



ISSN 2308-9865

№2,
2016

МЕХАНИКА ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Ғылыми журналды



Научный журнал

МЕХАНИКА И ТЕХНОЛОГИИ



Scientific Journal

MECHANICS & TECHNOLOGIES



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

«М.Х. ДУЛАТИ атындағы
ТАРАЗ МЕМЛЕКЕТТІК УНИВЕРСИТЕТІ»
ШЖҚ РМК



МЕХАНИКА ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

ISSN 2308-9865

Ғылыми журнал
1994 жылдың қаңтарынан бастап шығады
Жылына төрт рет шығады

№ 2 (52)
Сәуір-маусым
2016 ж.

Бас редактор И.И. Бекбасаров

Бас редактордың орынбасары Д.К. Джакияев

Редакция алқасы: Н.А. Абиев, К.И. Баданов, И.И. Бекбасаров,
Ю.Л. Винников, Н.А. Горбатовская, Д.К. Джакияев,
А.А. Джумабеков, Г.Е. Жидекулова, М.М. Мукимов, М.И. Никитенко,
С.К. Нурпеисов, А.В. Пилягин, Х.Р. Садиева, А.С. Сейтказиев,
А.Н. Семернин, Н.А. Смирнова, Е.С. Спандияров, А.Н. Шевцов,
А.Г. Шлейкин, Я. Шульц

Корректор және компьютерлік беттеу Е.И. Атенов

Редакция мекен-жайы:

080012, Тараз қаласы, Төле би көшесі, 60.

Тел.: 8 7262 45-35-10, факс: 8 7262 43-24-02.

<http://mit.zhambyl.kz> E-mail: bekbasarov.isabai@mail.ru

Тіркеу күәлігі №1193 (23.11.1993), №560-Ж (4.02.1999), №4244-Ж
(08.10.2003), №13521-Ж (15.04.2013)

Басуға қол қойылған күн 30.05.2016. Форматы 70×180/16. Шартты баспа
табағы 16,7. Тираж 300 дана. Тапсырыс 232.

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университетінің «Тараз
университеті» баспасы. 080012, Тараз қаласы, Төле би көшесі, 60.

© М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, 2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

РГП на ПХВ
«ТАРАЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени М.Х. ДУЛАТИ»



МЕХАНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

ISSN 2308-9865

Научный журнал
Издается с января 1994 года
Выходит четыре раза в год

№ 2 (52)
Апрель-июнь
2016 г.

Главный редактор И.И. Бекбасаров

Заместитель главного редактора Д.К. Джакияев

Редакционная коллегия: Н.А. Абиев, К.И. Баданов, И.И. Бекбасаров,
Ю.Л. Винников, Н.А. Горбатовская, Д.К. Джакияев,
А.А. Джумабеков, Г.Е. Жидекулова, М.М. Мукимов, М.И. Никитенко,
С.К. Нурпеисов, А.В. Пилягин, Х.Р. Садиева, А.С. Сейтказиев,
А.Н. Семернин, Н.А. Смирнова, Е.С. Спандияров, А.Н. Шевцов,
А.Г. Шлейкин, Я. Шульц

Корректор и компьютерная верстка Е.И. Атенев

Адрес редакции:

080012, г. Тараз, ул. Толе би, 60.

Тел.: 8 7262 45-35-10, факс: 8 7262 43-24-02.

<http://mit.zhambyl.kz> E-mail: bekbasarov.isabai@mail.ru

Свидетельство о регистрации №1193 (23.11.1993), №560-Ж (4.02.1999),
№4244-Ж (08.10.2003), №13521-Ж (15.04.2013)

Подписано в печать 30.05.2016. Формат 70×180/16. Усл. печ. л. 16,7. Тираж
300 экз. Заявка 232.

Издательство «Тараз университеті» Таразского государственного
университета им. М.Х. Дулати. 080012, г. Тараз, ул. Толе би, 60.

© Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, 2016

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN



TARAZ STATE UNIVERSITY
named after M.Kh. DULATI

MECHANICS & TECHNOLOGIES

ISSN 2308-9865

Scientific Journal

Published since January 1994

Published four times a year

№ 2 (52)

April-June
2016

Editor in chief I.I. Bekbasarov

Deputy Editor in Chief D.K. Jakiyaev

Editorial board: N.A. Abiev, K.I. Badanov, I.I. Bekbasarov,
N.A. Gorbatoovskaya, D.K. Jakiyaev, A.A. Jumabekov, M.M. Mukimov,
M.I. Nikitenko, S.K. Nurpeisov, A.V. Pilyagin, Kh.R. Sadieva, J. Schulz,
A.S. Seitkazyev, A.N. Semernin, N.A. Smirnova, Ye.S. Spandiyarov,
A.N. Shevtsov, A.G. Shleikin, Yu.L. Vinnikov, G.Ye. Zhidekulova

Press-corrector and computer page makeup Ye.I. Atenov

Editorial address:

080012, Taraz, Tole bi street, 60.

Tel.: 8 7262 45-35-10, fax: 8 7262 43-24-02.

<http://mit.zhambyl.kz> E-mail: bekbasarov.isabai@mail.ru

Registration certificate №1193 (23.11.1993), №560-Ж (4.02.1999), №4244-Ж (08.10.2003), №13521-Ж (15.04.2013)

Signed in print 30.05.2016. Form 70×180/16. Cond. print. sh. 16,7. Edition 300 copies. Application 232.

Printing House «Taraz University» of Taraz State University
named after M.Kh. Dulati. 080012, Taraz, Tole bi street, 60.

© Taraz State University named after M.Kh. Dulati, 2016

МАЗМУНЫ / СОДЕРЖАНИЕ / CONTENT

МАТЕМАТИКА

Абиев Н.А., Райымбек А.У. Унимодуляр Ли алгебраларындағы Риччи ағымдарының жартылай гиперболалық ерекше нүктелері	6
Абиев Н.А., Сегизбаева А.Е. Хартман-Гробман теоремасын аналитикалық есептеулер жүйесінде интерпретациялау	13
Абиев Н.А., Райымбек А.У. Динамикалық жүйелерді сапалық зерттеудің кейбір әдістері	21
Абиев Н.А., Сегизбаева А.Е. Векторлық өрістердің бифуркацияларын аналитикалық есептеу жүйелерінде интерпретациялау	29

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Жидекулова Г.Е., Усипов Н.М. Разработка мобильных приложений для представления оперативной информации о коммунальных платежах	37
Жидекулова Г.Е., Апрель Б. Жамбыл облысының демографиялық жағдайын талдау және модельдеу	42
Абдувалова А.Д., Искакбаева Ж.Б. Шешім қабылдауды қолдау үшін білім беру мәліметтерін интеллектуалды талдау әдістері	49
Абдувалова А.Д., Шабден Ә.Н. Көлік инфрақұрылымында ақпараттық логистикалық жүйелердің математикалық моделі	55

ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Smetanska I., Helfert J., Appeltauer-Brandl U., Voytsekhivskiy V., Mohdaly A., Shevchenko Y. Antioxidant activity of apple peels	61
Shevchenko Y., Kilian M., Groß E., Smetanska I. Functional effects in liquid extracts of <i>Stevia Rebaudiana</i> , <i>Camellia Sinensis</i> and <i>Coffea</i> species and their mixtures	65
Kilian M., Stankowski S., Groß E., Smetanska I. Product design in the development of recipes of gluten-free and sugar-reduced bakery products	75
Онгарбаева Н.О., Жанабаева К.К., Нургожина Ж.К. Влияние крупности помола тритикалевой муки на физико-химические показатели сахарного печенья	82
Кекибаева А.К., Байгазиева Г.И., Сатвалдинова А.Г. Использование пивной дробины при производстве кормов	86

