+Cd(39,42)+ Ni(48,18)+Co(10,06)+Ru(1,327)	Pd, 0,675±0,224	3	0,09	0,133
Pt(0,342)+Ru(0,664)+Ir(0,954)+ Cu(59,81)+Mn(28,37)+Ti(9,86)	Pt 0,338±0,075	4	0,03	0,089
Au(1,027)+Ru(0,534)+Ir(0,419)+ Cu(32,05)+Mn(12,58)+Zn(53,39)	Au, 1,019±0,111	3	0,07	0,066
Ag(0,664)+Os(0,31)+Cd(39,40)+ Ni(48,20)+Co(10,03)+Ru(1,33)	Ag 0,671±0,223	4	0,09	0,129

Следовательно, амперометрические методики определения ионов благородных металлов раствором ДЭМГО отличаются высокими селективностью и воспроизводительностью с относительным стандартным отклонением, не превышающим 0,133.

### Литература

1. Сонгина О.А., Пашенко А.И., Маслова П.И. // Заводск. лаборатория. - 1965. - Т. 31. - № 1. - С.66-68.
2. Геворгян А.М., Рахматов Х.Б., Алламбергенов Б.А., Цагараев Э.Т. Амперометрическое титрование палладия (II) растворами 1-морфолино-4-метил-гексин-2-ола-4 и 2,4,6-триметилпиримидина // Узб. хим. журн. - 1995. - № 5-6. - С.8-11.
3. Геворгян А.М., Талипов Ш.Т., Хадеев В.А., Костылев В.С., Мухамеджанова Д.В. // Журн. аналит. химии. - 1980. - Т.35. - № 10. - С.2026-2028.
4. Рахматов Х.Б., Холлиев Ш.Х., Курбанов А.Ш., Рустамов С.Р. Амперометрическое титрование палладия (II) растворами винилморфолина и винилпиримидина // Научный вестник СамГУ. - 2017. - № 5(105). - С.103-107.

УДК: 547.313

## СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРА НА ОСНОВЕ ТЕТРАГИДРО-1,4-ОКСАЗИНА

У.К. Уринов, О.С. Максумова, Г.Т. Абдуразакова

*Ташкентский-химико-технологический институт*

**Аннотация.** Осуществлен синтез новых биологически активных полимеров с использованием промышленных реагентов – тетрагидро-1,4-оксазина и эпихлоргидрина в условиях реакции самопроизвольной полимеризации. Изучены вязкостные свойства синтезированных водорастворимых полимеров. Исследования показали, что полимеры обладают полиэлектролитными свойствами. Проведен прогноз специфической токсичности синтезированных соединений и было установлено снижение токсичности, алергизирующего и раздражающего действия.

**Ключевые слова:** синтез, тетрагидро-1,4-оксазин, полимер, полиэлектролит, токсичность.

### Tetragidro-1,4-oksazin asosidagi polimerlar sintzei va tadqiqoti

**Annotatsiya.** Yangi biologik faol polimerlarning sintezi spontan polimerizatsiya reaksiyasi sharoitida sanoat reagentlari - morfolin va epiklorohidrin yordamida amalga oshirildi. Sintezli suvda eruvchan polimerlarning viskozlik xususiyatlari o'rganiladi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, polimerlar polialelitrolit xususiyatlariga ega. Sintezlangan birikmalarning o'ziga xos toksikligi prognoz qilingan va toksiklik, allergiya va tirnash xususiyati ta'sirining kamayishi aniqlandi.

**Kalit so'zlar:** sintez, tetragidro-1,4-oksazin, polimer, polielektrolit, zaxarlilik.

### Synthesis and study of polymers based on tetrahydro-1,4-oxazine

**Abstract.** The synthesis of new biologically active polymers was carried out using industrial reagents - tetrahydro-1,4-oxazin and epichlorohydrin under the conditions of the spontaneous

polymerization reaction. Viscosity properties of the synthesized water-soluble polymers are studied. Studies have shown that polymers have polyelectrolyte properties. The specific toxicity of the synthesized compounds was predicted and a decrease in toxicity, allergenic and irritant effects was found.

**Keywords:** synthesis, tetragidro-1,4-oksazin, polymer, polyelectrolyte, toxicity.

### Введение

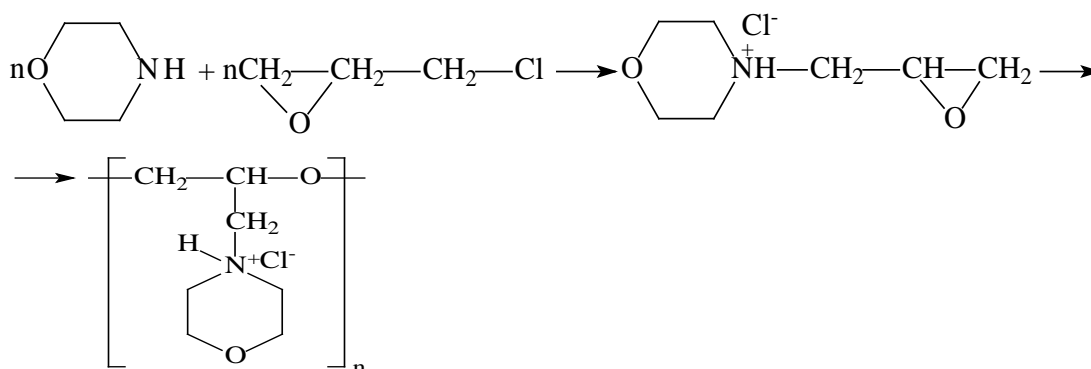
Применение гетерофункциональных органических соединений для синтеза веществ и материалов, обладающих широким диапазоном фармакологической и биологической активностью - является доминирующей концепцией развития современного органического синтеза. Одним из важных классов шестичленных гетероциклических органических соединений, являются системы, содержащие морфолиновые фрагменты. Они применяются в качестве биологически активных веществ широкого спектра действия, в том числе противомикробных, противовирусных, противоопухоловых препаратов и т.д. [1-2]. Одним из перспективных направлений современной фармацевтики является соединение морфолиновых олигонуклеотидов с короткими молекулами пептидов [3]. Эти конструкции соединяются с молекулами рибонуклеиновой кислоты, которая переносит информацию от ДНК, что приводит к разрушению клетки. Создание таких соединений считается одним из перспективных направлений в биофармацевтике. Авторами получены биологически активные вещества среди 2-аминозамещенных 4-оксо-2-бутеновых кислот (4-арил-2-N-морфолино-4-оксо-2-бутеновые кислоты) реакцией ароилпировиноградных кислот с морфолином [4]. Другими исследователями осуществлен синтез новых циклических производных 2-тиоурацила, в том числе содержащих N-морфолиновые заместители, обладающих психофармакологической активностью [5].

Целью данной работы является синтез полимерных соединений, обладающие биологической активностью, с использованием промышленных реагентов – эпихлоргидрина и морфолина.

### Основная часть

Экспериментально установлено, что при взаимодействии тетрагидро-1,4-оксазина (МФ) с эпихлоргидрином (ЭХГ) в среде различных органических растворителей и в массе при температурах 20-50 °С протекает химическая реакция, которая сопровождается образованием водорастворимого высокомолекулярного продукта. Радикальные ингибиторы и кислород воздуха не оказывают существенного ингибирующего действия, т.е. исключается радикальный характер процесса.

Структуру синтезированных полимеров можно описать следующим образом:

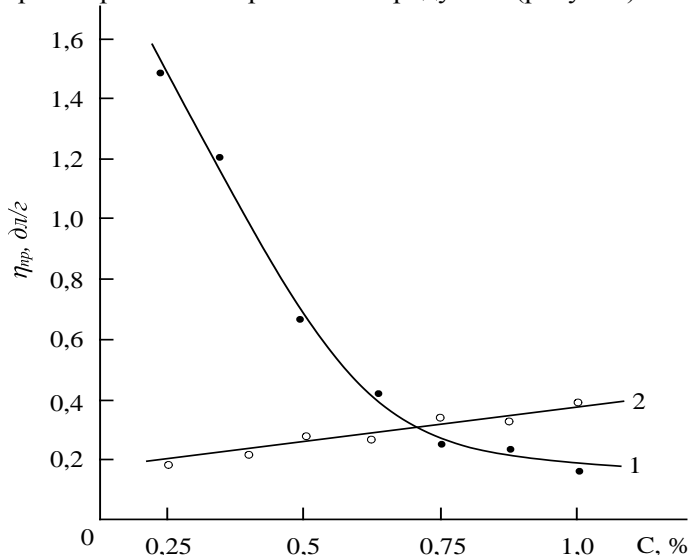


Для идентификации структуру синтезированного продукта на основе МФ с ЭХГ проведен ИК-спектральный анализ. В ИК-спектрах синтезированного продукта, сигналы валентного колебания C–Cl связи (1270 см<sup>-1</sup>), относящиеся к CH<sub>2</sub>Cl группе эпихлоргидрина, а также деформационное колебание NH группы (1545 см<sup>-1</sup>) тетрагидро-1,4-оксазина полностью исчезают и проявляются полосы поглощения в области 3350–3250 см<sup>-1</sup>, характерные для аммониевых четвертичных групп. Одновременно образуются новые интенсивные полосы поглощения в области 1511 см<sup>-1</sup>, относящиеся к асимметричным валентным колебаниям простой эфирной -C-O-C связи, отсутствующие в спектре ЭХГ. Это свидетельствует о том, что

реакция сопровождается с раскрытием эпоксигруппы ( $1250, 930-850 \text{ см}^{-1}$ ) эпихлоргидрина в процессе полимеризации.

Синтез полимеров на основе тетрагидро-1,4-оксазина с ЭХГ в массе осуществляли следующим образом: к 1 моль 3-хлор-1,2-эпоксипропана и 1% гидрохинона (от общей массы исходных реагентов) при перемешивании добавляют 1 моль тетрагидро-1,4-оксазина. Реакционную смесь нагревают до  $50 \text{ }^\circ\text{C}$  в течение 3 часов. По истечении времени продукт реакции осаждают серным эфиром. Выход составляет 90-92 %. Синтезированный полимер представляет собой порошок белого или светло розового цвета.

Изучены вязкости растворов синтезированных продуктов (рисунок).



**Рис.** Зависимость приведенной вязкости от концентрации полимера полученного на основе МФ с ЭХГ: (1)- вода; (2)- 0,1 н раствор КСl.

Из результатов вискозиметрических исследований (зависимость приведенной вязкости синтезированных катионных полимеров в водном растворе от концентрации) следует, что полученные полимеры являются типичными полиэлектролитами и в соответствии приведенная вязкость раствора резко возрастает при разбавлении (рисунок, кр.1).

Повышение приведенной вязкости при разбавлении водного раствора полимерного электролита связано с тем, что при относительно высоких концентрациях (1 г/100 мл и выше) молекулы полимера находятся в форме спутанного клубка. По мере разбавления раствора происходит расширение макромолекулярных клубков в результате увеличения ионизации и электростатического отталкивания одноименно заряженных групп. Другим фактором, благоприятствующим наблюдаемой аномалии может быть то, что макроионы в отсутствие низкомолекулярного электролита очень сильно разворачиваются.

Введение в водный раствор полимера низкомолекулярного сильного электролита 0,1 н КСl приводит к получению обычной, т.е. линейной зависимости приведенной вязкости от концентрации (рисунок, кр.2). Это обусловлено тем, что введение сильного электролита подавляет диссоциацию полимерного полиэлектролита, приводит к сжатию двойного диффузионного слоя и следовательно, к уменьшению объема полимерных молекул.

На кафедре «Фармакологии и клинической фармации» Ташкентского фармацевтического института были проведены опыты по определению острой токсичности, кумулятивных свойств, кожно-резорбтивного и местно-раздражающего действия полимерного препарата на основе тетрагидро-1,4-оксазина и эпихлоргидрина.

Острую токсичность исследуемых препаратов проводили по методу И.В.Санацкого [6]. Кумулятивное действие изучали на 10 крысах, на выстриженные участки кожи наносили исследуемое вещество, слегка втирая его. О наличии кумуляции судили по числу гибели животных за которыми следили в течении 14 дней [7]. Местно-раздражающее действие препаратов было испытано на 5 кроликах-альбиносах массой 2,3—3,2 кг, синтезированный олигомер в дозе 10 мг/кг наносили на предварительно выстриженные участки на правом боку

размером 10x15 см<sup>2</sup>. Оценку раздражающего действия на кожу проводили по эритеме и образованию ступа, а также по образованию отёка [8,9].

При изучении специфической токсичности было установлено, что синтезированный препарат не оказывает токсического, местно-раздражающего, алергизирующего действия, а также не оказывает кумулятивного эффекта и не вызывает привыкание.

### Заклучение

1. На основе реакции полимеризации тетрагидро-1,4-оксазина с эпихлоргидрином в среде различных органических растворителей и в массе при температурах 20-50 °С протекает химическая реакция, которая сопровождается образованием водорастворимого высокомолекулярного продукта.

2. Изучением вязкостных свойств полученных полимеров установлено, что они являются типичными полиэлектролитами, т.е. приведенная вязкость их водного раствора резко возрастает при разбавлении, а введение низкомолекулярного сильного электролита KCl приводит к получению линейной зависимости приведенной вязкости от концентрации.

3. При изучении специфической токсичности было установлено, что синтезированный препарат не оказывает токсического, местно-раздражающего, алергизирующего действия, а также не оказывает кумулятивного эффекта и не вызывает привыкание.

### Литература

1. Дюсебаева М.А., Калугин С.Н., Ахмедова Ш.С. Синтез и внутримолекулярная циклизация тиосемикарбазида морфолилуксусной кислоты. Вестник КазНУ. Серия химическая. – 2015. – №4 (80). –С. 68-72.
2. Ёринов. У.К., Максумова О.С. Антибактериальные свойства олигомеров на основе морфолина. Фармацевтический журнал. –Ташкент, 2015. –№ 4. –С. 99-102.
3. <http://www.1rre.ru/news/doc/68733/>.
4. Козьминых Е.Н., Козьминых В.О., Махмудов Р.Р., Одегова Т.Ф., Беляев А.О. Синтез, противомикробная и анальгетическая активность 4-арил-2-N-морфолино-4-оксо-2-бутеновых кислот. Химико-фармацевтический журнал, 2004. –Т.38. –№ 8. –С.25-26.
5. Озеров А.А., Новиков М.С., Ковалев Д.Г., Дьякова Е.В. Синтез и психофармакологические свойства новых циклических производных 2-тиоурацила. Бюлл. Волгоградского научного центра РАМН, 2008. –Вып. 2. –С. 26-28.
6. Фармокология (под ред. Аляутдина). –2-е изд., испр. –М.: ГЭОТАР-МЕД, 2004. –592 с.
7. Прунтова О.Б., Сахно О.Н. Лабораторный практикум по общей микробиологии. Владимир: Изд-во ВлГУ, 2005. –76 с.
8. В.С. Камышников и др. Методы клинических лабораторных исследований. –2-е изд., перераб. и доп. –Минск: Бел. Наука, 2002. –775 с.
9. Хабриев Р.У. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ. Второе изд. перераб. и доп. –М.: Медицина, 2005. – 832 с.

УДК: 537.311.33

### НЕКОТОРЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО СЕНСОРА МЕТАНА

М.Э. Эшкобилова, И.Э. Абдурахманов, А.М. Насимов

*Самаркандский государственный университет*

**Аннотация.** Изучено некоторые метрологические характеристики полупроводникового сенсора метана. Установлено, что чувствительность газочувствительного материала на основе оксида кремния к метану повышается при введении в ее структуру оксидов цинка и кобальта. Выявлено, что при использовании полупроводниковых пленок на основе оксидов цинка и кобальта существуют оптимальная температура, в котором наблюдается наиболее высокие чувствительность ГЧМ к метану. При оптимальной значении температуры (370<sup>0</sup>С) наиболее

высокой сигнал по метану наблюдается в присутствии ГЧМ на основе  $\text{SiO}_2/\text{ZnO}-10\%\text{CoO}$ . Минимальное время отклика сенсоров на основе  $\text{SiO}_2-\text{ZnO}-\text{CoO}$  составляет 15-18 с.

**Ключевые слова:** метан, полупроводниковый сенсор, температура, тетроэтоксисилан, оксид кобальта, оксид цинка, время отклика, чувствительность.

#### **Metanni aniqlovchi yarimo'tkazgichli sensorning ayrim metrologik tavsiflari**

**Annotatsiya.** Metanni aniqlovchi yarimo'tkazgichli sensorning ayrim metrologik tavsiflari o'rganilgan. Kremniy oksidi asosida tayyorlangan gazsezgir materialning (GSM) metanga nisbatan sezgirligi uning tarkibiga rux va kobalt oksidlari qo'shilganda ortadi. Rux va kobalt oksidlari qo'shilgan GSMdan tayyorlangan sensorning metanga nisbatan maksimal signal qiymati 370 °Sga mos keladi.  $\text{SiO}_2-\text{ZnO}-\text{CoO}$  asosidagi sensor signalining maksimal qiymatiga erishish uchun kerak bo'lgan vaqt 15-18 s.

**Kalit so'zlar:** metan, yarimo'tkazgichli sensor, temperatura, tetraetoksisilan, kobalt oksidi, rux oksidi, sezish vaqti, sezgirligi.

#### **Some metrological characteristics of semiconductor methane sensor**

**Abstract.** Some metrological characteristics of the semiconductor methane sensor were studied. It has been established that the sensitivity of a gas-sensitive material based on silicon oxide to methane increases with the introduction of zinc and cobalt oxides into its structure. It was found that when using semiconductor films based on zinc and cobalt oxides, there is an optimal temperature at which the highest sensitivity of the HBM to methane is observed. At the optimum temperature value (3700C), the highest signal for methane is observed in the presence of a HFC based on  $\text{SiO}_2 / \text{ZnO}-10\% \text{CoO}$ . The minimum response time of sensors based on  $\text{SiO}_2-\text{ZnO}-\text{CoO}$  is 15-18 s.

**Keywords:** methane, semiconductor sensor, temperature, tetraethoxysilane, cobalt oxide, zinc oxide, response time, sensitivity.

Основным компонентом бытового природного газа является метан. В технологических процессах, связанных с получением и применением природного газа, всегда имеется опасность образования взрывоопасных газоздушных смесей метана. Поэтому задача предупреждения и предотвращения опасных ситуаций, связанных с наличием природного метанового газа в атмосфере, является актуальной и своевременной. В качестве газочувствительного полупроводникового слоя для детектирования метана целесообразно использование оксида цинка и кобальта где содержание последнего в ГЧМ до 10 % [1,2].

Разработанные полупроводниковые сенсоры метана (ППС- $\text{CH}_4$ ) представляет собой спирал изготовленного из остеклованного платинового микропровода, покрытой полупроводниковом газочувствительным материалом. Платиновой микропровод расположено внутри стеклянной трубки и выполняют функции нагревателя. На поверхность чувствительного элемента сенсора золь-гель методом наносится газочувствительный слой на основе оксидов цинка и кобальта [1]. Принцип действия разработанного ППС- $\text{CH}_4$  основан на изменении электрофизических свойств чувствительного слоя полупроводникового образца при изменении состава анализируемой газовой среды.

**Целью проведения** данных экспериментов было определения некоторых метрологических характеристик ППС- $\text{CH}_4$  с чувствительным элементам, выполненных на основе оксидов цинка и кобальта.

**Методика эксперимента.** Оптимальная температура нагрева газочувствительного материала определяется максимальными значениями газочувствительности сенсора к анализируемому газу.

Исследование газочувствительности ППС- $\text{CH}_4$  от температуры проводили, динамическим методом в диапазоне температур 200 - 500 °C с разницей на 50 °C. Опыты проводили в следующей последовательности:

1. Для установление влияние температуры на чувствительность сенсора установим в рабочей камере требуемую температуру и подождем, пока температура стабилизируется.

2. После стабилизации установленной значение температуры подаем фиксированный поток атмосферного воздуха и измеряем сопротивление образца при данной температуре.

3. Подаем в рабочую камеру импульс газоздушной смеси с известной концентрацией метана. Ждем момента стабилизации сопротивления активного слоя в данной концентрации определяемого компонента и фиксируем значение показания прибора.

4. Закрываем вентиль подачи анализируемого газа и открываем вентиль подачи воздуха. Измерение времени восстановления производится с момента отключения источника исследуемого вещества и удаления его содержания из измерительной камеры до того момента, когда сопротивление слоя восстановится до значения первоначального  $\pm 10\%$ .

По экспериментальным данным рассчитывали изменение чувствительности слоя (S) при разных температурах по уравнению 1:

$$S = R_{\text{возд}}/R_{\text{газ}} = \sigma_{\text{газ}}/\sigma_{\text{возд}} \quad (1)$$

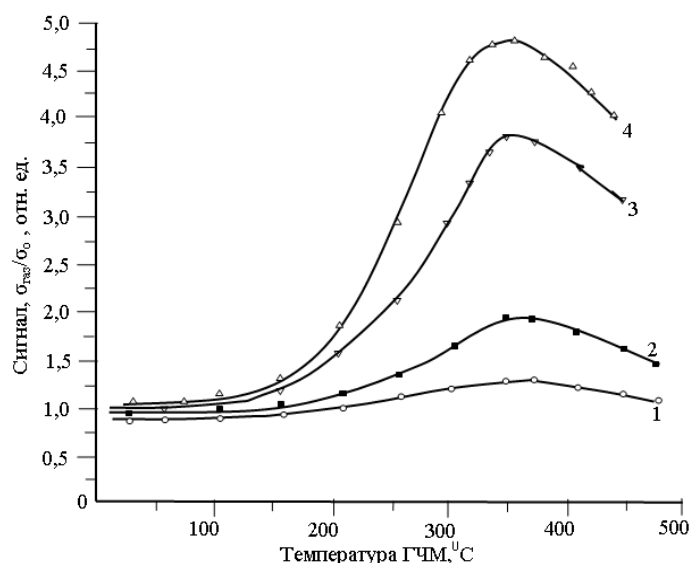
где  $\sigma_{\text{газ}}$ ,  $R_{\text{газ}}$  - электрическая проводимость и сопротивления пленки при воздействии газа заданной концентрации;  $\sigma_{\text{возд}}$ ,  $R_{\text{возд}}$  - электрическая проводимость и сопротивления пленки в воздухе при отсутствии газа.

### Результаты экспериментов и их обсуждения.

Эксперименты по изучению зависимости сопротивления ГЧМ на основе ZnO и CoO от температуры сенсора проводились в диапазоне температур от 50 до 500 °C.

В результате экспериментов установлено, что зависимость сопротивления сенсора от температуры в изученном диапазоне последнего имеют немонотонный характер. Повышение температуры нагревателя до 360-370 °C сопровождается с снижением значение сопротивления во всех изученных составов ГЧМ. Дальнейший рост температуры приводит к увеселение сопротивления слоя.

В результате экспериментальных исследований зависимостей сигнала сенсора на основа SiO<sub>2</sub>/ZnO и оксида кобальта от температуры в присутствии метана было установлено, что оптимальная рабочая температура сенсора CH<sub>4</sub> обеспечивающей наиболее высокой сигнал по метану соответствует 370 °C (рис.1).



**Рис. 1.** Зависимость сигнала ( $\sigma_{\text{газ}}/\sigma_o$ ) полупроводникового сенсора от температуры нагревателя ППС-CH<sub>4</sub> в присутствии метана ( $C_{\text{CH}_4} = 500 \text{ мг/м}^3$ , 1- SiO<sub>2</sub>/ZnO; 2- SiO<sub>2</sub>/ZnO-1%CoO; 3- SiO<sub>2</sub>/ZnO-5%CoO; 4- SiO<sub>2</sub>/ZnO-10%CoO).

Увеличение и уменьшение значений температуры от оптимального сопровождается уменьшением величины полезного аналитического сигнала. Очевидно, это может быть связано с тем, что если температура  $t_{\text{раб}}$  ниже оптимального, то продукты реакции не будут десорбироваться, т. е. невозможна регенерация центров адсорбции кислорода и метана. Если  $t_{\text{раб}}$  велика, становится невозможна адсорбция как кислорода, так и восстановительного газа. Следует отметить, что при высоких температурах нагрева в сенсоре возникают большие градиенты температур, что приводит к деградиационным процессам и выходу сенсора из строя



Специальными опытами установлено, что 370 °С температура на поверхности ГЧМ обеспечивается, напряжением питания нагревателя равной на 2,2 В. В связи с этим все дальнейшие эксперименты проводили при этом значении питания нагревателя.

В результаты проведенных опытов установлено, что при использовании полупроводниковых пленок на основе оксидов цинка и кобальта существуют оптимальная температура, в котором наблюдается наиболее высокие чувствительность ГЧМ к метану. При оптимальной значении температуры (370<sup>0</sup>С) наиболее высокой сигнал по метану наблюдается в присутствии ГЧМ на основе SiO<sub>2</sub>/ZnO-10%CoO. Установлено, что 370 °С температура на поверхности ГЧМ обеспечивается, напряжением питания нагревателя равной на 2,2 В.

Время отклика и время восстановления сенсора характеризуют инерционность сенсора и определяются экспериментально. Временем отклика сенсора считается промежуток времени, составляющий 90% от времени, требуемого для достижения сенсором стационарного отклика после подачи на сенсор импульса концентрации газа. Время отклика обозначается как  $\tau_{отк}$  или  $\tau_{09}$ . Время восстановления сенсора - время, за которое сенсор достигает 10% от показаний, соответствующих нахождению сенсора в чистом воздухе при импульсном снятии концентрации газа. Время восстановления сенсора обозначается  $\tau_{вос}$  или  $\tau_{01}$ . В опытах подробно исследовано быстроедействие отклика сенсора метана, при значениях рабочей температуры - 370<sup>0</sup>С.

Значение времени отклика (быстроедействие), измеряемое в эксперименте, определяется процессами в адсорбционном слое, диффузией газовых молекул по толщине чувствительного слоя и скоростью замены газовой среды вблизи сенсора. Для повышения быстроедействия сенсора необходимо свести к минимуму влияние последних двух факторов. При экологическом мониторинге и контроле промышленных выбросов обычно измеряются средние значения концентраций газовых примесей с частотой не более 10 с или даже нескольких минут. Исследовано быстроедействие отклика ППС-CH<sub>4</sub> проводили при температуре 370 °С, результаты которых приведены в табл. 1

Таблица 1.

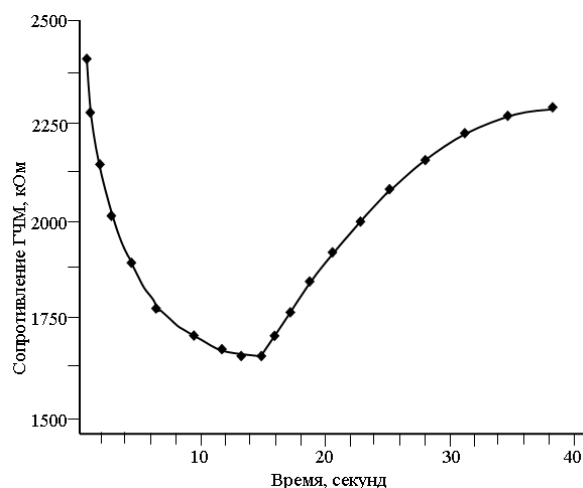
Время отклика ( $\tau_{отк}$  или  $\tau_{09}$ ) и время восстановления ( $\tau_{вос}$  или  $\tau_{01}$ ) ППС-CH<sub>4</sub>(T= 370<sup>0</sup>С, C<sub>CH<sub>4</sub></sub> =500 мг/м<sup>3</sup>).

№ п/п	Состав газочувствительного материала	( $\tau_{отк}$ или $\tau_{09}$ ), сек	( $\tau_{вос}$ или $\tau_{01}$ ), сек
1	SiO <sub>2</sub> -ZnO	30	66
2	SiO <sub>2</sub> -ZnO-1,0%CoO	18	27
3	SiO <sub>2</sub> -ZnO-5,0%CoO	17	25
4	SiO <sub>2</sub> -ZnO-10%CoO	15	23

В результате экспериментов (табл.1) установлено, что минимальное время отклика сенсоров на основе SiO<sub>2</sub>-ZnO-CoO составляет 15-18 с, время восстановления показания сенсоров вирируются в интервале 23-27 с для всех исследованных газочувствительных материалов на основе SiO<sub>2</sub>-ZnO-CoO. Единственным исключением является сенсор с газочувствительным материалом на основе оксида цинка (SiO<sub>2</sub>-ZnO), не имеющий каталитический слой, (CoO) постоянная времени отклика для которого составляет 28-30 с. Чувствительность сенсоров, построенных на принципе изменения проводимости ГЧМ к метану, определялась по кривым отклика сенсора при воздействии газа известной концентрации при постоянной температуре (370<sup>0</sup>С).

На рис. 2 представлена временная зависимость изменения сопротивления при взаимодействии с детектируемым газом для образца SiO<sub>2</sub>-ZnO-10%CoO.

Следует отметить, что наблюдаемые в эксперименте временные зависимости сопротивления (рис.2) соответствуют теоретическим представлениям о механизме изменения сопротивления газочувствительного слоя под действием восстанавливающего газа, то есть имеют участок уменьшения сопротивления при взаимодействии с газом и участок восстановления при прекращении контакта (рис.2).



**Рис.2.** Временная зависимость изменения сопротивления образца ГЧМ на основе  $\text{SiO}_2/\text{ZnO}+10\%\text{CoO}$  при взаимодействии с детектируемым газом ( $\text{CH}_4$ ).

Установлено, что минимальное время отклика сенсоров на основе  $\text{SiO}_2\text{-ZnO-CoO}$  составляет 13 с. Проведенные опыты показывают возможность экспрессного определения метана с использованием ГЧМ на основе оксидов цинка и кобальта, что позволяет использовать разработанный сенсор для контроля пожароопасных ситуаций в замкнутых экологических системах. При уменьшении концентрации анализируемой газовой смеси в обратном направлении, постоянная времени и время переходного процесса несколько увеличиваются.

Свойство газочувствительности в полупроводниковых материалах проявляется в изменении сопротивления ( $R$ ) или электрической проводимости ( $\sigma$ ) материала при воздействии на ГЧМ анализируемого газа с известной концентрацией. Сопротивление (проводимость) меняется в результате ряда последовательных поверхностных физико-химических процессов.

Протекающие адсорбционные процессы связаны с изменением электронного состояния поверхностных и приповерхностных атомных слоев, что приводит к изменению поверхностной проводимости ГЧМ.

Чувствительность пленки оксида кремния, образующейся в результате гидролиза ТЭОС повышается к метану, при введении в ее структуру оксида цинка [2]. Более чувствительные сенсоры метана получают при использовании смешанных оксидов кремния цинка и кобальта [4]. Как правило, один из оксидов, первый ( $\text{ZnO}$ ), является основным по массе. Другой ( $\text{CoO}$ ), добавленный в небольших количествах в структуру первого оксида, или нанесенный каким-либо способом на его поверхность, позволяет улучшить газочувствительные свойства пленочного материала и рабочие характеристики сенсора газа в целом. Для получения композиционного газочувствительного материала легирование производилось на этапе созревания золь-гель растворов добавлением хлорида кобальта из расчета 1-10 масс. %  $\text{CoO}$ , который проявляет высокую каталитическую активность при окислении метана [3]. После нанесения пленок на подложку проводилась термообработка в атмосфере воздуха. Результаты исследования чувствительности пленок на основе  $\text{ZnO}$  легированных  $\text{CoO}$  в процессе определения метана приведены в таблице 2

**Таблица 2**

Результаты исследования чувствительности пленок на основе  $\text{SiO}_2/\text{ZnO-CoO}$  при определении метана ( $n=5$ ,  $P=0,95$ ).

№	Состав ГЧМ	Содерж. метана в смеси, $\text{мг/м}^3$	Сигнал сенсора, $1/R \text{ кОм}^{-1}$		
			$x+\Delta x$	S	Sr
1	$\text{SiO}_2/\text{ZnO}$	1000	$397\pm 2$	1,61	0,41
2	$\text{SiO}_2/\text{ZnO}+1\%\text{CoO}$	1000	$605\pm 3$	2,41	0,40
3	$\text{SiO}_2/\text{ZnO}+5\%\text{CoO}$	1000	$1441\pm 5$	4,02	0,28
4	$\text{SiO}_2/\text{ZnO}+10\%\text{CoO}$	1000	$2273\pm 7$	5,63	0,25

Из результатов экспериментов следует, что добавление к ГЧМ от 1 до 10% CoO повышает его чувствительность к метану. Добавление к ГЧМ на основе SiO<sub>2</sub>/ZnO 1% CoO приводит к увеличению чувствительности сенсора метана на 1,5 раза (таблица 2). Дальнейшее увеличение содержания CoO в ГЧМ до 5 и 10 % повышает чувствительность сенсора к метану соответственно на 3,6 и 5,7 раза. Более чувствительные сенсоры метана получаются при использовании смешанных оксидов цинка и кобальта, при содержании CoO в ГЧМ 10%.

#### **Закключение.**

В заключение следует отметить, что чувствительность пленки оксида кремния к метану повышается при введении в ее структуру оксидов цинка и кобальта. Более чувствительные сенсоры метана получаются при использовании смешанных оксидов кремния цинка и кобальта с содержанием оксида кобальта в ГЧМ 10 %.

В результате опытов выявлено, что при использовании полупроводниковых пленок на основе оксидов цинка и кобальта существуют оптимальная температура, в котором наблюдается наиболее высокие чувствительность ГЧМ к метану. При оптимальной значении температуры (370<sup>0</sup>C) наиболее высокой сигнал по метану наблюдается в присутствии ГЧМ на основе SiO<sub>2</sub>/ZnO-10%CoO.

Установлено, что минимальное время отклика сенсоров на основе SiO<sub>2</sub>-ZnO-CoO составляет 15-18 с, время восстановления показания сенсоров вирируются в интервале 23-27 с для всех исследованных газочувствительных материалов на основе SiO<sub>2</sub>-ZnO-CoO.

#### **Литература**

1. Абдурахманов И. Э., Кабулов Б. Дж. Чувствительность полупроводникового сенсора на основе оксидов цинка и кобальта к воздействию метана// *Universum: Технические науки*. 2016. № 8(29). С.63-65.
2. Абдурахманов И.Э., Кабулов Б.Дж. Катализатор для селективного полупроводникового сенсора метана / *Узб.хим.журн.*, 2016.-С.24-263.
3. Голодец Г.И. Гетерогенно каталитические реакции с участием молекулярного кислорода. Киев, Наука думка. 1977. С. 269-332.
4. Абдурахманов И.Э., Кабулов Б.Дж. Механизм работы полупроводниковых газовых сенсоров сероводорода, аммиака и метана// *Вестник УзМУ*. 2016, № 3/1, С.248-251.

УДК: 547.856.1.

### **ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИИ НИТРОВАНИИ И БРОМИРОВАНИИ 2-ЭТИЛ-3-МЕТИЛ- И 2-КАРБОМЕТОКСИАМИНОХИНАЗОЛОНОВ-4**

**Э. Орипов, З. Самаров, А. Гаппаров**

*Самаркандский государственный университет*

E-mail: [Zarif.Samarov.80@mail.ru](mailto:Zarif.Samarov.80@mail.ru)

**Аннотация.** Изучена реакции нитрования и бромирования 2-этил-3-метил-, 2-этил-3-метил-6-метокси- и 2-карбометоксиамино-3,4-дигидрохиназолонов-4 в различных условиях. Показано, что протекание реакции зависит как от строения хиначолонов-4, так и от условий реакции. Нитрование 2-этил-3-метил-3,4-дигидрохиназолона-4 протекает у углеродного атома С-6. Если же в положение 6 имеется электродонорный заместитель, то нитрования протекает у С-5. Бромирование хиначолонов-4 в мягких условиях приводит к N<sub>1</sub>-бром комплексам (пербромид, гидробромид, молекулярный бром комплекс) а при нагревании 75 % ной уксусной кислоте образуются 2-( $\alpha$ -бром)этил-3-метил-6-бром-3,4-дигилрохиназолон-4 или его 5-бромпроизводные.

**Ключевые слова:** 2-этил-3-метил-3,4-дигидрохиназолон-4, 2-карбометоксиаминохиназолон-4, нитрования, бромирования, электронодонор, пербромид, пергидрат, бромкомплекс.

**2-Etil-3-metil- va 2-karbometoksiaminoxinazolon-4 larning nitrolash va bromlash reaksiyalarini o'rganish**

**Annotatsiya:** 2-etil-3-metil-, 2-etil-3-metil-6-metoksi- va 2-karbometoksiaminoxinazolon-4 larning turli sharoitlardagi nitrolash va bromlash reaksiyalari o'rganildi. Reaksiyaning borishi xinazolon-4 larning tuzilishiga va reaksiya sharoitiga bog'liq ekanligi ko'rsatildi. 2-Etil-3-metil-3,4-digidroksinazolon-4 ni nitrolash C-6 uglerod atomiga ketishi va 6-holatda elektrodonor o'rinbosar bo'lsa, nitrolash C-5 ga ketishi aniqlandi. Xinazolon-4 lar yumshoq sharoitda bromlanganda N<sub>1</sub>-brom komplekslar (perbromid, bromgidrat, molekulyar brom kompleks) hosil qilsa, 75 % li sirka kislotasida qizdirilganda 2-( $\alpha$ -brometil-3-metil-6-brom-3,4-digidroksinazolon-4 yoki uning 5-bromhosilasini hosil qiladi.

**Kalit so'zlar:** 2-Etil-3-metil-3,4-digidroksinazolon-4, 2-karbometoksi-aminoksinazolon-4, nitrolash, bromlash, elektrodonor, perbromid, bromgidrat, bromkompleks.

**Studying the reaction of nitration and bromation of 2-ethyl-3-methyl 2-carbomethoxyaminohinazolones-4**

**Abstract.** The reactions of nitration and bromination of 2-ethyl-3-methyl-, 2-ethyl-3-methyl-6-methoxy- and 2-carbomethoxyamino-3,4-dihydroquinazolones-4 were studied under various conditions. It was shown that the course of the reaction depends on both the structure of quinazole-4 and the reaction conditions. The nitration of 2-ethyl-3-methyl-3,4-dihydroquinazolone-4 takes place at the carbon atom C-6. If in position 6 there is an electron donor, then nitration proceeds at C-5. Bromination of quinazolone-4 under mild conditions leads to N1-bromine complexes (perbromide, hydrobromide, molecular bromine complex) and when heated with 75% acetic acid, 2- ( $\alpha$ -bromo) ethyl-3-methyl-6-bromo-3 is formed, 4-digilroksinazolon-4 or its 5-bromo derivatives.

**Keywords:** 2-ethyl-3-methyl-3,4-dihydroquinazolone-4, 2-carbo-methoxyaminoquinazolone-4, nitration, bromination, electron donor, perbromide, perhydrate, bromine complex.

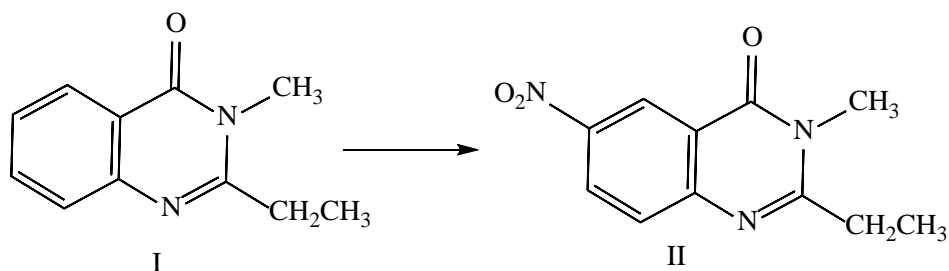
**Актуальность.**

Азотсодержащие гетероциклическое соединения в частности, хиразолины и его производные представляют как практический, так и теоретический интерес. В этом ряду найдены препараты с фунгицидным, гербицидным, рестрегулирующим, фармакологическим и другими свойствами. Ранее [1-5] нами была изучена некоторые реакции электрофильного замещения 2,3-полиметил-3,4-дигидрохиразолонов-4-трициклических аналогов 2,3-диалкил-3,4-дигидрохиразолонов-4. Некоторые из синтезированных соединений обладает рострегулирующим, снотворным, мышечной – расслабляющим, наркотическим действием. Поэтому они представляют определенный практический интерес. С другой стороны, наличие нескольких реакционных центров (пиридиновый атом азота, ароматическое кольцо и др.) в молекуле 3,4-дигидрохиразолонов-4 делают их интересными в химическом отношении. До наших исследований в литературе почти нет данных по реакциям нитрования и бромирования этих соединений. Поэтому изучения реакции нитрования и бромирования 2,3-диалкил-3,4-дигидрохиразолонов-4 является весьма актуальной задачей.

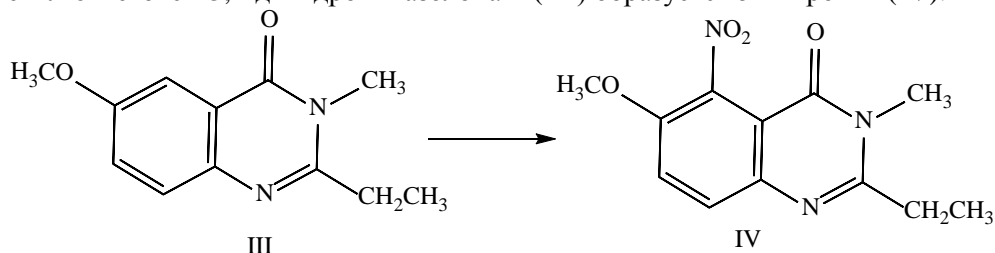
**Цель работы.**

Изучение реакции нитрования и бромирования 2-этил-3-метил-, 2-этил-3-метил-6-метокси-, 2-карбометоксиамино-3,4-дигидрохиразолонов-4 и факторы влияющие на направление реакции.

С этой целью мы изучили нитрование 2-этил-3-метил-3,4-дигидрохиразолона-4 (I). Оказалось, что при этом образуются продукт реакции электрофильного замещения ароматического кольца. Реакция протекает гладко при обработке I нитрующей смесью (HNO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> соотношение реагентов 1:2,3; 5-10<sup>0</sup>С) и приводит к 2-этил-3-метил-6-нитро-3,4-дигидрохиразолонам-4 (II).



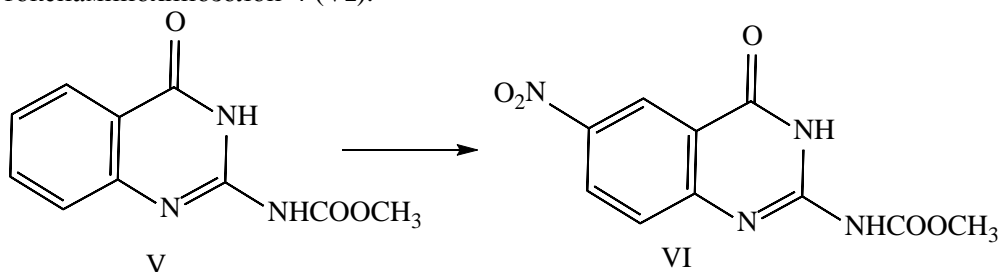
Если же в положении 6 имеется электронодонорный заместитель то реакция электрофильного замещения протекает у углеродного атома при С-5. Так, при нитровании 2-этил-3-метил-6-метокси-3,4-дигидрохинозона-4 (**III**) образуется 5-нитро-**III** (**IV**).