Горбатовская Н.А., Шоя Е.Н., Тұрғынбай С.М. Обеспечение качественного питания военнослужащих в различных ситуациях их деятельности	92
Беняш С.Ю., Мкртумова А.А., Хегай Р.Л., Филимонова Т.А. Аллергены в хлебопекарной промышленности	98
Горбатовская Н.А., Шоя Е.Н., Иванникова Н.В., Умирбаева Ш.Д., Атепов Е.И. Инновационные технологии продуктов функционального назначения	102
Сауир Б.А., Юсупов Г.А., Иванникова Н.А., Тунгишбаева Д.К. Изучение влияния различных компонентов тонкоизмельченных отрубей с добавлением сухой пшеничной клейковины на свойства теста и качество хлеба	108
СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	
Баялиева Г.М., Нурпеисов С.К., Тыныштыбаев Б.А. Бархан құмы негізінде дайындалған қызуға төзімді бетонды қыздыру кезінде оның физико-механикалық қасиеттерінің өзгеруі	114
Нурпеисов С.К., Мунке У., Сатыпалдиев А. Оценка химической стойкости полимерминеральных композиций в агрессивных средах	118
Алшоразов Д.М. Көбіккерамикалық материалдарды өндіру кезінде қоспа ретінде жұқа дисперсті өнеркәсіп қалдықтарын қолдану	122
Сенников М.Н., Ержанова Н.К. Методика оценки вероятности возникновения и развития аварийных ситуаций при эксплуатации гидротехнических сооружений	125
ТРАНСПОРТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	
Semernin N.A., Semernin A.N., Shamahmudov D.A., Atygaev R.A., Vasin I.G. Designing of volumetric type fuel-water filter for any size diesel engines	132

МАТЕМАТИКА

ӘОЖ 514.765 + 517.938

Н.А. Абиев¹, А.Ү. Райымбек²¹Физ.-мат. ғылымдарының канд., доцент, ²Магистрант
М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті,
Тараз қаласы, Қазақстан РеспубликасыУНИМОДУЛЯР ЛИ АЛГЕБРАЛАРЫНДАҒЫ
РИЧЧИ АҒЫМДАРЫНЫҢ ЖАРТЫЛАЙ ГИПЕРБОЛАЛЫҚ
ЕРЕКШЕ НҮКТЕЛЕРІ

Жұмыс үш өлшемді унимодуляр Ли алгебраларындағы Риччи ағымдарын зерттеуге арналған. Риччи ағымы теңдеуін редукциялау нәтижесінде алынатын жазық динамикалық жүйенің жартылай гиперболалық ерекше нүктесінің типі анықталған. Сызықсыз дифференциалдық теңдеулермен анықталған себепті, Риччи ағымдарының ерекше нүктелерін классификациялау жалпы жағдайда өте күрделі мәселе екенін айта кетейік. Қойылған есепті шешу үшін дифференциалдық теңдеулердің сапалық теориясының белгілі әдістері пайдаланылды.

Түйін сөздер: Риччи ағымы, унимодуляр Ли алгебрасы, динамикалық жүйе, ерекше нүкте.

Кіріспе. Риччи ағымдарын сипаттайтын теңдеулер теориясы римандық геометрияның заманауи есептерін зерттеуге арналған. Осы саланың пайда болуына және дамуына R.S. Hamilton [1] жұмысы өз ықпалын тигізді. Бұл саланың зерттеу нысаны мен өзекті мәселелеріне байланысты сұрақтар келесі жұмыстарда кеңінен баяндалған: В. Chow, D. Knopf [2], Р. Topping [3].

Мақала D. Glickenstein, T.L. Payne [4] жұмысында алынған

$$\frac{dx_1(t)}{dt} = f(x_1, x_2) = x_1(1 - x_1)(1 + x_1 - x_2), \quad (1)$$

$$\frac{dx_2(t)}{dt} = g(x_1, x_2) = x_2(1 - x_2)(1 - x_1 + x_2)$$

жазық динамикалық жүйесін зерттеуге арналады. (1) теңдеулер жүйесі Риччи ағымдарын үш өлшемді унимодуляр Ли алгебраларында қарастырған кезде пайда болатынын айта кетейік. Аталған [4] еңбегінде (1) автономдық дифференциалдық теңдеулер жүйесінің интегралдық қисықтарының ерекше нүктелер маңайындағы жүріс-тұрысы зерттелінген және гиперболалық типтегі ерекше нүктелердің классификациясы ұсынылған. Біздің жұмыс осы бағыттағы зерттеулерді жалғастыра отырып, (1) теңдеулер жүйесінің жартылай гиперболалық типтегі ерекше нүктелерін классификациялауға бағытталған.