Этот факт, по – видимому, объясняется более сильным ориентирующим свойствам метоксильной группы по сравнению с другими функциональными группами. В настоящем случае она по вышеуказанной способности превосходит как амидной карбонил, а также пиридиновый атом азота, что предопределяет направление реакции.

Строение соединения **IV** подтверждается данными ПМР – спектра. Так, в спектре его имеются сигналы протона  $\text{CH}_2 - \text{CH}_3$  (1,20 м.д., 3H, триплет,  $J=7,5$  Гц),  $\text{CH}_2 - \text{CH}_3$  (2,95 м.д., 2H, кватет  $J=7,5$  Гц)  $\text{N} - \text{CH}_3$  (3,40 м.д., 3H, синглет),  $\text{OCH}_3$  (3,60 м.д., 3H, синглет) и ароматических протонов (7,47 м.д., 1H, дублет,  $J=9$  Гц, H-7 и 7,70 м.д., 1H, дублет,  $J=9$  Гц, H-8).

Аналогично 2-этил-3-метил-3,4-дигидрохинозонам-4 идет нитрование 2-карбометоксиаминохинозона-4 (**V**); при этом был получен 6-нитро-2-карбометоксиаминохинозолон-4 (**VI**).

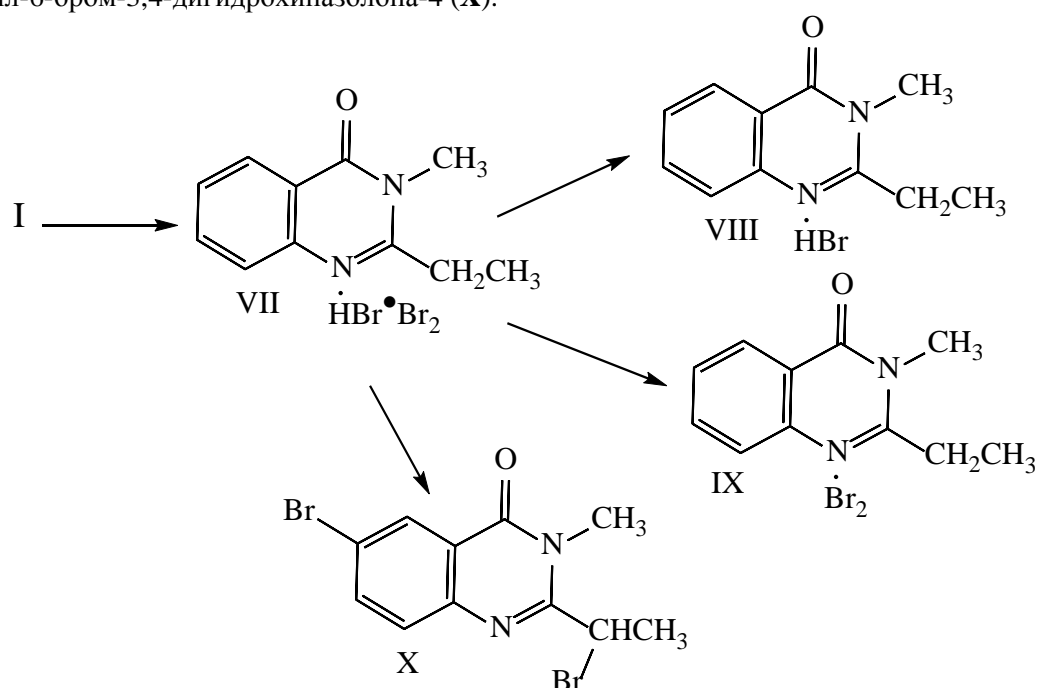


На основании вышеуказанного можно заключить, что нитрование 2-этил-3-метил-, и 2-карбометоксиамино-3,4-дигидрохинозона-4 протекает с замещением атомов водорода в положении 6 ароматического кольца.

В литературе [8] известно, что реакция бромирования 2-метил-3-арилхинозона-4 протекает с замещением атомов водорода метильной группы. Однако, данные относительно бромирования 2,3-диалкил-3,4-дигидрохинозона-4 отсутствуют, хотя здесь можно было ожидать протекания его в различных направлениях. Оказалось, что взаимодействие 2-этил-3-метил-, 2-этил-3-метил-6-метокси-, 2-карбометоксиамино-3,4-дигидрохинозона-4 с бромом зависит от условия проведения ее: в различных растворителях (хлороформ, ледяная уксусная кислота, 80 % - ный метанол) на холоду в присутствии катализаторов ( $\text{Fe}$ ,  $\text{AlCl}_3$ ) или в отсутствии их из **I** был получен пербромид **VII**. При нагревании в растворах (ацетон, спирт, бензол, вода) а также при стоянии пербромид **VII** теряет молекулу брома и превращаются в бромгидрат исходного 2-этил-3-метил-3,4-дигидрохинозона-4 (**VIII**).

При обработке соединения **VII** 5 % - ным водным раствором бикарбоната натрия образуется молекулярный комплекс **IX**. Это комплекс, как и соединения **VII** реагируют с ацетоном и приводит к солям **XIII**.

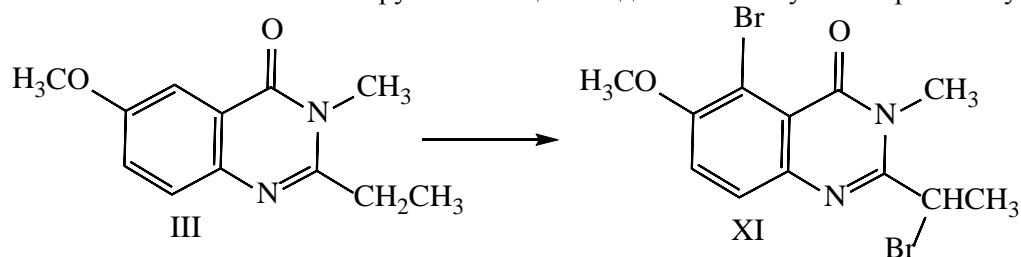
Бромирование же I в 75 % - ном растворе уксусной кислоты (90-95<sup>0</sup>C) дает 2- $\alpha$ -бромэтил-3-метил-6-бром-3,4-дигидрохиназолон-4 (X).



В масс-спектре X имеются пика ионов с  $m/e$  425 ( $M^+$ , 10 %), 392 (M-33, 20%), 363 (M-62, 10%), 345 (M-80, 20%), 267 (M-158, 50%), 201 (M-224, 20 %), 185 (M-240, 100%), 158 (M-267, 20%), 130 (M-295, 25 %), **119, 90**.

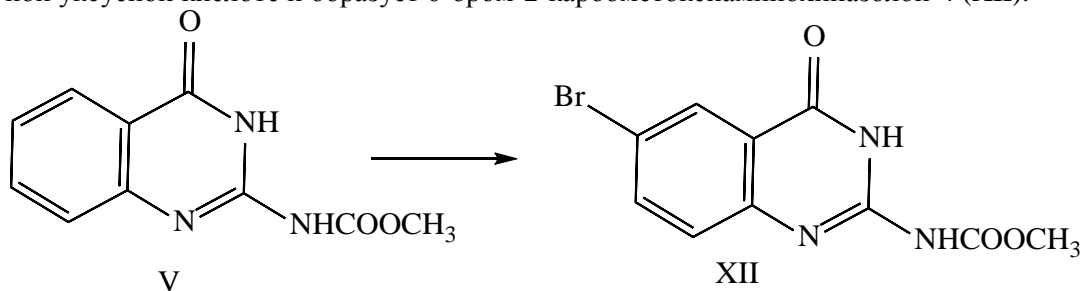
ПМР-спектр соединения X имеет сигналы протонов  $CH - CH_3$  при 1,90 м.д. (3H, дублет,  $J=6,5$  Гц),  $N - CH_3$  при 3,525 м.д. (3H, синглет),  $CH - CH_3$  при 5,00 м.д. (1H, квартет) и ароматические протоны в виде мультиплета в области 7,20 – 8,20 м.д.

При бромировании 2-этил-3-метил-6-метокси-3,4-дигидрохиназолон-4 образуется 2- $\alpha$ -бромэтил-3-метил-5-бром-6-метокси-3,4-дигидрохиназолон-4 XI, т.е. в случае, когда в положении 6 имеется метоксильная группа замещение идет как и в случае нитрования у C-5.



Наличие протонов ароматического кольца в области 7,28 м.д. (1H,  $J=9$  гц, H-7) и 7,63 м.д. (1H,  $J=9$  гц, H-8) в виде дублетов, а также квартета при 5,05 м.д. (1H,  $J=6,5$  гц) подтверждает предложенную структуру для соединения XI.

Если в положении 2 отсутствует метиленовая группа, то бромирование идет в ароматическое кольцо. Так, 2-карбометоксиаминохиназолон-4 реагирует с бромом в 75 % - ной уксусной кислоте и образует 6-бром-2-карбометоксиаминохиназолон-4 (XII).



Таблица

Продукты нитрования и бромирования 3,4-дигидрохиназолонов-4.

Продукт реакции	Выход, %	Т. пл; °С *	R <sub>f</sub> ** Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Найдено, %			Брутто формула	Вычислено, %		
				С	Н	N		С	Н	N
II	81	168-170	0,50	56,3	4,7	18,2	C <sub>11</sub> H <sub>11</sub> N <sub>3</sub> O <sub>3</sub>	56,7	4,8	18,0
IV	70	185-187	0,65	54,6	5,2	15,9	C <sub>12</sub> H <sub>13</sub> N <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	54,8	5,0	16,0
VI	81	251-252	0,54	45,7	3,1	21,4	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub> N <sub>4</sub> O <sub>5</sub>	45,3	3,0	21,2
VII	67	125-128	0,90	30,9	3,3	6,7	C <sub>11</sub> H <sub>13</sub> N <sub>2</sub> OBr <sub>3</sub>	50,8	3,0	6,5
VIII	54	230-232	0,66	48,8	4,6	10,2	C <sub>11</sub> H <sub>13</sub> N <sub>2</sub> OBr	49,1	4,8	10,4
X	20	107-109	0,80	38,1	3,2	8,2	C <sub>11</sub> H <sub>10</sub> N <sub>2</sub> OBr <sub>2</sub>	38,2	2,9	8,1
XI	68	198-199	0,85	38,5	3,5	7,7	C <sub>12</sub> H <sub>12</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub> Br <sub>2</sub>	38,3	3,2	7,4
XII	16	258-260	0,67	40,6	2,9	13,9	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub> N <sub>3</sub> Br	40,3	2,7	14,1

- Соединения II, IV перекристаллизованы из метанола; VI, XI из спирта; XII из бутилового спирта.,
- Для соединений II, IV, VII – XI значения R<sub>f</sub> определены в системе растворителей хлороформ; для VI, XII – хлороформ: метанол 14:1
- На основании приведенного выше можно заключить, что нитрования 2-этил-3-метил- и 2-карбометоксиамино-3,4-дигидрохиназолона-4 протекает с замещением атомов водорода в положении 6 ароматического кольца. При наличии же метоксильной группы в этом положении происходит замещение у углеродного атома при С-5.

Взаимодействие 2,3-диалкил-3,4-дигидрохиназолонов-4 с бромом мягких условиях образуются комплексы их по пиридиновому атому азота. Бромирование 2,3-диалкил-3,4-дигидрохиназолона-4 в 75 % - ной уксусной кислоте приводит к 2-(α-бром)-2,3-диалкил-6-бром-3,4-дигидрохиназолон-4.

#### Экспериментальная часть

ИК-спектры сняты на спектрометре UR-20, Масс-спектры на MX-1303, спектры ПМР – на JNM-4H-100 (внутренний эталон-ТМС и ГМДС, растворитель – CH<sub>3</sub>COOH, CDCl<sub>3</sub>, дейтеропиридин, шкала – δ).

#### Реакции нитрования 3,4-дигидрохиназолонов-4.

##### 2-Этил-3-метил-6-нитро-3,4-дигидрохиназолон-4 (II).

5 г (2,6 ммоль) 2-этил-3-метил-3,4-дигидрохиназолона-4 растворяют при перемешивании и охлаждении до 0<sup>0</sup>С в 10 мл серной кислоте (d=1,84). К реакционной смеси при энергичном перемешивании добавляют по порциям нитрующую смесь, состоящую из 2,5 мл азотной (d=1,5) и 3,5 мл серной кислоты (d=1,84) с такой скоростью чтобы температура реакционной смеси была ниже 2<sup>0</sup>С. Перемешивают 1 час при 5-10<sup>0</sup>С, 1 час при 20<sup>0</sup>С, выливают в лед, выпавший осадок отфильтровывают тщательно промывают водой. Перекристаллизация из метанола дает 5 г 2-этил-3-метил-6-нитро-3,4-дигидрохиназолона-4 (II) с т.пл. 168-170<sup>0</sup>С, мол. вес 233 (Масс-спектрометрические). Аналогично синтезированы VI.

**2-Этил-3-метил-5-нитро-6-метокси-3,4-дигидрохиназолон-4 (IV).** Из 1,09 г (5 ммоль) 2-этил-3-метил-6-метокси-3,4-дигидрохиназолона-4 и нитрующей смеси, состоящей из 0,51 мл (12 ммоль) азотной кислоты (d=1,5) и 0,72 мл серной кислоты (d=1,84) получают 0,91 г IV т.пл 185-187<sup>0</sup>С (из метанола), мол. вес. 263 (Масс-спектрометрические).

**2-Карбометоксиамино-6-нитрохиназолон-4 (VI).** Из 1,61 г (7,35 ммоль) 2-карбометоксиаминохиназолона-4 получено 1,55 г VI. Т.пл. 251-252<sup>0</sup> С (из спирта). ИК-спектр: 1640, 1680 (ν<sub>C=O</sub>), 1730 (ν COOCH<sub>3</sub>), 1350 (ν NO<sub>2</sub>), 3400 (ν<sub>NH</sub>) см<sup>-1</sup>. Мол. вес 264 (Масс-спектрометрические). ПМР-спектр (CF<sub>3</sub>COOH): 3.7 м.д. (3H, синглет, CH<sub>3</sub>); ароматические притоны; 7,58 м.д. (1H, дублет, J =9 Гц, С-8) 8,14 м.д. (1H, дубле-дублет, J<sub>орто</sub>=9 Гц, J<sub>мета</sub>=1,8 Гц, С-7), 8,82 м.д. (1H, дублет, J =2 Гц С-5).

#### Бромирование 3,4-дигидрохиназолонов-4.

**Пербромид 2-этил-3метил-3,4-дигидрохиназолона-4 (VII).** К раствору 3,3 г (17,5 ммол) соединения I в 50 мл абс. хлороформа при охлаждении льдом добавляют по каплям раствор 1,5

мл брома в 50 мл абс. хлороформа. Реакционную смесь перемешивают при комнатной температуре в течение двух часов, выпавший оранжевый осадок отфильтровывают, промывают хлороформом. Выделено 5 г соединения VII, Т.пл. 125-128<sup>0</sup>С (из ледяной уксусной кислоты).

**Взаимодействие пербромиды 2-этил-3-метил-3,4-дигидрохиназолон-4 (VII) с ацетоном.** 0,2 г (0,47 ммоль) VII растворяют в 3 мл абсолютного ацетона. Через 2 мин. выпадают бездетные игольчатые кристаллы бромгидрата I. Отфильтровывают и промывают абс. ацетоном. Выход 70 мг. 54 % VIII. Т.пл. 230-232<sup>0</sup>С.

**Получение молекулярного комплекса 2-этил-3-метил-3,4-дигидрохиназолон-4 с бромом (XI).** К 0,3 г (0,75 ммоль VII) добавляют 15 мл 5 %-ного раствора бикарбоната натрия; при встряхивании реакционная смесь обесцвечивается. Бесцветный осадок отфильтровывают, промывают водой и сушат. Выход IX 0,18 г, Т.пл. 107-109<sup>0</sup>С.

**2-(1-бром)этил-3-метил-6-бром-3,4-дигидрохиназолон-4 (X).** Раствор 0,8 г (1,9 ммоль) VII в 10 мл 75 %-ной уксусной кислоты нагревают при 90-95<sup>0</sup>С 1 час, оставляют на ночь, разбавляют трехкратным количеством воды. Выпавший белый осадок X отфильтровывают, промывают водой, сушат. Выход 0,13 г (20 %), Т.пл. 107-109<sup>0</sup>С (из спирта) мол. вес 346 (Масс-спектрометрические). Аналогично синтезированы XI.

**2-(1-Бром)-этил-3-метил-5-бром-6-метокси-3,4-дигидрохиназолон-4 (XI).** Из 1,09 г (5 ммоль) III получено 1,3 г (68 %) XI с Т.пл. 198-199<sup>0</sup>С (из спирта). Мол. вес 376 (Масс-спектрометрические).

**6-Бром-2-карбометоксиаминохиназолон-4 (XII).** 5,5 г (25 ммоль) 2-карбометоксиаминохиназолон-4 растворяют при нагревании (80<sup>0</sup>С; 20 мин) в 50 мл 75 %-ной уксусной кислоты, добавляют раствор 1,3 мл (50 ммоль) брома в 50 мл уксусной кислоты в течение 30 мин. Реакционную смесь нагревают 2 часа при 90-95<sup>0</sup>С, охлаждают, выпавшие кристаллы отфильтровывают, промывают водой.

После перекристаллизации из бутилового спирта получают 1,21 г XII, Т.пл. 258-260<sup>0</sup>С.

ИК-спектр: 1660 ( $\nu_{C=O}$ ), 1735 ( $\nu_{COOCH_3}$ ), 3200 ( $\nu_{NH}$ ) см<sup>-1</sup>. Мол. вес 299 (Масс-спектрометрические). ПМР-спектр (CF<sub>3</sub>COOH) 3,58 м.д. (3H, синглет, CH<sub>3</sub>), ароматические протоны: 7,18 м.д. (1H, дублет, J =9 Гц, C-8), 7,65 м.д. (1H, дублет-дублет, J<sub>орто</sub>=9 Гц, J<sub>мета</sub>=1 Гц, C-7), 8,02 м.д. (1H, дублет, J =2 Гц, C-5)

### Литература

1. Орипов Э., Шахидоятов Х.М., Абдуллаев Н.Д. Хиназолины. 13. О некоторых реакциях 2,3-полиметил-3,4-дигидрохиназолонов-4 с электрофильными реагентами. – Химия гетероцикл. соедин., 1979, N5. С 684-691.
2. Шахидоятов Х.М., Ирисбаев А., Орипов Э., Кадыров У.Ш. Хиназолины. VII. Синтез 6-нитро-, amino- и 9-9-дибромдезокси-вазицинона. – Химия природ. соедин., 1976, N4, С 557-558.
3. Шахидоятов Х.М., Орипов Э.О., Юн Л.М., Яманкулов М.Я., Кадыров У.Ш. Синтез потенциальных фунгицидов в ряду хиназолина. В кн.: Фунгициды, Ташкент. ФАН. 1980, С 66-81.
4. Шахидоятов Х.М., Орипов Э., Ирисбаев А., Кадыров У.Ш. Хиназолины IX. 9-окси-9-диметиламиноформилидендезокси-вазициноны. – Химия природ. соедин., 1976, N6, С 825-826.
5. Орипов Э.О., Юн Л.М., Шахидоятов Х.М., Кадыров У.Ш. Некоторые реакции -окси- и  $\alpha$ -диметиламиноформилиден-2,3-полиметил-3,4-дигидрохиназолонов-4. – Химия природ. соедин., 1978, N5, С 603-609.
6. Tomisek A.J., Christensen B.E. Quinoxolines. VI. Synthesis of Certain 2-Methyl-4-substituted Quinoxolines. – S. Amer. Chem. Soc., 1948. V 70. P 2423-2425.
7. Singh B.D., Choudhury D.N. 4-Quinoxolones. Part I. Some Reactions of the Activated Methyl Group in 2-Methyl-3-Phenyl-4-Quinoxolone. – J. Indian Chem. Soc., 1968. V 45 N4. P 311-316.
8. Harrison D.R., Kennewell P.D., Taylor J.B. Novel Fused-Ring Derivatives of 2-Methyl-3-ortho-tolyl-4(3H) quinoxalones. – J. Heterocycl. Chem., 1977, V.14, N7, P 1191-1196.



UDK: 663.1: 57.08: 661.72

**AYRIM GALOFIT O‘SIMLIKLER BIOMASSASINI *T.reesei* ZAMBURUG‘I ISHTIROKIDA  
GIDROLIZLASH TEXNOLOGIYASI****B.S. Alikulov**

Samarqand davlat universiteti

E-mail: [begali\\_alikulov@mail.ru](mailto:begali_alikulov@mail.ru)

**Annotatsiya.** Maqolada bioetanol olish uchun xomashyo sifatida ayrim galofitlar (*H.strobilaceum* (Pall) Bieb, *H.belangeriana* (Moq) Botsch, *T. hispida* Willd, *K.caspia*, *S.microphylla* Pall, *C.lanata* (Pall) Botsch) imkoniyatlari, ularning *T.reesei* ishtirokida fermentativ gidrolizlanishining optimal sharoitlari to‘g‘risidagi ma‘lumotlar keltirilgan.

**Kalit so‘zlar:** muqobil energetik manbalar, galofit, biomassa, *T.reesei*, gidroliz, ferment, bijg‘uvchi modda.

**Технология гидролиза биомассы некоторых галофитных растений при участии гриба  
*T.reesei***

**Аннотация.** В работе приводятся данные о возможности использования биомассы галофитов (*H.strobilaceum* (Pall) Bieb, *H.belangeriana* (Moq) Botsch, *T. hispida* Willd, *K.caspia*, *S.microphylla* Pall, *C.lanata* (Pall) Botsch) в качестве сырья для получения биоэтанола, а также об оптимальных условиях ферментативного гидролиза их биомассы с участием гриба *T.reesei*.

**Ключевые слова:** альтернативные источники энергии, галофит, биомасса, *T.reesei*, гидролиз, фермент, бродящиеся вещества.

**Technology of hydrolysis of biomass of some halophyte plants under the fungus *T.reesei***

**Abstract.** Data on the possibility of using halophyte biomass (*H.strobilaceum* (Pall) Bieb, *H.belangeriana* (Moq) Botsch, *T. hispida* Willd, *K.caspia*, *S.microphylla* Pall, *C.lanata* (Pall) Botsch) raw materials for bioethanol production, as well as optimal conditions for enzymatic hydrolysis of their biomass with the participation of the fungus *T.reesei*.

**Keywords:** alternative energy sources, halophyte, biomass, *T.reesei*, hydrolysis, enzyme, fermenting substances.

**Mavzuning dolzarbligi.**

Hozirgi kunda butun dunyoda uglevodorod xomashyosining yetishmovchiligi muammosini yechish uchun qayta tiklanuvchi – muqobil energiya manbalaridan foydalanib kelinmoqda. Shu sababli, O‘zbekistonda energiya ishlab chiqarishning noan‘anaviy usul va texnologiyalarini ishlab chiqish, ular uchun muqobil energetik manbalar yaratish hamda ularni amaliyotga tadbiiq etishga qaratilgan ilmiy-tadqiqot ishlariga alohida e‘tibor qaratilmoqda. Jumladan, O‘zbekiston Respublikasini 2017-2021 yillarda rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasida “...qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanishni kengaytirish” muhim strategik vazifalardan biri sifatida belgilab berilgan. Bugungi kungacha muqobil energiya xomashyosi sifatida xalq xo‘jaligida maqsadli foydalanilmaydigan o‘simliklar biomassasidan mikroorganizmlar ishtirokida bioyoqilg‘i mahsulotlar olish texnologiyalari deyarli o‘rganilmagan. Bunday o‘simliklar jumlasiga cho‘l va yarim cho‘l hududlarida keng tarqalgan galofitlar kiradi. Biomassasining fermentativ gidrolizi optimal sharoitlarini tanlash bo‘yicha olib boriladigan tadqiqotlar yuqorida keltirilgan muammoning yechimida muhim ahamiyat kasb etadi.

O‘simlik biomassasini fermentativ gidroliz qilish orqali biomassadan bioetanol ajratib olish texnologiyasining samaradorligini oshirish usullari bir qator olimlar tomonidan qayd qilingan [1, 2, 4, 6, 7]. Ularning fikricha, sellyuloza va gemisellyulozani kislotali gidrolizi yoki organik erituvchilar bilan ishlov berish katta harajatlarni talab qiladi. Shuningdek, bunda gidroliz mahsulotlaridan kislotani haydab chiqarish va erituvchilarni regeneratsiya qilish muammolari paydo bo‘ladi [7]. *Trichoderma viride* zamburug‘ining fermentativ gidroliz jarayonini o‘rganish natijasida bu jarayon 45-50<sup>0</sup>C da eng faol o‘tishini aniqlangan [3]. *Trichoderma sp.* guruhi zamburug‘lari fermentlarining faolligi ularning 2-5 kun o‘stirilgan kultural suyuqliklaridan ajratib olinganda yuqori bo‘lishi aniqlangan. Bu vaqtda endo-1,4-β-glyukanaza faolligi – 58,5 birlik/gr, ksilanaza faolligi – 22,5 birlik/gr, ekzo-1,4-β-glyukanaza faolligi – 7,75 birlik/gr va β-glyukozidaza faolligi – 19,5 birlik/gr ga teng bo‘lishi

o‘rganilgan [5]. *Trichoderma sp.* guruhi zamburug‘lari ular o‘stirilayotgan 1-4 kunlarda yuqori miqdorda oqsil hosil qilishi (o‘rtacha 0,4-1,1 mg/ml) aniqlangan [3].

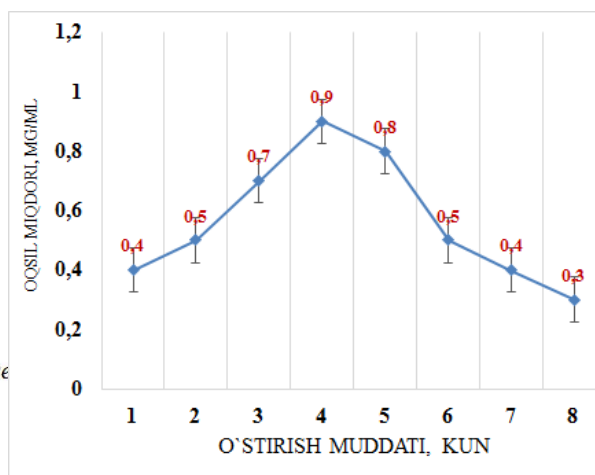
**Tadqiqot obyektlari va usullari.**

Tahlil qilingan ma’lumotlardan kelib chiqqan holda, tadqiqotlarimizda ayrim galofit o‘simliklar biomassasining fermentativ gidrolizining optimal sharoitlari o‘rganildi. Ferment manbasi sifatida *T.reesei* zamburug‘idan foydalanildi. Dastlab, zamburug‘ning oqsil hosil qilish xususiyati Folin-Chokalteu uslubida (1992) o‘rganildi va gidrolizda oqsil eng ko‘p hosil bo‘ladigan vaqtdagi (4-kun) zamburug‘ kultural suyuqligidan foydalanildi (1- va 2-rasmlarga qarang).

Gidroliz jarayoni 60, 120, 180, 240, 300, 360, 420 va 480 minut mobaynida, *T.reesei* kultural suyuqligining 10, 20, 30 va 40 gr/litr konsentratsiyali eritmalarida, 48°C haroratda 1:4 gidromodul bo‘yicha Mullins (1985) va Ogorodnikov (1998) usullari asosida olib borildi va gidrolizat tarkibidagi fermentativ gidrolizlanishi natijasida hosil bo‘lgan bijg‘uvchi moddalarning massa ulushi spektrofotometrik usulda (EMC-30PC-UV Spectrophotometer, Germaniya, 2016) aniqlandi (1-jadval).



1-rasm. *Trichoderma sp.* zamburug‘larining ko‘risnishi



2-rasm. *T.reesei* zamburug‘i kultural suyuqligi tarkibidagi oqsil miqdorini o‘stirish muddatiga bog‘liq tarzda o‘zgarishi (n=4)

**Tadqiqot natijalari.**

*T.reesei* ishtirokida fermentativ gidroliz 60 minut davomida o‘tkazilganda gidrolizat tarkibidagi bijg‘uvchi moddalarning massa ulushi sarsazan o‘simligi biomassasida o‘rtacha 0,2 % dan 0,7 % gacha ekanligi aniqlandi. Bu ko‘rsatkich qarabaroq, yulg‘un va qora saksovul biomassasida o‘zaro mos holda 0,3-0,7 %, 0,2-0,8 % va 0,3-0,7 % bo‘lishi kuzatildi. Qolgan boshqa galofit o‘simliklarning aralash biomassasida bijg‘uvchi moddalarning miqdori 0,3-0,6 % ga teng bo‘ldi.

1-jadval

Galofit o‘simliklar biomassasining *T.reesei* ishtirokida fermentativ gidrolizlanishi natijasida hosil bo‘lgan bijg‘uvchi moddalarning massa ulushi\*,% hisobida \*\*

<i>T.reesei</i> kultural suyuqligi konsentratsiyasi, ml/litr	Xomashyo turlari				
	Sarsazan biomassasi	Qorabaroq biomassasi	Yulg‘un biomassasi	Qora saksovul biomassasi	Boshqa galofitlar aralash biomassasi ***
Gidroliz davomiyligi 60 minut bo‘lganda					
10	0,2±0,1	0,3±0,1	0,2±0,1	0,3±0,1	0,3±0,1
20	0,4±0,1	0,5±0,1	0,4±0,2	0,4±0,1	0,4±0,1
30	0,7±0,1	0,7±0,2	0,8±0,1	0,7±0,2	0,6±0,2
40	0,4±0,2	0,5±0,2	0,4±0,1	0,4±0,2	0,4±0,1
Gidroliz davomiyligi 120 minut bo‘lganda					

10	0,3±0,1	0,5±0,1	0,4±0,1	0,4±0,1	0,5±0,1
20	0,7±0,1	0,8±0,1	0,6±0,1	0,7±0,1	0,8±0,1
30	1,0±0,2	0,8±0,2	1,2±0,2	1,1±0,1	1,1±0,1
40	0,6±0,1	0,7±0,1	0,9±0,1	1,0±0,1	0,9±0,2
Gidroliz davomiyligi 180 minut bo'lganda					
10	0,8±0,1	0,9±0,1	0,7±0,1	0,6±0,1	0,7±0,1
20	1,2±0,1	1,1±0,1	1,0±0,1	1,2±0,1	1,1±0,1
30	1,8±0,2	1,7±0,2	1,6±0,1	0,7±0,1	1,6±0,2
40	1,2±0,1	1,1±0,1	1,1±0,1	1,2±0,1	1,1±0,2
Gidroliz davomiyligi 240 minut bo'lganda					
10	1,1±0,1	1,2±0,1	1,1±0,1	1,0±0,1	1,1±0,1
20	1,5±0,2	1,6±0,1	1,5±0,2	1,7±0,1	1,4±0,1
30	3,1±0,1	3,2±0,1	2,9±0,2	2,8±0,1	3,0±0,2
40	2,8±0,1	2,5±0,1	2,6±0,1	2,6±0,2	2,5±0,1
Gidroliz davomiyligi 300 minut bo'lganda					
10	1,9±0,1	1,9±0,2	1,8±0,1	1,8±0,2	1,8±0,1
20	2,2±0,2	2,1±0,2	2,2±0,1	2,3±0,2	2,1±0,2
30	5,9±0,1	5,7±0,2	5,8±0,2	5,8±0,1	5,6±0,2
40	4,2±0,2	4,9±0,1	4,2±0,2	4,2±0,2	4,8±0,1
Gidroliz davomiyligi 360 minut bo'lganda					
10	2,1±0,1	2,2±0,2	2,3±0,1	2,1±0,2	2,0±0,1
20	3,0±0,2	3,1±0,2	3,2±0,2	3,1±0,2	3,0±0,1
30	7,2±0,2	7,0±0,2	7,1±0,2	7,4±0,2	6,9±0,2
40	5,1±0,1	5,2±0,1	4,9±0,2	5,0±0,2	5,1±0,1
Gidroliz davomiyligi 420 minut bo'lganda					
10	1,9±0,1	1,9±0,2	1,8±0,1	1,8±0,2	1,7±0,2
20	2,0±0,2	2,1±0,1	2,2±0,2	2,4±0,1	2,0±0,2
30	4,9±0,2	4,4±0,2	4,5±0,1	4,3±0,1	4,0±0,1
40	3,2±0,2	3,1±0,1	3,0±0,2	3,0±0,1	2,9±0,2
Gidroliz davomiyligi 480 minut bo'lganda					
10	1,0±0,1	0,8±0,2	0,9±0,2	1,0±0,1	0,9±0,2
20	1,4±0,2	1,1±0,1	1,2±0,1	1,1±0,2	1,0±0,1
30	1,9±0,1	1,4±0,2	1,4±0,1	1,5±0,1	1,3±0,2
40	1,2±0,2	0,9±0,1	1,1±0,2	1,0±0,2	0,8±0,1

**Izoh.** \*gidroliz 48 °C haroratda olib borilgan; \*\*n=4; \*\*\* Oqbo'sh, qorabargo't va baliqko'z o'simliklari

Gidrolizat tarkibidagi bijg'uvchi moddalarning eng kam miqdori 10 gr/litr konsentratsiyali kultural suyuqlik ishtirokida kechgan gidrolizda kuzatilgan bo'lgan bo'lsa, uning ko'p miqdorda hosil bo'lishi 30 gr/litr konsentratsiyali kultural suyuqlik ishtirokida kechgan gidrolizda ro'y berishi aniqlandi. 30 gr/litr konsentratsiyali kultural suyuqlik ishtirokida kechgan gidroliz natijasida sarsazan biomassasidan o'rtacha 0,7±0,1%, qorabaroq, yulg'un va qora saksovul biomassasidan o'zaro mos holda o'rtacha 0,7±0,2%, 0,8±0,1%, 0,7±0,2% hamda qolgan galofit o'simliklarning aralash biomassasidan 0,6±0,2 % miqdorda bijg'uvchi moddalar hosil bo'lishi o'rganildi.

Galofit o'simliklar biomassalari fermentativ gidrolizi 120 minut davomida o'tkazilganda barcha tadqiqot obyektlarida gidrolizat tarkibidagi bijg'uvchi moddalarning miqdori 60 minut davomida gidroliz qilingan gidrolizat tarkibidagi bijg'uvchi moddalar miqdoriga nisbatan 1,4-1,5 marta ortganligi kuzatildi. Bijg'uvchi moddalarning ko'p miqdorda hosil bo'lishi 30 gr/litr konsentratsiyali kultural suyuqlik ishtirokida kechgan gidrolizda kuzatildi.

Galofit o'simliklar biomassalari fermentativ gidrolizi 180 minut davomida o'tkazilganda gidrolizat tarkibidagi bijg'uvchi moddalarning massa ulushi sarsazan o'simligi biomassasida o'rtacha 0,8 % dan 1,8 % gacha ekanligi aniqlandi. Bu ko'rsatkich qorabaroq, yulg'un va qora saksovul biomassasida o'zaro mos holda 0,9-1,7 %, 0,7-1,6 % va 0,6-1,7 % hamda qolgan boshqa galofit o'simliklarning aralash biomassasida 0,7-1,6 % bo'lishi kuzatildi. Bijg'uvchi moddalarning ko'p

miqdorda hosil bo'lishi 30 gr/litr konsentratsiyali kultural suyuqlik ishtirokida kechgan gidrolizda kuzatildi. Bunda sarsazan biomassasidan o'rtacha  $1,8 \pm 0,2\%$ , qorabaroq, yulg'un va qora saksovol biomassasidan o'zaro mos holda o'rtacha  $1,7 \pm 0,2\%$ ,  $1,6 \pm 0,1\%$ ,  $1,7 \pm 0,1\%$  hamda qolgan galofit o'simliklarning aralash biomassasidan  $1,6 \pm 0,2\%$  miqdorda bijg'uvchi moddalar hosil bo'ldi.

Galofit o'simliklar biomassalari fermentativ gidrolizi 240 minut davomida o'tkazilganda barcha tadqiqot obyektlarida gidrolizat tarkibidagi bijg'uvchi moddalarning miqdori 60 minut davomida gidroliz qilingan gidrolizat tarkibidagi bijg'uvchi moddalar miqdoriga nisbatan 3,5-3,8 marta ortganligi kuzatildi. Bijg'uvchi moddalarning ko'p miqdorda hosil bo'lishi 30 gr/litr konsentratsiyali kultural suyuqlik ishtirokida kechgan gidrolizda kuzatildi. Galofit o'simliklar biomassalari fermentativ gidrolizi 300-360 minut davomida o'tkazilganda biomassadan bijg'uvchi moddalar hosil bo'lishi maksimal darajada bo'lishi kuzatildi. Bu vaqtda gidrolizat tarkibidagi bijg'uvchi moddalarning massa ulushi sarsazan o'simligi biomassasida o'rtacha 1,9 % dan 7,2 % gacha bo'lishi o'rganildi. Bu ko'rsatkich qorabaroq, yulg'un va qora saksovol biomassasida o'zaro mos holda 1,9-7,0 %, 1,8-7,1 % va 1,8-7,4 % bo'lishi o'rganildi. Qolgan boshqa galofit o'simliklarning aralash biomassasida bijg'uvchi moddalarning miqdori 1,8-6,9 % ga teng bo'ldi. Gidrolizat tarkibidagi bijg'uvchi moddalarning eng kam miqdori 10 gr/litr konsentratsiyali kultural suyuqlik ishtirokida kechgan gidrolizda kuzatilgan bo'lgan bo'lsa, uning ko'p miqdorda hosil bo'lishi 30 gr/litr konsentratsiyali kultural suyuqlik ishtirokida kechgan gidrolizda ro'y berishi aniqlandi. 30 gr/litr konsentratsiyali kultural suyuqlik ishtirokida kechgan gidroliz natijasida sarsazan biomassasidan o'rtacha  $7,2 \pm 0,2\%$ , qorabaroq biomassasidan  $7,0 \pm 0,2\%$ , yulg'un biomassasidan  $7,1 \pm 0,2\%$ , qora saksovol biomassasidan  $7,4 \pm 0,2\%$  va qolgan galofit o'simliklarning aralash biomassasidan  $6,9 \pm 0,2\%$  miqdorda bijg'uvchi moddalar hosil bo'lishi kuzatildi.

Galofit o'simliklar biomassalari fermentativ gidrolizi 360 minut davomida o'tkazilganda barcha tadqiqot obyektlarida gidrolizat tarkibidagi bijg'uvchi moddalarning miqdori 60 minut davomida gidroliz qilingan gidrolizat tarkibidagi bijg'uvchi moddalar miqdoriga nisbatan 9-10 marta ortganligi kuzatildi. *T.reesei* ishtirokida fermentativ gidroliz 420 va 480 minut davomida o'tkazilganda gidrolizat tarkibidagi bijg'uvchi moddalarning massa ulushi sarsazan o'simligi biomassasida o'rtacha 1,0 % dan 4,9 % gacha ekanligi aniqlandi. Bu ko'rsatkich qorabaroq, yulg'un va qora saksovol biomassasida o'zaro mos holda 0,8-4,4 %, 0,9-4,5 % va 1,0-4,3 % bo'lishi kuzatildi. Qolgan boshqa galofit o'simliklarning aralash biomassasida bijg'uvchi moddalarning miqdori 0,8-4,0 % ga teng bo'ldi. Bijg'uvchi moddalarning ko'p miqdorda hosil bo'lishi 30 gr/litr konsentratsiyali kultural suyuqlik ishtirokida kechgan gidrolizda kuzatildi. Barcha tadqiqot obyektlari biomassalaridan hosil bo'layotgan bijg'uvchi moddalarning massa ulushi 300-360 minut davomida o'tkazilgan gidroliz gidrolizatlari tarkibidagi bijg'uvchi moddalar massa ulushidan 30-35 % gacha kamayganligi aniqlandi.

### Xulosa.

Shunday qilib, galofit o'simliklar biomassasini *T.reesei* zamburug'ining 30 gr/litr konsentratsiyali kultural suyuqligi ishtirokida 300-360 minut davomida fermentativ gidrolizlanganda maksimal miqdorda bijg'uvchi moddalar olishga erishiladi.

### Adabiyotlar

1. Доржиев С.С., Патева И.Б. Энергосберегающая технология получения биоэтанола из зеленой массы растений рода *Heracleum* // Ползуновский вестник. – 2011. - №2/2. –С. 251-252.
2. Макарова Е.А., Будаева В.В. Использование мультиэнзимных композиций для гидролиза нетрадиционного целлюлозосодержащего сырья // Ползуновский вестник. - 2010. -№4. -С.192-199.
3. Скворцов Е.В., Алимова Ф.К., Абузарова Д.М. Биосинтез ксиланаз аборигенными изолята *Trichoderma* // Ученые записки Казанского университета. Естественные науки. – 2014. - № 4 (161). – С. 251-255.
4. Чачина С.Б., Двоян А.В. Получение биоэтанола из органического сырья // Омский научный вестник. - 2014. - №2. -С. 224-228.
5. Azimova N.Sh. Sellyulozali xomashyolarni *Trichoderma harzianum* mitselial zamburug'i yordamida mikrobiologik qayta ishlash: biol.fals.dokt.avtoreferati, - Toshkent, 2017. – 9-15 B.

6. Cao Y., Tan H. Study on crystal structures of enzyme-hydrolyzed cellulosic materials by X-ray diffraction // Enzyme Microbiol. Technol. – 2005. - V. 36. - P. 314–317.
7. Mullins J.T. Enzymatic hydrolysis and fermentation of corn for fuel alcohol // Biotechnol. and Bioeng. – 1985. - V. 27. - P. 321-326.

UDK: 595.132(584)

### MAKKAJO‘XORINING FITONEMATODALARI VA ULARNING EKOLOGIK XUSUSIYATLARI

N.X. Xakimov, M. Aslamova

Samarqand davlat universiteti

E-mail: [mexa.aslamova@mail.ru](mailto:mexa.aslamova@mail.ru)

**Annotatsiya.** Makkajo‘xorining nematodafaunasini o‘rganish jarayonida, uning vegetativ a‘zolarida va rizosferasi tuprog‘ida jami 83 tur topilgan bo‘lib, ular ekologik xususiyatlariga binoan 4 guruhga ajraladi. O‘simlikning vegetativ a‘zolarida qayd qilingan 42 tur nematodaning 4 ta turi pararizobiontlar, 6-turi –eusaprobiontlar, 13-turi – devisaprobiontlar va 19-turi – parazit fitonematodalardan tashkil topdi. Makkajo‘xorining vegetativ a‘zolarida dominantlik qiluvchi parazit fitonematodalar guruhining turlaridan poya nematodasi (*Ditylenchus dipsaci*), kartoshka poya nematodasi (*Ditylenchus destructor*) va maysa pratilenxi (*Pratylenchus pratensis*) kabilar nisbatan zich tarqalganligi bilan ajralib turadi.

**Kalit so‘zlar:** fitonematoda, pararizobiontlar, eusaprobiontlar, devisaprobiontlar, parazitlar, ektoparazitlar, endoparazitlar.

#### Фитонематоды кукурузы и их экологические особенности.

**Аннотация.** При изучении фауны нематод кукурузы, и её прикорневой почвы обнаружено 83 вида, из которых 42 вида распространены как в вегетативных органах, так и прикорневой почве, остальные 41 вид – только в прикорневой почве. Нематоды обнаруженные в вегетативных органах растений принадлежат 4-м экологическим группам: параризобионты – 4 вида, эусапробиионты – 6 вида, девисапробиионты – 13 вида и паразитические фитонематоды – 19 видов. В вегетативных органах растений доминирующими видами являются паразитические виды, как стеблевая нематода (*Ditylenchus dipsaci*), стеблевая нематода картофеля (*Ditylenchus destructor*), и ростковый пратиленх (*Pratylenchus pratensis*).

**Ключевые слова:** фитонематоды, параризобионты, эусапробиионты, девисапробиионты, паразиты, эктопаразиты, эндопаразиты.

#### Phytonematodes of corn and their environmental features.

**Abstract.** During the study of corn nematode fauna and its radical soil 83 species were discovered and 42 of them are spread both in parts of the plant and radical soil, while remaining 41 species are found in radical soil only. Eelworms found in vegetative bodies of the plant belong to 4 ecological groups: 4 types belonged to pararizobionthes, 6 belonged to eusaprobionthes, 13 belonged to deviasaprobionthes and 19 belonged to parasitical phytohelminthes. In plant's vegetative parts dominating share belonged to the representatives of parasitical phytonematodes such as Tuber eelworm (*Ditylenchus dipsacii*), Potato tuber eelworm (*Ditylenchus destructor*) and Germ nematode (*Pratylenchus pratensis*).

**Keywords:** phytonematodes, pararizonty, eusaprobies, fauces saprobies, parasiti ectoparasites, endoparasites.

Makkajo‘xorining vegetativ a‘zolari va uning ildizi atrofi tuprog‘ining 30 sm gacha qatlami nematodafaunasini aniqlash hamda fauna tarkibidagi fitonematodalarni o‘simlik bilan bog‘langanlik darajasi hamda ularning ayrim ekologik xususiyatlarini o‘rganish maqsadida Samarqand viloyatining Oqdaryo tumanida bir qator fermer xo‘jaliklari ixtiyoridagi makkajo‘xori yetishtirilayotgan maydonlardan o‘simlikning yer usti vegetativ a‘zolari, ildiz sistemasi va uning rizosfera tuprog‘ining 30 sm gacha qatlamidan 250 dan ortiq namunalar olinib, nematodalar uchun laboratoriyada tahlil qilindi.

Tadqiqotlar jarayonida makkajo'xorining nematodafaunasi 83 turdan tashkil topganligi aniqlandi. Ushbu turlar taksonomik jixatdan nematodalar tipining uchta (*Chromadorea*, *Enoplea*, *Dorylaimea*) sinfiga va 7 ta turkumiga mansubligi ma'lum bo'ldi. (Mike Hodda, 2011). Lekin fauna tarkibidagi nematodalar turkumlar bo'yicha turlicha tarqalgan. Jumladan, *Rhabditida* turkumi 25 turni (30,1 %) tashkil etgan bo'lsa, 2-o'rinda turuvchi *Tylenchida* turkumi 23 turni (27,8 %) o'z ichiga oladi. Uchinchi va to'rtinchi o'rinlarni *Dorylaimida* (14 tur-16,9%) *Aphelenchida* (11 tur-13,2%) turkumlari egallashdi. Qolgan uchta (*Monhysterida*, *Araeolaimida*, *Enoplida*) turkumlar nematodafauna tarkibidagi turlarning faqat 10 turini (12 %) o'z ichiga oladi.

Nematodafaunani tashkil etuvchi turlar nafaqat taksonomik xususiyatlari bilan balki hayot faoliyati, biotsenozdagi boshqa tirik organizmlarga, shuningdek mavjud abiotik omillarga nisbatan ham turlicha munosabatda bo'ladi. Bunday omillar orasida ularning oziqlanishi va ozuqa turi (xili) asosiy omillardan hisoblanadi.

O'simlikning vegetativ a'zolari va rizosferasida hayot kechiruvchi nematodalarning ekologik guruh va kichik guruhlarga klassifikatsiyalashda ularning yashash joylari, oziqasi va oziqlanish usuli kabi xususiyatlar asos qilib olingan. Ushbu klassifikatsiyani dastlab A.A.Paramonov (1952, 1964) ishlab chiqqan. Bundan tashqari fitonematodalarni ekologik jixatdan klassifikatsiyalashda ularning tashqi va ichki organlarining tuzilishidagi ayrim xususiyatlar evolyusiya jarayonida yashash muhitining ta'siri juda katta ekanligini nazarda tutgan. Keltirilgan xususiyatlarga binoan makkajo'xori nematodafaunasi tarkibidagi turlar 4 ta ekologik guruhga, ya'ni pararizobiontlar, eusaprobiontlar, devisaprobiontlar va fitonematodalarga ajratildi. Materialimizda fauna tarkibining turlarini ekologik guruhlarga taqsimlanish holati quyida tavsiya etilayotgan jadvalda berilgan.

1-jadval

№	Ekologik guruhlar	Jami turlar	Ozuqasi va oziqlanish usuli								
			Bakteriotroflar	Organik chirindi bilan oziqlanuvchilar	Detritofaglar	Yarim saprobiontlar	Mikogelmintlar	Yirtqich pararizobiontlar	Ektoparazit fitonematodalar	Fitofag devisaprobiontlar	Endoparazit fitonematodalar
1	Pararizobiontlar	22	14	-	5	-	-	3	-	-	-
2	Eusaprobiontlar	6	-	6	-	-	-	-	-	-	-
3	Devisaprobiontlar	23	-	-	-	11	-	-	-	12	-
4	Parazit fitonematodalar	32	-	-	-	-	9	-	11	-	12
	Jami:	83	14	6	5	11	9	3	11	12	12

Pararizobiontlar ekologik xususiyatlariga binoan tuproqda, ayniqsa o'simliklarning rizosferasi tuprog'ida erkin yashovchi turlardir. Ushbu ekologik guruh makkajo'xori nematodafaunasi tarkibida 22 turni tashkil etdi. Lekin guruhning vakillari tuzilish xususiyatlari, hayot kechirish tarzi, ozuqasi va oziqlanish usuliga binoan uchta kichik guruhlarga, ya'ni bakteriotroflar, detritofaglar (suv tubidagi o'simlik chirindisi) va yirtqichlik bilan oziqlanuvchilarga ajratiladi.

Pararizobiontlarning bakteriotroflar kichik guruh nematodalari tuproqda erkin yashab, ularning asosiy oziqasi tuproqdagi bakteriyalar va bir xujayrali hayvonlar hisoblanadi. Ushbu kichik guruh nematodalarning xususiyatlaridan biri shuki ularning anchagina turlari o'simliklarning ildiz sistemasiga, hatto ba'zan yer usti vegetativ a'zolariga ko'tarilib, o'simlik shirasi bilan oziqlanishga o'tadi. Buning uchun ularning og'iz bo'shlig'ida ancha pishiq nayza (odontostil) shakllangan. Uning uchi qiyiq holda kesilgan tibbiy ignaga o'xshash bo'lib, uning yordamida o'simlikning ichki to'qima va naylarini shikastlab, shirani va to'qima bo'lakchalarini yutadi. Bakteriotroflar o'simlik tanasiga kirib uning shirasi va to'qimalari bilan oziqlansa ham, unga zarar etkazmaydi hamda nematodoz kasalligini paydo qilmaydi. Ushbu kichik guruh *Alaimus*, *Prismatolaimus*, *Eudorylaimus*, *Tylencholaimus*, *Diphtherophora*, *Tylenchus* avlodlarining 14 turidan iborat bo'ldi.

Ularning ayrim turlari (*Eudorylaimus microdorus*, *Eudorylaimus monhystera*, *Tylenchus leptosoma*) makkajo'xorining ildizida va tuproqning barcha qatlamlarida qayd qilingan bo'lsa, pararizobiontlarning aksariyati faqat rizosferada joylashganligi qayd qilindi. Bakteriotroflar orasida *Eudorylaimus monhystera* makkajo'xorining ildizida uchraydigan bo'lsa ham uning individlarini asosiy qismi rizosfera tuprog'ining 0-10 va 10-20 sm li qatlamlarida to'planganligini qayd qilib o'tish o'rinlidir.

Pararizobiontlarning 2-kichik guruhi detritofaglar bo'lib, ular asosan chuchuk suvlarda va nam tuprog'larda erkin hayot kechiruvchi nematodalardir. Ushbu kichik guruh vakillari *Monhystera*, *Alaimus* va *Cylindrolaimus* avlodlarining 5 turini o'z ichiga oladi. Ularning barchasi faqat rizosfera tuprog'ida uchratildi.

O'simliklarning rizosferasida erkin yashovchi pararizobiontlarning 3-kichik guruhi yirtqichlik bilan oziqlanuvchi turlar hisoblanib, ularning asosiy oziqasi boshqa mayda nematodalar, ayniqsa parazit fitonematodalarning tuproqqa chiqqan lichinkalarini ko'plab iste'mol qiladi. Makkajo'xori nematodafaunasi tarkibida mazkur kichik guruhning 3 ta turi, ya'ni *Mesodorylaimus bastiani*, *Mesodorylaimus pendzchikenticus* va *Nyngolaimus brachyuris* lar fauna ro'yxatidan joy oldi. Ushbu turlarning yashash joyi asosan rizosfera tuprog'i bo'lsa ham ba'zi turlari o'simlikning vegetativ a'zolariga o'tib o'simlik shirasi bilan oziqlanishga ham o'tadi.

Makkajo'xori nematodofaunasi tarkibida organik chirindi bilan oziqlanuvchi, saprobiotik jarayon borayotgan manbalarda to'planuvchi eusaprobiontlar fauna tarkibida 6 ta turni tashkil etdi. Bular *Diplogaster*, *Diploscapter*, *Rhabdites* va *Mesorhabdites* avlodlarining vakillaridan iborat bo'ldi. Tadqiqot olib borilgan uchastkalarining ayrimlarida makkajo'xorining ildiz sistemasida va rizosfera tuprog'ining 0-10 sm li qatlamida *Diplogaster rivalis*, *Rhabdites brevispina*, *R. filiformis*, *Mesorhabdites monhystera* kabi eusaprobiontlarning individlarini ancha zich tarqalganligi kuzatildi. Ularning anchagina individlari hatto o'simlikning yer usti vegetativ a'zolariga ko'tarilib borganligi qayd qilindi.

Fauna tarkibida 3-ekologik guruh bo'lmish devisaprobiontlar 23 turni tashkil etdi. Ushbu guruh nematodalari o'simliklar bilan yaqin biotsenotik munosabatda bo'lishi bilan xarakterlanadi.

Devisaprobiontlar ba'zi oziqaga va oziqlanish usuliga binoan turli-tuman nematodalarni o'z ichiga oladi. Ularning ayrim avlodlarini turlari chin saprobiontlar singari organik chirindi bo'lgan joylarda ko'plab uchraydi. Bunday xususiyatga ega bo'lgan turlar *Plectus*, *Proteroplectus*, *Anaplectus*, *Pelodera*, *Cephalobus*, *Eucephalobus* kabi avlodlarning 11 turi qayd qilindi. Ushbu kichik guruhning ayrim turlari, jumladan *Plectus cirratus*, *P. parietinus*, *P. parvus*, *Proteroplectus rhizophilus*, *Pelodera cylindrica*, *Cephalobus persegnis* kabilarning ayrim individlari o'simlikning ildiz sistemasida, ba'zan esa yer usti vegetativ a'zolariga ham ko'tarilganligi qayd qilindi.

Devisaprobiontlarni avlod va turlari ham mavjudki ular o'simlik shirasi va to'qimasi bilan oziqlanishga moslashgan. Bunday devisaprobiontlar fitofaglar deyilib, ularga *Heterocephalobus*, *Acrobeloides*, *Chiloplacus* va *Panagrolaimus* avlodlarining 12 ta turi uchratildi.

Bunday fitofag devisaprobiontlarga *Heterocephalobus elongates*, *Acrobeloides emarginatus*, *Chiloplacus lentus*, *Ch. symmetricus*, *Ch. propinguus*, *Panagrolaimus rigidus*, *P. subelongatus* kabilarni ko'rsatib o'tish mumkin. Ushbu turlarning *Heterocephalobus elongatus* va *Panagrolaimus rigidus* kabilarning individlari makkajo'xorining ildiz sistemasida ham ancha zich joylashganligi ma'lum bo'ldi.

Makkajo'xori nematodofaunasi tarkibida parazit fitonematodalar ekologik guruhi 32 turni tashkil etdi. Parazit nematodalarning oziqlanish usuli va o'simliklar bilan biotsenotik bog'langanlik xususiyatlariga binoan 3 ta kichik guruhga ya'ni mikogel'mintlar, ya'ni zamburug' mitseliylari bilan oziqlanuvchilar, ektoparazit va endoparazit fitonematodalardan iborat.

Mikogelmintlar 9 turni tashkil etib, shundan *Aphelenchus avenae*, *Aphelenchoides limberi*, *Aphelenchoides kuhni*, *Aphelenchoides zeraphschanicus* kabilarni o'simlikning vegetativ a'zolarida va rizosfera tuprog'i qatlamlarida ancha zich tarqalgan, 5 turi-*Aphelenchoides helophilus*, *A. subtenuis*, *A. subparietinus*, *Seinura oxura*, *A. cylindricaudatus* kabilarni esa faqat rizosfera tuprog'i qatlamlarida siyrak tarqalganligi ma'lum bo'ldi.

Mikogelmintlarning o'ziga xos xususiyatlaridan yana biri shuki, ushbu nematodalarning anchagina turlari o'simliklarning sog'lom organlari shirasi bilan oziqlanishga ham o'tadi. Ushbu holatni mikogelmint *Aphelenchus avenae* misolida ko'rish mumkin.

Ektoparazit fitonematodalar fauna tarkibida 11 turdan iborat bo'lib, ularning asosiy xususiyatlaridan biri o'simliklarning ildizi atrofidagi tuproqqa joylashib olib, o'zlarining uzun va kuchli stileti (ichi bo'sh nayzaga aylangan og'iz) yordamida ildizni teshib, shirani so'rib oziqlanadi. Ushbu kichik guruhga Aglenchus, Tylenchus, Helicotylenchus, Rotylenchus, Merlinius, Tylenchorhynchus, Paratylenchus avlodlarining turlari mansub bo'lishdi. Tadqiqotlarimizdagi ma'lumotlarga binoan makkajo'xori etishtiriladigan maydonlarning tuprog'i qatlamlarida Helicotylenchus multicinctus, T. bucharica, T. guadrifer, Merlinius dubius kabilar ancha zich tarqalganligi bilan xarakterlandi.

Endoparazit fitonematodalar boshqa ekologik guruh nematodalariga nisbatan makkajo'xoring vegetativ a'zolarida ancha zich tarqalganligi bilan ajralib turadi. Ushbu kichik guruh 12 turdan tashkil topib, ularga Paraphelenchus, Aphelenchoides, Ditylenchus, Pratylenchus, Neotylenchus, Nothotylenchus, Yotonchium avlodlarining turlari mansub bo'ldi. O'simlikning vegetativ a'zolarida, ayniqsa ildizda poya nematodalar (Ditylenchus dipsaci, D.destructor), maysa pratilenxi (Pratylenchus pratensis) kabilar dominantlik qilishi bilan ajralib turishdi.

Shunday qilib makkajo'xoring vegetativ a'zolari va rizosfera tuprog'ining 0-30 sm li qatlamida topilgan 83 tur nematodalarning 42 turi vegetativ a'zolar va rizosfera tuprog'ida, 41 ta turi esa faqat rizosfera tuprog'ining ma'lum qatlamlarida uchratildi. O'simlikning vegetativ a'zolarida qayd qilingan turlarni ekologik guruhlar bo'yicha tahlil qilsak pararizobiontlar – 4 turni, eusaprobiontlar – 6 turni, devisaprobiontlar – 13 turni va parazit fitonematodalar – 19 turni tashkil etdi. O'simlik tanasida topilgan pararizobiontlar juda kam individli va siyrak bo'lishiga qarab, ushbu holatni tasodif deb qarasa, eusaprobiontlarni barcha turlari va ularning individlarni ildizda to'planishi ushbu biotopda organik chirish jarayonining manbai mavjudligidan dalolat beradi.

O'simlik tanasida 13 tur devisaprobiontlar topilib, shuning 4 turi saprobiontlar va 9 turi o'simlik bilan yaqin munosabatda bo'luvchi fitofag devisaprobiontlardan iboratdir. Ushbu kichik guruh turlari orasida Heterocephalobus elongatus va Panagrolaimus rigidus o'simlikning ildiz sistemasida ancha zich joylashganligi bilan xarakterlanadi. Ushbu holat ularning o'simlik shirasi va to'qimalarini iste'mol qilishga odatlangan deb xulosa qilish mumkin.

Makkajo'xoring vegetativ a'zolarida uchratilgan 19 tur parazit fitonematodalardan 4 ta turi mikogelmintlar, 3 ta turi ektoparazitlar va 12 turi endoparazit fitonematodalardan tashkil topdi. Parazit fitonematodalar orasida o'simlikning ildiz sistemasida ancha zich o'rtnashib olgan turlar poya nematodasi (Ditylenchus dipsaci), kartoshka poya nematodasi (Ditylenchus destructor), maysa paratilenxi (Pratylenchus pratensis), suli chirituvchi nematodasi (Aphelenchus avenae), soxta afelenx (Paraphelenchus pseudoparietinus), sodda afelenx (Aphelenchoides parietinus) lar, rizosfera tuprog'ida esa tilenxidlardan Aglenchus agricola, Tylenchus davainei lar, ektoparazitlardan Helicotylenchus multicinctus, Tylenchorhynchus bucharica, Tylenchorhynchus guadrifer, Merlineus dubius lar rizosfera tuprog'ining 0-10 va 10-20 sm li qatlamida ko'p individli nematodalar hisoblanadi.

#### Adabiyotlar

1. Адилова Н.Б., 1967. – Фауна нематод кукурузы и прикорневой почвы, её динамика в условиях Ташкентской области. Автореф.дисс.канд.биол.наук, Изд. ТашГУ. 1-16 с.
2. Ержанова П.К., 1982. – К изучению фауны нематод кукурузы в Каракалпакии. Первая конф. (IX совещание) по нематодам растений, насекомых, почвы и вод. Тез. докл и сообщ., Ташкент, с.32-33
3. Каримова С.М. 1981. – Нематоды зерновых культур некоторых хозяйств Узбекистана. Первая конф. (IX совещание) по нематодам растений, насекомых, почвы и вод. Тез. докл и сообщ., Ташкент, с.42-44
4. Парамонов А.А., 1964. – Основы фитогельминтологии. Т.1 Изд. АН СССР, Москва, с. 480.
5. Эшова Х.С., 2000. – Экологическая характеристика фитонематод пустынных растений Южного Узбекистана. Узб.биол.журн. № 1 с. 61-64
6. Hodda Mike. Phylum Nematoda Cobb, 1932. In: Zhang.Z.Q. (ed) 2011. Animal biodiversity: an outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. *Zootaxa*. № 3148. Pp. 63-95



UDK: 636.084

**QISHLOQ XO‘JALIK HAYVONLARINI TO‘LA QIMMATLI OZIQLANTIRILISHINI  
TASHKIL ETISH VA UNI NAZORAT QILISHNING IMKONIYATLARI****M. Jabborova, L. Idrisova, Z.T. Rajamuradov***Samarqand davlat universiteti*

**Annotatsiya.** Mayda shoxli hayvonlarni oziqlantirishda foydalaniladigan dag‘al oziqalarga mexanik va boshqa biotexnologik ishlovlar berish yo‘li bilan ularning iste‘mol qilinishini, hazmlanish koeffitsientini oshirish hisobiga ulardan samarali foydalanish darajasini oshirish mumkin.

**Kalit so‘zlar:** ozuqa, hayvonlar, ehtiyoj, hujayralar devoiri, kletchatka, strukturaviy, uglevodlar, selluloza, gemitsellyuloza, lignin, oziqalarni tayorlash texnologiyasi, kimyoviy tarkib, tuyimli moddalar, ekologiya omillari va boshqalar.

**Организация полноценного кормления сельскохозяйственных животных и её  
возможности контролирования**

**Аннотация.** В целях повышения рационального использования в кормлении мелкого рогатого скота грубых кормов, необходимо провести механическое и другие технологическое обработки, так как, проведенные мероприятия дают возможность увеличению количеству потребляемого сухого вещества и повышению переваримости последнего.

**Ключевые слова:** корма, животные, потребность, стени клетки, клетчатка, структурные углеводы, целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин, технология приготвление кормов, химический состав, питательные вещества, экологические факторы и другие.

**Organization of a full-fledged feeding of farm animals and the possibility of their control**

**Abstract.** In order to improve the rational use of coarse feed in feeding of small cattle, it is necessary to carry out mechanical and other technological processing, since the conducted activities make it possible to increase the amount of dry matter consumed and increase the digestibility of the latter.

**Keywords:** feed, animals, needs, cell wall, fiber, structural carbohydrates, cellulose, hemicellulose, lignin, feed preparation technology, chemical composition, nutrients, environmental factors and others.

**Mavzuning dolzarbligi.**

Chorva mollarini genetik imkoniyatidagi mahsuldorligini namoyon qilaolish, olinadigan mahsulot sifatini talab darajasida bo‘lishini ta‘minlanishi, eng avvalo tashqi muhitning oziqaviy omillarga, ya‘ni shakllantirilgan oziqlanish ratsionlarining barcha oziqlanish komponentlari bilan muvozanatlashtirilishiga bog‘liqligi ma‘lum.

Bundan tashqari, hayvonlardan olinadigan mahsulot va uning sifatiy ko‘rsatkichlari, to‘lig‘icha shakllantirilgan oziqlanish ratsioni tarkibidagioziqalar quruq moddasining iste‘mol qilinishiga, hazmlanishva o‘zlashtirilish darajalariga hamdaorganizm tomonidan o‘zlashtirilgan moddalarni, hayvon tana mahsulotlariga transformatsiya qilinish ko‘rsatkichlari bilan o‘zviyiligi qator tadqiqotchilar tomonidan aniqlangan.

Keyingi yillarida, chorva mollarining ratsioni deyarlik to‘lig‘icha uglevodlarga, jumladan kletchatkaga boy bo‘lgan dag‘al oziqalardan iborat bo‘lib qolmoqda. Tuyimli moddalarning asosiy komponentlaridan biri hisoblanuvchi kletchatka, esa ratsiondagi quruq moddalarni iste‘mol qilinishini chegaralovchi va tuyimli moddalarni hazmlanishini pasaytiruvchi asosiy omil hisoblanishi Van Soest tomonidan aniqlab berilgan[13].

Bundan tashqari, mahalliy mayda va yirik shoxli hayvonlar yil davomida yaylovda haydab, yaylov oziqalari (ayozli qish mavsumi va bo‘g‘ozlikni oxirini hisobga olmaganda) bilan oziqlanadilar. Lekin, chorvadorlar qish mavsumiga (2,5 – 3,0 oyga etadigan) etarlicha dag‘al oziqalardan zahiralalar tayyorlab qo‘yishadi. Yuqorida nomi qayd qilingan muallif tomonidan keltirilgan ma‘lumotlarga ko‘ra, dag‘al oziqalar quruq moddasining 40 – 60 % ni, ayrim hollarda 75 % ni xom kletchatka tashkil qiladi[3,4].

Bunday tarkibga ega bo‘lgan oziqalardan ratsionlar shakllantirish va ular bilan oziqlantirish ko‘tilgan natijalarni berishi juda og‘ir bo‘lgan muaamolardan biri hisoblanadi.

Ammo, keyingi yillarda yangi biotexnologik usullarni yaratilishi va eskilarini takomillashtirilishi ma'lum darajada sifati past bo'lgan oziqalarni to'yimlilikini oshirish va hayvonlar organizmining to'yimli moddalarga bo'lgan ehtiyojini qondirish imkoniyatini berayapti.

Ayniqsa sifati past, to'yimlilik jihatidan to'la qiymatsiz bo'lgan oziqalarni to'la qimmatli oziqalar sirasiga kiritish uchun to'rtli biologik

faol moddalar, sintetik oqsilsiz azot saqlovchi tuzlar bilan ishlov berish

yo'li bilan dag'al oziqalar tarkibidagi xom kletchatka va uni tashkil

qiluvchi fraksiyalar ulushini kamaytirish va ayniqsa to'yimli moddalar miqdorini oshirish imkoniyatiga ega bo'linmoqda[8].

Bundan tashqari ko'pgina xorijiy mamlakatlarda, dag'al oziqalarni maydalash, dimlash, namlash kabi texnologiyalardan ham keng foydalanilmoqda. Bu jarayonlar ham ma'lum darajada oziqalarni iste'mol qilinishini va qo'ruq modda tarkibidagi xom kletchatkani tashkil etuvchi fraksiyalarni hazmlanish darajalarini oshirish imkoniyatlarini berishi qayd qilingan[4].

Oziqlanish ratsionlarida katta miqdorda xom kletchatkaning saqlanish hayvonlar tomonidan oziqalarning iste'mol qilinishini keskin kamaytiradi, boshqa tuyimli moddalarning hazmlanish koeffitsientini pasaytiradi, bu esa hayvonlar organizmining tuyimli moddalarga bo'lgan ehtiyojini qondirilmaligiga olib keladi, natijada ularning mahsuldorligi va mahsulot sifatini pasayib ketishini ta'min etadi.

Oziqlanish ratsionlarini to'la qimmatlilikini yoki hayvonlar organizmining tuyimli moddalarga bo'lgan ehtiyojini qondirish darajasini aniqlash uchun, yana organizmni ichki muhiti suyuqliklari tarkibidagi ayrim biokimyoviy ko'rsatkichlarni o'zgarishini nazorat qilish orqali erishish mumkin[10].

Bundan tashqari ratsion tarkibidagi tuyimli moddalar miqdorining organizmning ehtiyojini qondiraolmasligi natijasida hayvon tana vaznini kamayib ketishi bilan birga, organizmni tabiiy chidamlilik darajasini ham pasayib ketishiga, oqibatda hayvonlarni to'rtli kasalliklarga chalinuvchanlik darajasini ham oshib ketishiga olib kelamoqda[10]. Demak, ushbu muammolarni ijobiy echimini topish hozirgi kundagi dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.

#### **Tadqiqot ishining maqsadi va vazifalari.**

Echkilarni oziqlantirishda foydalaniladigan dag'al oziqalarni maydalash va boshqa texnologik ishlovlar berish yo'li bilan iste'mol qilinadigan qo'ruq modda miqdorini oshirish imkoniyatini topish asosiy maqsad qilib qo'yildi.

Qo'yilgan maqsadga erishish uchun qo'yidagi asosiy; biotexnologik ishlov berishning tajriba hayvonlari tomonidan ratsion tarkibidagi qo'ruq moddaning iste'mol qilinishiga ta'sirini o'rganish; tajriba hayvonlari organizmining tuyimli moddalarga bo'lgan ehtiyojini qondirish darajalarini ichki muhit suyuqliklarining ayrim biokimyoviy ko'rsatkichlarini o'rganish hisobiga nazorat qilish; tajribadagi guruhlar organizmidagi moddalar almashinuvini qiyoslash va iqtisodiy samaradorligi hisoblash vazifalari rejalashtirildi;

#### **Tadqiqot ishining usullari.**

Qo'yilgan maqsadga erishish 5 bosh tirik vazni, jinsi, yoshi bo'yicha mahalliy analog takachalardan iborat hayvonlar tanlab olindi.

Fiziologik va muvozanat tajribalari «Lotin kvadrati» usuli bo'yicha ikkita; birinchisi – nazorat va 2-tajriba guruhlarida bajarildi[1].

Avval nazorat guruhi natural holdagi dala pichani bilan oziqlantirilgan bo'lsa, 2-oyda o'sha hayvonlar yuqoridagi pichanni maydalangan va oziqlantirishdan bir kun avval osh tuzi bilan to'yintiringan suv bilan namlangan, lekin 1 sutka davomida qo'ritilgan pichan bilan oziqlantirildi.

Fiziologik va muvozanat tajribalarining oxirida foydalanilgan oziqlantirish ratsioni, uning qoldig'i va hayvonlardan qon namunalari olindi[7].

Oziqalar va ularning qoldiqlaridan olingan namunalar zootexnikaviy tahlil usuli(2) bo'yicha SamDU va SamQXI lari qoshidagi MITL da tahlil qilindi. Ularda qo'ruq modda, xom protein, xom yog', xom kletchatka, kul, Sa.R. lar miqdori aniqlandi. Ratsion tarkibidagi EOB, AE, organik modda va AEM miqdorlari esa hisoblash yo'li bilan aniqlandi [9].

Oziqlantirish natijalarini baholash maqsadida morfologik va biokimyoviy tadqiqotlar uchun hayvondan olingan va o'zgartirilmagan qonni o'zidan, uning zardobi va plazmasidan foydalaniladi.

O'zgartirilmagan qonni o'zida shaklli elementlar, gemoglobin konsentratsiyasi aniqlangan bo'lsa, qon zardobida umumiy azot va uning fraksiyalari, mochevina aniqlandi[9,10,11].

Morfologik tahlil uchun odatda qo'loqning surpasidagi perefirik kapillyar qon tomirlaridan olingan qon namunalaridan foydalanilsa, biokimyoviy tahlillar vena qoni namunalarida bajariladi va hayvonlardan qon namunasi ertalabki oziqlantirishdan oldin buyunturuq venasidan olinadi.

### Olingan natijalar va ularning muhokamasi.

Ma'lumki, mahalliy echkilarni odatda jo'ndor va momiq beruvchi echkilar qatoriga qo'shish mumkin emas, chunki ular aralash mahsulot beruvchi echkilar qatoriga kiradi. Ularning jun tolalari asosan qiltiq va momiqdan iborat bo'lib, ammo momiq jun beruvchi echkilarga nisbatan ko'proq gusht va sut berishga ixtisoslashgan va mahalliy sharoitga moslashgan echkilardir. SHu bois, mahalliy echkilarni oziqlantirishda Kalashnikov A.P., Fisinin, A.G., va boshqalar tomonidan tavsiya qilingan jundor va momiq jun beruvchi echkilarni oziqlantirish normalaridan foydalandik[5].

Jadvalda keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinib to'ribdiki, o'loqlarning yoshi o'lg'ayishi bilan ularning tirik vazni ham ortadi va shunga mos holda o'loqlar organizmining to'yimli moddalarga bo'lgan ehtiyoji ham orta boradi. Tajribalarimizda 2017 yil fevral oyida to'g'ilgan 8-10 oylik va tirik vazni 28-30 kg bo'lgan o'loqlardan foydalanganimiz uchun 0,90-0,99 EOB, 9,87 MDj AE, 1,05 kg qo'ruq moda va 140 g xom protein saqlovchi ratsion to'zdek va uni tajriba guruhi hayvonlarini oziqlantirdik. Nazorat guruhi hayvonlarini esa, faqat dala pichani bilan oziqlantirdik va bo'guruh hayvonlari tomonidan iste'mol qilingan oziqalar miqdori tarkibidagi EOB va AE lar miqdorini o'rgandik.

### 1-jadval

Yosh o'suvchi erkak uloqlar uchun oziqlanish normalari (bir kecha-kunduzga bir boshga)

[Kalashnikov va boshq.bo'yicha]

Ko'rsatkichlar	Echkilarning yoshi, oy				
	4-6	6-8	8-10	10-12	12-18
	Tirik vazni,kg				
	20-25	26-27	28-30	31-35	36-40
Energetik oziq birligi (EOB)	0,80	0,89	0,99	1,08	1,29
Almashinuvchi energiya, mDj (AE)	7,98	8,93	9,87	10,82	12,92
Qo'ruq modda, kg	0,8	0,95	1,05	1,25	1,5
Xom protein, g	120	130	140	150	180
Hazmlanuvchi protein, g	85	90	95	100	100
Kalsiy, g	5	5	6	6	6
Fosfor, g	3	3	4	4	4

Nazorat guruhi echkilari natural holdagi dala pichani bilan oziqlantirilgan bo'lsa, tajriba guruhi hayvonlari esa, xuddi shu ratsionni DKU da maydalanganidan keyin 50 kg ga 5litr, har 1 litriga 5 grammdan osh tuzi qo'shilib suyultirilgan suv sepilib namlanib aralashtirilgan va qo'ritilganidan keyin oziqlantirildi.

Ko'rinib to'ribdiki, solishtirilayotgan guruhlar ratsionidagi farq faqatgini oziqalarning fizik holatida va kamgina osh tuzining qo'shilishida bo'lib boshqa tuyimli moddalarning miqdori har ikkala guruhda ham bir xil bo'lishi bilan xarakterlanadi.

Turli o'tlardan iborat dala pichanining 1 kg da saqlangan moddalar miqdoriga ko'ra, normaga mos oziqa berish uchun 1400 gr pichandan iborat ratsion bilan oziqlantirish kifoya ekanligiga ishonchimiz hosil qilganligimiz sababli, nazorat va tajriba guruhlari ratsionidagi pichan faqatgina fizik holati bilan farq qildi.

Eng asosiysi oziqalarga mexanik ishlov berishning echkilar ovqat hazmi jarayonlariga va organizmdagi moddalar almashinuviga ta'sirini o'rganish biz uchun ma'lum darajada amaliy ahamiyatga ega deb hisoblaymiz. Chunki, dag'al oziqalarning maydalanishi, shurlangan suv bilan ishlov berish ma'lum darajada hayvonlar ishtahasini ochishi, oziqlanishdan keyin ma'lum miqdorda suv ichishi, ichilgan sovuq suv esa oshqozon-ichaklar tizimining motorikasini jadallashtirishi va

oziqalarning tizimda hazmlanishini yaxshilaydi deb hisoblaymiz. Ma'lumki, dalada haydab boqilgan hayvonlar doimiy ravishda yalama tuz bilan ta'minlanishi shart[6].

Oziqlanish ratsionini tarkibi qo'yidagi 2-jadvalda berilgan.

**2-jadval**

Turli o'tlar yaylov pichanidan iborat tajriba guruhlarini oziqlanish ratsionlarining tarkibi va tuyimlilik qiymati

Ko'rsatkichlar	Norma	1 kg pichanda saqlanishi	Echkilar ratsionidagi tuyimli moddalar(1,4 kg)
Energetik oziqa birligi	0,99	0,7	0,98
Almashinuvchi energiya	9,87	7,0	9,8
Qo'ruq modda, kg	1,05	0,859	1,202
Protein,g	140	76,0	106,4
Hazmlanuvchi protein,g	95	40,0	56,0
YOg'. G	35	28,0	39,21
Kletchatka,g	300,0	257,0	359,8
AEM, g	480,0	436,0	610,4
Sa.g	6	5,7	7,98
R. g	4	1,1	1,54

Jadvaldagi ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, shakllantirilgan ratsion tarkibidagi energetik oziq birligi (0,98) va almashinuvchi energiyaning miqdori (9,8 MDj) normaga mos keladi, bu esa hayvonlar

organizmining tuyimli moddalarga bo'lgan ehtiyojini ma'lum darajada qoplanishini ko'rsatadi. Tajriba guruhi hayvonlari nazorat guruhiga nisbatan iste'mol qilgan qo'ruq moddaning miqdori 18% ga ortiq bo'lishi va hazmlangan ulushining 24% ga yuqori bo'lishini ta'minlanishi aniqlandi. Bu esa to'yimli moddalarning hazmlanish koeffitsientini 5,0% ga yuqori bo'lishini ta'minladi.

Lekin, ratsion tarkibidagi xom va hazmlanuvchi proteinlarning miqdori hayvonlar organizmining o'sish va rivojlanishi uchun etarlimi yoki yo'qligini nazorat qilish uchun qon zardobidagi (biokimyoviy ko'rsatkichlar) umumiy oqsil va uning fraksiyalarini konsentratsiyasini o'rgandik.

**3-jadval**

Tajribadagi hayvonlar tomonidan ratsion tarkibidagi qo'ruq moddaning iste'mol qilinishi va hazmlanishi

t/r	Ko'rsatkichlar	Guruhlar	
		Nazorat	Tajriba
1	Ratsionda berilgani,kg	1,4	1,4
2	Qoldiqda qolgani,g	391	269
3	Haqiqiy iste'mol qilgani,g	1009	1191
4	Tezak bilan ajralgani,g	244	237
5	Hazmlangani,g	765	954
6	Hazmlanish koeff.,%	75,8	80,1

O'zgartirilmagan qon tarkibidagi shaklli elementlarning(eritrotsitlar va leykotsitlar) miqdori va gemoglobinning konsentratsiyasi norma chegarasida bo'lganligi aniqlandi. Qon zardobidagi biokimyoviy ko'rsatkichlarning ma'lum darajada u yoki bu tomonga og'ishi ko'zatildi.

**4-jadval**

Tajriba hayvonlari qon zardobidagi oqsillar almashinuvi

t/r	Ko'rsatkichlar	Guruhlar	
		Nazorat	Tajriba
1	Umumiy oqsil, mg%	8,04±0,18	8,79±0,23
2	Albuminlar,g%	4,39±0,11	5,09±0,06
3	Globulinlar,g%	3,65±0,08	3,88±0,07
4	Mochevina (mmol/l)	7,02±0,13	6,98±0,1

5	Kreatinin (mkmol/l)	108,71±1,04	98,87±1,07
6	Tirik vazni,kg	26,13±0,48	28,54±0,44

Ratsion tarkibidagi xom va hazmlanuvchi proteinlar miqdoriga mos holda qon zardobidagi umumiy oqsil va uning fraksiyalarining miqdori norma chegarasida bo'lganligini ko'zatkid, lekin iste'mol qilingan quruq moddaning miqdori nisbatan tajriba guruhida yuqori bo'lganligi bois, ma'lum darajada yuqori ekanligini ko'zatkid. Bu esa, organizmda moddalar almashinuvini me'yor chegarasida kechayotganligidan va organizmning chidamlilik qobiliyati qoniqarli ekanligidan dalolat beradi. Bu norma, bizning nazarimizda yil davomida fiziologik holati o'zgarib to'ruvchi o'rg'ochi hayvonlar uchun deyarlik mos kelmaydi, shu bois olingan natijalar korreksiyalash amaliyotini talab qiladi.

### Xulosa.

Qishloq xo'jalik hayvonlarini dag'al oziqalar bilan oziqlantirishda ularga mexanik va boshqa texnologik ishlovlar berish yo'li bilan iste'mol qilinadigan quruq moddaning miqdorini va hazmlanish darajasini oshirish mumkin, bu esa, mavjud oziqa vositalaridan samarali foydalanish imkoniyatini beradi.

### Adabiyotlar

1. П.И.Викторов, В.К.Менькин., Методика и организация зоотехнических опытов - М. Агропромиздат., 1991.-с 38-65.
2. С.В.Воробьева. Физиологическое обоснование потребление сухого вещества рационов крупного рогатого скота в зависимости от содержания структурных углеводов в кормах. Автореф. дисс. док. биол. наук., Дубровицы,2003. 30 с.
3. С.В.Воробьева, Н.В.Боголюбова, Т.М.Овчинникова. Методические указание по определению нейтрально – и кислотно - детергентной клетчатки в кормах и биологических субстратах этих фракции в кормлении крупного рогатого скота. ВИЖ.Дубровицы. 2007,14 с.
4. Н.В.Груздев, В.В.Полежаева и др. Эффективность использования протеина из рационов с различной концентрацией энергии. В.кн. Оценка и нормирования протеинового питания жвачных. Тезисы докладов. Всесоюзное совещание. Боровск,1989.,21-22 с.
4. А.П.Калашников, С.Г.Фисинин, В.В.Щеглов и др. Нормы и рационы кормления с.-х. животных -М.:Агропромиздат.2003.-352 с.
5. С.И.Кедрова и др. Кормления овец. М.Колос. 1965. С.-495.
6. И.П Кондрахин., и другие. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики.// – М. Колос, 2004.-520с.
7. М.С.Кузиев. Процессы пищеварения и продуктивность коз, при использовании в их рационах аммонизированных кормов. Автореферат дисс.доктора философии по биологическим наукам, Ташкент, 2018.21 с.
8. Овсянников А.Н. Опытное дело в животноводстве, М.Колос.1976.356 с.
9. Ражамурадов З.Т., Хайдаров Қ.Х., Қўзиев М.С. Озиқаларни тўла қийматлилигини, ҳазмланишини ошириш, аниқлаш ва назорат қилиш усуллари. Ўқув-услубий қўлланма.,Самарқанд, 2017й.,86 бет.
- 10.В.Piatkovski. Использование питательных веществ кормов и продуктивность жвачных животных. Пер. с немец. канд. с.-х. наук. А.М.Холманова. М.Колос.1978,346 с.
- 11.S.Mirhead. Effects of concentration and feedrg ieevi on growth and effecten beer steers – S.H.A. 1990, №8,p250.
- 12.Van Soest P.J. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. 4. Deteminantion of plant cell-wall constituents. /P.J. Van Soest6,R.H.Wine// j. Assoc.Off.Anal.Chem.-1967.-V.50.-p.50-55.

UDK:576.8

## BAKTERIYALARNING KO'PAYISHINI DIFFERENSIAL TENGLAMALAR SISTEMASI YORDAMIDA TAHLIL QILISH

H.M., Nasimov<sup>1</sup>, U.M. Norqulov<sup>1</sup>, I.N. Maxmudov<sup>2</sup>, G.A. Sattarova<sup>2</sup>, H.X. Qurbanov<sup>2</sup>,  
I.Ya. Raxmonov<sup>2</sup>, N.A. Maxmudov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Samarqand davlat universiteti

<sup>2</sup>O'zbekiston Respublikasi qurolli kuchlar akademiyasi

**Annotasiya.** Ushbu maqolada bugungi kunning dolzarb biologik muammolarini fanlararo bog'lanishi sifatida matematikaning differensial tenglamalar sistemasi yordamida echim topishini nazariy usuli ishlab chiqilgan. Maqolada bazi bir bakteriyalarning ko'payishi ularning bor bo'lgan miqdoriga proporsional ravishda bo'linish va shu vaqtdan boshlab zahar ishlab chiqarishi hamda ularni o'lishi bakteriyalarning soniga to'g'ri proporsional deb qaralgan. Shuningdek maqolada bakteriyalarning boshlang'ich soni ( $N$ ) va maksimal qiymatlarini vaqtga bog'lanish grafigi keltirilgan.