Көмекші нәтижелер. $f(x_1, x_2)$, $g(x_1, x_2)$ функциялары аналитикалық болатыны айқын, демек, (x_1^0, x_2^0) нүктесінде келесі формулалар орын алады:

$$\begin{aligned} f(x_1, x_2) &= j_{11}(x_1 - x_1^0) + j_{12}(x_2 - x_2^0) + F(x_1, x_2), \\ g(x_1, x_2) &= j_{21}(x_1 - x_1^0) + j_{22}(x_2 - x_2^0) + G(x_1, x_2), \end{aligned} \quad (2)$$

мұндағы: j_{ij} коэффициенттері - $J = J(x_1^0, x_2^0) = \begin{pmatrix} \tilde{f}_{x_1} & \tilde{f}_{x_2} \\ \tilde{g}_{x_1} & \tilde{g}_{x_2} \end{pmatrix} \Big|_{(x_1, x_2) = (x_1^0, x_2^0)}$ Якоби

матрицасының элементтері; F, G - қандай да бір аналитикалық функциялар және, сонымен қатар, (x_1^0, x_2^0) нүктесінде

$$F = G = \frac{\partial F}{\partial x_1} = \frac{\partial F}{\partial x_2} = \frac{\partial G}{\partial x_1} = \frac{\partial G}{\partial x_2} = 0.$$

Айталық, λ_1, λ_2 сандары $J = J(x_1^0, x_2^0)$ матрицасының меншікті мәндері болсын. Жалпылықты кемітпей-ақ, $|\lambda_1| \leq |\lambda_2|$ деп болжайық. Бұларды мына формула бойынша табуға болады:

$$\lambda_{1,2} = \frac{\rho \pm \sqrt{\sigma}}{2}, \quad (3)$$

мұнда: $\sigma := \rho^2 - 4\delta$, $\delta := \det(J)$, $\rho := \text{trace}(J)$.

Динамикалық жүйелер теориясының кейбір анықтамалары мен ұғымдарын еске түсіре кетейік.

Егер (x_1^0, x_2^0) нүктесінде $f = g = 0$ теңдіктері орын алса, онда мұндай нүкте (1) жүйесінің *ерекше нүктесі* (singular point) деп аталады.

$\delta = \det(J) \neq 0$, яғни ($\lambda_1 \neq 0$, $\lambda_2 \neq 0$) жағдайында (x_1^0, x_2^0) ерекше нүктесі *нұқсанды емес* (non degenerate) деп аталады. Мұндайда теорияға сай түйін, ершік, фокус және центр типтеріндегі ерекше нүктелер алынуы мүмкін.

$\delta = 0$ жағдайында (x_1^0, x_2^0) ерекше нүктесі *нұқсанды* (degenerate) деп аталады. Мұндайда мүмкін болатын жағдайлар F. Dumortier, J. Llibre, J. Artes [5] жұмысында кеңінен зертелген. Осы жұмыстың нәтижелеріне сай $\delta = 0$ шартында келесі жағдайлардың біреуіне тап боламыз:

Жартылай гиперболалық ерекше нүкте (semi-hyperbolic singular point) ($\lambda_1 = 0$, $\lambda_2 \neq 0$, $J \neq 0$). Мұнда фазалық портреттердің мынадай 3 түрі кездеседі: ершік, түйін және ершік-түйін;

Нильпотент ерекше нүкте (nilpotent singular point) ($\lambda_1 = 0$, $\lambda_2 = 0$, $J \neq 0$). Мұндайда 13 түрлі фазалық портреттер күтіледі;

Сызықты нөлдік ерекше нүкте (linearly zero singular point) ($\lambda_1 = 0$, $\lambda_2 = 0$, $J = 0$). Бұл жағдай ең күрделі деп есептеледі және Q. Jiang, J. Llibre [6] жұмысының нәтижелеріне сай 65 түрлі фазалық портретті қамтиды.