**Kalit so'zlar:** bakteriya, zahar, funksiya, to'g'ri proporsional, differensial tenglama, miqdor, giperbolik kosinus.

### Анализ размножения бактерий с использованием дифференциальных уравнений

**Аннотация.** В данной статье разработан метод нахождения связи актуальных биологических проблем с помощью математических уравнений как меж предметная связь сегодняшнего дня. В статье также рассмотрен вопрос о размножении некоторых бактерий, их пропорциональное по отношению к количеству, выработки яда, которая пропорциональна числу погибших бактерий. В статье зависимость от времени начального и максимального значений бактерий рассмотрено с помощью графика.

**Ключевые слова:** бактерия, яд, функция, прямо пропорционально, дифференциальное уравнение, величина, гиперболический косинус.

### Analysis of proliferation of bacteria using differential equations

**Abstract.** This article is worked out the theoretical method of finding actual to date biological problem of inter subjective relations through mathematicalequations. As well analyze the problem of multiplication of some bacteriums, their proportional division to the quantity of generation of poison which is prorated to the number of dead bacteriums.

Also there is a time diagram of unital number ( $N$ ) and maximal quantity of tacteriums.

**Keywords:** bacterium, posison, function, directly propoportional, differentialequation, quantity, hyperboliccosine.

Bizga ma'lumki, bakteriologik (biologik) qurol – bu biologik vositalar bilan ta'minlangan maxsus jangovar aslahalar va ularni qo'llash uskunalaridir. Ular dushman tirik kuchlariga, qishloq xo'jalik hayvonlari va o'simliklariga ommaviy ravishda shikast etkazish, ba'zi hollarda esa qurol-yarog', harbiy texnika, jihozlar qismlarini yaroqsiz holatga keltirish maqsadida qo'llaniladi.

Anaerob va aerob bakteriyalarni ko'payish usullari har xil. Aeroblarni ko'payishi uchun kislorod zarur. Anaeroblarni ko'payishi uchun kislorodsiz muhitni yaratish zarur. Bakteriyalarni ko'payishi odatda  $36...40^{\circ}\text{S}$  da  $rN=7...7,5$  muhitda amalga oshiriladi[1].

#### Dolzarb masala.(Bakteriyalarning bo'linishi)

Ba'zi bir bakteriyalar o'zining miqdori (massa, molekulalar soni yoki hajm) ga proporsional ravishda ko'payadi. Bakteriyalar soni ( $N$ ) yoki ularning og'irligi ( $P$ ), hajmi ( $V$ ) ham  $k$ -ko'payish koeffitsientiga to'g'ri proporsional bo'lsin. Bakteriyalarning ko'payishiga qarshilik qiluvchi, ularni o'ldiruvchi (qirib tashlovchi) ta'sirlarni ifodalovchi  $N$  ga proporsional bo'lgan koeffitsient  $k_1$  bo'lsin. Bakteriyalarning dastlabki soni  $N$ , uning eng katta  $M$  qiymatgacha o'sishini, so'ngra dastlabki soni  $N$  qiymatgacha kamayishni vaqt tga bog'liq nazariy formula hosil qilinsin. Bakteriyalarni ko'payish paytidan boshlab, zahar ishlab chiqishi ma'lum bo'lsa, zahar ishlab chiqarish ham  $N$  ga to'g'ri proporsional bo'lib,  $k_2$  bilan belgilansin[2].

Echish. Zahar miqdori xorqali belgilab, masala shartiga ko'ra quyidagicha differensial tenglamalar sistemasini tuzamiz.

$$\begin{cases} \frac{dN}{dt} = kN - k_1Nx, \\ \frac{dx}{dt} = k_2N. \end{cases} \quad (1)$$

Bu (1) differensial tenglamalar sistemasida  $\frac{dN}{dt}$  va  $\frac{dx}{dt}$  mos ravishda bakteriyalarning ko'payish va zahar ishlab chiqarish tezliklari (1) differensial tenglamalar sistemasidagi tenglamalarni mos ravishda bir-biriga bo'lib, quyidagi differensial tenglamani hosil qilamiz:

$$\frac{dN}{dx} = \frac{k}{k_2} - \frac{k_1}{k_2}x \quad (2)$$

hosil bo'lgan (2) tenglamaning ikkala tomonini  $x$  bo'yicha integrallab,  $N$ -bakteriyalar soni bilan koefitsient ( $k, k_1, k_2$ ) larva ishlab chiqilgan zahar miqdori orasidagi bog'lanish kelib chiqadi.

$$N = \frac{k}{k_2}x - \frac{k_1}{2k_2}x^2 + C \quad (3)$$

Agar  $x = 0$  da  $N = 0$  bo'lsa ideal holda (real hayotda bo'lish mumkin emas)  $C_1$  ham nolga teng bo'ladi. U holda bakteriyalar soni bilan zahar miqdori orasidagi bog'lanish

$$N = bx - ax^2 \quad (4)$$

formula orqali aniqlanadi, bu erda  $\frac{k}{k_2} = b, \frac{k_1}{2k_2} = a$  deb belgilaylik;

$y = N(x)$  – funksiya parabolaning grafigi bo'lib, koordinatalar boshi va  $A\left(\frac{b}{a}; 0\right)$  nuqtadan o'tuvchi, simmetriya o'qi  $OY$  o'qqa parallel bo'lgan va uchi  $O_1\left(\frac{b}{2a}; +\frac{b^2}{4a}\right)$  nuqtadan o'quvchi paraboldan iborat. Demak,

$$N_{max} = M = \frac{b^2}{4a} = \frac{k^2 \cdot 2k_2}{4k_2^2 \cdot k_1} = \frac{k^2}{2k_1k_2} \quad (5)$$

Endi bakteriyalar miqdorini  $t$  vaqtga bog'lanishini topaylik. Buning uchun (4) tenglikni  $ax^2 - bx + N = 0$  ko'rinishga keltiramiz va uni  $x$  ga nisbatan echamiz:

$$x_{1,2} = \frac{b}{2a} \pm \sqrt{\frac{b^2}{4a^2} - \frac{N}{a}} \quad (6)$$

$x$  ning  $N$  orqali ifodalash maqsadida bu (6) ifodani (1) tenglamalar sistemasining birinchi tenglamasiga qo'yamiz, u holda

$$\frac{dN}{dt} = kN - \frac{k_1b}{2a}N \mp k_1N \sqrt{\frac{b^2}{4a^2} - \frac{N}{a}} \quad (7)$$

(5) va (6) hosil qilingan formulalarni (7) qo'ysak va ba'zi bir soddalashtirishlardan so'ng [3],

$$\begin{aligned} \frac{dN}{dt} &= kN - \frac{2abkN}{2a} \mp 2a \frac{k}{b} N \sqrt{\frac{b^2}{4a^2} - \frac{N}{a}}, \\ \frac{dN}{dt} &= \mp 2kN \sqrt{1 - \frac{N}{M}} \end{aligned} \quad (7')$$

(7') ni hosil qilamiz. Bu esa o'zgaruvchilari ajraladigan differensial tenglama ( $N$  va  $t$  ga nisbatan) ekanligini ko'rinib turibdi. Agar o'zgaruvchilarni ajratsak, u quyidagi ifoda kelib chiqadi:

$$\frac{dN}{N \sqrt{1 - \frac{N}{M}}} = \mp k dt \quad (8)$$

Bu integralni  $\sqrt{1 - \frac{N}{M}} = y$  ni almashtirish bilan echaylik.

$N = M(1 - y^2)$  bu ifodani ikkala tomonini differensiallasak  $dN = -2Mydy$  hosil bo'ladi.

SHuning uchun  $\mp k dt = -2 \int \frac{dy}{1-y^2} = \ln \left| \frac{1-y}{1+y} \right| + C_1$ ,

$\mp k dt = \ln \left| \frac{1-y}{1+y} \right| + C_1$  bunda  $C_1$  - ixtiyoriy o'zgarimas.

Agar bu tenglamaga  $t = 0$  da  $N = M$  boshlang'ich shartni qo'ysak,  $C_1 = 0$  xususiy integral hosil bo'ladi:

$$\frac{1-y}{1+y} = e^{\mp kt}$$

oxirgi tenglamadan  $y$  ni topsak, giperbolik tangens ( $thx$ ) hosil qilamiz.

$$y = \frac{e^{\mp \frac{kt}{2}} - e^{\pm \frac{kt}{2}}}{e^{\mp \frac{kt}{2}} + e^{\pm \frac{kt}{2}}} \text{ yoki } y = \pm th \frac{kt}{2};$$

Avvalgi  $N$  va  $M$  kattaliklarga qaytib, ushbu tenglamani hosil qilamiz:

$$\sqrt{1 - \frac{N}{M}} = \pm th \frac{kt}{2}$$

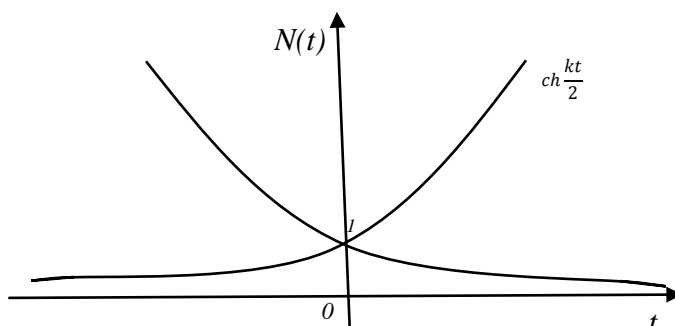
Buning ikkala qismini kvadratga oshirib,  $N$  ga nisbatan echamiz.

$$N = M(1 - th \frac{kt}{2}) \text{ yoki } N = \frac{M}{ch \frac{kt}{2}} \quad (9)$$

Natijaviy nazariy formulani hosil qilamiz.

Xulosa qilib, aytganda Mualliflarning fikricha bakteriyalar (9) formula yordamida ko'payadi va o'ladi.

Agar (9) formulaga  $t = 0$  shart qo'yilsa, giperbolik birga teng bo'lib, bakteriyalar soni eng katta qiymatga erishadi, ya'ni  $N = M$  bo'ladi. Bu esa masalaning shartidagidek bakteriyalar boshlang'ich qiymatiga erishadi. Demak bakteriyalar hech qachon yo'qolib ketmas ekan degan xulosaga keldik. Chunki giperbolik kosinusning grafigi Dekar koordinatalar sistemasining I, II choraklarining yuqori qismida joylashadi (1-rasm). Bakteriyalarning yashash vaqti giperbolik kosinus qonuniga mos ravishda o'zgarib, giperbolik kosinusning hech qachon nolga teng bo'lmasligi bilan izohlanadi.



1-rasm. Bakteriyalarning sonining yashash vaqti bilan bog'liqligi

#### Adabiyotlar

1. Гродзенский Д.Э. Радиобиология Госатомиздат, -М.: 1979 г.
2. Гутер Р.С., Янпольский А.Р. Дифференциал тенгламалар. - Тошкент: Ўқитувчи, 1988 . 163 – 165 б.
3. А.Ф. Филипов. Сборник задач по дифференциальным уравнениям.-М.: “Интеграл-пресс”,1998.

UDK:58(575.1)

#### TURKISTON MINTAQASIDA O'SIMLIK, BUTASIMON EKINLAR VA MANZARALI DARAXTLAR YANGI NAVLARINING TARQALISH TARIXI (XIX ASR OXIRI-XX BOSHLARI)

J.Sh. Hayitov

Buxoro davlat universiteti

**Annotasiya:** Ushbu maqolada XIX asr oxiri-XX boshlarida Turkiston mintaqasida turli o'simliklar va manzarali daraxtlar yangi navlarining tarqalish tarixi haqida manbalar tahlili orqali ilmiy mushohada yuritiladi. Turkiston mintaqasida asalarichilik sohasi vujudga kelishining tarixi masalalari manbalar va adabiyotlar tahlili orqali tadqiq qilingan.

**Kalit so'zlar:** o'simlik, butasimon o'simlik, yulg'un, saksovol, santalino, shabdar, alfa, kendir, sosna, archa, oq beryoza, tamaki, beda, qizil klevar', amerika qayrag'ochi.

#### История распространение новых сортов различных растений и живописных деревьев на Туркестанском континенте в конце 19-го века и в начале 20-го века

**Аннотация:** В данной статье проводится научный рассуждение на анализе исторических источников распространение декоративных деревьев и различных видов растений в Туркестане в конце XIX в. -начале XX вв.



**Ключевые слова:** растение, кустарник, саксаул, сантолино, шабдар, альфа, сосна, арча, белая берёза, табак, клевер, красный клевер, Американский карагач.

**Spreading new sorts of different plants and scenic trees in Turkestan continent at the end of 19th century and at the beginning of 20th century**

**Abstract.** In this article it is observed scientifically by the analysis of sources about spreading new sorts of different plants and scenic trees in Turkestan continent at the end of 19<sup>th</sup> century and at the beginning of 20<sup>th</sup> century.

**Keywords:** plant, bushy plant, tamarisk bush, saksovul-halaxyton, santolina plant, alfa, archa-bir tree, white, tobakko, beda-clover, kucerne, American elm.

O'simliklar tabiat in'omi va mo'jizasi bo'lib, ularning hayotchanligi ob-havo, landshaft va tuproq tarkibi kabi ko'pdan-ko'p omillar bilan bog'liq. Inson o'simliklarni ikki guruhga, ya'ni foydali va zararli bo'lib, o'ziga foyda beradigan turlarini izlaydi. Ularni ko'chirib bir hududdan ikkinchisiga o'tkazadi, yangi hududlarda iqlimlashtiradi orqali dunyo bo'ylab tarqatadi.

O'simliklarni inson yashashi uchun zarur, foydali, ta'm va estetik zavq berishi bilan bog'liq uch kategoriyaga bo'ladilar.

O'simliklarni xususiyatlariga qarab bir qator guruhlarga ajratish mumkin.

1. Uy-joy qurish va issiqlik manbai hisoblangan o'simliklar (asosan daraxtlar).
2. Tola beradigan o'simliklar (paxta, zig'ir, kanop va hokozolar).
3. Bo'yoq olinadigan o'simliklar ( indigo, marennya, shafrar va h.k.).
4. Yog' beradigan o'simliklar (paxta, kanop, zigir, mak, kungaboqar va hokazo).
5. Oziq-ovqat manba bo'lgan o'simliklar:
  - a) donli (boshqoli) ekinlar;
  - b) mevali daraxtlar;
  - v) sabzavot va poliz ekinlari;
  - g) qo'ziqorin va hokazo;
6. Dori-darmon olinadigan o'simliklar (shifobaxsh o'simliklar, paporotnik urug'lari, ildizli o'simliklar va hokazo).

7. Chorva mollari uchun ozuqabop o'simliklar (beda, jo'xori, yovvoyi o'tlar va boshqalar).

8. Ta'm va estetik zavq beradigan o'simliklar (ziravorlar, dolchin, gul va boshqalar).

XIX asr oxirgi choragi - XX asr boshlarida Turkistonda hosil bermaydigan qurilishbop va o'tin maqsadida hamda issiqdan saqlanishga qaratilgan soya-salqinlikni ta'minlaydigan Sharq chinori, terak, tol, gujum, yong'oq, tot va tog'oldi hududlarida o'nlab tur butasimon daraxtlar, sahro va cho'llarda saksovul va yulg'un, chaqish kabilar mavjud edi. Ushbu daraxtlar usta hunarmandlar tomonidan yog'ochsozlik sohasida, qish oylarida tanadan va tabiiy sharoitdan kelib chiqib, turar joylar qurishda (qishda issiq, yozda salqin-J.H.) kabi ko'plab maqsadlarga xizmat qilgan. Xorazm «gujumlar mamlakati» nomini olgan bo'lib, har bir xonadon oldida va hovuzlar atrofida gujum daraxtlari o'stirilgan. Yong'oq va tut daraxtlarining mevasi iste'mol qilinsa, ular tanasidan uy xo'jaligi jihozlari tayyorlash va o'tin maqsadida foydalanishgan. Pista va bodom daraxtlari tog'li hududlarda ko'p hollarda yovvoyi holda o'sib, aholi ular mevasini iste'mol va sotish uchun to'plangan mintaqaning cho'l hududlarida va ariq-kanallar bo'yida, Amudaryo va Sirdaryo qirg'oqlarida katta maydonlarni saksovul, qamish hamda yulg'unzorlar egallagan. Saksovul cho'l hududlarida qum ko'chirishlarini to'sibgina qolmay, yerdagi sho'r miqdorini yo'qotishda foydali edi. Rossiya imperiyasi mustamlakasi davrida saksovul, yulg'un kabi butasimon daraxtlar turkman va qirg'izlar tomonidan ayovsiz chopib yo'qotilayotgani, uni saqlab qolish zarurligi haqida ko'plab ma'lumotlar uchraydi. «Toshkent va O'rta Osiyo temir yo'li bo'yida har yili 1 mln. pud saksovul kesib yo'qotilmoqda. Turkiston general-gubernatori Saksovul bilan uylarini qizitishni taqiqlash to'g'risida qaror qabul qildi (1906 y.-J.H.). Toshko'mir bilan uylarni qizitishga o'tildi, maqsad gullab turgan saksovulni saqlab qolishdir. Shu maqsadda general-gubernator, general-mayor Draginni Sirdaryo viloyatiga yubordi»- deb yoziladi «Turkiston to'plami»da [12.111-112; 15.86-87].

XIX asr 60-yillaridan XX asr dastlabki o'n yilliklariga qadar Turkiston mintaqasiga mevali daraxtlarning yuzlab yangi navlari bilan birga bir qator manzarali (dekorativ-Sh.H.) daraxtlarning turlari ham kirib keldi.

Umuman daraxtlar sifatiga ko'ra yumshoq va qattiq daraxtlarga bo'linib, ular ko'chatini iqlimlashtirish qishloq xo'jaligi tajriba-sinov maydonlari va uchastkalarida olib borildi. «Havaskor bog'bonlar» ham o'z xo'jaliklarida igna bargli daraxtlardan archa, lipa, iva, beryoza, bolxa, shuningdek, qattiq daraxtlar turkumiga kirgan klen, dub, yasen, rus yong'og'i, akasiya kabilarni iqlimlashtirishga kirishdilar. Shunday shaxslardan biri 1870-1917 yillarda faoliyat ko'rsatgan G.G.Ottendorf Farg'ona shahrini ko'kalamzorlashtirish ishlariga boshchilik qilib, 1877 yilda tashkil etgan Marg'ilonsoy qirg'og'ida, pitomnigi (ko'chatxonasi)da 1909 yilgacha 240 ming dona ko'chat parvarishladi. U o'stirgan ko'chatlar orasida mevali daraxtlar bilan birga shumtol, chinor, qayrag'och, akats, zarang, maklyura, bledichaya, aylantus kabi o'nlab manzarali daraxtlar bor edi.

Shuningdek, 1908 yilda Dasht cho'l (Golodnyy step-J.H.) tajriba-sinov maydonida yog'och va issiqlik manbai bo'lgan daraxt ko'chatlari bilan birga, manzarali daraxtlarning Rossiya, Qrim, Kavkaz, hatto, AQSh singari chet ellardan keltirilgan yangi nav ko'chatlari mahalliy sharoitga iqlimlashtirilgan. Yuqorida qayd etilgan yilda tajriba-sinov maydonida 925 tup daraxt ko'chati o'tkazilib, 725 tasi Rossiya markazidan keltirilgan piramidasimon va kumush rang terak, 90 tasi mahalliy tut ko'chati, 35 tasi qayrag'och, 25 donasi - Amerika yasnasi, 25 tasi Amerika akasiyasi, qolganlari manzara beradigan tup, adamovo, akasiya, siren, rus qayrag'ochi va boshqalar edi. Ushbu ko'chatlar urug'i uchun 15 rubl sarflanib, 7-8 yildan so'ng ularni ko'paytirish asosida bir yillik daromadni 260 rublga yetkazish maqsadi ko'zlangan [4.210-211]. Manbalarda Turkistonga ko'chirilgan yangi manzarali daraxtlardan xo'jalik mollari tayyorlashga ham o'tilgani, ularni keksaygan, qurib qolganliklaridan yog'ochsozlikda foydalanilib, jumladan, dubdan bochka, temir yo'l shpollari tayyorlashda, listvennisadan uylarni pol kilishda, Sibir kedridan, trastochki, rus yong'og'i kabilardan shyotka yasashda keng qo'llanilgan.

Manzarali daraxtlar hukumat binolari oldidagi bog' va maydonlarga, ariq va kanallar qirg'oqlariga, istirohat dam olish bog'lari va parklarga, prospekt va ko'chalarga o'tqazilib, xushmanzara ko'rinish hosil qilishgan. Shuningdek, hukmdorlar barpo etgan me'moriy obidalar oldidagi yer maydonlari ham anvoiy gullar bilan birga o'tqazilgan manzarali daraxtlar orqali o'zgacha tabiiy chiroy ochgan. Shuningdek, ob-havoni mo'tadillashtirish yozning issiq kunida salqinlikni ta'minlash, atrof-muhit bahorda yam-yashillikka erishish maqsadlari ham ko'zlangan.

XIX asr oxiri XX asr boshida Turkiston mintaqasi bo'ylab sayohatga chiqqan Rossiya ma'murlaridan biri o'zi Toshkent shahrining Yangi va Eski shaharlarida joylashgan kucha va mavzelarini san'atkorona tasvirlaydi.

– «Toshkentning Eski shahar qismida 150 ming, Yangi shahar qismida 30 ming aholi istiqomat qiladi. Shahar markazidagi general-gubernatorlik binosi oldida, Aleksandr nomli bog'da, harbiylar kazarmasi va yig'ilish binosi atrofida G'arb va Sharqda mashhur bo'lgan oq akasiya, yashil, piramidasimon, kumush rangli terak, vyaz, qayrag'och, oq poyali beryoza, plen, lipa, Sharq chinori, hatto, palma daraxtlari qad ko'tarib turibdi. Shaharning yangi qismi (rus shahri-J.H.)ning Moskva, Chernyayevna, Sobornaya, Peterburg, Skobelev mavzellarida Varshava lizinkasi, Florentina kashinasi, Qora dengiz bo'yi va Kavkaz o'rmonidan keltirilgan daraxtlar, Singapur parki daraxtlari, piramidasimon ko'rinishdagi beryozalar qad ko'tarib turibdi. «Rus shahri to'laligicha parkni eslatadi. Toshkent Qohira bog'larini (Misr) ko'z oldimizda gavdalanitiradi»- deb yozgandi.

Toshkentning Eski shahar kismiga ham XIX asr oxiri - XX asr boshlarida manzarali daraxtlarning yangi turlari kirib borib, Salar, Quyluq, Mahram, O'ratepa bo'ylab oqadigan ariq va anhorlar bo'yida kashtan, lipa, plyusha kabi daraxtlar oq terak bilan birga qad ko'tarib turgan. Shahar atrofidagi bog' va maydonlarda Xitoydan keltirilgan qizil anvoiy gullar bilan birga Rossiyadan keltirilgan igna bargli daraxtlar, doimiy yashillik ramzi bo'lgan archa qad ko'tarib turgan. Toshkent atrofidagi rus posyolkalari va qishloqlarida 6-7 sajen keladigan manzarali daraxtlar o'stirilib, ularning yangi sharoitga iqlimlashtirilgan ko'chatlari bozorda ham sotilardi. 1 desyatina yerda parvarishlangan manzarali daraxtlar ko'chatidan, jumladan oq terak va beryozadan 2000 rublgacha daromad olish mumkin bo'lgan [19.152.]. Biroq, mahalliy aholining turmush tarziga Rossiya va boshqa mamlakatlardan olib kelingan manzarali daraxtlar sekinlik bilan kirib bordi. Toshkent, Farg'ona, Samarqand va Toshkent viloyatlarida, qolaversa, Buxoro amirligi va Xiva xonligi shaharlariga, (eng avvalo rus posyolka va shaharlariga-J.H.) manzarali daraxtlar tarqatdi.

Buxoroning amiri Amir Abdulahad Yangi Buxoro (hozirgi Kogon shahri-J.H.) shahrida Rossiya hukmdori sharafiga 1895-1904 yillarda qurdirgan Abdulahad xonsaroyi atrofidagi 4 gektarlik yer maydonida mevali bog'lar va anvoiy gulzorlar barpo etish bilan birga, xorijdan keltirilgan

Braziliya katalpasi, rus akasiyasi, Adama daraxti kabilarni o'stirishga muvaffaq bo'lganligini qayd etish mumkin. Chambarakka o'ralib o'sadigan, tabiiy yashil devor hosil qiladigan rus boyarishnik o'simligi saroy atrofida o'ziga xos manzara hosil qilgan.

Sharq va G'arb me'morchilik san'atining XIX-XX asrnafis va noyob namunasi bo'lgan Buxoro amirlarining yozgi qarorgohi Sitorai Mohi-Xossa huzuridagi bog'da yetti iqlimdan keltirilgan mevali va manzarali daraxtlar anvoiy gullar o'tkazilgan. Ularni xorijdan keltirilgan bog'bonlar parvarish qilgan... Saroy yaqinida bog'bonlar uchun alohida hovli, gulchilar uchun maxsus qo'rg'on barpo qilinib, unga «Ko'lbai Gulkoron» nomi berilgan.

Buxoro amiri Abdulahadxon (1885-1910 yy.) Qora dengizdan ikki chaqirim uzoqlikdagi baland bir tepalikda uch qavatli bino barpo etib, u Yalta saroyi (Qrim yarim orolida-J.H.) deb nomlangan. Ushbu hashamatli saroy oldida ikki kavatli yordamchi binolar, masjid ko'rinib, hovlida fontanlar o'rnatilgan. Yalta saroyi yer maydoni Amir Abdulaxadxon tomonidan sotib olingan bo'lib, Turkiston florasi va faunasiga oid hayvonlar va o'simliklar olib kelingan. Shuningdek, yer maydonining asosiy qismini turli mamlakatlardan olib kelingan mevali, manzarali daraxtlar va gullar egallagan. Qodirqul Abdul Nabining yozishicha: «Yalta shahridan chetda Sharq uslubida gumeori qilingan «Dilkusho» nomli bog'cha barpo qilingan. Ushbu bog'chada ham o'nlab mamlakatlardan keltirilgan manzarali daraxtlar parvarishlangan.

Turkistondagi «Qishloq xo'jaligi sanoati birodarligi uyushmasi» general-gubernatorlik markazi Toshkent shahrida 1-vystavkani 1894 yilda tashkil etdi. Vystavka 1894 yilda Rossiya imperiyasi Dehqonchilik va davlat mulklari vaziri A.S.Yermolov tomonidan tashkil etildi. Vystavka Farg'ona viloyati Marg'ilon shahrida ham davom ettirildi. Uchinchi bor shunday vystavkani harbiy vazir A.Kuropotkin 1901 yilda Toshkentda uyushtirdi. Vystavka-yarmarka bo'linmalari maxsus komissiya tomonidan ishlab chiqilgan qoida va nizomga ko'ra 1) mevachilik, 2) sabzavotchilik va polizchilik, 3) manzarali bog'dorchilik, 4) uzumchilik va vinochilik, 5) meva va sabzavotlarni qayta ishlash, 6) asalarichilik, 7) urug'chilik, 8) gulchilik, 9) mashina va mehnat qurollari, 10) ipakchilik, 11) ilmiy va adabiy kabi yo'nalishlarda uyushtirildi. Vystavkalardagi uchinchi va sakkizinchi bo'linmalar manzarali daraxtlar hamda gulchilikka qaratilganligi e'tiborga loyiq [7. 80-81].

Ushbu yarmarkalar orqali Turkiston mintaqasida o'stiriladigan mahalliy va ko'chirib keltirilgan yangi ekin navlari namoyish qilinib, mevachilik, uzumchilik, sabzavotchilik va polizchilik targ'iboti bilan birga, manzarali daraxt ko'chatlari, turfa gul navlari kabilarning ham bozorini vujudga keltirish maqsadlari kuzlangan. Vystavka-yarmarkalar Turkistondagi yangi ekin navlarining o'ziga xos takdimoti, iste'molchi va savdogarlarning diqqat-e'tiborini sohaga keng miqyosda qaratish vositasi bo'lgan.

Biroq manzarali, ayrim yangi daraxtsimon ekin navlarini iqlimlashtirish hamma vaqt ham kutilgan natijani bermasdi. Mintaqada Amerika palmasi va kauchuk daraxtini iqlimlashtirish bilan bog'liq ishlarda bu holatni kuzatish mumkin. Kaspiyorti viloyati Ashxobod shahri atrofidagi mahalliy xo'jaliklardan birida Kauchuk daraxtini parvarishlay boshlandi. 2 yil davomida ushbu ekinning bo'yi 16 funtga (1 funt - 0, 33 metr) yetdi. Kauchuk daraxti ko'chati ariq yoki anhor bo'yida o'tkazilsa, yaxshi o'sishi aniqlandi. Kauchuk ko'chatlari Qora dengiz bo'yidagi Suxumidan olib kelindi. Biroq, unga uy hayvonlari, iqlim o'zgaruvchanligi o'sish uchun to'siq bo'ldi»-deb yozgandi «Turkiston to'plami» [21.153.].

Yohud Turkiston general-gubernatorligi kanselyariyasi manziliga 1904 yilda Nijnegorod, Oryol, Kursk, Tula, Mogilyov guberniyalaridan Turkistonda iqlimlashtirish uchun mevali ko'chatlar urug'i bilan birga o'nlab manzarali daraxtlar urug'lari yuborilgan. Biroq ular tajriba-sinov stansiyalarina tarqatilmagan [8.88.]. Manbalarda: «Rossiya Yevropasi Samara shahridan tugaydi. «Antonovka olmalari va bir qator manzarali daraxtlar Amerika va Avstraliyagacha tarqalgan, lekin Orenburg va Turkistonga shahar boshliqlari urug'chilik ishlariga hamon e'tiborsiz» - degan ma'lumot ham keltirilganligi yuqoridagi fikrni mustahkamlaydi [11.428.]. Yangi Gollandiyadan keltirilgan Sapura ham keng tarqalardi [1.105.].

Ko'rsatmalardan birida yangi nav ekinlar bilan bog'liq: «bu sohada hyech kim hyech narsani bilmaydi, hyech kim hyech bir ishni qilmaydi, nima to'g'ri deb hisoblansa o'sha ish qilinadi» - mazmunidagi keskin tanqidiy fikrlar bildirilgandi matbuotda [8.91.].

Tadqiqot qilinayotgan davrda gulchilik sohasida ham sezilarli yutuqlar qo'lga kiritilib, Toshkent va uning atroflarida, shuningdek, samarqandda gulchilik sevimli mashg'ulot turlaridan bo'lgan. Gulning tog' va tog'oldi mintaqalarda bahorda oq, och qizil, qizil, binafsha rangda

ochiladigan o'nlab yovvoyi turlar o'sib, ularning ko'plari hatto o'z nomiga ham ega bo'lmagan. Qirg'iz va tojiklar ushbu gullardan uyni bezatish. Sovg'a qilish zarur bo'lganda chorva mollariga yemish sifatida to'plash maqsadida foydalanganlar. Ayrim hollarda (shart ostida-J.H.) bolalar gullarni bozorga olib borib sotishar, ularni chorva mollari oyog'i ostida payhon bo'lishidan maxsus qo'riqlashardi.

Toshkent shahri atroflarida mahalliy aholi xo'jaligida Xitoy va Hindistondan keltirilgan gul navlari parvarishlangan. Ayniqsa, Xitoy chinni gullarini o'stirish keng tamoyilga kirgandi [8.92.93.].

XX asr boshlarida Toshkent, Samarqand, Ashxobod tajriba-sinov maydonlarida gulchilik sohasida keng seleksiya ishlari olib borilgan. Qishloq xo'jaligi mahsulotlari yarmarkasida «havaskor bog'bonlar» va tajriba-sinov uchastkalari astronomlarining gul pavilonlari sezilarli maydonni egallagan.

1908 yil 4-6 va 7-14 sentyabr kunlari Toshkentda mevachilik, sabzavotchilik, gulchilik va asalarichilik sohasidagi yangiliklarga bag'ishlangan yarmarka uyushtirilgan. V.A.Plesnevich (agronom) o'z yer maydonida parvarishlangan qizil, sariq, oq pushti rangdagi 35 turdagi gullarni namoyish qildi. Ushbu gullar Turkistonga keyingi un yillikda (1898-1908) Amerika, Astraliya, Yevropa davlatlari, Qrim, Kavkazorti kabi hududlardan olib kelinib, muvaffaqiyatli iqlimlashtirilgan edi. Shuningdek, Turkistondagi tajriba stansiyasi xo'jaliklari tomonidan iqlimlashtirilgan 22 turdagi qizil va turfa rangli yangi gul navlari namoyishi yarmarka ishtirokchilari, iste'molchi va gul savdogarlarini o'zgacha e'tiborini tortgan [11.428-429.] Amerikadan Rossiya imperiyasiga olib kelingan kaktus ham Turkistonda uy sharoitida parvarish qilinishi keng tarqaldi. Gollandiyadan keltirilgan daraxtsimon o'simlikka o'xshash «gul daraxtlar»ini iqlimlashtirishga harakat qilindi, gulboshli ekinlardan gul olish uchun yovvoyi va xonaki gullar chatishtirish tajribasi qo'llanildi [1.194-195].

XIX asr oxiri-XX asr boshlarida Turkistonda shifobaxsh va chorva mollari uchun ozuqabop o'simliklarning ham o'nlab yangi navlari tarqaldi. Ularni Turkiston tabiiy sharoitiga moslashtirishda Turkiston mintaqasida faoliyat yuritgan tajriba-sinov stansiyalari, bir qator uchastka va maydonlar muhim rol o'ynadilar.

Shifobaxsh o'simliklardan Santalino<sup>1</sup> bo'lib, bu gulboshli alkaloid (darmin-J.H.) dorivor sifatida Amerika, Shimoliy Misr, Kichik Osiyo, O'rta Osiyo da tarqalgan.

Usha paytda Santolino Turkiston general-gubernatorligiga qarashli Sirdaryo viloyati Chimkent uyezdida ko'p yetishtirilgan. Uning yovvoyi navini madaniylashtirish natijasida, rus tadbirkorlari Chinozda Santolino zavodini ochish masalasini kun tartibiga qo'yganlar. 1000 pud santolino olish uchun bu o'simlikning 50-60 ming pud artemizni gulli boshog'i kerak edi. Bu dorivor okean va dengiz bo'yi xalqlariga ko'p foyda berardi. Santolinodan Germaniyaning Gamburg va Darmshtat shaharlaridagi korxonalarda dori-darmon olinardi. 1 pud santolinoni nemislar 200 rublga xarid qilib, zavodlarda ishlab chiqarilgan 1 pud tayyor dorini esa 600 rublga sotardilar. Keyinchalik bu ekinning 1 pudini qirg'izlardan 80 rublga sotib olinib, har bir puddan 520 rubl foyda ko'rila boshlangan. Qirg'izlarda 300.000 pud santolino zahirasi bor, bu 3-4 yilga yetadi»-deb yoziladi, «Turkiston to'plami»da. Usha paytda (XX asr boshi-J.H.) santolinodan olinadigan doriga dunyo xalqlarining yillik ehtiyoji 1000 pud bo'sa, Rossiya imperiyasida 2-3 pud bo'lgan. Yaponiya 800 pud santolino xarid qilgan.

XX asr boshlarida mintaqa tabiatiga mos, suvsizlikka chidamli butasimon ekinlar yetishtirish zarurati va ehtiyoji tufayli Ispaniya, Jazoirida sinovdan o'tib, ilk bor Kavkaz mintaqasida iqlimlashtirilgan alfa (xalfa) o'simligi olib kelingan. Alfa-tig'iz butali, bo'yi 1<sup>12</sup> arshin, tez ildiz otadigan, suvsizlikka va sovuqqa chidamli o'simlikdir. Bu ekin urug'i ilk bor Tanob Murkgraf tomonidan Jazoiridan olib kelingan. Alfa Kaspiyorti temir yo'li bo'ylab o'stirilgan. Uning poyasidan kanop, ip, qog'oz olish mumkin bo'lsa, tuganagidan dori-darmon olingan.

Shunday dorivor o'simliklardan biri «Rami» (Xitoy krapiva-J.H.) bo'lib, uning poyasidan sifatli tola olingan. Toshkent tajriba-sinov stansiyasida bu ekin turini yovvoyi Kendir bilan birga mahalliyashtirish ishlari olib borilgan [14.16-17.].

Turkiston general-gubernatorligining Yettisuv viloyatida «Amudaryo va Sirdaryo bo'ylarida yovvoyi kendir<sup>2</sup> butasimon o'simligi tarqalgan edi.

<sup>1</sup> Santalino-doimo yashil turadigan butasimon o'simlik bo'lib, asosan O'rta yer dengizi bo'yidagi mamlakatlar hududida tarqalgan. Uning 5 tadan 24 tagacha turi bor. [http://ru.m. Wikipedia.org/wiki/ Santalino].

Yovvoyi holda o'sudigan kendir oz mehnattalabligi, ko'p yillik ekinligi, 3-yildan boshlab tola berishi kabi afzalliklari uchun-yangi, mahalliyashtirilgan navinir yaratish masalasi kun tartibiga qo'yilgan. Kendir Xitoy «Rami»siga qaraganda sovuqda chidamli va hosildorligi yuqori bo'lib chiqqanligi isbotlangandi. XX asr boshlarida imperiya ehtiyojlari uchun har yili o'rtacha 40 ming tonna kendir yetishtirilardi [14.16.]. Biroq, ushbu dorivor ekinlarni mol lichinkasi, chirish kasalliklaridan saqlash uchun chora ko'rish maqsadida davlat xazinasidan uzoq muddatli (5 yilga-J.H.) kredit (ssuda) ajratish masalalari kun tartibiga qo'yilgandi.

Manbalarda dorivor o'simliklar 800 tur (ba'zan 300 tur-J.H.) deb ko'rsatilgan holda, yuzlab turlari Turkistonda yovvoyi va mahalliyashtirilgan holda o'sishi qayd etiladi. Jumladan, shirinmiya, achchikmiya, qizilmiya kabi o'simliklar ham shunday o'simliklar qatoriga kiradi. Bo'yoq va dori olinadigan ro'yonni ham madaniylashtirilib, ko'paytirish tajriba-sinovdan o'tkazilgan. Turkistonda chorva mollari uchun eng ko'p tarqalgan ozuqabop ekin turi bu beda hisoblanib, mahalliy beda o'ti sezilarli darajada keng dalalarni egallagandi. Beda ko'p yillik ekin bo'lib, yerning sho'rini olishda, yoz va qishda chorvaning (katta tuyoqli va kichik tuyoqli uy hayvonlari ot va tuyalar uchun-J.H.) asosiy ozuqa mahsuloti hisoblangan. Bu o'simlik turi bahor va kuzda ekilgan, bedani bir yilda 3-5 marta o'rib, ho'l holatda va qishda quritib chorvaga ozuqa sifatida berishgan. Badavlat oilalar 20-30 tanopgacha yer maydonida beda ekishgan. 1890 yilda 400 bog' beda 1-1<sup>1/2</sup> rubldan (1zda); 3-4 rublgacha (qishda) sotilgan. 1901 yilda Farg'ona vodiysida bedazorlar 39.565 desyatina, 1902 yilda 44.970 desyatini, 1903 yilda 50.3429 desyatini, 1904 yilda 45.947 desyatini tashkil etgan. Qirg'iz dehqonlari seno o'simligidan, ya'ni rus posyolkalarida yovvoyi holda o'sadigan senokoni o'rib, chorvaga ozuqa to'plashgan. Paxtazorlar kengayib, bedazorlar kamayganidan so'ng uning qishda 100 bog'lami 8-10 rublgacha ko'tarilgan. Bedaning ham hosildor yangi navlarini yaratish ustida ishlar olib borilgan. Ma'lumotlardan birida Farg'onada uyezd va zemstvo ma'murlari chorva mollari ozuqa bo'ladigan yangi ekin navlarini tayyorlashga va ularni yaratidigan agronomlarga e'tibor qaratmayapti. Agar bularga e'tibor qaratisa, ko'plab yangi o't navlarini iqlimlashtirish imkoni tug'ilardi. Shuningdek, agronomlar tayyorlaydigan 6 ta maktabida 60-80 ta o'quvchi ta'lim olishi o'rniga ular soni 60-80 ta o'quvchi ta'lim olishi o'rniga har bir maktabdagi 6 ta sinfdagi o'quvchilar soni 20-30 tadan oshmaydi» mazmunidagi tanqidiy fikrlar bildirilgan. Bedaning vegetasiyasi, ozuqabopligi, hosildorligi, narx-navosi A.Shaxnazarov tomonidan atroflicha tahlil qilingan.

Beda ekinining 1 desyatina maydonidan 516 puddan-800 pudgacha pichan olinib, 1 pud beda urug'i 1 rubl 60 qopdan - 2 rublgacha, narx-navo oshgan paytda 2 rubl 15 qopdan - 1 rubl 70 qopgacha sotilgan. Dehqonlar beda urug'idan 1 desyatina yerdan 48 rubl daromad olib, Samarqanddan Odessaga 1897 yilda 20 ming pud beda urug'i chiqarilgan.

Ozuqabop ekinlardan bedasimon o'simlik klever<sup>3</sup>ni iqlimlashtirish ishlari yo'lga qo'yilib, dukkakli o'simliklar oilasiga kiradigan bu o'simlik turini tarqatishga alohida e'tibor qaratilgan. Ushbu o'simlikni mahalliy beda bilan qiyoslaganda ko'proq foyda berishi isbotlandi.

Vatani Yevropa, Shimoliy Afrika, so'ngra Sibir, Kamchatki, Rossiyaning Yevropa qismi, Uzoq Sharq bo'lgan qizil klever (o'tzor va klever-J.H.) ham Turkistonda iqlimlashtirildi. Qizil klever gulsimon tus olib, 55 smga o'sadi, uning 2 yillik, ko'p yillik turlari bo'lib, 3 bo'lakli bargi, qizil gultoiji mavjud. Klever ham ozuqabop, ham dorivor o'simlik hisoblanib, ertachi navi iyunda, kechki navi sentyabr oyida gullaydi va uning mevasi pishib yetiladi. XIX asr oxirida Turkiyadan chorvaga ozuqa bo'ladigan bir qator o't- navlarining urug'lari olib kelinib, iqlimlashtirildi. Biroq ular mahalliy beda, klever, qizil klever singari kutilgan natijani bermaydi.

Turkistonda iqlimlashtirilgan, Eronning Mashhad viloyatidan keltirilgan yangi ozuqabop ekin navi «Shabdar» (fors beda o'ti, «Tunggi o'simlik»-J.H.) hisoblanadi. Uni iqlimlashtirish ishlari uzoq vaqt olib borilgan. Shabdarning Hindistonda ham o'stirilgan mahalliy turi bo'lib, «shaftal» deb atalgan.

<sup>2</sup> Kendir-ko'p yillik butasimon o'simlik, bo'yi 1,5 metrgacha o'sadi, asl vatani Shimoliy Amerika bo'lib, gorizontil ildizli, npoyasi tik, barglari qarama-qarshi o'sadi, undan kanop, ildizidan dori olinadi. [WWW.belena.biz. > novz kend].

<sup>3</sup> Klever-1 yillik, ko'p yillik, patak (yoyma) ildizli, barglari uch bo'lakli, qizil oq, ayrim hollarda turfa rangli o'simlik. "O'simliklar bazasi" ro'yxatiga ko'ra 244 ta turi bor. Undan asal ham olinadi. Klever asali rangsiz, xushbo'y ta'mli va shifobaxshdir. [https://ru.wikipedia.org/wiki/klever]. "Shabdar (tunggi klever)- 1 yillik va ko'p yillik o'simlik, o'zidan nektar chiqaradi, bo'yi 70 sm.cha bo'lib, barglari 1-2 sm. iyunda gullaydi, asal berishi isbotlangan. [Y.772.iii /rms-ProdIO 2+ Shav/ 1676 him.]"

Shabdar-ozuqabop o'simlik, paxta yerlarini almashlab ekishda ularni ozuqalaydi, o'g'itlaydi, mevali daraxtlar ostini yashil o't bilan qoplaydi, yashil o'g'iti vazifasini o'taydi. Shabdar urug'ining XIX asr oxirida Turkistonga 1 yillik urug'i, keyinchalik esa 3-5 yillik (ko'p yillik) urug'i olib kelinib, iqlimlashtirildi.

1907-1908 yillarda agronom janob Ulyanov tomonidan Mashhad (Eron)dan bir necha pud shabdar urug'i olib kelindi. Ushbu urug'lar tajriba-sinovdan muvaffaqiyatli o'tdi.

AQShning Dakota shtatidagi Bruksings agronomiya maktabi professori N.Ye.Ganzen (u 4 marta Rossiyaga tashrif buyurgan-J.X.) 1898 yilda Turkiston bo'ylab sayohat qilganida AQSh iqtisodiy qudratiga xizmat qiladigan o'simlik navi sifatida 900 kg mahalliy beda urug'i va katta miqdorda shabdar urug'ini o'z vataniga olib ketgan.

Professor N.Ye.Ganzen Turkiston mintaqasida o'sadigan ozuqabop va shifobaxsh o'simliklar, mevali daraxtlar ko'chatlarini AQShning Dakota Shtatida iqlimlashtirilgan. Olim gibridlash, payvandlash urug'larni chatishtirish usullari orqali, tarvuz, apelsin, qaroli yangi navlarini yaratdi. Uning gibridlash usuli Menden qonuniyatiga asoslangan bo'lib, bu yo'nalishda amalga oshirilgan va olingan natijalar «mendemanlar»-deb atalgan. N.Ye.Ganzen, R.R.Shreder bilan muloqotlar bo'lgan, Amerika janubida, quruq iqlim sharoitida o'satidan, issiq va sovuqqa chidamli, kamsuv talab qiladigan o'simlik navlarini Turkistonda iqlimlashtirish masalasida ikkala olim fikr almashgan.

Nafaqat N.Ye.Ganzen, ikkinchi bir amerikalik o'simlikshunos olim va ekspert Anter Byorbenk Turkistonda inson uchun foydali va sug'orilmaydigan yerlarda iqlimlashtirishga yaroqli o'simlik ekin turlarini izlagan. U Janubiy Afrikada yumshoq bargli, tikani o'tkir va uzun bo'lmagan kaktus navini izlab topgan. U AQSh kongressiga yangi kaktus navi yaratganligi, undan 1 akr ( $3^2$  desyatina-J.H.) yer maydonidan 200 tonna (12 ming pud) chorvaga ozuqabop meva olish mumkinligi haqida xabar qilgan.

Amerikalik ekspert yaratgan kaktus navini Turkiston o'lkasida chorva iste'molining yangi o'simligi sifatida iqlimlashtirishga amaliy harakatlar bo'lgan [9.123.].

Xulosa o'rnida qayd etish mumkinki, XIX asrning oxiri - XX asr boshlarida Turkiston mintaqasiga o'nlab o'simlik, gul, butasimon o'simlik va manzarali daraxtlarning yangi navlari kirib keldi. Mahalliy sharoitga iqlimlashtirilgan 50 turga yaqin gullarning yangi navlari, o'simlik turlaridan Yolg'on (Aldamchi) akasiya, Ayland, grek yong'ogi, gladeya, tavr sosnasi, mojevinnik, boyariynik, Braziliya katalupasi, shilva, kataranga, beryoza kabi manzarali daraxtlar, shabdar, qizil klever kabi chorva uchun ozuqabop ekinlar, tamakisining o'nlab yangi navlari kabilar shular jumlasidandir. O'simlikshunoslik sohasini rivojlantirish maqsadida o'simliklarning bir qator yovvoyi navlari chatishtirish orqali madaniylashtirildi, samali seleksiya va urug'chilik ishlari olib borildi. Bu sohadagi olib borilgan faoliyatda bo'lib, ijobiy yutuqlar qo'lga kiritilganligi e'tiborga loyiqdir.

#### Adabiyotlar

1. Аму-Дарьинская экспедиция в Арало-Каспийском море (Ботаническая исследования С.М.Смирнова) // Туркестанский сборник. -Том 118. -С.190-197.
2. Ажирик.// Туркестанский сборник. -Том. 501. -С.770-783.
3. Бродовский С. Кендырь.// Туркестанский сборник. -Том. 461. -С.28-39.
4. Бушев М. Показательное нормальное хозяйство в голодном степе.// Туркестанский сборник.-Том.500. -С. 199-211.
5. Вамбери А. Средней Азии (дополнение к «петушествию по Средней Азии»).// Туркестанский сборник. -Том. XIII (13). 1-323 стр.
6. Вода в Туркестанском крае.// Туркестанский сборник. -Том.493.-С.63-64.
7. Выставка ярмарка.// Туркестанский сборник. - Том.478. -С.80-81.
8. Дедлов В. «Дерзкое диво природы».// Туркестанский сборник. - Том.417. -С.88-94.
9. Ещё о сухом земледелии.// Туркестанский сборник. - Том.445. -С.122-123.
10. Земледельческая производительность Средней Азии.// Туркестанский сборник. - Том. XXIX (29)/ -С. 163-185.
11. Известия о деятельности Туркестанского общества в сельского хозяйства.// Туркестанский сборник. - Том.500. -С.425-429.
12. Истребление саксаула.// Туркестанский сборник. - Том.4658. -С.111-112.
13. Корреспонденция (ст. Голодное степь Ср.Аз.жел.дор.)// Туркестанский сборник. - Том.501. -С.758-770.

14. Краузе И. несколько слов о кендырь.// Туркестанский сборник. -Том.440. -С. 16-17.
15. Лесничий А. Лукин. Амударьинские кызыл-кумы.// Туркестанский сборник. - Том.445. -С.85-88.
16. Материалы по географии Тянь-Шанья. Собрания во время путешествия 1869 года, членом учредителем Средне-Азиатского общества бороном А.В.Кульборсом.// Туркестанский сборник. - Том.12. -С.341-372.
17. Невеский М. Список деревьями и кустарникам произрастающим в Самаркандской области.// Туркестанский сборник. - Том.525. -С. 177-183.
18. Некоторые ценная растения горной части Самарканда.// Туркестанский сборник. - Том.481. -С.124-125.
19. О геоботанических исследованиях в Восточном Тянь-Шань и его предгорьях (совершенных летом 1886 год а).// Туркестанский сборник. -Том.406. -С. 136-169.
20. О травасеений в Ферганской области.// Туркестанский сборник. -Том.421. -С.60-64.
21. Опыт посадки в грунте Каучукового дерева.// Туркестанский сборник. -Том.432.- С.153.

UDK: 633.88

### DALACHOYNING (HEPERIKUM PERFARATUM L) MORFO-BIOLOGIK XUSUSIYATI

**М.Н. Begmatova**

*Samarqand davlat universiteti*

**Annotasiya.** Dalachoy (teshik bargli) *Hypericum perforatum* L dalachoydoshlar Hypericaceae oilasiga mansub ko'p yillik o't bo'lib balandligi 30-100 sm keladigan, poyasi tik o'suvchi yuqori qismidan shoxchalangan, silindrik shaklida qavrg'ali . Bargi qarama-qarshi joylashgan ellepssimon yoki cho'ziq tuxumsimon, butun qirrali, o'troq. Gullari ro'vaksimon yoki qalqonsimon to'pgulga birlashgan. Gultoji sariq. Mevasi cho'ziq tuxumsimon ko'sak urug'i mayda cho'ziq bo'lib jigarrangda.

**Kalit so'zlar.** O'simlik, ro'vaksimon, qalqonsimon, butun qirrali, cho'ziq tuxumsimon, silindr shaklida, to'pgul, urug', ko'sak.

#### **Морфологическая биологическая особенность Звербой (*Hypericum perforatum* L)**

**Анотация.** Звербой (*Hypericum*) род цветковых растений семейство Звербойные (*Hypericaceae*). Стебли прямостоячий на гладкой поверхности выделяются две продольные линии, высота составляет 30-100 см. Листья супротивные, сидячие, эллиптическая, продолговато-яйцевидная, цельнокрайние. Цветки многочислинные, собранные в конечные метельчатые или щитковидные соцветия. Лепестки желтого цвета. Плод кожистая коробочка, смена мелкие, продолговато овальные.

**Ключевые слова.** Растение, продолговато-яйцевидная, щитковидные цельнокрайние, цилиндрические, семена, коробочка.

#### **Morphological and biological feature of *Hypericum***

**Abstract.** *Hypericum*. The family *Hypericaceae* in mammals is a cylindrical form of grass, which height is 30-100 cm and comes from the top of the stem. Elliptical or long standing, ovoid, edged, gray. Corolla is yellow. Fruit seeds are piolonged and eegg-shaped, bolls are small and prolonged.

**Keywords:** plant, healing, slimness, thyroid gland, fringed, prolonged, cylindrical, flower peas, seeds and bolls.

#### **Kirish.**

Tabobat ilmining sultoni buyuk bobokalonimiz Abu Ali ibn Sino o'z davrida kasalliklarni davolashda shifobaxsh o'simliklardan keng foydalangan. Bir necha yillik tajribalari va to'plagan ma'lumotlari asosida tabobatga bag'ishlangan "Tib qonunlari" asarini yaratgani xammamizga ayon. Mana bir necha asrlar o'tsa xam mazkur asar o'z axamiyatini yo'qotgan emas, aksincha butun dunyoda hozirgi vaqtda xam foydalanib kelinmoqda. Buning boisi, birinchidan asarning to'la mukammalligi, ikkinchidan, shifobaxsh o'simliklarni tabobatda ahamiyati yanada ortib borayotgani sababidandir. Chunki tabobatda ishlatilayotgan, kimyoviy usul bilan olinayotgan dori vositalariga

nisbatan o'simliklar muolajadan so'ng organizmda hech bir asorat qoldirmaydi, bu haqiqat tabobat amaliyotida o'z tasdig'ini to'la-to'kis topgan (Q.X.Xojimatov,1994). Er yuzida dorivor o'simliklarning 10-12 ming turi bor. 1000 dan ortiq o'simlik turlarining kimyoviy, farmakologik va dorivorlik xossalari tekshirilgan. O'zbekistonda dorivor o'simliklarning 577 turi mavjud. Shulardan hozirgi vaqtda 250 ta turi ilmiy tabobatda ishlatilmoqda (Murdaxaev, 1984). Ma'lumki yovvoyi holda o'suvchi dorivor o'simliklarni madaniylashtirishda va undan farmatsevtika sanoati uchun hom- ashyo tashkil etishda bu o'simliklarning plantatsiyalarini hosil qilish talab etiladi.

Buning uchun dastavval madaniylashtiriladigan o'simliklarning faqat biologik, ekologik va fiziologik xususiyatlarini balki ularni yetishtirishning texnologik elementlarini ham ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etadi. Bundan shu narsa aniq bo'lmoqdaki, o'simlik xom ashyolaridan tayyorlanadigan dori-darmonlarga bo'lgan ehtiyoj kun sayin ortib bormoqda. Bu hol shifobaxsh o'simliklardan kengroq foydalanishni taqozo etadi. Ana shunday shifobaxsh o'simliklardan biri Heperikum perfaratum L. - Dalachoydir.

Bu o'simlik dalachoydoshlar Hypericaceae oilasiga mansub ko'p yillik o't bo'lib balandligi 30-100 sm keladigan, poyasi tik o'suvchi yuqori qismidan shoxchalangan, silindrik shaklida qavrg'ali. Bargi qarama-qarshi joylashgan ellepssimon yoki cho'ziq tuxumsimon, butun qirrali, o'troq. Guli aktinomorf ko'p bo'lib, ular ro'vaksimon yoki qalqonsimon to'pgulga birlashgan. Guljoji sariq. Gulkosa va gultojibarglari 5 tadan, changchisi cheksiz urug'chisi 3 ta tugunchasi ustki mevasi cho'ziq tuxumsimon ko'sak urug'i mayda cho'ziq bo'lib jigarrangda. Heperikum perfaratum L. mayi-yun oylarida gullaydi, urug'i avgust-sentyabrlarda pishadi.



#### Natijalar va tahlillar .

Sam VMI tajriba maydonida 2018 yil 5martda 1000 dona urug' ekildi. Fenologik kuzatishlar natijasi shuni ko'rsatadiki (jadvalga qarang)

1-jadval

Heperikum perfaratum L fenologik kuzatish natijalari

Kuzatish natijalari olib borilgan kun	Barg soni	Barg bo'yi	Barg eni	Poya bo'yi	Poyadagi novdalar soni	Novda o'lchami
25.04	6	0.3	0.2	0.4	-	-
5.05	10	0.5	0.4	1	-	-
15.05	12	1	0.6	4	-	-
25.05	14	1.5	1	4	-	-
5.06	24	1.5	1	13	12	0.2
15.06	34	1.5	1	13	14	1.5
25.06	38	1.5	1	25	26	2
5.07	42	1.5	1	30	30	7
15.07	52	1.5	1	38	34	17
25.07	53	1.5	1	40	38	17



5.08	53	1.5	1	40	40	18
15.08	55	1.5	1	41	40	19
25.08	55	1.5	1	42	42	19
5.09	56	1.6	1	43	43	19.2
15.09	58	1.6	1	48	46	19.5
25.09	60	1.7	1.1	60	48	19.5

Eng kam o'simlik unib chiqishi 5 aprelda kuzatilib u 10-15 % tashkil etgan bo'lsa bu ko'rsatkich 25 aprelda 55-65 % ga teng bo'ladi. Undan keyingi kuzatishlarda o'simlikning unib chiqishi kuzatilmadi. Urug' pallali maysalar bo'yining 2 ta urug'pallaning o'lehamini kuzatganimizda bunda 5aprelda uzunligi 0.1 sm ga teng bo'ldi. 25 apreldan boshlab o'simlikda chin barglar paydo bo'la boshladi bu jarayon sentyabrning oxirigacha davom etdi. Bu ko'rsatkichlar tahlil qilinganda 25aprelda shakllangan chin bargning soni 4 ta barg bo'yi 0.2 va eni 0.5 sm ni tashkil etadi Vegetativ davrining oxirlariga borib barg soni va barg eni uzunligi ortib bordi. Chunonchi 25 sentyabrlarda olib borilgan kuzatishlar natijasida o'simlikda 60 ta chin barg paydo bo'lib bu barglarning o'rtacha uzunligi 1.7sm va eni esa 1.1 sm ga teng bo'ldi. Shuni ta'kidlash lozimki may oyida barglarning o'sish tezligi iyun oyiga nisbatan sust kuzatildi. Asosiy va yon barglarning o'sishini kuzatganimizda shu narsa aniqlandiki bunda 25 aprelda hosil bo'lgan asosiy novdaning bo'yi 0.4 sm bo'lib unda yon novdalar hali kuzatilmadi. Yon novdalarning hosil bo'lish jarayoni 5 iyundan boshlab bunda yon novdalar soni 12 taga teng bo'ldi. Yon novdalarning paydo bo'lishi va asosiy novdaning o'sishi 25 sentyabrgacha davom etdi yani 25 sentyabrga kelib o'simlikda yon novdalar soni 48 taga va asosiy novdaning bo'yi esa 60 sm ga teng bo'ldi.

#### Xulosa

Heperikum perforatum L naqadar istiqbolli dorivor o'simlik ekanligi yuqorida keltirilgan ma'lumotlardan ma'lum. Fenologik kuzatishlar natijasi shuni ko'rsatadiki , chin barglar va novdalarning intensiv rivojlanishi asosan avgust oylarida kuzatilib keyinchalik bu jarayon susayishi aniqlandi.

Tajribalar Samarqand veterinariya meditsinasi institutiga qarashli Oqdaryo tumani tajriba maydonlarida va Urgut tumanidagi Sherzod, Sherqo'zi Jamshid ro'ziyevich fermer xo'jaligida olib borilmoqda.

#### Adabiyotlar

1. M. Nabiev, I. Karimov. Shifobaxsh o'simliklardan damlama qaynatma malham. Toshkent 1994 y b 63.72 b. .
2. Q.H.Hojimatov, K. YU. Yuldoshev, U.SH.Shog'ulomov, O.Q. Hojimatov. Shifobaxsh giyohlar dardlarga malham.Toshkent 1995.b 24.
3. Xolmatov H.X. Z. H. Habibov. O'zbekistonning shifobaxsh o'simliklari. Toshkent 1976.
4. Xolmatov H.X. A.I.Qosimov. Dorivor o'simliklar.

UDK: 551.4(575.1)

**DARYOLAR OQIMINING O'ZGARUVCHANLIGI VA UNI STATISTIK BAHOLASH****(Sangzor va Zominsuv daryolari misolida)****Sh.R. G'aniyev, B. Dilmurodov, E.Ulug'murodov.***Samarqand davlat universiteti*E-mail: [ganiyev\\_shaxob@mail.ru](mailto:ganiyev_shaxob@mail.ru)

**Annotatsiya.** Ma'lum hududdagi daryolarning oqim ko'rsatkichlarini tadqiq etishda oqimning o'zgaruvchanlik koeffitsientlari va yillararo tebranishlari aniqlanadi. Daryo oqimining o'zgaruvchanlik koeffitsientlarini o'rganish oqim me'yori va mavsumlararo tebranishlarini aniqlashga imkon beradi.

**Kalit so'zlar:** o'zgaruvchanlik koeffitsiyenti, oqim me'yori, statistik baholash, mavsumlararo tebranish, ko'p suvli, kam suvli, mutlaq balandlik

**Изменчивость стока рек и его статистическая оценка****(на примере рек Сангзор и Заминсай)**

**Аннотация.** При исследовании показателей стока рек определенных территорий выявляются коэффициент вариация и межгодовых колебаний стока. Изучение коэффициент вариации стока реки даёт возможность определить норму стока и его сезонные колебания.

**Ключевые слова:** коэффициент вариация, норма стока, статистическая оценка, сезонные колебания, многоводье, маловодье, абсолютная высота.

**Variaty of river stream and making it the statistically.****(on the sample of the Sangzor and the Zominsuv rivers)**

**Abstract.** To apply stream indicators of the rivers in certain settlements are defined by the variety coefficient. To study variety coefficient of a river gives a chance to define stream measures and their seasonal shaking.

**Keywords:** variety coefficient, stream measure, statistical making, seasonal shaking, abounding in water, lack of water, absolute height.

**Kirish.**

Daryolar suvidan foydalanish bilan bog'liq bo'lgan ko'pgina nazariy va amaliy masalalarni hal etishda oqim normasi (me'yori)ni aniqlash talab etiladi. Quyida oqim normasini aniqlashda daryo oqimining o'zgaruvchanligini hisobga olish, uni statistik baholash va oqimining yil davomida mavsumlar, fasillar, oylar bo'yicha taqsimlanishini baholash usullari yoritiladi [1].

Xalq xo'jaligi tizimi maqsadlarida daryolar suvidan samarali foydalanishda uning faqat oqim me'yori haqida ma'lumotlarga ega bo'lish yetarli emas. Bunda ko'p suvli va kam suvli yillardagi oqim miqdorini, ularning takrorlanish va ta'minlanish natijalarini bilish ham lozim.

**Asosiy qism.**

Yuqoridagilardan kelib chiqib Jizzax viloyati hududida joylashgan Sangzor va Zominsuv daryolariga tegishli ma'lumotlar to'plandi. **Sangzor** Jizzax viloyatining eng yirik daryosi hisoblanib, uning umumiy uzunligi 198 km. Suv yig'ish maydoni 3220 km<sup>2</sup> ni tashkil etadi. Sangzor daryosi Turkiston tog' tizmasining Guralash dovoni yaqinida 3400 metr balandlikdagi buloqlardan va tog'ning shimoliy yonbag'irlaridan boshlanuvchi 80 dan ortiq soy va jilg'alar (Xo'jasoy, Boyko'nt, Ko'kjarsoy, Oqqo'rtonsoy, Tangatopdisoy, Sutarik, Baxmalzarsoy, Navqasoy va boshq.) qo'shilishidan vujudga keladi. Sangzor daryosi o'z suvini Jizzax shahridan 70 km shimoliy-g'arbda joylashgan Qizilqum cho'lining janubiy-sharqiy chekkasiga Aydar-Arnasoy ko'llar tizimining bir bo'laki hisoblanuvchi Tuzkon ko'lga borib quyadi.[2]

Daryoning bosh qismi Guralashsoy nomi bilan atalib, Kichik Qorashaqshaq qishlog'i yonida Jontekasoyning qo'shilishi natijasida Sangzor nomini oladi. Sangzor daryosining chap irmoqlari hisoblangan Guralash, Boyqo'ng'ir, Ko'kjar, Tangatopdi, Jumjum, Baxmalzorsoylari qor va bahorgi yomg'ir suvlaridan to'yinadi. Qolgan irmoqlari esa bahorgi yomg'ir va yer osti suvlaridan to'yinadi. Sangzor daryosi mart-iyun oylarida to'lib oqadi. Yorg'oq qishlog'iga qadar Sangzor Turkiston tizmasi bilan uning tarmog'i hisoblangan Molguzar tog'lari oralig'ida keng vodiy bo'ylab toshloq, serostona o'zanda shimolga tomon oqadi. Sangzor daryosi havzasidagi toshqin suvlarini to'plab ekin

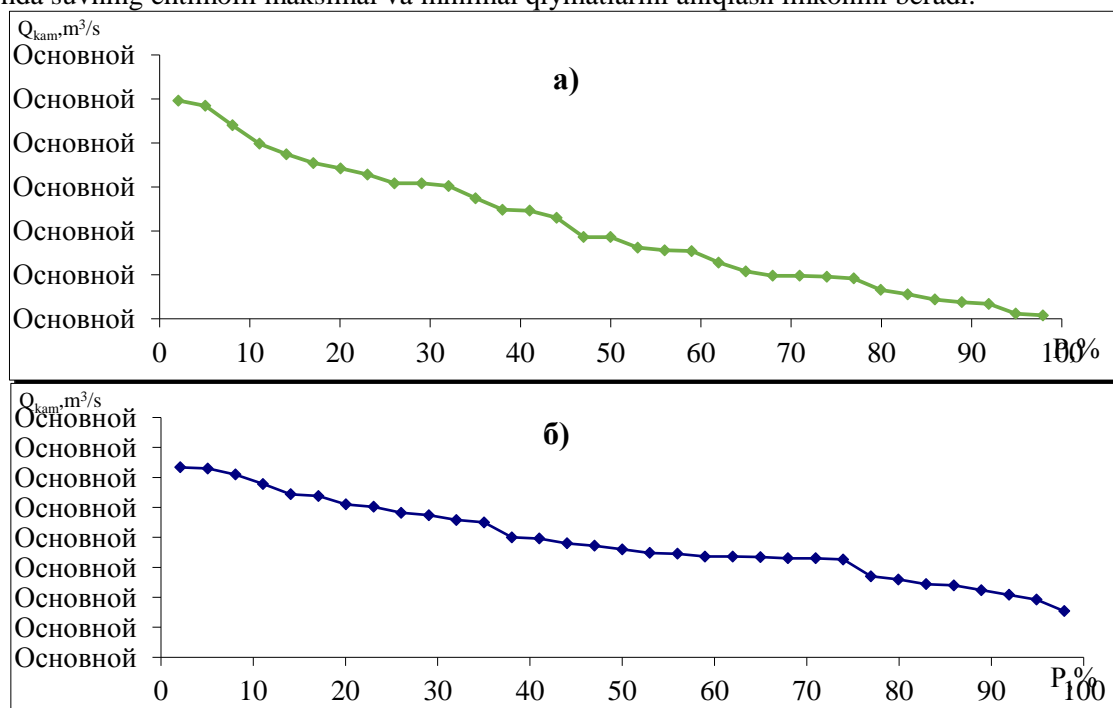
maydonlarini sug'orish va undan to'laroq foydalanish maqsadida Jizzax suv ombori qurilgan. Jizzax shahridan oqib o'tgandan keyin kam suvli Sangzor daryosi "Qili" nomi bilan ataladi. Unda sug'orishdan ortgan juda oz miqdordagi tashlama suvlar va sizot suvlar oqadi [5].

Zominsuv daryosi Turkiston tog' tizmasining qariyb 2500 metr balandlikdagi shimoliy-g'arbiy yon bag'irlaridan boshlanuvchi bir necha soylarining (O'rikli soy, Galdiravut, Yettikechuv, Ko'leuv, Qizilmozor va Qashqasuv va boshqalar) qo'shilishidan hosil bo'ladi. Sirdaryo-Xovos-Jizzax temir yo'liga yetmasdan Qo'shtamg'ali qishlog'idan 3,5 km janubiy-sharqda tugaydi. Ushbu daryoning yuqori oqimida Yettikechuvsoyning Galdiravutsoy bilan qo'shilishidan hosil bo'ladi. Zominsuv daryosining suv yig'ish maydoni 709 km<sup>2</sup>, suv yig'ish maydonining o'rtacha balandligi 2094 m, o'rtacha ko'p yillik suv sarfi 2,0 m<sup>3</sup>/sek, maksimal suv sarfi 4,56 m<sup>3</sup>/sek, minimal suv sarfi 0,8 m<sup>3</sup>/sek ni tashkil etsa, uzunligi 58 km ga yetadi. Daryo mavsumiy qor va yomg'ir suvlaridan to'yinadi, to'lin suv davri mart-iyun oylariga to'g'ri kelsa, yilning boshqa davrlarida juda oz miqdordagina suv oqimiga ega bo'ladi. Zominsuv ko'proq qor suvlari, yomg'ir va buloq suvlari hisobiga to'yinadi.

Zominsuv daryosi suvidan Zomin shaharchasi, Duoba, Yettikechuv markazlari va boshqa qishloqlarni suv ta'minlash hamda ekin maydonlarini sug'orishda foydalaniladi. Zominsuv havzasidagi toshqin suvlarini to'plab aholi va ekin maydonlarni suv bilan ta'minlash, daryo oqimini boshqarish maqsadida 40 mln.m<sup>3</sup> suv sig'imiga ega bo'lgan Zomin suv ombori qurilgan.

Daryolar oqimining o'zgaruvchanligini o'rganishning xalq xo'jaligidagi ahamiyati beqiyosdir. Chunki o'rganilgan daryolar uchun quyidagi ishlarni:

- daryolardagi oqim miqdorini bashorat qilishda,
- turli gidrotexnik inshootlar (to'g'onlar, kanallar, gidrouzellar, ko'priklar) bunyod etishda suvning ehtimolli maksimal va minimal qiymatlarini aniqlash imkonini beradi.



1-rasm. Jizzax viloyati daryolari suv sarflarining ta'minlanish egri chizig'i grafigi:  
a) Zominsuv-Duoba; b) Sangzor-Qirq;

O'рта Osiyo daryolari oqimining o'zgaruvchanligiga absolyut balandlikning ta'sirini dastlab V.L.Shuls miqdoriy baholashga muvassar bo'lgan. Olib borgan tadqiqot natijalariga asoslanib quyidagi emperik ifodani tavsiya etgan:[6]

$$Sv = \frac{E}{N^n_{ort}},$$

bu ifodada: E- yig'indi koeffitsiyent bo'lib, u daryo havzasining tabiiy-geografik sharoitini harakterlaydi; N<sub>ort</sub> - daryo havzasining o'rtacha balandligi, metr; n – gidrologik kattalik bo'lib, S<sub>v</sub> = f (N<sub>ort</sub>) bog'lanishning burchak koeffitsiyentini ifodalaydi. Yuqoridagi ifoda yordamida gidrologik

jihatdan o'rganilmagan daryolar oqimining o'zgaruvchanlik koeffitsiyentini aniqlash tavsiya qilinadi.

Gidrometrik ma'lumotlar, ya'ni kuzatilgan yillar yetarlicha uzun qator ( $n \geq 25-30$ ) bo'lganda, daryo oqimining o'zgaruvchanlik koeffitsiyenti ( $C_v$ ) ni miqdoriy baholash ehtimollar nazariyasi qonuniyatlari asosida olib boriladi va uning qiymati quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi:

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum(K_i-1)^2}{n-1}},$$

bu yerda:  $K_i$  – modul koeffitsiyenti va u  $K_i = Q_i/Q_0$  ifoda bilan aniqlanadi;  
n - kuzatish yillari soni. [3]

Hisoblashlar natijalari asosida tanlangan Jizzax viloyati daryolari uchun o'zgaruvchanlik koeffitsiyentlari hisoblandi va jadval ma'lumotlari asosida grafik chizildi. (1-rasm).

Tanlangan har bir daryo uchun oqim me'yorlari aniqlandi va ular asosida daryolarning asosiy oqim ko'rsatkichlari hisoblandi (1-jadval). Kerakli ta'minlanishdagi oqim miqdorini –  $Q_r$ , % aniqlash uchun birinchi navbatda suv

### 1-jadval

Sangzor va Zominsu daryolarining asosiy oqim ko'rsatkichlari

T.R.	Daryo - punkt	Havza maydoni F, km <sup>2</sup>	$Q_0$ , m <sup>3</sup> /s	$M_0$ , l/s*km <sup>2</sup>	$W_0$ , 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	$Y_0$ , Mm
1.	Sangzor-Qirq	570	2.04	3.578	64.34	112.8
2.	Zominsuv-Duoba	546	1.94	3.553	61.19	112
3.	O'rikli soy-Ismani	149	0.73	4.9	23.02	154.5
4.	Galdiraut-Galdiraut	61.6	0.12	1.95	3.78	61.36
5.	Baxmazorsoy- Baxmazorsoy	44.6	0.49	10.98	15.45	346.4

Izoh: jadvaldagi  $Q_0$  suv sarfi,  $M_0$  oqim moduli,  $W_0$  oqim hajmi,  $Y_0$  oqim qalinligi

### 2-jadval

Sangzor va Zominsu havzasi daryolarining to'yinish tiplari va daryolar oqimining o'zgaruvchanlik koeffitsiyentlari

t/r	Daryo - punkt	Havza maydoni F, km <sup>2</sup>	$\delta$	To'yinish Tipi	Hisob		$C_v$
					yillari	soni	
1.	Sangzor-Qirq	570	0.21	Qor suvlaridan	1981- 2013	33	0.34
2.	Zominsuv- Duoba	546	0.55	Qor-muzlik suvlaridan	1981- 2013	33	0.35
3.	O'rikli soy- Ismani	149	0.42	Qor-muzlik suvlaridan	1981- 2013	33	0.33
4.	Galdiraut- Galdiraut	61.6	0.75	Qor-muzlik suvlaridan	1981- 2013	33	0.66
5.	Baxmazorsoy- Baxmazorsoy	44.6	0.27	Qor-muzlik suvlaridan	1981- 2013	33	0.38

Izoh: jadvaldagi F-havza maydoni,  $C_v$  - oqimining o'zgaruvchanlik koeffitsiyenti

sarflarining ta'minlanganlik egri chizig'i chiziladi. Buning uchun  $Q_0$ ,  $S_v$ ,  $S_s$  va R % kattaliklar ma'lum bo'lishi kerak, biz yuqoridagi chizmani chizishda ularni barchasini hisoblagan holda bajardik.

O'rganilayotgan daryolarning xarakterli suv sarflari aniqlash uchun quyidagi mezonlar tanlandi:

- 1)  $Q \geq 67\%$ , ya'ni suv sarfi 67 foizli ta'minlanishdan katta bo'lsa, ko'p suvli;
- 2)  $33\% \leq Q \leq 67\%$  sharti bajarilsa, o'rtacha suvli;
- 3)  $Q \leq 33\%$ , sharti bajarilganda esa, kam suvli bo'ladi.

#### Xulosa.

Gidrologik hisoblashlar natijalari shuni ko'rsatadiki, agar o'zgaruvchanlik koeffitsiyenti ( $S_v$ ) bilan asimmetriya koeffitsiyent ( $S_s$ ) lari orasidagi munosabat mos tushsa, empirik (o'lchangan) nuqtalar nazariy ta'minlanganlik egri chizig'iga yaqin, ya'ni ular zich holatda joylashadi. Mobodo empirik nuqtalar nazariy egri chiziqdan uzoq yoki tarqoq holatda joylashsa,  $S_v$  bilan  $S_s$  orasidagi munosabat o'zaro mos emasligidan darak beradi.

O'rganilayotgan daryolar uchun o'zgaruvchanlik koeffitsiyenti ( $S_v$ )ning hisoblangan qiymatlari 2–jadval malumotlari tahlilidan ko'rinib turibdiki, eng katta qiymati Galdiraut daryosiga to'g'ri keladi ( $S_v=0,66$ ). Bunga asosiy sabab shuki, Galdiraut daryosining suv sarfi juda kichik va uning to'yinishida baland tog'larning mavjud emasligida. Zominsuv daryosi suv yig'ish maydonining o'rtacha balandligi 2094 metrni tashkil qilsa, Galdiraut daryosi o'z suvini nisbatan pastroq bo'lgan hududlardan yig'adi. Shu sababli muzlik suvlarining hissasi kichik bo'lib, u asosan qor-yomgir suvlari hisobiga to'yinishini aytish mumkin. Ma'lumki, Jizzax viloyati hududida atmosfera yog'inlarining yomg'ir ko'rinishidagi shakli doim ham bir xilda kuzatilmaydi. Shu sababli, Galdiraut daryosining o'zgaruvchanlik koeffitsiyenti yuqori darajadadir. Shu bilan birga Galdiraut daryosi va Zominsuv daryolari havzalari ham turlichaligidir.

Zominsuv daryosi va O'rikli soyining o'zgaruvchanlik koeffitsiyenti o'zaro bir-biriga yaqin. Chunki, ularni to'yinishi va suv yig'ish havzalarini bitta suvayrig'ich chizig'i ajralib turishidadir.

#### Adabiyotlar

1. Тойчиев Х.А., Хикматов Ф.Х., и др. Атлас поверхностных вод Узбекистана–источник информации для целей водообеспечения сельскохозяйственного производства / Материалы Республиканской научно-практической конференции. - Ташкент: ГИДРОИНГЕО, 2008. – С. 23-25.
2. Hikmatov F.H., Aytboyev D.P. Gidrometeorologiyada statistik usullar. - Toshkent: Universitet, 2007. - 88 b.
3. Hikmatov F.H., Aytboyev D.P., Xayitov Yo.Q. Umumiy gidrologiyadan amaliy mashg'ulotlar. - Toshkent: Universitet, 2004. -163 b.
4. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан. - Ташкент: VORIS – NASHRIYOT, 2007. - 132 с.
5. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. Ч. 1.2. - Л.: Гидрометеоздат, 1965. – 691с.
6. Shuls V.L., Mashrapov R. O'rta Osiyo gidrografiyasi.- Toshkent: O'qituvchi, 1969.-327 b.

УДК: 551.48:502(575.1)

#### JIZZAX SUVOMBORI TA'SIRI DOIRASIDAGI HUDUHLARNING LANDSHAFT- EKOLOGIK HOLATI

I.E. Karimov

*Jizzax davlat pedagogika instituti*

E-mail: [geoilhom-69@mail.ru](mailto:geoilhom-69@mail.ru)

**Annotatsiya.** Maqolada yirik gidrotexnogen inshootlarning tashkil etilishi va faoliyati, xususan, Jizzax suvombori va uning ta'sir doirasi hududlarida landshaft-ekologik holatni shakllanishining asosiy omillari tahlil qilingan.

**Kalit so'zlar:** gidrotexnogen landshaftlar, antropogen majmua, texnogen qurilma, tabiiy-texnogen tizim, qirg'oq abraziyasi, gidrologik omil, relyef omili, gidrogeologik omillar.

#### Факторы формирования ландшафтно – экологического состояния территории зоны влияния Джизакского водохранилища

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы строительства и функционирования крупных гидротехнических сооружений, в частности, основные факторы влияния на ландшафтно-экологическое состояние зоны влияния Джизакского водохранилища.

**Ключевые слова:** гидротехногенные ландшафты, антропогенные система, техногенное сооружение, естественно – техногенная система, береговая абразия, гидрологические фактора, рельефный фактор, гидрогеологические факторы.

### **Factors forming the landscape - ecological state of the territory of the zone of influence of the Djizak reservoir**

**Abstract.** The article deals with the construction and operation of large hydraulic structures, in particular, the main factors influencing the landscape-ecological state of the zone of influence of the Djizak reservoir.

**Keywords:** hydrotechnogenic landscapes, anthropogenic system, technogenic structure, natural - technogenic system, coastal abrasion, hydrological factor, relief factor, hydrogeological factor.

Respublikada “barqaror ijtimoiy-iqtisodiy tarraqiyotni innovatsion rivojlanishsiz, keng ko‘lamli ilmiy – texnik kooperatsiyasiz va yangi texnologiyalar, ilm-fan va texnika yutuqlarini joriy etmasdan tasavvur qilib bo‘lmaydi” deb ta’kidlaydi o‘z so‘zida O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti SH.Mirziyoev. Bugungi kunda davlatimiz tomonidan belgilangan katta rejalarni bajarishda barcha fanlar kabi geografiya va geografik tadqiqotlar, ulardagi innovatsion qarashlar, yangi texnologiyalar va ulami qo‘llash masalalari katta ahamiyat kasb etmoqda.

Tabiat va jamiyat orasidagi munosabatlarda asosli yechimlarni topish uchun, ulardagi tabiiy va antropogen jarayonlarni o‘rganish, ular ta’sirida vujudga keladigan holatlarni, uzviy aloqalarni baxolash masalalari, landshaftlardagi o‘zgarishlar va vaziyatlarni bashoratlash tabiiy geografiyaning, jumladan landshaftlar geografiyasining asosiy masalalaridan biridir. Landshaftlarga bo‘ladigan xatarli ta’sirni va bosimni qaytarish, xavflarning oldini olish uchun, tabiiy muhit va landshaftlardagi jarayonlarni o‘rganish, ularning dinamikasini bilish, landshaft sifatini aniqlash kabi muammolar landshaftlardagi havflarni bilish imkoniyatlarini yaratadi.

Bu borada landshaftlarni rejalashtirish masalalari ko‘plab mutaxassislar, iqtisodchilar, siyosatchilar, ayniqsa, tabiiy geograflarning tabiatdagi jarayonlar haqidagi ma’lumotlarni yig‘ish, tahlil qilish, landshaft strukturasi shakllanishi va rivojlanishini o‘rganish muhim o‘rin tutadi. Bu orqali esa landshaftlarni rejalashtirish, landshaftlardagi tabiiy va antropogen o‘zgarishlarni tahlil qilish va boshqarish imkoniyatlari paydo bo‘ladi hamda zaruriy strategiyani ishlab chiqishga yordam beradi.

Bu borada tabiiy-antropogen landshaftlarni o‘rganishda ularning eng dinamik tiplaridan biri gidrotexnogen landshaftlar hisoblanadi. Gidrotexnogen landshaftlar, ular haqidagi tushuncha, ularning tipologiyasi o‘zbek geograflaridan biri bo‘lgan, I.X.Abdullaev tomonidan yaxshi ishlab chiqilgan. Tabiatdagi o‘zgarishlar xilma-xilligi, tabiiy geografik jarayonlar turlari, ularning dinamikasi bo‘yicha suv omborlari ta’siri doirasi xududlari o‘ziga xosligi bilan alohida ajralib turadi. Yirik gidrotexnogen kompleks hisoblanadigan suv omborlari va ular ta’siri doirasidagi hududlar inson tomonidan boshqariladigan tabiiy-antropogen landshaftlarning biridir. Bu borada, ayniqsa, ularni o‘rganish va boshqarish o‘ziga xos tizim ekanligidan dalolatdir. Har bir suv ombori o‘ziga xos gidrotexnogen tizim bo‘lib, uning tabiiy muhitga ta’siri va bu ta’sir turlari, ta’sir doirasi va oqibatlari bo‘yicha alohida tabiiy va ekologik holatlarning shakllanishiga sabab bo‘ladi [1].

Suv omborlari va ularning ta’siri doirasi hududlarning landshaft-ekologik holatini shakllanishi va rivojlanishida tabiiy va antropogen omillarning ta’sirini o‘rganish muhim ahamiyatga ega bo‘lgan geografik masalalardan biridir. Suv omborlari – antropogen majmua bo‘lib, inson tomonidan bevosita boshqariladigan tabiiy-antropogen ob’ektdir. Shu bilan birga eng kuchli, asosiy tabiiy kuch suv va uning miqdori, egallagan maydoni bo‘lganligi sababli tabiiy faktorlar, ulardagi o‘zgarishlar uning ta’siri doirasida yaqqol namoyon bo‘ladi. Shuning uchun ham suv omborlari o‘rganiladigan ob’ekt sifatida boshqarilishi va foydalanishiga ko‘ra “tabiiy” va “texnogen qurilma” o‘rtasida bo‘lgan oraliq holatni egallaydi. Demak ularni o‘rganishda suv omborlarini “tabiiy-texnogen” tizim deb qarashga imkon beradi. Shuning uchun suv omborlari va ularning ta’siri doirasidagi hududlarini o‘rganish va ularni tahlil qilish maqsadida suv omborlariga alohida antropogen tizim sifatida qarash lozim bo‘ladi.

Suv omborlari tabiiy muhitga sezilarli, ba’zida esa juda kuchli ta’sir ko‘rsatadi. Ya’ni, ular joylashgan va unga yondosh hududda tabiiy va xo‘jalik sharoitlarini o‘zgarishiga olib keladi. Tabiiy-

ki, ilgari rejalashtirilgan qulay sharoitlarga ega bo'lgan joylar, ko'p holatlarda noqulay ekologik hududga aylanadi, bu esa o'ziga xos bo'lgan landshaft-ekologik holatni shakllanishiga sabab bo'ladi.