Жартылай гиперболалық ерекше нүктелерді зерттеу үшін біз мынадай белгілі теореманың көмегіне жүгінетін боламыз.

Теорема 1 ([5] жұмысының 2.19-Теоремасы). Айталық $(0,0)$ мынадай динамикалық жүйенің ерекше нүктесі болсын

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= X(x, y), \\ \frac{dy}{dt} &= \lambda y + Y(x, y), \quad \lambda > 0, \end{aligned} \tag{4}$$

мұнда X және Y $(0,0)$ нүктесінің маңайында аналитикалық функциялар, сонымен бірге,

$$X(0,0) = Y(0,0) = X_x(0,0) = Y_x(0,0) = X_y(0,0) = Y_y(0,0) = 0.$$

Айталық, $y = \phi(x)$ функциясы $\lambda y + Y(x, y) = 0$ теңдеуінің $(0,0)$ маңайындағы шешімі болсын делік және $\psi(x) = X(x, \phi(x))$ функциясын $\psi(x) = e_m x^m + o(x^m)$ түріне келтіруге болады деп ұйғарайық, мұнда $m \geq 2$ және $e_m \neq 0$.

Сонда

i) егер m тақ сан және $e_m < 0$ (сәйкесінше $e_m > 0$) болса, онда $(0,0)$ - ершік нүкте (сәйкесінше орнықсыз түйін нүкте);

ii) егер m жұп сан болса, онда $(0,0)$ - ершік-түйін нүкте.

[7] жұмысынан кейбір мағлұматтарды келтіреміз. Мынадай белгілеулерді енгізейік

$$p_{n-i,i} := \frac{1}{i!(n-i)!} \frac{\partial^n X(0,0)}{\partial x^{n-i} \partial y^i}, \quad q_{n-i,i} := \frac{1}{i!(n-i)!} \frac{\partial^n Y(0,0)}{\partial x^{n-i} \partial y^i}.$$

Айқын емес функция туралы теоремаға сай $\lambda y + Y(x, y) = 0$ теңдеуі $(0,0)$ нүктесінің қандай да бір маңайында бірден-бір $y = \phi(x)$, $\phi(0) = \phi'(0) = 0$ аналитикалық шешіміне ие болуы тиіс.

$Y(x, y)$ функциясы Тейлор қатарына жіктелінгендіктен, $y = \phi(x)$ функциясы келесі дәрежелер сериясы арқылы өрнектеледі

$$y = \phi(x) = \sum_{n=2}^{\infty} v_n x^n.$$

$$\text{Сонымен қатар, } v_2 = -\frac{1}{\lambda} q_{2,0}, \quad v_3 = -\frac{1}{\lambda} (v_2 q_{1,1} + q_{3,0}), \dots$$

$$\text{Тура осылайша } \psi(x) = \sum_{n=2}^{\infty} e_n x^n \text{ функциясы үшін } \psi(0) = \psi'(0) = 0$$

$$\text{және } e_2 = p_{2,0}, \quad e_3 = v_2 p_{1,1} + p_{3,0}, \dots$$

Осындайда $\psi(x) = \sum_{n=2}^{\infty} e_n x^n$ сериясында алғашқы нөлдік емес e_m коэффициенті табылуы қажет (олай болмағанда біз $\psi(x) \equiv 0$ тепе-теңдігін алар едік, басқа сөзбен айтқанда, $y = \phi(x)$ қисығының бойында бірі-бірінен оңашаланбаған ерекше нүктелердің үйірін алар едік. Бұл біздің талаптарға қайшы келеді).

Ескерту 1. $\lambda < 0$ жағдайын (3) түріне келтіру үшін $t \mapsto -t$ айнымалы ауыстыруын жасаймыз. Сонда $e_2 = -p_{2,0}$, $e_3 = -v_2 p_{1,1} - p_{3,0}$, ... болатыны түсінікті.