Suv omborlari – gidrologik, gidrofizik, gidrokimyoviy va gidrobiologik sharoitlariga ega bo'lgan suv havza jarayonlari mavjud bo'lgan, gidrotexnogen landshaft deb ataluvchi muhim tizimga aylanadi. Suv omborlarining yana bir muhim jihatlaridan biri – iqtisodiyotning turli tarmoqlari tomonidan intensiv foydalaniladigan suv inshootlari ekanligidir. Ma'lumki, suv omborlar bunyod etilishining bosh maqsadi – suv oqimini tartibga solishdir. Ular asosan energetika, irrigatsiya, suv tarnsporti, suv ta'minoti va daryo toshqinlarining oldini olish maqsadida bunyod etiladi. Iqtisodiyotda ma'lum bir ahamiyatga ega bo'lgan har bir suv ombori o'ziga xos xo'jalik tarmoqlariga xizmat qiladi va ularni shakllantiradi. Bular ichida daryo suvining quyi b'efidan va suv omboridan bevosita foydalanuvchilar – uni mablag' bilan ta'minlovchi va suv ombor qurilishidan manfaatdor bo'lgan tarmoqlar muhim o'rin tutadi [3].

Suv omborlari, tabiiy-xo'jalik ob'ekt sifatida juda yuqori dinamik rivojlanish xarakteriga ega. Ular ma'lum davr, yil, fasl va oy, ba'zida bir sutka davomida ham o'zgarib turuvchi tizim hisoblanadi. Har bir vaqt oralig'ida ularning suv ombori atrofi doirasidagi hududlar landshaftlarida o'zgarish darajalari turlicha bo'ladi. Bunday ishlar yilning ma'lum bir davrida amalga oshiriladi va daryo suv oqimlari suv omborlarda to'planadi hamda to'plangan suvlar boshqa bir vaqtda iste'molchilarga uzatiladi. Suv oqimining to'planish davri suv omborining "to'lishi", to'plangan suvni uzatish jarayoni esa suv omborlardan suvning "chiqishi" deyiladi. Suvning to'planishi singari, chiqib ketishi u yoki bu darajada belgilangan sathlargacha amalga oshiriladi. Har bir suv omborining o'ziga xos dinamik tartibi bo'lib u boshqa suv omborlariga o'xshamaydi va o'ziga xos bo'ladi.

Jizzax suv ombori O'zbekistondagi o'rtacha kattalikdagi suv omborlaridan biri hisoblanadi. Sirdaryo havzasiga qaraydigan suv ombori Jizzax tekisliklari va Sangzor daryo vodiysining kengaygan quyi qismini egallaydi. Suv ombori Jizzaxdan 9 km sharq va janubiy sharqdagi Yoyilmasoy jarida qurilgan. Yoyilmasoy bo'yicha 22 m balandlikdagi 5,5 km ga cho'zilgan to'g'on bilan to'silgan suv omborining suv sig'imi bugungi kunda 87,5 mln m<sup>3</sup> ga teng. Uni maxalliy aholi "Jizzax dengizi" deb ham ataydi, chunki Jizzax viloyatida maydoni va suv sig'imi bo'yicha undan kattaroq suv inshooti mavjud emas. O'rtacha chuqurligi 26 m. bo'lgan bu suv ombori 12,7 km<sup>2</sup> maydonni ishg'ol qilgan, keng joyi 5,1 km, uzunligi 3,3 km. ni tashkil etadi.

Suv omboriga 25 m<sup>3</sup>/sek suv keltiradigan, uzunligi 9 km bo'lgan va suv omboridan 10 m<sup>3</sup>/sek suv olib chiqadigan, uzunligi 15 km bo'lgan kanalar qurilgan. Jizzax suv ombori Jizzax tumanida joylashgan bo'lib, viloyatning 15340 gektar yerning suvga ehtiyojini qondiradi va 10 ming gektardan oshiq qo'riq yerlardagi sug'orish tizimlariga suv yetkazishga yordam beradi. 1963 – yilda qurila boshlangan bu inshoot 1968 – yilda ishga tushirilgan.

Yuqorida qayd etilgandek, Jizzax suv ombori dinamik o'zgaruvchan tizim bo'lib, yiliga 75 % gacha suvni yo'qotadi. Bu holat xar yili davom etishi, natijada landshaftlarda turli tipdagi dinamik o'zgarishlar sodir bo'ladi. Bu o'zgarishlarning asosiy omili suv sathining pasayishi yoki ko'tarilishi bilan bog'liq. Yillar davomida sathning o'zgarib turishi suv omborining bevosita ta'siri doirasini aniqlashga, ushbu hududlar landshaft-ekologik holatini o'rganish va baholash imkoniyatini beradi [2].

Suv ombori ta'siri doirasida hududlarning landshaft-ekologik holatiga ta'sir etuvchi qator tabiiy va antropogen omillar mavjud bo'lib, ularning asosiylari quyidagilar hisoblanadi:

1. Iqlim omili – yil davomida yog'inlar miqdori, harorat, bug'lanish suv ombori qirg'oqlari va bevosita ta'sir doirasi hududlarining holatini davriy va fasliy landshaft – ekologik holatini belgilaydi. Yilning turli fasllari va oylarida tabiiy o'zgarishlar turli tabiiy geografik jarayonlarda namoyon bo'ladi.
2. Gidrologik omil – suv omborini to'yinishiga ta'sir etuvchi yirik suv manbalari, Sangzor daryosi, Ravotsoy va Eski Tuyatortar kanallar suvlari kiradi. Ularning hajmi, suvlilik darajasi, suv tartibi katta ahamiyat kasb etadi.
3. Relyef omili – tabiiy geografik jarayonlar va qirg'oq relyef shakllari, ularning turlari, egallagan maydoni, kattaligi. Ularga qirg'oq abraziyasi, erozion chuqurlar, jarliklar va turli kattaliklardagi o'pirilishlar, kichik suv yo'llari, yoyilmalar kiradi. Suv ombori asosan tekislikda joylashganligi, uning relyef formalaridagi o'zgarishlarga ta'sirining kuchli emasligini ko'rsatadi.
4. Gidrogeologik omil – suv sathini o'zgarishi bilan bog'liq xolda yer osti suvlarini ko'tarilishi, natijada botqoqlanish va sho'rlanish jarayonlarining paydo bo'lishi va

- kuchayishi kuzatiladi. Suv omborining turli joylarida ushbu jarayonlarning darajasi har xil bo'lib, ular relyef formalari bilan bevosita bog'liqdir.
5. Edafik (tuproq) omili – suv ombori ta'siri doirasidagi hududlarda tuproqlarning o'zgarishi, yangi gidrogen tuproqlar shakllanishiga olib kelgan. Och bo'z tuproqlar o'rnida, to'q bo'z tuproqlar, yoki sho'rlangan bo'z tuproqlar vujudga kelgan.
  6. Biologik omil – o'simlik va hayvonot dunyosidagi o'zgarishlar bilan bog'liq bo'lgan jarayonlar. Ular suv ombori ta'siri doirasi chegarasi bilan bog'liq holda dinamik tarzda o'zgarib borishi kuzatiladi. O'simlik dunyosida gidrofillar ko'payishi, hayvonot dunyosida esa xasharotlar turi va sonini ortishi kuzatiladi. Bu esa o'z navbatida hududning ekologik holatiga salbiy ta'sir ko'rsatishi turli kasalliklar, epidemeologik jarayonlarda namoyon bo'ladi.
  7. Antropogen omil – insonlarning xo'jalik faoliyati bilan bog'lik omillar. Ular suv ombori va uning atrofida rekreatsiya, sport, baliq ovlash, dehqonchilik, chorvachilik bilan bog'liq bo'lgan faoliyat turlariga bog'liqdir.

Xulosa qilib aytish mumkinki, yuqorida qayd etilgan masalalar Jizzax suv ombori va uning faoliyati bilan bog'liq holatda hududda doimiy geografik, ekologik va boshqa ilmiy tadqiqotlar olib borilishi, alohida kuzatishlarga, tahlilga va kelajakdagi holatlarni baholash uchun o'rganilishi zarur bo'lgan muhim masala hisoblanadi.

#### Adabiyotlar

1. Абдуллаев И.Х. Основные направления изменения природных ландшафтов зоны функционирования Чарвакского водохранилища. Материалы УП съезда Географического общества Узбекистана. –Ташкент, 2006. Узб. Геог.жамияти УП съезди мат-ри, - Т., 2006. - С. 124-126
2. Абдулкасимов А.А., Абдулкасимов А.Б., Абдулкасимов И.Г. Антропогенные ландшафты Средней Азии и вопросы экологии. Учебное пособие. – Т., 2004. -250 с
3. Антипов А.Н. и др. Ландшафтное планирование. принципы, методы, европейский и российский опыт. - Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2002. -158 с.

UDK:91(575.141)

### SAMARQAND VILOYATI AHOLISINING YOSH TARKIBI VA MEHNAT RESURSLARINING O'SISHI

**M.A.Kadirov, A.I.Xayitbaev**

*Samarqand davlat universiteti*

**E-mail:** [kadirovmurodillo@gmail.com](mailto:kadirovmurodillo@gmail.com)

**Annotatsiya:** Samarqand viloyati aholisining yosh tarkibi va mehnat resurslarini o'rganish istiqbolda ijtimoiy-iqtisodiy masalalarni belgilab olishda katta ahamiyatga egaligi, shuningdek, aholining yosh tarkibi bevosita mehnat resurslarining shakllanishida ta'sir etishi va aholini ish bilan ta'minlash masalalari ilmiy asosda tahlil etilgan.

**Kalit so'zlar:** aholining yosh tarkibi, yosh bolalar, o'rta yoshlilar, nafaqaxo'rlar, mehnat resurslari, aholi salmog'i, shaharlar va qishloqlar.

#### **Возрастной состав населения самаркандской области и рост трудовых ресурсов**

**Аннотация:** Изучение возрастного состава и трудовых ресурсов имеет большое значение в определении социально-экономических вопросов на перспективе в тоже время, научно анализируется возрастной состав населения непосредственное влияние на совершенствования трудовых ресурсов.

**Ключевые слова:** возрастной состав населения, дети, средний возраст, пенсионеры, трудовые ресурсы, доля населения, города и сельские населенные пункты.

#### **Age composition of the population of the Samarkand region and the growth of labor resources**

**Abstract.** The study of the age structure and labor resources is of great importance in the definition of socio-economic issues on the prospect at the same time. The age structure of the population has a direct scientific influence on the improvement of labor resources.



**Keywords:** age composition of the population, children, middle age, pensioners, labor resources, share of the population, cities and rural settlements.

**Kirish.** Aholini ijtimoiy geografik jihatdan o'rganishda uning yosh tarkibini tadqiq qilish muhim ahamiyatga ega bo'lib, bu mehnat resurslarining sonini, kelajakda ularning o'sishini bilishda, ishlab chiqarish kuchlarini to'g'ri joylashtirishda katta rol o'ynaydi. SHuningdek, nomoddiy ishlab chiqarish, xizmat ko'rsatish, ta'lim-tarbiya va boshqa sohalar istiqbolini belgilashda muhim ahamiyat kasb etadi. Bundan tashqari, aholi yosh tarkibini o'rganish kelajakda maktabgacha tarbiya muassasalari va maktabning birinchi sinfiga boradigan bolalar sonini bilish uchun ham zarurdir.

**Asosiy qism.** Samarqand viloyatida O'zbekiston Respublikasining boshqa viloyatlari singari aholining tabiiy o'sishi yuqoriligi sababli aholisining ko'p qismini yosh bolalar tashkil etadi. Izlanishlardan ma'lum bo'ldiki, 1989 yilda 1979 yilga nisbatan 4 yoshgacha bo'lgan bolalar salmog'i birmuncha oshgan. Samarqand viloyati o'ziga xos xususiyatga ega bo'lgan demografik hudud hisoblanadi. YUqorida aytilgandek, viloyat aholi sonining o'sishi asosan tabiiy o'sishning yuqoriligi bilan belgilanadi.

Tahlillar shuni ko'rsatadiki, 1989 yilda mehnat yoshigacha bo'lganlar 40%dan ortiq bo'lsa, ohirgi ma'lumotlarga ko'ra, ularning salmog'i kamaygan va 35,8%ni tashkil etgan. Lekin mehnat yoshida bo'lganlar salmog'i 1989 yilga nisbatan ancha o'sgan. Mehnat yoshidan o'tganlar salmog'i esa birmuncha pasaygan. SHahar aholi punktlarida mehnat yoshiga to'lmagan, ya'ni 0-16 yoshdagilar salmog'i viloyatning qishloq aholi punktlariga nisbatan ancha farq qilib, shahar aholisining 30%ga yaqin qismi 0-16 yoshgacha bo'lsa, qishloq aholisining qariyb 40%ini mehnat yoshigacha bo'lganlar tashkil etadi, lekin shahar joylarda mehnat yoshidagilar va mehnat yoshidan o'tganlar salmog'i yuqoriroq hisoblanadi.

Yuqorida aytilganidek, qishloq aholi punktlarida mehnat yoshigacha bo'lganlar salmog'i yuqoridir, chunki, bu erlarda tug'ilish ancha baland bo'lib, ohirgi raqamlarga e'tibor qaratadigan bo'lsak, ya'ni 2016 yil ma'lumotiga ko'ra viloyatda 88,6 ming bola tug'ilgan bo'lsa, shundan 62,0 ming bola qishloq joylariga to'g'ri keladi. Faqatgina 26,6 ming bola shahar aholi punktlarida tug'ilgan. Viloyatda tug'ilgan 88,6 ming boladan 45,8 mingtasi o'g'il bolalar, 42,8 mingtasi esa qiz bolalarni tashkil etadi. Bulardan tashqari, viloyatda mehnat yoshidan o'tgan, ya'ni 60 yoshdan oshganlar soni qishloq joylariga nisbatan shahar aholi punktlarida yuqori. Uzoq umr ko'ruvchilar toifasiga kiruvchi 100 yoshdan oshganlar viloyatda 674 kishini, ulardan 284 tasi erkaklar, 390 tasi ayollardan iborat, 674 kishidan 404 tasi shahar joylarda yashaydi.

Xulosa o'rnida ta'kidlash lozimki, viloyat aholisining yosh tarkibi va ularning hududiy joylashuvi o'ziga xosdir. Aholining bu xususiyatlarini hisobga olish, ishlab chiqarishni joylashtirishda, aholi joylashuvining shakllanishida, kelajakda aholi sonini ilmiy asosda bashorat qilishda hamda viloyat aholisi tarkibini o'rganishda katta ahamiyatga egadir.

Hozirgi kunda tez rivojlanayotgan Samarqand dunyodagi eng qadimgi va hamisha navqiron shaharlardan biridir. U o'zining bebaho me'moriy yodgorliklari bilan butun dunyoga tanilmoqda. Uning noyob obidalarini va atrof muhitini saqlash maqsadida shaharda joylashgan sanoat korxonalari qisqartirildi yoki umuman shahar atrofiga ko'chirildi. SHo'ro xokimiyatining dastlabki yillarida shahardagi yirik korxonalar ta'mirlab kengaytirilib, ko'pchiligi avvalgi joyida qoldirilgan edi. Bunga paxta tozalash zavodi, "Krasniy Dvigatel" zavodlari, Lokomotiv deposi, cho'yan quyish, elektromexanika zavodlari, metall buyumlarini ta'mirlash korxonasi, asfalt beton zavodi, trikotaj, paxta titish fabrikalari va boshqalar kiradi. Mazkur sanoat korxonalari atrof-muhitni ifloslantirar edi.

Ta'kidlash joizki, sobiq ittifoq davrida aholining ijtimoiy tarkibi butunlay boshqa bo'lgan. Mamlakatning barcha viloyatlari va respublikalari aholisining yarmidan ko'pini ishchilar sinfi tashkil etgan. O'zbekiston mustaqillikka erishgandan keyin, nafaqat Samarqand viloyati aholisi, balki butun respublika aholisining ijtimoiy tarkibi o'zgarib ketdi. Sobiq Ittifoqning so'ngi yillarida O'zbekiston aholisining ijtimoiy tarkibida ziyolilar 25%, ishchilar 55%, dexqonlar 20% ni tashkil qilgan. Samarqand viloyati aholisining ijtimoiy tarkibi mustaqillik yillarining boshlarida ishchilar salmog'i yuqori bo'lgan, yillar o'tishi bilan asta-sekin sanoat korxonalarining yopilishi tufayli bu ko'rsatkich kamayib borib, kichik biznes va tadbirkorlik sohalari hamda aholiga xizmat ko'rsatish sohalari rivojlana bordi. Ma'lumki, mehnat resurslari aholining o'z ijtimoiy va ma'naviy imkoniyatlariga ko'ra mehnat qila olish qobiliyatiga ega bo'lgan qismiga aytiladi. Odatda aholining mehnat faoliyatiga munosabati jihatidan 3 guruhga bo'linadi: mehnat yoshigacha bo'lganlar; mehnat yoshidagilar; mehnat yoshidan o'tganlar;

Xalqaro statistikada, mehnat resurslariga ko'pgina mamlakatlarda 15 yoshdan 65 yoshga bo'lganlar kiradi.

O'zbekistonda esa erkaklar 16 yoshdan 60 yoshgacha, ayollar 16 yoshdan 55 yoshgacha mehnatga yaroqli yoshdagi aholi hisoblanadi. Respublikada, jumladan Samarqand viloyati mehnat resurslarining salmog'iga aholining tug'ilish va tabiiy o'sish darajalari, aholining yosh tarkibi hamda aholi migratsiyasi bevosita o'z ta'sirini ko'rsatadi. Viloyatda aholining tug'ilish va tabiiy o'sish ko'rsatkichlari yuqoriligi sababli aholi o'rtasida 14 yoshgacha bo'lgan bolalar ulushi yuqori xisoblanadi.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, viloyat aholisining 1989 yil ma'lumotiga ko'ra 47,1% mehnatga layoqatli yoshdagilar bo'lgan. 2015 yil ma'lumotlari bo'yicha mintaqa mehnat resurslari ulushi 57,6% ga teng. Bunday katta o'zgarishga sabab, yuqorida aytilganidek, mehnat resurslarining ulushiga aholining tug'ilish va tabiiy o'sish darajalarining ta'siridir. 1989 yil aholining tug'ilish koeffitsienti 33,1‰, tabiiy ko'payish 27,4‰ bo'lsa, hozirgi vaqtda bu ko'rsatkichlar mos ravishda, 25,2‰ va 20,4‰ ni tashkil qiladi. Ko'rinib turibdiki, tug'ilish va tabiiy o'sishning pasayishi bilan mehnatga layoqatli aholining salmog'i ham oshib borgan. Bunday o'zgarishlar viloyatimizning barcha shahar joylari va qishloq tumanlarida ham kuzatiladi.

### 1-jadval

Samarqand viloyati aholisi soni va mehnat resurslari salmog'i (2014 y)  
Oxirgi yillarda Samarqand shahri aholisining 71%, Kattaqo'rg'on shahri aholisining 70% ni

T.r	Shahar va tumanlar	Aholi soni, ming kishi	Mehnat resurslari salmog'i foiz hisobida	Mehnat resurslarining bandlik darajasi foiz hisobida
1	Samarqand viloyati	3480,2	57,6	70
2	Samarqand shahri	511,2	71	79
3	Qattaqo'rg'on shahri	82,6	70	75
<b>Tumanlar</b>				
1	Bulung'ur	166,1	47	73
2	Jomboy	150,2	53	74
3	Ishtixon	225,0	48	68
4	Kattaqo'rg'on	244,2	53	73
5	Narpay	192,1	54	69
6	Nurobod	134,4	51	72
7	Oqdaryo	142,1	62	60
8	Payariq	223,2	56	67
9	Pastdarg'om	315,1	53	64
10	Paxtachi	131,0	62	69
11	Samarqand	225,6	77	62
12	Tayloq	177,8	54	64
13	Urgut	443,2	50	69
14	Qo'shrabot	116,4	53	66

mehnatga qobiliyatli yoshdagilardan iborat. Bunday ko'rsatkichlar bo'yicha qishloq tumanlari kesimida ham farqlar kuzatiladi. Masalan, mehnat resurslari salmog'i bo'yicha Samarqand tumani birinchi o'rinni egallaydi. Bu erda mazkur ko'rsatkich 77% ni tashkil etadi. Keyingi o'rinda 62% bilan Oqdaryo va Paxtachi tumanlari turadi. Qolgan tumanlarda mehnatga layoqatli aholi o'rtacha 52% ga teng.

Samarqand viloyati aholisining 57,6% ni mehnat resurslari tashkil etishi bilan, ularning barchasi ham ish bilan band emas. Viloyat shaharlari va tumanlari aholisi o'rtasida iqtisodiy faol bo'lgan aholi ham ko'pchilikni tashkil qiladi. Viloyatda mehnatga yaroqli aholining 70% ni, Samarqand shahrida 79%, Kattaqo'rg'on shahrida 75% mehnat bilan band aholi xisoblanadi. Qishloq tumanlari orasida ham mehnat resurslarining bandlik darajasi har xil. CHunonchi, Bulung'ur, Jomboy, Kattaqo'rg'on va Nurobod tumanlarida mehnat resurslarining bandlik darajasi eng yuqori bo'lib, o'rtacha 73%, qolgan tumanlarda esa bu ko'rsatkich o'rtacha 65% ni tashkil qiladi. Aholi bandlik darajasidagi bunday farqlarga asosan tumanlarda har xil kichik qo'shma korxonalarining ko'payganligi bevosita ta'sir

ko'rsatadi. Bulung'ur, Jomboy va Kattaqo'rg'on tumanlarida sanoat korxonalarining va kichik korxonalarining ishlab turganligi hamda Nurobod tumanida sog'lomlashtirish sanatoriyalarining ko'pligi aholining bandligini ta'minlagan.

Samarqand viloyati mehnat resurslarini o'rganish quyidagi muammolarning borligini ko'rsatadi:

1. Viloyat aholisi va mehnat resurslari sonining tez o'sayotganligini hisobga olib, aholini ijtimoiy-iqtisodiy turmush tarzini yaxshilash.

2. Mehnat resurslarini ish bilan ta'minlash uchun;

a) kichik va o'rta biznesni yanada rivojlantirish;

b) qo'shimcha kichik korxonalar ochish;

v) aholiga xizmat ko'rsatish sohalarini yanada rivojlantirish;

g) Samarqand shahrida turizmni taraqqiy ettirish;

3. Samarqand shahri havosini va atrof muhitini toza saqlash va h.k.

#### Adabiyotlar

1. Анохин А.А., Житин Д.В. География населения с основами демографии. Санкт-Петербург. 2013. 160 с.

2. Кадиров М.А. Самарқанд вилоятининг аҳоли географияси. Самарқанд. СамДУ. 2017. 142 б.

3. Солиев А., Махамдалиев Р. Иқтисодий география асослари. Т.: Ўзбекистон. 1996. 69 б.

4. Самарқанд вилояти статистика бошқармаси маълумотлари.

5. [www.samstat.uz](http://www.samstat.uz)

УДК: 551.4 (575.1)

### ОЦЕНКА ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОТОКОВ САМАРКАНДСКОЙ ОБЛАСТИ

К.А. Халбеков, С.С. Мягков

*Министерство жилищно-коммунального обслуживания Республики Узбекистан*

*Самаркандское областное управление жилищно-коммунального обслуживания,*

*Министерство Чрезвычайной Ситуации Республики Узбекистан*

*Центр гидрометеорологического обслуживания*

*Научно-исследовательский гидрометеорологический институт*

**Аннотация.** В данной работе изучен гидрохимический состав поверхностных вод в Самаркандской области. В настоящее время в Самарканде введено в эксплуатацию большое количество заводов и фабрик, и в городе растут загрязнённые природные воды. Как и следовало ожидать, по длине реки Зеравшан общая минерализация так же возрастает. Острой проблемой, из-за изменения климата, является дефицит и загрязненность водных ресурсов, особенно в сельской местности, что в свою очередь показывает острую нехватку водных ресурсов реки и при увеличении антропогенной нагрузки неизбежно приведет к дефициту водных ресурсов по качеству и пригодности к использованию.

**Ключевые слова:** Всемирная Метеорологическая организация (ВМО), Самаркандская область, [река Зарафшан](#), сельскохозяйственного и промышленного производства, минерализации воды.

#### Samarqand viloyatidagi yer usti suv oqimining gidrokimyoviy rejimini baholash

**Annotatsiya.** Ushbu ishda Samarqand viloyatidagi yer usti suvlarining gidrokimyoviy tarkibi o'rganiladi. Bugungi kunda Samarqandda ko'plab zavod va fabrikalar ishga tushirildi va shaharda tabiiy suvlar ifloslangan. Bundan tashqari, Zarafshon daryosining uzunligi bo'ylab umumiy minerallashuv ham ortadi. Iqlim o'zgarishi oqibatida yuzaga keladigan keskin muammo suv resurslarining etishmovchiligi va suvning ifloslanishidir, ayniqsa, qishloq joylarida, bu o'z navbatida daryoning suv resurslarining keskin tanqisligini va antropogen ta'sirning oshib borayotganligini ko'rsatib turibdi, suv resurslarining sifati va foydalanishga yaroqliligi jihatidan muqarrar tarzda olib boradi.

**Kalit soʻzlar:** Jahon Meteorologiya Tashkiloti (WMO), Samarqand viloyati, Zarafshon daryosi, qishloq xoʻjaligi va sanoat ishlab chiqarishi, suv mineralizatsiyasi.

### **Evaluation of the hydrochemical regime of surface watercourses of the samarkand region**

**Abstract.** In this work, the hydrochemical composition of surface waters in the Samarkand region is studied. At present, a large number of factories and plants have been commissioned in Samarkand, and polluted natural waters are growing in the city. As one would expect, the total mineralization also increases along the length of the Zeravshan River. An acute problem, due to climate change, is the shortage and pollution of water resources, especially in rural areas, which in turn shows an acute shortage of water resources of the river and, with an increase in anthropogenic pressure, will inevitably lead to a shortage of water resources in quality and suitability for use.

**Keywords:** World Meteorological Organization (WMO), Samarkand region, Zarafshan river, agricultural and industrial production, water mineralization.

### **Введение**

Во всем мире наблюдается сокращение водных ресурсов и их загрязнение, связанное с антропогенным воздействием. Всемирная Метеорологическая организация (ВМО) уделяет пристальное внимание проблеме изменения качества воды, особенно в низовьях рек, и необходимости учитывать этот фактор всем водопользователям и вод потребителям речного бассейна.

Всемирной организацией здравоохранения оценивается, что более 24% заболеваний и 23% смертей вызваны вредным воздействием факторов окружающей среды и обусловлены загрязнением водных источников. Неблагоприятные условия обитания на земле ежегодно уносят более 13 миллионов жизней и являются причиной каждого третьего заболевания у детей.

В Узбекистане огромное внимание уделяется устойчивому социально-экономическому развитию при сохранении безопасной экологической ситуации. Правительством Республики Узбекистан приняты ряд законов и постановлений об улучшении качества жизни и показателей здоровья населения, что в свою очередь обеспечивает значительный подъем жизненного уровня населения.

В связи с дефицитом водных ресурсов в водосборном бассейне Аральского моря сложилась катастрофическая экологическая ситуация. Дефицит водных ресурсов в бассейнах рек Амударьи и Сырдарьи привел к тому, что в Приаралье на ликвидацию отрицательных экологических последствий ежегодно затрачиваются огромные ресурсы страны и международного сообщества.

Малые реки Узбекистана также подвержены сильному антропогенному влиянию, которое характеризуется не только изменением гидрологического режима осуществляемыми водозаборами, но и загрязнению, вследствие сбросов отработанных вод промышленными и сельскохозяйственными предприятиями.

Особенно интенсивно ресурсы малых рек используются в густонаселенных промышленных районах с развитой структурой сельскохозяйственного и промышленного производства, каковой является Самаркандская область.

### **Гидрохимический режим поверхностных водотоков Самаркандской области**

Самаркандская область расположена в центральной части Узбекистана, в бассейне реки Зарафшан. На крайнем севере граничит с Нуратинским районом Навоийской области, на северо-западе с Хатырчинским и Карманинским районами Навоийской области, с запада с Кызылтепинским районом также Навоийской области, с юга с Мубарекским, Касанским, Чиракчинским и Китабским районами Кашкадарьинской области, с востока с Пенджикентским районом Согдийской области Республики Таджикистан, с северо-востока с Бахмальским, Галляаральским и Фаришским районами Джизакской области.

Центральную часть области занимают оазисы и холмы, которые простираются с востока на запад между Зарафшанским и Туркестанским хребтом. Основная часть орошаемых земель области расположены именно в этой части.

Климат территории Самаркандской области можно разделить на две зоны. Северная часть и крайний запад области относятся к континентальному климату, а остальная часть (центр, юг и восток) области охватывает субтропический внутриконтинентальный климат.

Оба представленных климата представляют собой жаркое и сухое лето при отчасти холодной зиме. Среднегодовая температура составляет +16,5 °С; средняя температура января равна 0,2 °С, средняя температура июля +27,0 °С. Абсолютный минимум температуры составил -26 °С, абсолютный температурный максимум +58 °С. В среднем на территории района выпадает 310—330 мм осадков за год (основная часть осадков приходится на весну и осень). Вегетационный период длится 218—220 дней

По состоянию на 1 января 2018 года, население Самаркандской области составляет 3 миллиона 700 тысяч человек и с этим показателем находится на первом месте по населению среди областей Узбекистана. Из них, 1 миллион 520 тысяч человек проживают в городах, а 2 миллиона 980 тысяч человек в сельской местности.

Самарканд - один из крупнейших промышленных и экономических городов Узбекистана. Ведущая отрасль промышленности - машиностроение. В городе функционирует Самаркандский автомобильный завод «Sam Auto», производящий автобусы и грузовики марок «Isuzu», автомобильный завод «MAN Auto-Uzbekistan», производящий грузовики, спецтехнику и прицепы марки «MAN». Имеются планы по открытию автомобильного завода «КАМАЗ».

Также развиты лёгкая, строительная, химическая, нефтехимическая, химико-фармацевтическая и пищевая промышленности. Имеются заводы электронной техники, выпускающие резисторы и интегральные схемы, а также электронную бытовую технику. Функционирует «Самаркандский лифтостроительный завод»; завод предприятия «Sino», выпускающий бытовые холодильники; сигаретная фабрика «Uz Vat» по переработке и фасовке табачной продукции; «Самаркандская чае фасовочная фабрика» по переработке и фасовке чайной продукции; «Самаркандский винный завод», который является одним из старейших и крупнейших винных заводов не только Узбекистана, но и Средней Азии; предприятие «Agro Bravo», производящий молочные продукты; «Самаркандская текстильная фабрика», и другие предприятия и заводы.

В Самарканде действуют также многочисленные частные предприятия малого предпринимательства. По итогам января—декабря 2014 года было произведено промышленной продукции на общую сумму 1974,3 млрд. сум.

Значительная антропогенная нагрузка оказывает влияние на изменение качества водных ресурсов, в особенности загрязнение различными химическими элементами, которые накапливаясь в живых организмах могут принести вред здоровью человека в результате использования загрязнённых вод в пищевой цепочке и непосредственно для питьевого водоснабжения.

Известна взаимосвязь и взаимообмен поверхностных и грунтовых вод, а в сельских районах часто наблюдается использование грунтовых вод первого горизонта, так называемые «качалки», в качестве источников хозяйственно - бытового, и нередко питьевого водоснабжения.

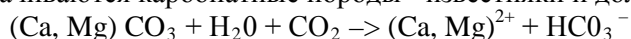
Водный раствор - образуется главным образом в результате постоянного взаимодействия воды с горными породами, газами и живым веществом при непосредственном участии физико-химических и биогеохимических процессов в самых природных растворах.

Общая сумма веществ, содержащихся в водах определяет общую минерализацию воды. Минерализация воды выражается обычно в единицах веса на единицу объема (г/л), реже на единицу веса воды (г/кг, мг/кг). Есть и другие формы выражения минерализации воды (молярная, эквивалентная, удельный вес и др.).

Воды атмосферных осадков, попадая в горные породы, особенно в почвы, обогащаются компонентами самого разнообразного характера, в том числе и угольной кислотой. Однако несмотря на большое разнообразие компонентов, обнаруженных в природных водах, главную часть их минерализации составляет обычно 8 компонентов, находящихся в водах преимущественно в форме гидратированных простых и комплексных ионов ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ), наиболее широко распространенных в горных породах химических элементов. На долю этих компонентов приходится не менее 80% от общей минерализации

воды. Остальные 20% падают на компоненты, в состав которых входят Si, Al, Fe, N, P, Sr, Ba, Li, Pb, U, Cu, Mo, Be, V, Mn, Ni, Co, Ti, Ag, Cr, W, J, Br, F и другие так называемые микроэлементы.<sup>1</sup>

В настоящее время в природных водах обнаружено 62 химических элемента, и это, конечно, не предел. Распространение, формы нахождения и поведение химических элементов в природных водах определяются строением атомов элементов и их ионов. Особенно в этом отношении важны размеры атомов. Величины зарядов ядер, строение электронных оболочек. Природные воды обогащаются химическими элементами за счет весьма разнообразных по составу, свойствам и состоянию минералов горных пород. Как правило, в пресных водоемах больше всего ионов кальция, магния и гидрокарбонатов. Основной их источник - выщелачивание горных пород раствором углекислого газа в природной воде. В первую очередь выщелачиваются карбонатные породы - известняки и доломиты:



Существенно хуже выщелачиваются полевые шпаты (компоненты изверженных горных пород):



Могут выщелачиваться и другие горные породы, но основной источник кальция и магния - известняки и доломиты. Кроме того, около 7% магния попадает в водоемы с дождевой водой, куда эти ионы, в свою очередь, выносятся ветром с поверхности океана.

Поскольку магний выщелачивается хуже кальция (в первую очередь это относится к карбонатным породам), его молярная концентрация в пресной воде обычно в 4 - 5 раз меньше молярной концентрации кальция.

При концентрировании воды гидрокарбонаты реагируют с ионами кальция и магния, поэтому в океанах или бессточных озерах с соленой водой гидрокарбонатов и кальция достаточно мало.

В основном, именно гидрокарбонат - ионы определяют рН природных вод и нейтрализуют попадающие в водоем кислоты (в первую очередь, серную).

В гидрокарбонат - ионах в природных водах сосредоточены основные запасы углекислого газа, необходимого растениям для фотосинтеза. Ионы кальция необходимы многим организмам для построения скелета и осуществления мышечных сокращений. Ионы магния используются водной растительностью для построения фотосинтетического аппарата. Из пресных вод организмы поглощают лишь небольшую долю кальция и магния, а из морских вод кальций (вместе с гидрокарбонатами) поглощается достаточно активно, поскольку многие организмы строят из карбоната кальция свой внешний скелет (раковины и т.п.).<sup>5</sup>

Выпадающие атмосферные осадки прежде всего соприкасаются с горизонтом почв, который характеризуется своеобразной геохимической обстановкой. Над мерзлотные воды практически повсеместно связаны в той или иной мере с почвами, поэтому особенно важно выяснить, в каком направлении изменяется состав вод при их взаимодействии с последними.

Формирование водных ресурсов реки Зеравшан происходит на территории Таджикистана, в основном за счет ледникового и снегового таяния, на выходе из горной части долины содержание химических элементов практически соответствует фоновому. Свое начало Зеравшан берет от многочисленных отрогов Туркестанского и Зеравшанского хребтов, и протекая с востока на запад, между двумя этими хребтами, пополняется в основе своей левыми притоками Фандарья и Магиандарья.

Река Зеравшан относится к снежоледниковому типу питания. Поэтому наибольший сток в ней приходится на лето (июль, август), в холодный период года Зеравшан несет мало воды.<sup>4</sup>

Река Зеравшан по классификации Рубиновой и Иванова входит в седьмой гидрохимический район.<sup>3</sup> При диапазоне средних взвешенных высот водосбора от 1,1 до 4,0 км средняя годовая минерализация воды в зоне формирования стока колеблется в пределах от 123 до 485 мг/дм<sup>3</sup>. Высокая удельная увлажненность территории и литологический состав пород обуславливает преобладание слабоминерализованных вод.

В зоне формирования стока реки расположены объекты горно-обогатительного комбината Республики Таджикистан, которые загрязняют реку токсичными металлами, сурьмой, ртутью.<sup>2</sup>

На территории Узбекистана река Зеравшан начинает более интенсивно использоваться на сельскохозяйственные и производственные нужды. Равнинная часть долины реки Зеравшан густо населена - города Самарканд, Каттакурган, Навои, Бухара, Каган. Поэтому она имеет большее хозяйственное значение, а ее воды полностью используются для орошения. Важным критерием для определения пригодности воды для орошения является общая минерализация и гидрохимический режим.

Актуальность исследования гидрохимического режима реки Зеравшан объясняется возрастанием антропогенной нагрузки на водные ресурсы в связи с освоением территорий и строительством промышленных предприятий. Антропогенная нагрузка на водные ресурсы в бассейне реки Зеравшан будет неуклонно возрастать.

Наблюдения за гидрохимическим режимом реки Зеравшан проводятся на следующих пунктах: нижний бьеф Раватходжинской плотины; в пределах города Самарканд (выше гидроузла Аккарадарьинского водоотделителя); ниже устья коллектора Сиаб, г. Каттакурган (выше устья коллектора Чегонак); в пределах города Навои (ниже сбросов АО «Навоиазот»).

Расстояние между пунктами наблюдений 233 км, от Раватходжинской плотины до г. Самарканд - 34 км, от г. Самарканд до коллектора Сиаб - 26 км, от коллектора Сиаб до г. Каттакурган - 55 км, от г. Каттакурган до г. Навои - 118 км.

В период 1990-2017 гг. средние годовые величины минерализации воды реки Зеравшан в этих пунктах колебались от 252,6 до 2117,7 мг/дм<sup>3</sup>. В пункте нижний бьеф Раватходжинской плотины средние годовые величины минерализации изменялись в пределах 252,6-318,8 мг/дм<sup>3</sup>, в пункте г. Самарканд – 266,0-481,2 мг/дм<sup>3</sup>, в пункте ниже устья коллектора Сиаб – 323-540,2 мг/дм<sup>3</sup>, в пункте г. Каттакурган – 343-549,2 мг/дм<sup>3</sup>, в пункте г. Навои – 618,5-2117,7 мг/дм<sup>3</sup>. Минерализация воды р. Зеравшан изменяется от 289,57 мг/дм<sup>3</sup> у нижнего бьефа Раватходжинской плотины до 1349,46 мг/дм<sup>3</sup> у пункта ниже г. Навои.

Известно увеличение минерализации воды в низ по течению реки Зеравшан, что объясняется ростом количества сбросов с сельскохозяйственных угодий и промышленных предприятий, включая сточные воды городов. Заметно также значительное увеличение значений минерализации в пределах города Навои, практически во все годы превышающее ПДК, которое для общей минерализации составляет 1000 мг/л. Вода реки Зеравшан до г. Навои приходит практически не пригодная к использованию в питьевом водоснабжении без дополнительной очистки. Эта ситуация объясняется тем, что после использования воды, многочисленные сбросы с орошаемых территорий насыщают воду реки с различными минеральными солями. Кроме того, имеющиеся сбросы промышленных предприятий так же насыщают воду различными загрязнениями.

Как и следовало ожидать, по длине реки Зеравшан общая минерализация так же возрастает. По величине индекса загрязнения воды (ИЗВ) качество воды р. Зарафшан за период 1990-2017 гг. в пунктах нижний бьеф Раватходжинской плотины, ниже коллектора Сиаб, г. Каттакурган относились ко II классу – чистых вод и III классу – умеренно загрязненных вод. В пункте ниже "Навоиазот" по величине ИЗВ качество воды в 1990, 1991, 1998, 2011 и 2014 гг. относилось IV классу – загрязненные воды.

Гидрохимический режим реки Зеравшан в среднем течении и низовьях в основном формируется за счет загрязнений, поступающих в ствол реки со стоков промышленных предприятий городов Самарканд, Каттакурган, Навои, а также коллекторно-дренажных вод ирригационных территорий.

Особенностью Узбекистана является использование более 90% всех доступных водных ресурсов на нужды ирригации. Уже в настоящее время регион испытывает значительный дефицит водных ресурсов, в том числе для питьевых целей. В условиях аридной зоны, с ростом численности населения увеличивается антропогенная нагрузка и рост потребности в воде, что создает дополнительные экологические, экономические и социальные нагрузки на густонаселенные территории. Острой проблемой, из-за изменения климата, является дефицит и загрязненность водных ресурсов, особенно в сельской местности. В этих условиях проявляется тенденция увеличения уровня заболеваемости бактериальными и вирусными острыми кишечными инфекциями (ОКИ) на 10%-13%.<sup>3</sup>

**Заклучение**

Анализ гидрохимического режима реки Зеравшан показывает, что водные ресурсы бассейна реки Зеравшан подвержены значительному антропогенному воздействию, что в свою очередь показывает острую нехватку водных ресурсов реки и при увеличении антропогенной нагрузки неизбежно приведет к дефициту водных ресурсов по качеству и пригодности к использованию.

Для повышения экологической устойчивости реки Зеравшан необходимо проводить очистку сточных вод и осуществлять контроль за сбросами.

**Литература**

1. - Ежегодники качества поверхностных вод. Ташкент; Узгидромет. 1990-2017 г.г.
2. - Kulmatov R., Opp C., Groll M. and Kulmatova D. Assessment of Water Quality of the Trans-Boundary Zarafshan River in the Territory of Uzbekistan. Journal of Water Resource and Protection. 2013. V 5. PP. 17-26.
3. - Мягков С.В. Экология Ташкентских каналов. Экологический вестник. – Ташкент, 2009. - № 8. – С. 22.
4. - Рубинова Ф.Э., Иванов Ю.И. Качество воды рек бассейна Аральского моря и его изменение под влиянием хозяйственной деятельности. НИГМИ, Узгидромета. – Ташкент. – 2005. 186 с.
5. - Хикматов Ф.Х., Хайдаров С.А., Ярашев К.С. и др. Зарафшон дарёси хавзасининг гидрометеорологик шароити ва сув ресурслари.- Тошкент: “Фан ва технология”, 2016. 276 с.

UDK: 551.4(575.1)

**O‘ZBEKISTONDA ICHIMLIK SUVI MUAMMOSIGA DOIR AYRIM MULOHAZALAR**

**Sh.T. Xoliqulov, A.S. Fozilov**  
*Samarqand davlat universiteti*  
E-mail: [kholikulov48@mail.ru](mailto:kholikulov48@mail.ru)

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada O‘zbekiston aholisini ichimlik suvi bilan ta‘minlash muammolari va ularning kelib chiqish sabablari, aholini ichimlik suvi bilan ta‘minlash borasida olib borilayotgan va rejalashtirilayotgan ishlar, aholini suv bilan ta‘minlashda buloq suvlarining ahamiyati to‘g‘risida ma‘lumotlar keltirilgan.

**Kalit so‘zlar:** qishloq aholi punktlari, ichimlik suvi ta‘minoti, qaror, yer osti suvlari, buloq, suv resurslari.

**Предпосылки к проблемам питьевой водой в узбекистане**

**Аннотация:** В этой статье представлена информация о проблемах питьевого водоснабжения в Узбекистане и причинах их возникновения, о проводимой и планируемой работе по обеспечению питьевой водой населения и важности родниковой воды для населения.

**Ключевые слова:** сельские поселения, питьевое водоснабжение, указ, подземные воды, источники и водные ресурсы.

**Background to the problems of drinking water in uzbekistan.**

**Abstract:** This article provides information about the problems of drinking water supply in Uzbekistan and the reasons for their occurrence, the ongoing and planned work to provide drinking water to the population and the importance of spring water for the population.

**Keywords:** rural settlements, drinking water supply, stable, groundwater, sources and water resources.

**Kirish.**

Suv bu – Sayyoramizdagi eng nodir, eng kerakli hayot manbai va mineral xomashyodir. Suv barcha tirik organizmlarning asosiy tarkibiy qismi hisoblanadi. Suv tabiatda uch xil agregat holatida: bug‘, suyuq va qattiq (muz) shaklida uchraydi. Suyuq suv erituvchi hisoblanadi va u ko‘pgina



moddalarini eritadi. Shuning uchun mutloq toza suvning o'zi tabiatda yo'q. Suvning tarkibi turli-tuman mineral tuzlar va boshqa qo'shimchalardan iborat. Suvda erigan tuzlar tufayli sho'r, o'ta sho'r va chuchuk suv holatida bo'ladi. Quruqlikning 60% dan ortiq qismida chuchuk suv yo'q. Suv tanqisligi mavjud bo'lgan aholi yashaydigan hududlarga ichimlik suvi kimyoviy usulda tozalanib beriladi yoki uzoq masofalardan tashib kelinadi. O'simliklar tarkibida o'rtacha 65% atrofida suv bor. Inson tanasining 70% dan ortig'i suvdan iborat. O'rtacha har bir inson bir kunda 2,5 litr suv istemol qiladi. Inson kasalligining 85% i organizmga suv bilan kirgan turli mineral tuzlar va boshqa qo'shimchalar tufayli sodir bo'ladi. Jahon sog'liqni saqlash tashkilotining ma'lumotlariga ko'ra har yili 25 mln kishi aynan suv orqali sodir bo'lgan kasalliklar tufayli vafot etadi.

Iqlim o'zgarishi tufayli ichimlik suviga bo'lgan talab yanada kuchaymoqda. Ichimlik suvining tozaligini saqlash, isrof qilmaslik, sug'orishga sarflanadigan suvni iqtisod qilish va sug'orishda innovatsion texnologiyalarni qo'llash bugungi kunning dolzarb masalalaridan biridir.

2017 yil 18 apreldagi O'zbekiston Respublikasi Prezidentining «O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzurida, Ichimlik suvidan foydalanishni nazorat qilish davlat inspeksiyasini tashkil etish to'g'risida» gi farmoniga asosan O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzurida Ichimlik suvidan foydalanishni nazorat qilish davlat inspeksiyasi tashkil etildi. Bundan tashqari, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 20 apreldagi "2017-2021 yillarda ichimlik suvi ta'minoti va kanalizatsiya tizimlarini kompleks rivojlantirish hamda modernizatsiya qilish dasturi to'g'risida" hamda 2018 yil 30 noyabrdagi "O'zbekiston Respublikasida ichimlik suvi ta'minoti va kanalizatsiya tizimlarini rivojlantirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida" gi qarorlari ana shu muhim vazifalarni hisobga olgan holda qabul qilingan va u aholining keng qatlamlari, ayniqsa, qishloq aholisi uchun yanada qulay va munosib ijtimoiy-maishiy sharoitlar yaratish, 2017-2021 yillarda mamlakatimizda ichimlik suvi ta'minoti va kanalizatsiya xizmati samaradorligini oshirish, iste'molchilarni sifatli ichimlik suvi bilan ta'minlashga qaratilgan.

Mazkur qaror asosida, quyidagi dastur va loyihalar amalga oshirilmoqda:

- 10,2 ming kilometr ichimlik suvi quvurlari va tarmoqlari, 1677 ta suv chiqarish qudug'i, 1744 ta suv minorasi va rezervuarini qurish hamda rekonstruksiya qilish, shuningdek, 1440 dona nasos uskunasi o'rnatish nazarda tutilayotgan tumanlar va aholi punktlari bo'yicha 2017 — 2021 yillarda ichimlik suvi ta'minoti va kanalizatsiya tizimlarini kompleks rivojlantirish hamda modernizatsiya qilish dasturining yig'ma va manzilli parametrlari;

- 20 ta ichimlik suvi ta'minoti ob'ektini qurish va rekonstruksiya qilish, 302 kilometrdan iborat suv o'tkazish va vodoprovod tarmoqlarini barpo etish bo'yicha yirik loyihalarni amalga oshirish nazarda tutilgan 2017-2021 yillarda mintaqalararo ahamiyatga molik ichimlik suvi ta'minoti tizimlari va o'ta muhim ob'ektlarni barpo etish hamda rekonstruksiya qilish bo'yicha manzilli dastur;

- xalqaro moliya institutlarining kreditlarini jalb etgan holda, respublikamiz hududlarida 36 ta investitsiya loyihasini amalga oshirishni nazarda tutadigan 2017-2021 yillarda Qoraqalpog'iston Respublikasi va viloyatlarda ichimlik suvi tarmoqlari va kanalizatsiya tizimlarini qurish va rekonstruksiya qilish manzilli dasturi.

- Dasturni 2017-2021 yillarda moliyalashtirish uchun 4,8 trillion so'm, jumladan, davlat byudjetidan 2,2 trillion so'm, xalqaro moliya institutlarining 2,6 trillion so'm yoki 730,7 million dollar miqdoridagi mablag'lari yo'naltiriladi.

O'zbekiston Respublikasi Davlat geologiya va mineral resurslar qo'mitasi tomonidan ma'lum qilinishicha, respublikamiz hududida 97 ta yer osti suvi konlari aniqlangan bo'lib, ulardan 19 tasining hosil bo'lish zonasi, qo'riqlanadigan tabiiy hududlar toifasiga kiritilgan. Hozirgi kunda shahar va tuman markazlari, ko'plab qishloq aholi punktlarining suv ta'minoti yerosti suvlari hisobiga amalga oshirilmoqda. Xususan, Farg'ona vodiysi, Toshkent, Sirdaryo, Jizzax, Samarqand, Qashqadaryo va Sirdaryo viloyatining ko'pchilik aholisi, asosan, chuchuk yer osti ichimlik suv resurslari bilan ta'minlangan.

Respublikamizda hozirgi paytda ekspluatatsion quduqlar soni 38717 ta bo'lib, ulardan ishlaydiganlari 16611 tani tashkil qiladi. Tog' va tog'oldi zonalarida 145 ta buloqlarning yer osti suv zaxirasi aniqlangan va ulardan ichimlik suvi bilan ta'minlash maqsadida foydalanilmoqda. So'nggi yillarda respublikamizning suv tanqis joylarida aholini markazlashtirilgan ichimlik suvi bilan ta'minlash borasida bir qator ishlar amalga oshirilmoqda. Hozirgi paytda 69 ta shahar, 335 ta shaharcha va 2 902 ta qishloq aholi punkti ehtiyojlari yer osti suvlari zahiralari hisobiga qondirilmoqda. Ma'lumotlarga ko'ra, O'zbekiston va qo'shni davlatlardagi aholi hamda sanoat

korxonalarini suv bilan ta'minlash, kollektor-drenaj, shuningdek, sanoat-oqova suvlarining asosiy daryolarga tushishi natijasida chuchuk yer osti suv resurslari 35 foizga kamaygan.

Istiqbolda yer osti suv resurslari va zahiralarning o'zgarishini bashoratlash, texnogen bosim ta'siri kuchayishi va yer osti suv konlari hosil bo'lishi sharoitini hisobga olgan holda, yer osti ichimlik suvi konlarining hozirgi holatini baholash ishlarini tahlil etish, yangi, istiqbolli chuchuk yer osti suvi zahiralari qidirib topish, konlarga salbiy ta'sir ko'rsatuvchi manbalarni aniqlash, chuchuk suv zahiralari holatini monitoring qilishning optimal usullarini ishlab chiqish kabi masalalarni belgilab olish muhim amaliy ahamiyatga ega.

Yer osti suvlari ichida buloq suvlari alohida ahamiyat kasb etadi. Buloq suvi tabiiy minerallarga boy bo'lib, inson organizmi uchun yerdagi biologik jarayonning rivoji uchun eng zarur. Qadimdan buloq suvlari yaxshi o'rganilib, ulardan ichimlik suvi sifatida keng foydalanilgan. Ayniqsa, tog' etagidagi buloq suvlari yoniga turar joylar qurilgan, chorva mollari boqilgan, ekin maydonlari o'zlashtirilib, hatto qurg'oqchilik paytida ham buloqlar hayot kechirish sharoitini saqlab kelgan. Qadimdan insoniyat suvga katta e'tibor bergan, avaylagan, ifloslantirmay oqilona foydalangan. Hatto yozning jazirama issig'ida ham buloq suvi harorati  $T = +10, +15^{\circ}\text{C}$  dan oshmagan. Minerallarga boy muzdek buloq suvlarini qaynatmasdan ham bemalol iste'mol qilinavergan. Buloq suvi zahiralari hozirgi kunda ham ichimlik suvining amaliy manbalaridan biri bo'lib kelmoqda. Shuning uchun ham buloq suvlarining sifati, tarkibini o'rganish muhim ahamiyatga ega.

Tabiiy buloq suvlari o'z bosimi bilan yer ostidan, yer ustiga sizib chiqadi. Hidrodinamik xususiyatiga qarab buloq suvlari turlicha bo'lganidek, kimyoviy tarkibi, yer ostidan bosim bilan chiqishi, harorati, mineralogik tarkibi, sho'rligi yoki chuchukligi, rangi, og'irligi va boshqa xususiyatlariga qarab ham turlicha tavsiflanadi. Ayrim hollarda davolash uchun yer osti suvlari issiq holida nasoslar yordamida yer ostidan tortib olinadi, sovutilib, tozalanadi va so'ngra iste'molga tavsiya etiladi.

O'zbekiston Respublikasida 1500 dan ortiq buloq suvlari ilmiy o'rganilib, ulardan sizib chiqish hajmi o'rtacha 1 l/s dan yuqori bo'lgan suv manbalari aniqlangan.

Toshkent viloyatining tog'li va tog'oldi hududidan 500 dan ortiq buloqlar xaritaga tushirilgan. Viloyatda asosan Qurama va Chotqol tizmalari bo'lib, unga Ugom, Pskom, CHotqol, Qurama va Qorjantov gidrogeologik massivlari kiradi. Ushbu buloqlarning ko'pchiligi oqimi kamida 0,5-5 l/s atrofida bo'lsa, yuqori bosim bilan sizib chiqadigan ayrim buloqlarda 50-100 l/s gacha (bu bir sekunda 100 litr suv yer ostidan otilib chiqishini bildiradi) yetadi. Shunday buloqlardan biri - "Qirqqiz" bulog'I Toshkent viloyatining Pskent tumaniga qarashli bo'lgan "Qirqizobod" qishlog'idan 2 km janubi-g'arbda dengiz sathidan 522 metr balandlikda joylashgan. Buloqning kenglik koordinati  $40^{\circ}49'02''$  dan  $40^{\circ}48'57.9''$  atrofida bo'lib, uzunlik koordinati  $69^{\circ}31'0''$  dan  $69^{\circ}31'57.9''$  atrofida joylashgan. Jami 40 tabuloq mavjud. Eng pastki buloqning absolyut balandligi 522 m bo'lib, undan 10-15 l/s, suv sizib chiqadi. Eng yuqoridagi (abs.balandlikdan 591 metr) 3 ta buloqdan suv sizib chiqish hajmi o'rtacha 70-80 l/s). Qurama tog' tizmasining Qoraqiyasoy irmog'I Oltintopkankon tog' yonbag'ri soylaridan to'plangan qor va yomg'ir suvlari va ayrim buloqlar hisobidan paydo bo'ladi. Qoraqiyasoy Olmaliq shahar hududining g'arbiy tomonidan rux zavodi va mis eritish zavodi yonidan oqib o'tadi. Qoraqiyasoy g'arbida qadimdan "CHuvildoq" bulog'I ham bo'lgan. Chuvildoq bulog'I suvining kimyoviy tarkibi "Qirqqiz" bulog'I suvi bilan deyarli bir-biriga yaqin bo'lib, har ikkalasidan ham mahalliy aholi buyrakda paydo bo'lgan toshlarni eritib, tushirishda keng foydalanib kelishgan.

Qoraqiyasoyga parallel Olmaliq shahri o'rtasidan oqib o'tadigan Qalmoqqir va Qo'rg'oshinkonlari aro sizib chiqayotgan Olmaliqsoy va Nakbaysoy suvlari ichimlik suvi sifatida yaroqsiz bo'lib, suvning sizib chiqish hajmi 1,5 dan 5,5 l/s, ayrim paytlarda 10-12 l/s gacha yetadi. Suv tarkibida gidrokarbonat kalsiyli tuzlar mavjud bo'lib, minerallashish miqdori 0,98 g/l dan - 2,5 g/l gacha, suvning qattiqligi 12,1 mg -ekv/l. gacha bo'lganligi kimyoviy tahlildan aniqlangan. Shuning uchun ham bu suvni ichimlik suvi sifatida iste'mol qilish mumkin emas.

Qurama tog' tizmasidagi "Qirqqiz" bulog'idan ichish uchun yaroqli bo'lgan muzdek buloq suvi yozning issiq kunlari ham  $+17^{\circ}\text{S}$  haroratda 150 l/s gacha suv sizib chiqadi. Suv tarkibida asosan sulfat-kalsiyli tuzlar bo'lib, suvning umumiy qattiqligi 6,3 -9 mg-ekv/l dir.

Xulosa sifatida aytish mumkinki, yer osti chuchuk suv zahiralari aniqlash, ulardan ichimlik suvi sifatida foydalanish rejalarini ishlab chiqish lozim, tog' oldi hududlaridagi buloq suvlaridan unumli foydalanish uchun kichik toza ichimlik suv omborlarini qurish, ulardan sug'orish tizimida emas balki aholini ichimlik suvi bilan ta'minlashda ishlatish, ham arzon ham o'zining me'yoriy

minerallashgan holda bo‘lganligi uchun va inson salomatligiga foydali ekanligi uchun ulardan to‘liq ichimlik suvi sifatida istemol qilishni tavsiya etamiz.

#### Adabiyotlar

1. Президент Ш.М.Мирзиёевнинг “2017-2021 йилларда ер ости сувлари захираларидан оқилона фойдаланишни назорат қилиш ва ҳисобга олишни тартибга солиш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ва “Ўзбекистон Республикасида ичимлик суви таъминоти ва канализация тизимларини ривожлантириш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги қарорлари.// Қонун ҳужжатлари маълумотлари миллий базаси ([www.lex.uz](http://www.lex.uz)), 2018 йил 30 ноябрь
2. Аҳолининг тоза ичимлик суви билан таъминланиши ҳолати. // Ўзбекистон экологик ҳаракати матбуот хизмати. манба: [eco.uz](http://eco.uz) 19.06.2017.
3. Дунёда сув кўп-у, ичимлик суви кам. // Ўзбекистон экология ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш давлат кўмитаси портали. манба: [uznature.uz](http://uznature.uz) 01.05.2014.
4. Аҳоли учун тоза ичимлик суви таъминоти қай даражада.// “Халқ сўзи”. 25.05.2018
5. Республика Давлат геология ва минерал ресурслар кўмитаси матбуот анжумани. // «Ўзбекистон овози» .
6. А.С. Хасанов. // “Қирққиз” булоғи. // Тошкент – 2017.
7. [www.google.com](http://www.google.com).

УДК: 91.914.919

#### O‘ZBEKISTONDA EKOTURIZMNI RIVOJLANTIRISHNING MILLIY MODELINI YARATISHNING BA’ZI MASALALARI

M.R. Usmonov, T.J. Jumaboev, X.J. Jo‘raqulov

*Samarqand davlat universiteti*

**Аннотация.** Mazkur maqolada ekoturizmni rivojlantirish asoslari va Amerika, Yevropa, Osiyodagi modellari ko‘rib chiqilgan. O‘zbekistonda ekoturizmni rivojlantirishning milliy modelini ishlab chiqish bo‘yicha tavsiyalar berilgan.

**Калит со‘злар:** ekoturizm, milliy model, ekonет, rezervat, milliy park, maxsus dastur.

#### Некоторые вопросы развитие национальная модел экотуризма в Узбекистане

**Аннотация.** В этом статье рассматривается экотуристическая модели Американская, Европейская, Азиатская. А также выводы развитие национальная модел экотуризма в Узбекистана

**Ключевая слова:** экотуризм, национальная модел, эконет, резерват, национальная парк, специальная программа.

#### Some issues development of the national ecotourism model in Uzbekistan

**Abstract.** This article examines the ecotourism model of the American, European, Asian. And also the findings of the development of the national ecotourism model in Uzbekistan

**Keywords:** ecotourism, national model, econet, reserve, national park, special program.

Bugungi kunda ekologik turizm jadal rivojlanib borayotgan turizm industriyalarining biridir. Bu soha jahon turizm industriyasidagi ulushi - 4% ni, ekoturizm xizmatlaridan olinadigan daromad 55 mlrd dollar va uning yillik o‘sishi 30% tashkil qilmoqda. Bu ko‘rsatkich 2020 yilga borib jahon turizm industriyasining asosiy strategik yo‘nalishlaridan biriga aylanishi mutaxassislar tomonidan bashorat qilinmoqda.

O‘zbekiston tarixiy va madaniy obidalarga boy turistik mamlakatlardan biridir. Bundan tashqari uning tabiiy va ekoturistik salohiyatidan turizm maqsadlarida hududlarda etarlicha foydalanilmayapti. Buning uchun xorij tajribasi asosida ekoturizmni rivojlantirishning milliy modelini yaratish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.

Tabiiy resurslarning tobora kamayib borayotganligi, atrof-muhit muhofazasining sayyoraviy chegaralarda tobora keskin xolatlarni keltirib chikarayotganligi, tabiiy inqirozlarning oldini olish,

tabiatni kelgusi avlodlar uchun muhofaza qilishda ekologik turizmni rivojlantirish xalqaro miqyosda tan olingan najot yo'llaridan andoza olish, tajribalardan oqilona foydalanish muhimdir.

O'zbekistonda ekoturizmning rivojlanishi nafaqat ma'naviyatimiz, ilm-fan, madaniyat, ma'rifat, tabiatni muhofaza qilish, ekoturistlarni jalb qilish, biologik xilma-xillikni saqlash muammolarini xalq qilishga balki, shu bilan birga iqtisodiy masalalarni, mahalliy ijtimoiy-iqtisodiy sharoitini yaxshilash, aholini yangi ish joylari bilan ta'minlash, mamlakatimiz iqtisodiyotining o'sishiga katta xissa qo'shadi.

Mamlakatimiz ekoturizm resurslariga boy davlatlar katorida turadi va Markaziy Osiyoning, dunyo mamlakatlarining o'zaro aloqalarini geografik jihatdan bog'lovchi davlatdir. Shu sababli ichki va xalqaro turistik oqim va ekoturistik oqim ham bizda kuchayishining juda katta imkoniyatlari hamda salohiyatlari bor.

Jahonda ekoturizmni rivojlantirishda yagona, har bir davlatlarning tabiiy iqlim sharoitiga, ulardagi turizm resurslaridan foydalanishda to'g'ridan-to'g'ri mos keladigan, qulay bo'lgan modellar yoki usullar hozirgacha ishlab chikilgan emas. Lekin, ekoturizmni rivojlantirishda milliy parklardan va davlat tabiiy qo'riqxonalaridan foydalanish masalalari yaxshi tadqiq qilingan.

**Milliy parklar** - bu tabiiy landshaftni va undagi biologik xilma-xillikni, bir va bir necha ekologik tizimlarni har taraflama muhofaza qiluvchi, aholining dam olish tizimini yaratishga imkoniyatlar yaratuvchi, hosil qiluvchi va dunyoning ko'plab davlatlari ekoturizmga foydalanayotgan, biri-birini qo'vvatlab kelayotgan tabiiy majmualardir. Hozirgi vaqtda dunyoda 3 mingdan ortiq milliy parklar bor. Dunyoda milliy parklardan foydalanishda ko'pdan-ko'p usullar, uslubiyatlar va modellar bor. Bunday modellar hozir ham ixtiro qilinmoqda. Ko'p xollarda dunyodagi milliy parklardan ekoturizmga foydalanishda xususiy moliyaviy ta'minot oldinga surilmoqda. Ekoturizmning prinsiplari bo'yicha ham ekoturist dam oladi va tabiat bag'rida dam olganligi uchun minimal soliq, xaq to'laydi.

Milliy moliyalashtirish manbalari asosida rivojlanayotgan milliy parklar asosan o'z davlatidagi xomiyalar hisobiga faoliyat olib boradi. Hozirda bunday davlatlar soni dunyoda 30 dan ortdi. Ularning yillik daromadi 1 mlrd.AQSH dollaridan oshdi. Mahalliy manbadan daromad qiluvchi milliy parklar o'zlarini asosan ekoturizmdan olinadigan foyda hisobidan moliyalashtirmoqdalar. Milliy parklardan ekoturizmga foydalanishdan Kanada davlati har yili 250 mln dollar, AQSH esa 870 mln dollar foyda olmoqdalar. Yaponiyaning milliy parklariga har yili 316 mln ekoturist tashrif buyuradi. SHulardan 252,8 mln. yaponlarni, 6,2 mln. xorijiy ekoturistlarni tashkil qiladi. Hozirgi vaqtda milliy parklarning 4 ta modeli bor. Bu modellarning alohida - alohida model sifatida ajratilishi o'ziga xos xususiyatlarga asoslangan: **1. Amerika modeli. 2. Evropa modeli. 3. Park rezervat modeli 4. Osiyo odeli**

**1. Amerika milliy parklari modelida** muhofaza qilinadigan hududlarning juda kattaligi, betakror tabiati bilan xususiyatlanadi. Masalan, Grenlandiya milliy parki - 70 mln. ga Afrikadagi Markaziy Kalaxari parki - 5,2 mln.ga, Amerika Qo'shma Shtatlaridagi Alyaska milliy parki -7,3 mln.ga, Kanada davlatidagi Bud- Baffalo - 4,4 mln.ga, Mo'g'iliston davlatidagi Gobi milliy parki -5 mln.ga, Rossiyadagi Kolima milliy parki 3 mln.ga.

Bu modelda milliy park tashkil qilishni birinchi bo'lib Amerika Qo'shma shtatlari boshlagan. AQSH xukumati 1872 yilda hozirda dunyoga mashhur Yellowstone milliy parkini tashkil qildi. AQSH va Kanada davlatlari bu modelda foydalanishda insonning xo'jalik faoliyati kuchayib borayotgan bo'lsa ham o'z hududlari chegarasida milliy parklarning maydonlarini tobora kengaytirib bormoqdalar. Hozirgacha Kanada davlati milliy parklar hududlarini 12 % ga kengaytirdi. Bu milliy parklar davlat tasarrufida, ba'zi xollarda yirik korporatsiyalarga ijaraga beriladi, lekin miliy parkning tabiati muhofazasi nazorat huquqini davlat o'zida saqlab qoladi.

Bu modeldagi milliy parklarni moliyalashtirish juda baland. Milliy parklarni saqlash uchun davlat ham, federal shtatlar ham mablag' ajratadi. Bunga qo'shimcha bo'lib xususiy mulkdorlar ham mablag' qo'shishadi (milliy parklardagi rekreatsiya xizmatlarining yarmi xususiy sektorda). Shuning uchun ham Shimoliy Amerika modelidagi milliy parklar) dunyodagi eng boy milliy parklardir. Milliy parkni rivojlantirishda AQSH va Kanada xukumati o'zaro teng shartnoma asosida hamkorlik qilishadilar, milliy parkdan dam olish va ekoturizmga foydalanishning zamonaviy, yangi texnologiyalarini yaratadilar.

Xalqaro ekologik turizm rivojida Amerika modelining ko'plab davlatlarda ishlatilayotganligi bu modelning jahonda birinchi marotaba mamlakat aholisining dam olishini va rekreatsiyaga bo'lgan ehtiyojini qondirish edi. Eng muhimi, Amerika davlati mahalliy aholini ish bilan ta'minlashning, har

bir hududlarning ijtimoiy- iqtisodiy rivojlanishini rejalashtirishni jahondagi boshqa davlatlarga qaraganda juda erta boshlagan edi.

Ikkinchidan, AQSH va Kanada davlatlarining maydonlarining kattaligi, bu hududlarda aholining keng tarqalganligi, ovchilikning juda kuchayib borayotganligi tabiatni va tabiat resurslarini muhofaza qilish xalqaro miqyosda kuchayib borayotganligi ham bu ikkala davlatning o'zaro hamkorlikda jahonda birinchilardan bo'lib milliy parklarni tashkil qilish va ulardan dam olish, tabiatni muhofaza qilishda ekologik turizmni rivojlantirishning zarurligini o'z vaqtida tushunib etgan edi.

Shu nuqtai-nazardan Yevropa davlatlarining olimlari, ekologlari kun tartibidagi bu muhim masalani echishning ilmiy-amaliy muammolarini tadqiq qilishga kirishgan edilar. Natijada global muammolardan biri bo'lgan tabiatni va uning resurslarini saqlab qolish va kelajak avlodlarga etkazishda xalqaro miqyosda ekologik turizmni rivojlantirishning davlat dasturlari ishlab chiqila boshlandi. Shu tariqa ekologik turizmni rivojlantirishning xalqaro modellarini ishlab chiqish o'sha vaqtdagi davr talabi edi.

Sivilizatsiya taraqqiyoti insoniyatning dam olishini ham birinchi o'rinlarga chiqarishi natijasida va sayyoramiz tabiatini oqilona saqlab qolishning eng ustuvor yo'nalishlari aynan tabiat bag'rida dam olish va uning saqlanib qolishiga yordam berish ham xalqaro ekologik muammolarda ustuvor masalalarga aylangan edi. Shu nuqtai nazardan AQSH va Yevropa milliy ekologik modelidan foydalanishni ko'plab davlatlar tezda qabul qilishdi.

**2.Yevropa modeli.** Birinchi Yevropa milliy parki 1909-yilda Shvetsiyada tashkil topgan. Bu modelning o'ziga xos afzalliklari Buyuk Britaniyada ishlab chiqildi. Bu modelda ishlash G'arbiy Yevropa va Yaponiyada tashkil qilindi va tobora rivojlanib bormoqda. Bu modelning asosiy xususiyatlari milliy parklarning hududlari kichikligi va aholining ekologik bilim va madaniyat yuqori darajadali bilan farkanadi. Bu modelni moliyalashtirish davlat tomonidan amalga oshiriladi. Shuning uchun ham transport, yo'l kommunikatsiyalari va ekoturizm infratuzilmalari juda yuqori darajalarda tashkil qilingan.

Yevropa modelidagi milliy parklarning yana bir xususiyati shundaki, deyarli 50 % milliy parklar xususiy sektorda. Milliy parklarning eng katta shiori - mamlakat aholisining sog'ligini tiklash va dam olish sharoitlarini yaratish hisoblanadi. Shuning uchun ham ichki ekoturistlar oqimi juda katta, lekin tashqi ekoturizm oqimi ham katta miqdorlarni tashkil qiladi.

Yevropa davlatlaridagi milliy parklarning tashkil qilinishi muhitini va sharoitini hisobga olsak, dastlab shunday omilga e'tibor berish kerakki, yevropaliklar ijtimoiy-iqtisodiy taraqqiyotda boshqa xalqlarga nisbatan ancha oldinga chiqib olgan xalqlardir. Ularning aholi eng zich joylashgan materikda yashayotganligi ilmiy-texnika rivojlanib borayotganligi uchun ham ikkinchidan, bu davlatlarda yashayotgan xalqlarning ijtimoiy-siyosiy ongi va madaniyatining juda yuqori bo'lganligi ham o'z davlatlari rahbariyati oldiga tabiat muhofazasini dadil qo'yganligi, o'zlarining ham global ekologik muammolarning tobora kuchayib borayotganligi o'z vaqtida tushunib olganliklari edi.

**3. Rezervat - park modelining** rivojlanish konsepsiyasi butunlay boshqacha - bu milliy parklarni moliyalashtirish davlat hisobidan emas balki, aksincha davlatni quvvatlashdir. Bu milliy parklarning faoliyat ko'rsatishdagi bosh prinsipi- o'z kuchiga ishonch, g'oyasi o'zini-o'zi ta'minlashdir. Bu model XX asr o'rtalarida shakllandi va hozirda rivojlanayotgan davlatlarda keng yoyilib bormoqda. Milliy parkka kirish bahosi juda past va shuning uchun ham ichki va tashqi turistlar juda ko'p tashriflar qilishmoqda.

Rezervat park modelidagi eng muhim omil evropaliklarning ekologik ong va ekologik madaniyatining juda yuqori bo'lganligi bilan belgilanadi. Bu milliy park tizimining ishlashida juda katta ma'no bor. Binobarin, evropaliklar «o'z uyingni o'zing ozoda tut» shiorini ommaviy ravishda qabul qiladilar va unga to'liq amal qilib kelmoqda. Yevropaliklarning o'zaro hamkorlikda mustaxkam, birodarlikda ekanligini jahondagi xalqlar tarix saboqlaridan juda yaxshi bilishadi. Ikkinchidan, Yevropada yashayotgan xalqlar hayotning har qanday muammolarini birlashmasdan hal qilib bo'lmasligini ham juda yaxshi bilishadi. Uchinchidan, park rezervat tizimini tashkil qilish yo'li bilangina zamonaviy sanoat kuchli rivojlangan Yevropaning hozirgi tabiatini saqlab qolish va kelgusi avlodlarga etkazish mumkinligini ular ancha erta angladilar.

**4. Osiyo modeli** hozirgi vaqtda shakllanish bosqichida. Bu modeldagi milliy parklarning faoliyat ko'rsatish asosan davlat tasarrufida. Osiyo davlatlari o'z ichki turizmida ham xalqaro miqyosda rivojlanib borayotgan, tabiat muhofazasida va mahalliy aholi ijtimoiy-iqtisodiy hayotida muhim istiqbolli yo'nalishlarni ta'minlaydigan ekologik turizmni rivojlantirishda milliy parklar va

alohida muhofazadagi hududlardan foydalanish tizimini yaratishga yoki tadqiq qilishga jiddiy kirishgan emas.

Ekologik turizmni rivojlantirishdagi Osiyo modeli yuqorida qayd qiganimizdek, endigina rivojlanish yo'lida. Osiyodagi davlatlardan Xindiston, Tayland, Janubiy Koreya va Yaponiya davlatlari ko'p yillardan beri ekologik turizmni rivojlantirib borayotgan davlatlar qatoriga kiradi.

So'nggi yillarda alohida muhofazadagi hududlardan ekologik turizmda foydalanish asta-sekinlik bilan va o'ta xushyorlik bilan oldinga siljiy boshladi. Bu yo'nalishda BMT ning vakolatxonasining xalqaro loyihasi asosida Badayto'qay davlat qo'riqxonasi xalqaro biosfera rezervatiga aylantirildi. Bu biosfera rezervatidan xalqaro "Econet" tizimida ekologik turizmni rivojlantirish boshlandi. Chunki, biosfera rezervatida mahalliy aholi ham yashaydi. Bu aholi ekoturistlarga ekoturistik xizmatlarni ko'rsata boshladi

**5. Avstraliya modeli.** Ilmiy adabiyotlar tahlilidida ma'lum bo'ladiki, Avstraliya ekologik turizmni uning tamoyillariga asoslanib tashkil qilgan va jahonda ekologik turizmni ilmiy-amaliy qoidalariga asosan rivojlantirayotgan etakchi davlat hisoblanadi. Bu davlat ekologik turizmni o'z davlatining hududlarida tashkil qilganda hududlarni ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirishning davlat dasturlarini ishlab chiqadi va hududning tabiiy resurslarini hisobga olgan holda ekologik turizmni rivojlantirish imkoniyatlarini o'rganadi.

Eng muhimi shundaki, ekologik turizmni tashkil qilishda mahalliy aborigen aholining ijtimoiy-iqtisodiy manfaatlarini hisobga olinadi va ekoturistik xizmatlarni amalga oshirish to'liq ularga topshiriladi. Ikkinchidan, mamlakatdagi shtatlarning ma'muriyatining taklif va tavsiyalarini ham to'liq hisobga oladi. Mamlakatdagi tabiatshunos, ekolog va biolog olimlar xaltali xayvonlar yurti bo'lgan Avstraliyaga moliyaviy jihatdan imkoniyatlarga ega bo'lgan turistlarning kelishini juda yaxshi bilishadi. Shuning uchun ham ular ekoturistik mahsulotlarni turli-tuman mavzularda tayyorlashadi. Hozirda xalqaro turizmda Avstraliyaning ekoturistik marshrutlari juda ommaviylashgan va katta ekoturistik oqimlarni xosil qilgan xalqaro ekoturistik marshrutlari muvaffaqiyat bilan ishlamoqda. Avstraliya modelining muvaffaqiyat bilan ishlayotganligining eng muhim omillaridan biri shundaki, barcha hududlarda tashkil qilinayotgan ekoturistik xizmatlarga faqat o'sha hududning mahalliy aholiga xizmatlar ko'rsatadi. Bu usulda ishlash mahalliy aholining ish bilan ta'minlanishini xal qiladi va mahalliy qishloqlarning ijtimoiy-iqtisodiy muammolarini o'z vaqtida xal qiladi. Bavariya o'rmonlari milliy parkini ko'pincha ekologik turizmni rivojlantirishning xalqaro Yevropa-2 modeli deb ham nomlashadi. Bu milliy parkning tashkil qilinishi tizimi ham ekologik turizmni rivojlantirishda butunlay yangicha usullarni qo'llashdan boshlandi. Ekologik turizmni tashkil qilishda va milliy parklar, alohida muhofazadagi hududlardan ekologik turizmda foydalanishda asosan davlat tashabbuskor bo'lgan bo'lsa Bavariya o'rmonlari milliy parkini mahalliy xukumat tashkil qildi va asosiy shior tabiat va uning resurslarini muhofaza qilishda davlatga yordam berish tizimini ishlab chiqdi.

Yuqorida keltirilgan Yevropa-2 modelining asosiy ko'rsatkichlaridan ham bu tizimning barcha ish yuritish xolatlarini tezda anglab olish mumkin va kichik maydonlarda ham, alohida muhofazadagi hududlarda ham, tabiiy resurslarni muhofaza qilishda ham ekologik turizmni rivojlantirishda ham Bavariya o'rmonlari milliy modelini muvaffaqiyat bilan qo'llash mumkin bo'ladi.

Yevropa mamlakatlarining maydonlari Amerika va Kanada yoki Afrika davlatlaridagidek katta hududlarni egallagan milliy parklari yo'q bo'lsada Yevropa xalqlarining ham siyosiy ham ekologik madaniyatining yuqori bo'lganligi g'oyatda zich joylashgan davlatlar o'z davlatlari hududlarida saqlanib qolgan tabiatni muhofaza qilishda ekologik turizmni rivojlantirish yo'llarini ustalik bilan topdilar. 1993 yilda landshaft biotilma-xilligi va turlarni saqlash bo'yicha «Paneyropa strategiyasi» jahonda birinchi ekologik tarmoq – "Econet"ning tuzilganligini e'lon qildi. Ekonet tizimidagi davlatlar hozirga kelib alohida qo'riqlanadigan hududlarni muhofaza qilish va ratsional foydalanishning quyidagi texnologiyasini ishlab chiqdi. Ekonet tizimi hozirga kelib nafaqat Yevropa davlatlarida balki, butun jahondagi davlatlarning alohida muhofaza qilinadigan hududlarining ekologik muvozanatini saqlashda ekologik turizmni jadal rivojlantirish maqsadlarida ommaviy ravishda qo'llanilmoqda. Chunki, olimlarning xulosalariga ko'ra alohida muhofazadagi hududlarni ekologik bilimli va ekologik ongli kishilar davlat nazoratiga qaraganda yaxshiroq muhofaza qiladilar.

Yuqoridagi ekoturizmni tashkil qilishda jahon davlatlari tajribasini o'rganish asosida O'zbekistonda ham ekoturizmni tashkil etishning milliy modelini yaratish maqsadga muvofiqdir. Buni amalga oshirishda quyidagilarni amalga oshirish uchun bizningcha quyidagilarga ahamiyat berish lozim, deb hisoblaymiz.

Eng avvalo O'zbekistonda joylashgan davlat qo'riqxonalarida milliy rezervatlar tashkil qilish, ya'ni qo'riqxonada ichida qo'riqxonada tabiati, undagi bioxilmaxillikka zarar etkazmasdan undagi qo'riqlanayotgan o'simlik, hayvonot olamiga turistlar tomosha qiladigan turistik marshrutlar ishlab chiqish lozim. Bunday tajriba Nurota-Arnosoy qo'riqxonasida tashkil qilingan rezervati misol bo'la oladi. Rezervatga kirish joyida turistlarni maxsus yo'laklar orqali kirish uchun gidlar, turistlar foydalanish uchun transport vositalari (otlar, tuyalar) qo'yilgan. Turistlarning dam olishi uchun mexmonxonalar tashkil qilingan. Shunday rezervatni respublikamiz hududidagi boshqa qo'riqxonalarda, shu jumladan xorijiy sayyohlar eng ko'p tashrif buyuradigan Samarqand shahri atrofida joylashgan «Zarafshon» qo'riqxonasida amalga oshirish mumkin.

Bundan tashqari, respublikamiz tog'oldi va tog'li hududlarida juda ko'p ziyorat qiladigan muqaddas qadamjolar joylashgan. Ushbu qadamjolar mahalliy aholi tashrif buyuradilar. Lekin bunday muqaddas joylarga ziyorat qilish stixiyali ravishda amalga oshiriladi. Hech qanday tartib yo'q. Bunday joylarga Samarqand viloyati hududidagi joylashgan Xazrati Dovud ziyoratgohini misol qilib ko'rsatish mumkin. Bu erga kelayotgan ziyoratchilarni tartibli ravishda tashkil qilish davlat tomonidan amalga oshirilishi maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Ekologik turizmni rivojlantirishda xalqaro ekologik modellardagi yana bir muhim tuzilmalarning mohiyati va mazmuni shundan iboratki, bu modellarda ishlashda birinchi navbatda tabiatni va uning resurslarini muhofaza qilish oldinga qo'yilgan. Ikkinchidan, mahalliy aholining ijtimoiy- iqtisodiy manfaatdorligi ta'minlangan. Uchinchidan, davlat va mahalliy boshqaruvlar ekoturizmni rivojlantirish dasturlarini qabul qilishda insonning dam olishini ta'minlovchi sharoitlarni qonunlar asosida mustahkamlagan. To'rtinchidan, ekoturizmni rivojlantirishda imtiyozli davlat yordami tizimlarini ishlab chiqqan. Beshinchidan, xalqaro ekoturistik faoliyatlarga ham milliy parklarning tabiat muhofazasidagi faoliyatlariga ham davlatning ekologik nazorati davlat qonunlari asosida tashkil qilingan.

Mamlakatimizda ekologik turizmni rivojlantirishda xalqaro ekoturistik modellarni qo'llash bo'yicha quyidagi tavsiyalarni berish mumkin:

1. Ekologik turizmni vatanimizda rivojlantirishda birinchi navbatda ekologik turizmni rivojlantirishda xalqaro modellarning tavsif va tariflarini, bu modellarning maqsadi va vazifalarini, modellar bo'yicha amalga oshiriladigan ishlarni batafsil o'rganish talab qilinadi:
2. Mamlakatimizda ekologik turizmni rivojlantirishda xalqaro ekologik modellarni qo'llash ob'ektlari ekoturistik foydalanish nuqtai nazaridan mufassal o'rganilishi lozim:
3. Alohida muhofaza qilinadigan hududlar va tabiat qo'riqxonalarini, milliy bog'lardan ekologik turizmni rivojlantirishda foydalanishning huquqiy va me'yoriy xujjatlarini davlat miqyosida ishlab chiqish:
4. Ekologik turizmni rivojlantirishda mamlakatimizning ekoturistik resurslari va ob'ektlari xalqaro va ichki turizm bo'yicha darajalarga bo'linishi, bu ob'ektlarning turizmga foydalanish imkoniyatlarini o'rganish:
5. Ekologik turizmni rivojlantirishdagi eng muhim masalalardan biri- ekologik turizm resurslari madaniy markazlardan ancha uzoq masofalarda joylashganligi sababli bu maskanlarda turistik infratuzilmalarning tashkil etilmaganligi hisoblanadi. Shuning uchun ham birinchi navbatdagi vazifalardan biri- alohida muhofazadagi hududlar, davlat tabiat qo'riqxonalarini va milliy bog'larimizda ekoturistlariga infratuzilma tizimini va xizmatlarini tashkil qilish:
6. Mamlakatimizda ekologik turizmni rivojlantirish dolzarb masalalardan ekanligi va bu istiqbolli yo'nalishda ekologik turizmni rivojlantirishning xalqaro modellarini qo'llashning reklamalarini ishlab chiqish hamda xalqaro va ichki turizm bozorlariga chiqarish:
7. Ekologik turizmni rivojlantirishda yana bir muhim masalalardan biri shundan iboratki, turizm boshqaruvida «O'zbekistonda turizmni rivojlantirish davlat qo'mitasi»da va uning viloyatlardagi mintaqaviy bo'limlarida, ekskursiya sayohat byurolarida «Ekologik turizmni tashkil kilish va boshqarish tizimi»ni tashkil qilish tuzilmalari shakllantirilish:
8. Istiqbolda ekologik turizmni rivojlantirishdagi yana bir dolzarb masalalardan biri - barcha viloyatlarimizda aholining qiziqishini, tadbirkorligini va tashabbuskorligini tashkil qilish, aholining ijtimoiy va iqtisodiy manfaatdorligini ta'minlovchi imtiyozli davlat qarorlarini ishlab chiqish:
9. Ekologik turizmni rivojlantirishdagi eng muhim muammolardan biri bo'lgan yana bir masala shundan iboratki, ekoturizmni xarakatga keltiruvchi ixtisoslashgan maxsus turistik firmalar

yoki turistik tashkilotlar xanuzgacha tashkil qilinmayapti. SHuning uchun ham mamlakatimizning barcha viloyatlarida ekologik turizmni tashkil qiluvchi va ekoturistik xizmatlarni ko'rsatuvchi turistik firmalar tashkil qilish:

10. Mamlakatimizda ekologik turizmni rivojlantirishda ruxsat berilgan ekologik turizm resurslariga turistik marshrutlar ishlab chiqishni yo'lga qo'yish va bu turistik marshrutlarning reklamasini xalqaro va ichki turizm bozoriga chiqarish:
11. Turizm mutaxassislari tayyorlanayotgan institut, universitetlar va turizm kollejlarda «Ekologik turizm»fanini majburiy ta'lim tizimiga kiritish:
12. Mamlakatimiz oliy ta'limida ekologik turizm bo'yicha mutaxassislar tayyorlash.