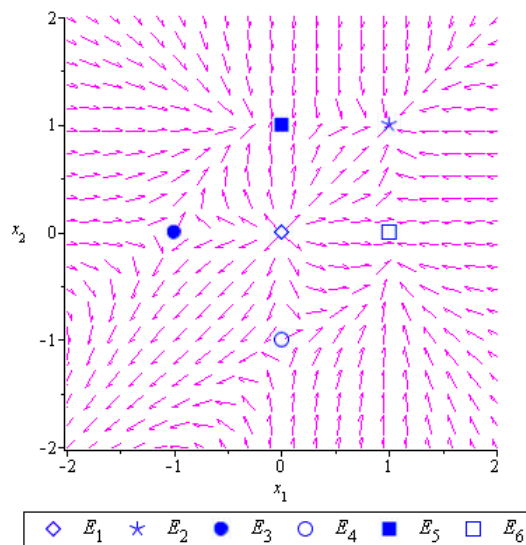
Негізгі нәтижелер. (1) дифференциалдық теңдеулер жүйесінің ерекше нүктелері $f(x_1, x_2) = 0$, $g(x_1, x_2) = 0$ шарттарынан табылады. Расында да келесі жұптар (1) жүйесінің ерекше нүктелері болатынын байқау қиын емес

$$(x_1^0, x_2^0) = (0,0), \quad (x_1^0, x_2^0) = (1,1),$$

$$(x_1^0, x_2^0) = (-1,0), \quad (x_1^0, x_2^0) = (0,-1),$$

$$(x_1^0, x_2^0) = (0,1), \quad (x_1^0, x_2^0) = (1,0).$$

Осыларды сәйкесінше E_1, E_2, \dots, E_6 арқылы белгілейік (1-сурет).

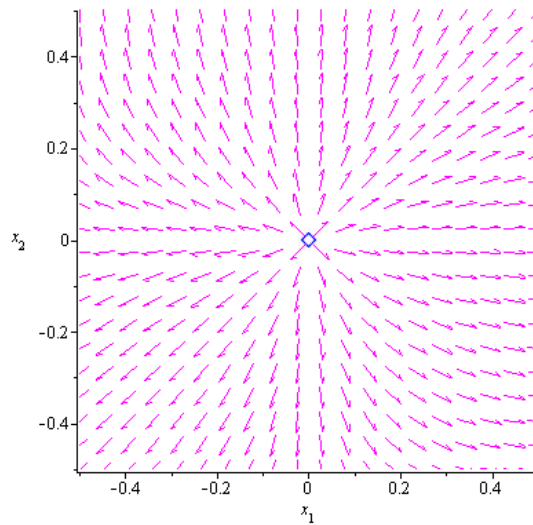


Сурет 1. (1) жүйесінің фазалық портреті

Бұлардың алғашқы төртеуінің типі жоғарыда аталған [4] еңбегінде анықталған, алайда соңғы екі ерекше нүктенің типтері анықталмаған. Мұнда біз осы кемшілікті жойып, жоғарыда айтылғандай, толық классификация ұсынамыз. Ендеше осы айтылғандарды іске асыруға кірісейік. (2) формуласында аталған Якоби матрицасы біздің есептің жағдайында мынадай түрде болады

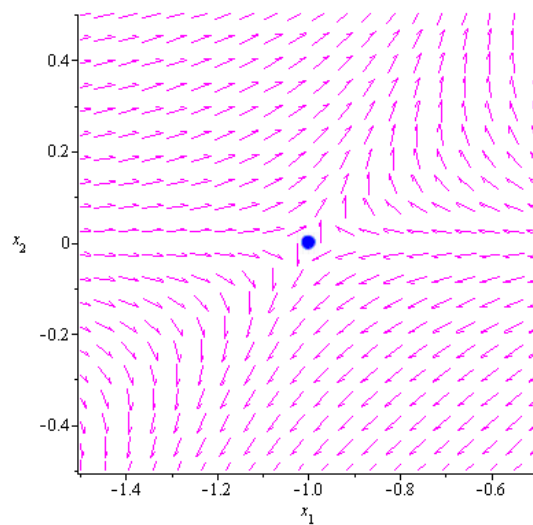
$$J = \begin{pmatrix} 2x_1x_2 - 3x_1^2 - x_2 + 1 & x_1(x_1 - 1) \\ x_2(x_2 - 1) & 2x_1x_2 - 3x_2^2 - x_1 + 1 \end{pmatrix}_{(x_1, x_2) = (x_1^0, x_2^0)}$$

Сонда $(x_1^0, x_2^0) = (0,0)$ және $(x_1^0, x_2^0) = (1,1)$ ерекше нүктелері үшін (3) формулаларынан сәйкесінше $\delta = 1$, $\rho = 2$ және $\delta = 1$, $\rho = -2$ болатынын табамыз. Демек, $E_1 = (0,0)$ - орнықсыз түйін, ал $E_2 = (1,1)$ - орнықты түйін екені келіп шығады (2-сурет). Сонымен қатар, E_1 үшін $\lambda_1 = \lambda_2 = 1$, E_2 үшін $\lambda_1 = \lambda_2 = -1$ екенін де байқаймыз.



Сурет 2. $E_1 = (0,0)$ орнықсыз түйіні

Тура осылайша $(x_1^0, x_2^0) = (-1,0)$ және $(x_1^0, x_2^0) = (0,-1)$ ерекше нүктелерінің әрбіреуі үшін $\delta = -4$ екенін есептеулер көрсетеді. Демек, бұлар ершік типіндегі ерекше нүктелер болады (3-сурет). Сонымен қатар, $\lambda_1 = -2$, $\lambda_2 = 2$.



Сурет 3. $E_3 = (-1,0)$ ершігі

Енді $E_5 = (0,1)$, $E_6 = (1,0)$ нүктелеріне көшейік. Сонда, есептеулер көрсеткендей, $\delta = 0$ және $\lambda_1 = -2$, $\lambda_2 = 0$. Сондықтан мұнда жартылай-гипербоалық нүктенің жағдайындамыз.

Алдымен $E_5 = (0,1)$ нүктесін жеке бөліп қарастырайық. Сонда

$$x = x_1, \quad y = x_2 - 1$$

ауыстыруларын пайдаланып, (1) жүйесін (4) канондық түріне келтіретін болсақ, онда

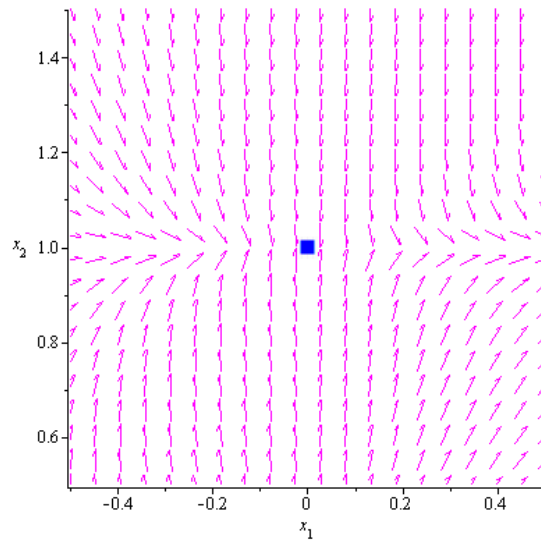
$$\frac{dx}{dt} = X(x, y) = x^2 - xy + x^2y - x^3,$$

$$\frac{dy}{dt} = -2y + Y(x, y) = -2y + (xy - 3y^2 + xy^2 - y^3).$$

Осыдан $-2y + Y(x, y) = 0$ теңдеуі $y = 0$, $y = -1$ және $y = x - 2$ шешімдеріне ие екені келіп шығады. Осы шешімдердің ішінен тек қана $y = \phi(x) \equiv 0$ шешімі $\phi(0) = \phi'(0) = 0$ шарттарын қанағаттандырады. Демек,

$$\psi(x) = X(x, \phi(x)) = x^2 - x^3.$$

Олай болса, 1-теоремаға сай $E_5 = (0,1)$ нүктесі ершік-түйін болады (4-сурет).