#### **Adabiyotlar**

1. O'zbekiston Prezidentining "O'zbekiston Respublikasini 2017-2021 yillarda rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida"gi farmoni -Toshkent, 2017
2. O'zbekiston Respublikasining «Turizm sohasini jadal rivojlantirishni ta'minlash chora-tadbirlari to'g'risida»gi Farmoni, 2017.
3. Александрова А.Ю. Международный туризм: Учебник-М.:Аспект Пресс,2002-470 с.
4. Ердавлетов С.Р. География туризма: история, теория, методы, практика - Алматы. 2000 - 336 с.
5. Комилова Ф. Халқаро туризм бозори. –Т.: TDIU, 2001. - 64 б.
6. Хайитбоев Р., Матякубов У. Экологик туризм.-Самарканд. 2010
7. [www.zionet.uz](http://www.zionet.uz)
8. [www.lex.uz](http://www.lex.uz)



UDK: 371-3

**“YADRO VA ZARRALAR FIZIKASIDA FOTOEMUL'SIYA METODI” BO'YICHA  
AMALIYOT VAZIFALARI****S.S. Aliqulov<sup>1</sup>. Y.B. Mingbayeva**<sup>1</sup>Jizzax davlat pedagogika instituti,<sup>2</sup>O'zbekiston Respublikasi Ichki ishlar vazirligi Jizzax akademik litseyiE-mail: [samaraliqulov@inbox.ru](mailto:samaraliqulov@inbox.ru)

**Annotatsiya.** Ushbu ishda pedagogika oliy ta'lim muassasalarining “umumiy fizika” kursining atom, yadro va zarralar fizikasi bo'limiga kiruvchi yadro reaksiyalarini emul'siya metodi yordamida o'rganish bo'yicha yaratilgan metodik ta'minot haqida so'z boradi.

**Kalit so'zlar:** atom, yadro, fotoemulsiya, mikroolam, zarralar fizikasi, yadro reaksiyalar, metodik ta'minot.

**Практикум по «Фотоэмульсионному методу в физике ядра и элементарных частиц»**

**Аннотация.** В данной работе речь пойдёт о создании вопросы учебно-методической базы на основе изучения ядерных реакций с помощью эмульсионной методики в курсе атомной, ядерной и физикой частиц, входящих «общей физики» преподаваемых в педвузах.

**Ключевое слово.** Атом, ядро, фотоэмульсия, микромир, физика частиц, ядерным реакции, методическое обеспечение.

**Practical tasks on emulsion method in nuclear physics and particle physics**

**Abstract.** In this work, the speech will be devoted to the creation of the educational methodological base on the basis of the study of nuclear reactions using the emulsion technique in the course of the atomic, nuclear and physical particles of the incoming “general physics” taught in the teacher training universities.

**Keywords:** atom, nucleus, emulsion, particle physics, nuclear reactions, methodological base, microcosm.

Jamiyatning yangilanishi, hayotimizning taraqqiyoti va istiqboli, Respublika mustaqilligi va bozor iqtisodiyotiga mos ijtimoiy-iqtisodiy siyosatni shakllantirish - zamon talablariga javob beradigan, malakali, raqobatbardoshli mutaxassislarni tayyorlash va mazkur jarayon samaradorligini ta'minlash uzluksiz ta'lim mazmunini takomillashtirishni taqazo etmoqda.

Jadal su'ratlar bilan rivojlanayotgan Respublikamizda bugungi kunda barcha sohalar kabi ta'lim sohasida ham juda ko'plab ishlar amalga oshirilmoqda. Bu sohadagi asosiy ishlardan sifat ko'rsatkichi hisoblanadi. Uni amalga oshirishning asosiy yo'nalishi o'quv jarayoniga ilg'or pedagogik va axborot texnologiyalari, ilg'or xorij tajribalarini joriy etish hisoblanadi. O'quv jarayoniga ilg'or pedagogik va axborot texnologiyalarini joriy etish muammolariga bag'ishlangan so'nggi yillarda juda ko'plab, xalqaro miqyosda Respublikamizda xalqaro seminar va ilmiy anjumanlar o'tkazilmoqda.

Bizga ma'lumki, fan–inson madaniy taraqqiyotining (sivilizasiyasining) ham mahsuloti, ham uning rivojlanish sharti hisoblanadi. Fan yordamida inson moddiy ishlab chiqarishni rivojlantiradi, jamiyatdagi munosobatlarni mukammallashtiradi, kishilik jamiyatining yangi avlodiga ta'lim beradi va tarbiyalaydi, o'z tanasini davolaydi. Tabiiy –ilmiy bilimlar va texnika taraqqiyoti sezilarli darajada turmush tarzini o'zgartiradi, inson farovonligini oshiradi, insonlarning turmush sharoitlarini mukammallashtiradi.

Inson tabiat qonunlarini bilishligi tufayli tabiatdagi narsalar va jarayonlarni o'z ehtiyojlarining qanoatlantirilishiga qarab o'zgartirishi va o'ziga moslashtirishi mumkin.

**O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Shavkat Mirziyoevning Yangi yil arafasida – 2016 yil 30 dekabr kuni mamlakatimizning yetakchi ilm-fan namoyandalari bilan uchrashuvida ta'kidlaganidek,** "Bugungi zamon barcha sohalar qatorida ilm-fanni ham yangi bosqichga ko'tarishni talab qilmoqda. Zotan, jamiyat oldida turgan dolzarb masalalarni ilm-fansiz yechish qiyin. Mazkur sohani va olimlarni har tomonlama qo'llab-quvvatlash davlatimizning ustuvor vazifalaridandir".

Bugungi kunda mamlakatimizda xizmat qilayotgan dunyo miqyosida o'z o'rniga ega bo'lgan olimlarimizning ko'pchiligi fundamental fanlar sohasida ijod qilishib jahon fan xazinasiga o'z

hissalarini qo'shishgan. Biz bugun fundamental fanlar sohasida (fizika fani misolida) olingan natijalarini kichik bir soha misolida laboratoriya amaliyoti orqali o'quvchilarga yetkazmoqchi bo'ldik.

Fundamental fanlar vazifasi–tabiatning asosiy prinsip va qonuniyatlarini bilish hisoblanadi.

Amaliy fan vazifasi –jamiyatning moddiy manfaatlari bilan bog'liq bo'lgan aniq muommalarni yechish. Qoida bo'yicha amaliy fan, fundamental fanlar tomonidan yaratilgan qonunlarga tayanadi.

Soddalashtirib aytganda, bugungi kunning fundamental fani ertangi kun amaliy fanini, indingi kun texnika va texnologiyasini aniqlab beradi. Shunday qilib, fundamental fanlar moddiy–texnika sohasi taraqqiyotining asosi, ya'ni, fundamenti hisoblanadi.

Shuni ta'kidlash joizki, yoshlarimizning har tomonlama kamol topishi, olamning yaxlit bir butunligini anglashida fundamental fanlarning roli beqiyosdir. Bu erda biz yuqori energiyalar fizikasida olib borayotgan tadqiqotlarni alohida ajratgan bo'lardik.

Yuqori energiyalar fizikasi–bu mikroolam fizikasi bo'lib, Koinotning eng kichik “g'ishtlari”, ular orasidagi o'zarota'sirlashuvlar haqidagi, materiya tuzilishi va xususiyatlarini subyadro darajasida o'rganuvchi fandır. Ma'lumki, tizim qancha oddiy bo'lsa, uning xususiyatlari umumiy qonuniyatlar orqali aniqlanadi, elementar zarralar fizikasi–tabiatning eng umumiy qonunlari va prinsiplari haqidagi global fan hisoblanadi. Shu nuqtayi nazardan u boshqa ko'plab tabiiy fanlarga o'zining doimiy ta'sirini ko'rsatib turadi. Xususan, elementar zarralar fizikasining kosmologiya bilan bog'lanishi Koinotning paydo bo'lishi va evolyusiyasi umumiy manzarasini yaratish imkonini berdi.

Zarralar fizikasi o'zining qisqa bosib o'tgan yo'li davomida hayron qolarlik darajadagi muvaffaqiyatlarga erishdi. Oxirgi yarim asrdan ko'proq vaqt mobaynida fanda erishilgan yuksak kashfiyotlar uchun berilgan Nobel mukofotining 1/3 qismi shu soha olimlariga berilganligi tasodifiy hol emas. Bugungi kunda zarralar fizikasi – ko'plab bashoratlari o'z tasdig'ini topgan, tuzilishi aniq va jiddiy yo'lga qo'yilgan fandır. Bu fan ham nazariya, ham amaliyotda eng teran, pishiq va har tomonlama qamrovga ega bo'lgan tabiat qonunlarini tushunish va yuzaga chiqarish yo'lida jadal rivojlanib bormoqda.

Zarralar fizikasi sohasida olib borilayotgan tajribaviy tadqiqotlarni amalga oshirish uchun juda katta mablag' talab qilinib, hattoki bugungi kunda bu ishlarni rivojlangan davlatlar ham o'zlari amalga oshira olmaydi. Bu ishlarni amalga oshirishda bir nechta davlatlarning hamkorliklari talab qilinadi. Bularga quyidagi mashhur ilmiy markazlarni misol qilish mumkin: Shveysariyadagi CERN – Evropa Yadro tadqiqotlari markazi (Bu erda yuqori energiyali yadrolarni tezlashtiruvchi Katta Adron kollayderi - LHC ishlab turipti), AQSHdagi BNL –Brukxeyvn Milliy laboratoriyasi (Bu erda yuqori energiyali og'ir ionlarni tezlashtiruvchi RIHC kollayderi ishlab turipti), Rossiya Federasiyasining Dubna shahridagi OIYaI –Birlashgan Yadro tadqiqotlari instituti (Bu erda yuqori energiyali yadrolarni tezlashtiruvchi NUKLOTRON tezlatgichi ishlab turipti), Germaniyaning DESY (massa markazlari tizimida ishlovchi elektron –pozitron tezlatgichlari), GSI, FAIR (Evropaning ionlar va antiprotonlar tadqiqot markazlari) markazlari va boshqalarni misol keltirish mumkin. Bu markazlarda zarralarni to'qnashuvlardan keyin qayd qiladigan maxsus elektron va trekli va boshqa detektorlar yordamida olinadigan tajriba natijalari qayta ishlash va fizik natijalar olish uchun shu soha bilan shug'ullanuvchi dunyoning turli burchaklaridagi ilmiy tekshirish va ta'lim muassasalariga yuboriladi.

Shu yerda yana ta'kidlash mumkinki, yuqoridagi markazlarda juda katta hajmdagi materiallar bilan ishlashga to'g'ri keladi, ya'ni qayta ishlash kerak bo'lgan axborotlar hajmi keskin ortadi. Shuning uchun LHC ning ishga tushirilishi bilan Crid texnologiyasi yangi avlodining global tarmog'i ishlab chiqildi. Vaqti kelib u insoniyat faoliyatining barcha sohalarida keng qo'llanila boshlaydi.

Ushbu sohada olib borilayotgan ishlarning bunday imkoniyatlarini e'tiborga olgan holda A. Qodiriy nomli Jizzax davlat pedagogika instituti «Fizika o'qitish metodikasi» kafedrasida shu soha bo'yicha o'quv –uslubiy laboratoriya yaratishga kirishildi. Yadro fotoemu'siyasi metodi yordamida ilmiy–tadqiqot va shu sohaga taa'luqli uslubiy ishlarni bajarish uchun ikki dona MBI 9 Mikroskop o'rnatildi.

Yadro fotoemul'siya metodi pufakchali kamera (propan, vodorod va b.) metodlari bilan bir qatorda XX asrda ham tezlatgichlar texnikasida, ham kosmik nurlar bilan o'tqazilgan tajribalarda keng qo'llanildi. Boshqa metodlarga qaraganda fotoemul'siya metodining qulayligi–uning voqealarni o'rganishda ularni yaqqol namoyon qilishligidadir. Emul'siyani mikroskop yordamida kuzatgan kuzatuvchi zarrachaning emul'siya qatlamidan o'tganda yuz bergan butun jarayonlarning to'liq guvohi bo'ladi. Bularga–ionizasion tormozlanish, sochilish, sponton bo'linishlar kiradi. Bulardan tashqari

kuzatuvchi yangi zarralarning tug'ilishi, ularning burchak va energetik taqsimotlarini kuzatishi mumkin. Bugungi kunda eksperimentatorlarning emul'sion metodikaga bo'lgan qiziqishi ortganligini kuzatamiz. Bunga sabab, zamonaviy tajribalarda emul'sion kameralarni yig'ishni, emul'siyani qayta ishlash va skaner qilishni yetarli darajada avtomatlashtirish mumkinligidir.

Bunday zamonaviy eksperimentlarga OPERA (Oscillation Project with Emulsion –tRacking Apparatus) va boshqa eksperimentlar kiradi[1,2]. Bugungi kunda dunyoning ko'pgina taniqli oliy o'quv yurtlarida emul'siya metodikasi yordamida olingan ma'lumotlardan laboratoriya ishlarini bajarib ta'lim jarayonida foydalanishmoqda. Rossiyaning MIFI (Moskva muxandislik fizikasi instituti) va MGU (Moskva Davlat universiteti) ta'lim muassasalarida ikkitadan emul'siyaning turli xil chuqurliklarida tasvirni olishga imkon beruvchi, skanerlovchi majmualar o'rnatilgan.

Bugungi kunda Jizzax Davlat Pedagogika instituti hamda Rossiya Federasiyasining Dubna shahridagi Birlashgan yadro tadqiqotlari institutlari (OIYaI) o'rtalarida mustahkam ilmiy aloqalar o'rnatilgan bo'lib, institut xodimlaridan ko'pchiliklari o'zlarining uzoq muddatli stajirovkalarini o'tashmoqda va o'tab qaytishgan. Ular asosan emul'siya metodikasi bo'yicha olib borilayotgan ilmiy tadqiqot ishlarida faol ishtirok etishdi va etishmoqda. Emul'siya qatlamlarini tezlatgichlarda nurlantirishdan, ma'lumotlarni olish, qayta ishlash, taqsimotlar olishdan maqolalar yozishgacha bo'lgan jarayonlarda ishtirok etishmoqda.

Turli xil eksperimentlarda foydalanilgan emul'siya qatlamlari dunyoning turli mamlakatlarida, turli xil vaqtlarda skaner qilingan. Bizning instituimizda ham to'plangan tajriba natijalariga asosan, talabalar uchun emul'siya metodikasi bo'yicha zarralarning hosil bo'lishining asosiy metodikasini o'zlashtirishga imkon beruvchi turli xil mashqlar ishlab chiqilgan[3]:

Shuni alohida ta'kidlash kerakki, emul'siya metodikasi yordamida voqealar geometriyasini tiklash va kinematik tahlilni amalga oshirish mumkin bo'ladi.

Taklif qilinayotgan ishda yadroviy reaksiyalarni o'rganishda fotoemul'siya usulining qo'llanilishi haqida so'z boradi. Yadroviy fotoemul'siya metodining fizikaviy asoslarini o'rganish, atom yadrosining parchalanishi natijasida hosil bo'luvchi neytral zarralarning yig'indi energiya va impul'sini baholash ishning maqsadi hisoblanadi.

Zaryadli zarralar qayd qilinishi asosan ularning ionizatsiyasi tufayli amalga oshiriladigan bo'lsa, neytral zarralarni qayd qilishda ularning muhitda hosil qilgan ikkilamchi ta'sirlashuvlaridan foydalaniladi.

Zaryadli zarralar muhitdan o'tganda elastik sochilish natijasida muhit atomlari uyg'ongan yoki ionlashgan holatga keladi va bu uzluksiz ravishda zarralarning kinetik energiyasi kamayishiga olib keladi. Z zaryadga va elektron massasidan ancha katta massaga ega bo'lgan zarraning ionlashtirish qobiliyati solishtirma energiya yo'qotishi ionizatsion energiya yo'qotilishi uchun ma'lum formula orqali aniqlanadi.

Yadro reaksiyalarini o'rganishdagi fotoemul'siya metodi asosida zaryadli zarralarning ionlashtiruvchi qobiliyatidan foydalanish yotadi. Bu metod ionlashtiruvchi zarralar traektoriyasini to'g'ridan-to'g'ri kuzatish imkoniyatini beradi. "Yadro" emul'siyasi bir xil taqsimotli bromli kumushning mayda (~ 0.3 mkm) kristallaridan (don) iborat bo'lgan jelatin qatlamidan tashkil topgan.

Ushbu metodning qulayligi uning aniqligi, arzonligi va emul'siya materialining kichik hajmdaligi hisoblanadi. Kamchiligiga emul'siya (600 mkm dan kichik) materiali qalinligining chegaralanganligini aytish mumkin, nimaga deganda o'lchash aniqligi emul'siyada chopish masofasidan bog'liq. Emul'siya qalinligini oshirish uchun stopkalardan foydalaniladi (qutilarga joylashtirilgan oynali idishda bo'lmagan emul'siya qatlamlari).

Yadro emul'siyalarini qarash bir necha yuz martalab kattalashtirib beradigan binokulyar mikroskoplar yordamida amalga oshiriladi. Tasvir stereoskopik chiqadi. Emul'siyani qarash jarayonida, emul'siya tarkibiga kiruvchi element atomlari yadrolarining emul'siyaga tushuvchi zaryadli zarralar ta'sirida yuz beruvchi parchalanishlarini topish mumkin. Bunday voqealar yulduzlar deb ataladi va ular bitta nuqtadan barcha tomonlarga uchib chiquvchi izlarga (treklar) o'xshab ko'rinadi. Bu izlarni yadro parchalanishidan uchib chiqqan ikkilamchi zaryadli zarralar (fragmentlar) qoldiradi.

Emul'siya stopkalarini qarash JDPI "Fizika o'qitish metodikasi" kafedrasida qoshidagi MBI-9 mikroskopida olib borildi. Ushbu metod yordamida yadro –yadro ta'sirlashuvlarida hosil bo'luvchi ikkilamchi zarra va fragmentlarning turli xil xususiyatlari o'rganildi. Quyida olingan natijalardan bir

qismi taqdim etilib, bu natijalar fotoemul'siya metodikasi orqali yadro fragmetlari bo'yicha olingan yangi natijalar hisoblanadi. (Metodika haqida yuqorida to'xtalib o'tilgan).

1-jadvalda "oq yulduz"li kanallar  $N_{ws}$  va nishon fragmentlari yoki to'qnashuvda hosil bo'lgan mezonli  $N_{tf}$  voqealar bo'yicha taqsimotlar, 2-jadvalda ishda foydalanilgan voqealarning umumiy soni keltirilgan. "Oq yulduz" li kanallar  $N_{ws}$  va to'qnashuvda hosil bo'lgan nishon fragmentlari yoki mezonli  $N_{tf}$  voqealar bo'yicha taqsimotlar keltirilgan 1-jadvaldan ko'rinib turiptiki, ikkala holda ham  $2He + 2H$  kanalli voqealar ustivor hisoblanadi.

1-jadval.

"Oq yulduz" li kanallar  $N_{ws}$  va to'qnashuvda hosil bo'lgan nishon fragmentlari yoki mezonli  $N_{tf}$  voqealar bo'yicha taqsimotlar.

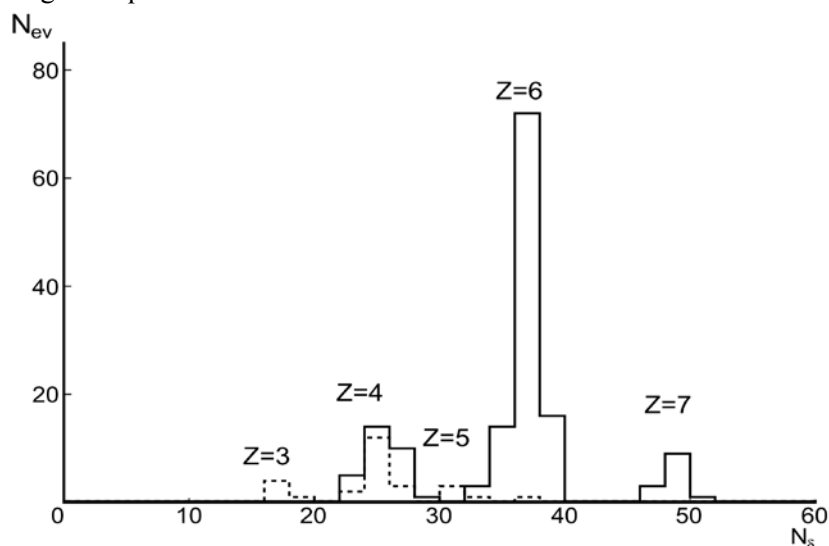
	$N_{ws}$ (%)	$N_{tf}$ (%)
$2He + 2H$	186 (81,9)	361 (57,6)
$He + 4H$	12 (5,3)	160 (25,5)
$3He$	12 (5,3)	15 (2,4)
$6H$	9 (4,0)	30 (4,8)
$Be + He$	6 (2,6)	17 (2,7)
$B + H$	1 (0,4)	12 (1,9)
$Li + 3H$	1 (0,4)	2 (0,3)
${}^9S + n$	-	30 (4,8)

2-jadval.

Umumiy statistika.

Stopka - 602 (12 ta plastinka)	Umumiy N Yulduzlar	N "Oq" yulduzlar	Prosmotorning umumiy uzunligi $\lambda$ (sm)	O'rtacha chopish $\lambda$ (sm)
$\Sigma$	7241	600	108810,74	15,03±0,17

1-rasmda emul'siyani  ${}^7Ve$ ,  ${}^{10}S$ ,  ${}^{12}N$  larning aralashma oqimlari bilan nurlantirgandagi o'lchangan voqealar uchun 1 mm uzunlikdagi  $\delta$ -elektronlarning  $N_{\delta}$  soni bo'yicha tushuvchi yadrolar va ikkilamchi fragmentlar treklarining izlari bo'yicha taqsimoti keltirilgan. Rasmdan ko'rinib turibdiki, birlamchi, ya'ni tushuvchi treklar ichida  ${}^{12}N$  lar oqimi, ikkilamchi zarralar (fragmentlar) ichida  $Z=4$  ga teng bo'lgan voqealar ustivor hisoblanadi.



**1-rasm.** Emul'siyani aralashma  ${}^7Ve$ ,  ${}^{10}S$ ,  ${}^{12}N$  oqimlari bilan nurlantirgandagi o'lchangan voqealar uchun 1 mm uzunlikdagi  $\delta$ -elektronlarning  $N_{\delta}$  soni bo'yicha tushuvchi yadrolar (uzluksiz chiziq) va ikkilamchi fragmentlar (uzlukli chiziq) treklarining izlari bo'yicha taqsimoti.

Natijalar asosida laboratoriya ishlari yaratildi, kinematik xarakteristikalarini o'rganishda komp'yuterda maxsus dasturlar tuzildi. Bu ishlar talabalarning yadro fizikasi sohasida bilimlarining

mustahkamlanishi, ilmiy dunyoqarashlari va olamning tuzilishi to'g'risidagi tasavvurlarining yanada oshishiga xizmat qiladi.

#### Adabiyotlar

1. [www.operaweb.lngs.it](http://www.operaweb.lngs.it)
2. OPERA Collaboration, M. Culer et.al./Experimental Proposal. CERN – SPSC -2000-028. 159 page.
3. R.N. Bekmirzaev, S.S. Aliqulov. Fizikadan laboratoriya ishlarini bajarish, Jizzax, 2017. 120 bet.

UDK:371.3:54

#### KIMYODAN MUSTAQIL TA'LIMNI TASHKIL ETISHNING ILMIY-USLUBIY ASOSLARI

U.M. Norqulov<sup>1</sup>, E.A. Ruziyev<sup>1</sup>, H.M. Nasimov<sup>1</sup>, Z.P. Po'latova<sup>1</sup>,  
Sh.Sh. Atavullayeva<sup>2</sup>, D.A. Kurbanova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Samarqand davlat universiteti,

<sup>2</sup>Xalq ta'limi xodimlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish instituti

**Annotatsiya.** Ushbu ishda Oliy ta'lim tizimida kimyo fanidan darsdan tashqari mashg'ulotlarni tashkil qilish va o'tkazish ko'nikmalarini rivojlantirish ishlari o'rganilgan. Mashg'ulotlarni tashkil etishning ilmiy uslubiy asoslariga urg'u berilgan.

**Kalit so'zlar:** mustaqil ta'lim, pedagogik jarayon, analitik qurilma, uch o'lchamli modul, mustaqil fikrlash, o'quv jarayoni, yo'riqnoma, ilmiy-pedagogik manbalar.

#### Научно-методические основы организации самостоятельной деятельности студентов в изучении химии

**Аннотация.** В работе рассматриваются пути приобретения профессиональных навыков студентами химических специальностей при осуществлении самостоятельных занятий по химии. При этом особое внимание следует уделять научно-методическим основам при подготовке к проведению таких занятий.

**Ключевые слова:** самостоятельная работа, педагогический процесс, аналитические приборы и оборудование, учебный процесс, методология познания.

#### Scientific and methodological basis of the organization of independent activity of students in the study of chemistry

**Abstract.** The paper discusses ways of acquiring professional skills by students of chemical specialties in the implementation of self-study classes in chemistry. In this case, special attention should be paid to the scientific and methodological foundations when preparing for such classes.

**Keywords:** independent work, pedagogical process, analytical instruments and equipment, educational process, methodology of knowledge.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirining 2009 yil 14 avgustdagi „Oliy ta'lim muassasalarida talabalar mustaqil ishlarini tashkil etish to'g'risida“gi 286-sonli buyrug' i bilan tasdiqlangan talabalar mustaqil ishini tashkil etish va nazorat qilish bo'yicha yo'riqnomaga ko'ra, ma'naviy yetuk va jahon andozalari talablariga javob bera oladigan kadrlar tayyorlash uchun oliy o'quv yurtlarida talabalarni mustaqil ishlashga yo'naltirish va uni tashkil etish masalasi ta'lim tizimini isloh qilishning asosiy shartlaridan biri ekanligi qayd etilgan. Bu talablar oliy o'quv yurtlarida tayyorlanayotgan mutaxassis kadrlarning mustaqil fikrlashi va o'z sohasi bo'yicha muhim qarorlar qabul qilishi uchun o'ta muhim ahamiyatga ega.

Mustaqil ta'lim o'quv rejasiga kiritilgan, fanga ajratilgan o'quv soatining ma'lum bir qismi bo'lib, unda belgilangan materiallarni talabalar tomonidan mustaqil o'zlashtirishiga mo'ljallangan. Mustaqil o'zlashtirishga o'rgangan talabagina yetuk mutaxassis bo'lib yetishishi mumkin. Zero Abu Abdullo Rudakiy ta'kidlaganidek “har qanday chuqur bilim faqatgina mustaqil o'qish orqali orttiriladi”. Talabalarining mustaqil ta'limini tashkil etish murakkab pedagogik jarayon bo'lib, talabaning aqliy mehnat qila olishi, darsdan tashqari bo'sh vaqtini tog'ri taqsimlashi va undan samarali foydalanishi, o'z ishiga ijodiy va to'g'ri yondasha olishi, tanlagan mutaxassisligi bo'yicha muammolarni yaxshi tushuna bilishi va boshqa shu kabi bir qator shaxs xususiyatlari bilan bog'liq

jihatlarni o'z ichiga oladi. Fan va texnologiyalar gurkirab rivojlanayotgan bugungi kunda, har bir soha bo'yicha tahsil oluvchilarni o'z mutaxassisliklari bo'yicha bilim saviyalarini uzluksiz oshirib borishi talab etiladi. Shu nuqtai nazardan ta'lim yo'nalishi bo'yicha o'qituvchi kadrlar tayyorlashda mustaqil ta'lim va uni tashkil etish muammosi didaktik masala bo'lmasdan, balki kadrlar tayyorlashning muhim muammosi hisoblanadi.

Talabalar mustaqil ta'limini tashkil qilish ikki yoqlama, ham tarbiyaviy ham ta'limiy, ya'ni tahsil oluvchining bilim olishga bo'lgan qiziqishini kuchaytirish xususiyatiga ega bo'lmog'i lozim. Tarbiyaviylik xususiyati shundan iboratki, bunda talaba o'z bilimini oshirish va mustahkamlash uchun o'zini-o'zi tarbiyalab boradi. Ya'ni mutaxassis sifatida shakllanishi uchun bilim olishning yangi qirralarini tushunib yetadi. Bilim olishga bo'lgan qiziqishni kuchaytirish xususiyati esa talabada bo'sh vaqtdan samarali foydalangan holda mustaqil ta'lim jarayonining shakllanishiga olib keladi. Shuning uchun ham mustaqil ta'lim o'qitishning barcha ko'rinishlari va o'quv jarayonining muhim qismi hisoblanadi. Oliy o'quv yurtlarida asosan auditoriya ta'limiga, ya'ni ma'ruza va amaliy mashg'ulotlarga ko'proq e'tibor berilib, auditoriyadan tashqari mustaqil ta'limga yetarlicha e'tibor berilmaydi.

O'zbekiston Respublikasida oliy ta'lim tizimini isloh qilish bo'yicha me'yoriy hujjatlarda mustaqil ta'lim o'quv jarayonining darsdan tashqari shakli ekanligi va u tegishli kafedra tomonidan nazariy yoki amaliy ko'rinishida tashkil etilishi mumkinligi qayd etilgan. Darsdan tashqari mustaqil ta'limni tashkil qilish birmuncha murakkab jarayon bo'lib hisoblanadi. Kimyo fanidan darsdan tashqari mashg'ulotlar: 1) kimyo to'garaklari, 2) kimyo kechalari, 3) kimyogar olimlar bilan uchrashuvlar, 4) kimyo musobaqalari, 5) olimpiadalar, 6) "Bilimlar bellashuvi" tanlovi, 7) kimyoviy viktorinalar, 8) kimyo ekskursiyalari, 9) kimyo tarixi, 10) mashhur kimyogar olimlarning ijodiga bag'ishlangan kechalarni tashkil qilish metodikasi, 11) kimyodan Xalqaro "Mendeleyev olimpiadasi" tanlovi va boshqalar hisoblanadi.

Darsdan tashqari mashg'ulotlar o'zining maqsadi va mazmuni, shakli va uslublari jihatidan dars mashg'ulotlaridan farq qiladi. Darsdan tashqari mashg'ulotlar talabalarining ixtiyoriy qatnashishlari asosida tashkil etiladi va ularning ehtiyojlarini qondirish zaruriyatidan va ijodiy ishga bo'lgan tabiiy intilishidan kelib chiqadi. Darsdan tashqari mashg'ulotlarda, ayniqsa, birinchi bosqich talabalarimizda kimyoga bo'lgan havas hosil qilinadi va chuqurlashtiriladi.

Mustaqil ta'limni rivojlantirish borasida bizning kimyo fakultetimizda ham bir qancha ishlar olib borilmoqda. Talabalarimizni mustaqil fikrlash va ijodkorlik bilan shug'ullanishlari maqsadida darsdan tashqari mashg'ulotlarda mashhur kimyogar olimlar, kimyo bo'yicha Nobel mukofoti sovrindorlari hamda ishlab chiqarish xodimlari bilan uchrashuvlar va ularning ma'ruzalarini tashkil qilish amalga oshirib kelinmoqda. Bu harakatlar talabalarimizning bilim saviyasini oshishida sezilarli o'rin tutmoqda. Bunday keng imkoniyatlar yaratilganligidan ruhlangan talabalarimiz o'zining iqtidorli, yuqori iste'dod sohibi ekanliklarini namoyon qilmoqdalar.

Ayni paytda talabalarimizni mustaqil ishlarga jalb etishda, ularga individual va guruhli yondoshgan holda o'quv-bilish faoliyatlarini o'stirishda tajribali pedagoglarimiz ko'mak bermoqdalar va u ularning kimyo faniga bo'lgan qiziqishlarini, ijodkorlik qobiliyatlarini, tafakkurini tobora oshib borishiga olib kelmoqda.

Fakultetimizda darsdan tashqari mashg'ulotlar talabalarimizning qiziqishi, saviyasi va tayyorgarligiga qarab bir nechta guruhlariga bo'lingan holda tashkil etilgan. Mashg'ulotlar o'qituvchilarimizning bevosita rahbarligi ostida samarali va qiziqarli tashkil etilgan.

Hozirgi vaqtda fakultetimizdagi har bir kafedra miqyosida kimyo to'garagi tashkil etilgan va bu to'garaklar samarali ishlab kelmoqda. To'garaklarda iqtidorli talabalarimizdan guruhlar tashkil etilgan. To'garaklarda talabalarimiz kimyoviy, analitik qurilmalar yasash ko'nikmalarini shakllantirish, anorganik va organik moddalarning fazodagi uch o'lchamli modulini yasash, ularning geometrik va elektron holatlarini hisoblash, nazariy bilimlarini amalyotda qo'llashni o'zlashtirmoqdalar.

Uchrashuvlarda talaba yoshlarimizga hozirgi zamon kimyosi va kimyo sanoatimizning muvaffaqiyatlari, kimyo tarixi, vatanimiz kimyogarlarning hayoti va ijodi hamda boshqa qiziqtirgan masalalar bo'yicha mutaxassis olimlar tomonidan ma'lumotlar berib borilmoqda. Shuningdek fakultetimizda ijodiy ishlarni ko'rsatish kechalari, yubiley kechalari, iqtidorli talabalarni Respublika olimpiadalariga tayyorlash kabi mashg'ulotlar olib borilish davrida talabalarimizning bilim va ko'nikmalari chuqurlashtirilmoqda. Bu esa talabalarimizning kimyo faniga bo'lgan qiziqishlarining yanada oshishiga olib kelmoqda. Kimyo fakultetida tahsil olayotgan talabalarimizni davlat ta'lim

standartlariga muvofiq o'quv rejasida nazarda tutilgan kimyo fani bo'yicha o'z bilimi va intellektual qobiliyatlarini namayon etish va rivojlantirish, o'zlarining noyob istedodlarini ro'yobga chiqarish uchun keng imkoniyatlar yaratish maqsadida o'quv yili davomida iqtidorli talabalar o'rtasida universitet va respublika miqyosidagi fan olimpiadalari o'tkazib kelinmoqda. Darsdan tashqari mashg'ulotlarning alohida bir ommaviy shakli-fan olimpiadasining maqsadi kimyo fani bo'yicha talabalar orasidan mutaxassislik va umumkasbiy fanlar bo'yicha iqtidorli, qobiliyatli va istedodlilarni aniqlash, ulardagi ijodiy qobiliyatlarni ro'yobga chiqishiga ko'maklashish va qo'llab-quvatlashdan iborat. Fakultetimizda olimpiadaning birinchi bosqichini o'tkazish muddati har joriy yilning mart-aprel oylariga to'g'ri keladi. Uni yuqori saviyada o'tkazish universitet rektori buyrug'i bilan tasdiqlangan ishchi tashkiliy qo'mitaga yuklatilgan. Birinchi bosqich topshiriqlari kimyo fanlari dasturiga mos holda, tegishli kafedralar tomonidan ko'p variantli qilib tuzulgan. Talabalarimizdan olimpiadaning birinchi bosqichida yozma ish yoki amaliy, laboratoriya topshiriqlarini va test topshiriqlarini bajarish talab etiladi. Olimpiadaning birinchi bosqichi natijalariga ko'ra, faqat birinchi o'rinni egallan g'oliblar olimpiadaning ikkinchi respublika bosqichida qatnashish huquqiga ega bo'ladi. Umuman olganda, kimyoviy olimpiadalar talabalarni hozirgi zamon kimyosining eng dolzarb muommolarini tushunish darajasiga ko'taradi, talabalarning aqliy rivojlanishini aniqlash maqsadida, ijodiy qobiliyatlarini rivojlanish imkonini yaratadi.

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, zamon talabiga javob beradigan, yuqori malakali mutaxassislar tayyorlashda mustaqil ta'lim orqali erishish mumkinligi hayotiy zaruriyat deb qaralsa maqsadga muvofiq bo'ladi. Shu bois ham bu borada kimyo fakultetida amalga oshirilayotgan ishlar o'z mazmun-mohiyati bilan talabalar mustaqil ishini tashkil etish va nazorat qilish bo'yicha yo'riqnoma maqsadlariga hamohangdir.

#### **Takliflar:**

1. Har bir fanning o'quv dasturiga kiritilgan, auditoriyadan tashqari mustaqil talim uchun ajratilgan o'quv soatlarining bajarilishi, tashkil etilishi bo'yicha har o'quv yilida fan o'qituvchilari tomonidan uslubiy tafsiyalar, ko'rsatmalar ishlab chiqilmog'i zarur.
2. Darsdan tashqari mashg'ulotlarda interfaol va interaktiv usullardan, elektron darsliklar va multimediya vositalaridan kengroq foydalanish maqsadga muvofiq.
3. Darsdan tashqari mashg'ulotlarda talabalarimizda ijodiy va mustaqil ishlash malakasini egallashi borasida bevosita amaliy topshiriqlarni bajarishga, olingan bilimlarni amaliyotga tadbiiq qilishga, yangi bilimlarni o'zlashtirishga yo'naltirilgan ishlar salmog'ini oshirish lozim.

#### **Adabiyotlar**

1. O'zbekiston Respublikasining "Ta'lim to'g'risida" gi qonuni. T., "O'zbekiston", 1992.
2. H.T.Omonov., N.X.Xo'jayev., S.A.Madyarova., E.U.Eshchonov. Pedagogik texnologiyalar va pedagogik mahorat. Toshkent "Iqtisod-Moliya" 2009.
3. N.S.Sayidahmedov., N.N.Indiaminov. Pedagogik mahorat va pedagogik texnologiya. Toshkent "Fan va texnologiya" 2014.
4. N.Raxmatullayev., H.Omonov., Sh.Mirkomilov. Kimyo o'qitish metodikasi Toshkent "Iqtisod-Moliya" 2013.

**MUALLIFLAR DIQQATIGA!**

Hurmatli mualliflar, maqola muallif tomonidan qog‘ozda chop etilgan va elektron shaklida taqdim qilinishi shart. **Maqolada quyidagi bandlar:** UDK, ishning nomi (o‘zbek, rus va ingliz tillarida), maqola hammualliflarining ro‘yxati (to‘liq familiya, ismi, otasining ismi – o‘zbek, rus va ingliz tillarida), muallif haqida ma‘lumotlar: ish joyi, lavozimi, pochta va elektron pochta manzili; maqola annotatsiyasi (300 belgigacha, o‘zbek, rus va ingliz tillarida), kalit so‘zlar (5-7, o‘zbek, rus va ingliz tillarida) bo‘lishi lozim.

**MAQOLALARGA QO‘YILADIGAN TALABLAR!**

Maqolalarning nashr etilishi uchun shartlar nashr etilishi mo‘ljallangan maqolalar dolzarb mavzuga bag‘ishlangan, ilmiy yangilikka ega, muammoning qo‘yilishi, muallif tomonidan olingan asosiy ilmiy natijalar, xulosalar kabi bandlardan iborat bo‘lishi lozim; ilmiy maqolaning mavzusi informativ bo‘lib, mumkin qadar qisqa so‘zlar bilan ifodalangan bo‘lishi kerak va unda umumiy qabul qilingan qisqartirishlardan foydalanish mumkin; “Ilmiy axborotnoma” jurnali mustaqil (ichki) taqrizlashni amalga oshiradi.

**MAQOLALARNI YOZISH VA RASMIYLASHTIRISHDA  
QUYIDAGI QOIDALARGA RIOYA QILISH LOZIM:**

Maqolalarning tarkibiy qismlariga: kirish (qisqacha), tadqiqot maqsadi, tadqiqotning usuli va obyekti, tadqiqot natijalari va ularning muhokamasi, xulosalar yoki xotima, bibliografik ro‘yxat. Maqola kompyuterda Microsoft Office Word dasturida yagona fayl ko‘rinishida terilgan bo‘lishi zarur. Maqolaning hajmi jadvallar, sxemalar, rasmlar va adabiyotlar ro‘yxati bilan birgalikda doktorantlar uchun 0,25 b.t. dan kam bo‘lmasligi kerak. Sahifaning yuqori va pastki tomonidan, chap va o‘ng tomonlaridan - 2,5 sm; oriyentatsiyasi - kitob shaklida. Shrift - Times New Roman, o‘lchami – 11 kegl, qatorlar orasi intervali - 1,0; bo‘g‘in ko‘chirish - avtomatik. Grafiklar va diagrammalar qurishda Microsoft Office Excel dasturidan foydalanish lozim. Matndagi bibliografik havolalar (ssilka) kvadrat qavsda ro‘yxatda keltirilgan tartibda qayd qilish lozim. Maqolada foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati keltirilishi lozim. Bibliografik ro‘yxat alfavit tartibida - GOST R 7.0.5 2008 talablariga mos tuziladi.

- Ikki oyda bir marta chiqadi.
- “Samarqand davlat universiteti ilmiy axborotnomasi”dan ko‘chirib bosish faqat tahririyatning yozma roziligi bilan amalga oshiriladi.
- Mualliflar maqolalardagi fakt va raqamlarning haqqoniyligiga shaxsan mas’ul.

**MAQOLAGA QUYIDAGILAR ILOVA QILINADI:**

- Yo‘llanma xati;
- Ekspert xulosasi.

E- mail: [axborotnoma@samdu.uz](mailto:axborotnoma@samdu.uz)



# SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI ILMIY AXBOROTNOMASI

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК

SCIENTIFIC REPORTS

Mas'ul kotib  
Musahhih  
Texnik muharrir

**X.Sh. Tashpulatov**  
**M.M. Ro'ziboyev**  
**S. D. Aronbayev**

**Muharrirlar:**

<b>E. U. Arziqulov</b>	- f.-m.f.n., dotsent
<b>O. R. Raxmatullayev</b>	- geogr.f.n., dotsent
<b>B. S. G'oyibov</b>	- t.f.n., dotsent
<b>I.Sulaymonov</b>	- f.f.n., dotsent
<b>A.I.Inatov</b>	

**Mas'ul muharrirlar:**

<b>D. M. Aronbayev</b>	- k.f.n., dotsent
<b>A. Sh. Yarmuxamedov</b>	- f.-m.f.n.
<b>R.Toshquvatova</b>	- fals.f.n., dotsent

Muassis: Samarqand davlat universiteti  
Manzil: 140104, Samarqand shahri, Universitet xiyoboni, 15.  
Telefon: (0 366) 239-14-07, Faks: (0 366) 239-13-87  
e-mail: [axborotnoma@samdu.uz](mailto:axborotnoma@samdu.uz)

SamDU «Ilmiy axborotnoma» jurnali tahririyati kompyuterida terildi.  
Bosishga 19.03.2019 yilda ruxsat etildi. Qog'ozo'lchami A-4. Nashriyot hisobtabog'i 10,00.  
Buyurtma raqami 147 Adadi 500 nusxa.

**Manzil:** 140104, Samarqand shahri, Universitetxiyoboni, 15.  
**SamDUBosmaxonasida chopetildi.**