Сурет 4. $E_5 = (0,1)$ ершік-түйіні

Енді $E_6 = (1,0)$ нүктесін қарастырайық. $x = x_1 - 1$, $y = x_2$ айнымалыларына көшетін болсақ, (1) жүйесі келесі түрге келеді

$$\frac{dx}{dt} = -2x + X(x, y) = -2x + xy - 3x^2 + x^2y - x^3,$$

$$\frac{dy}{dt} = Y(x, y) = y^2 - xy + xy^2 - y^3.$$

Осыдан $-2x + X(x, y) = 0$ теңдеуінің $x = 0$ шешімі ғана жарамды.
Бұдан

$$\psi(y) = Y(0, y) = y^2 - y^3.$$

Сондықтан 1-теоремаға сай $E_6 = (1, 0)$ нүктесі де ершік-түйін болады.

Сөйтіп, біз (1) жүйесінің барлық ерекше нүктелерін таптық және олардың типтерін анықтадық. Алынған нәтижелерімізге сүйене отырып, (1) жүйесінің нұқсанды ерекше нүктелері тек жартылай-гиперболалық ершік-нүктелер екенін және сонымен қатар, (1) жүйесінің нильпотент немесе сызықты нөлдік типтегі ерекше нүктелері мүлдем болмайтынын да қорытындылаймыз.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Hamilton R.S. Three-manifolds with positive Ricci curvature // *J. Differential Geom.* (1982), V.17, P.255-306.
2. Chow B., Knopf D. The Ricci Flow: an Introduction. *Mathematical Surveys and Monographs*, AMS, Providence, RI, 2004.
3. Topping P. Lectures on the Ricci flow, London Mathematical Society Lecture Note Series, vol. 325, Cambridge University Press, Cambridge, 2006.
4. Glickenstein D., Payne T.L. Ricci flow on three-dimensional, unimodular metric Lie algebras // *Comm. Anal. Geom.* (2010), V.18, No.5, P.927-961.
5. Dumortier F., Llibre J., Artes J. Qualitative theory of planar differential systems. *Universitext*. Springer-Verlag, Berlin, 2006. xvi+298 pp.
6. Jiang Q., Llibre J. Qualitative classification of singular points // *Qual. Theory Dyn. Syst.* (2005), V.6, No.1, P.87-167.
7. Abiev N.A., Arvanitoyeorgos A., Nikonorov Yu.G., Siasos P. The Ricci flow on some generalized Wallach spaces // *Geometry and its Applications*. Springer Proceedings in Mathematics and Statistics. –Switzerland: Springer. (2014), Vol.72, P.3-37.

Материал редакцияға 22.02.16 түсті.

Н.А. Абиев, А.У. Райымбек

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати,
г. Тараз, Республика Казахстан

ПОЛУ-ГИПЕРБОЛИЧЕСКИЕ ОСОБЫЕ ТОЧКИ ПОТОКОВ РИЧЧИ НА УНИМОДУЛЯРНЫХ АЛГЕБРАХ ЛИ

Работа посвящена исследованию потоков Риччи на трехмерных унимодулярных алгебрах Ли. Определен тип полу-гиперболической особой точки плоской динамической системы, которая получается в результате редукции уравнения потока Риччи. Следует отметить, что классификация

особых точек потоков Риччи в общем случае является достаточно сложной задачей ввиду нелинейности изучаемой системы дифференциальных уравнений. Для решения поставленной задачи используются известные методы качественной теории дифференциальных уравнений.

Ключевые слова: поток Риччи, унимодулярная алгебра Ли, динамическая система, особая точка.

N.A. Abiev, A.U. Raiymbek

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

SEMI-HYPERBOLIC SINGULAR POINTS OF THE RICCI FLOWS ON UNIMODULAR LIE ALGEBRAS

The paper is devoted to Ricci flows on three dimensional unimodular Lee algebras. The type of a semi-hyperbolic singular point of a planar dynamic system is determined which is obtained as a result of the reduction of the Ricci flow equation. It should be noted that the classification of singular points of the Ricci flow, in general, is quite a complicated problem because of the nonlinearity of the studied system of differential equations. Known methods of the qualitative theory of differential equations are used to solve the problem.

Keywords: Ricci flow, unimodular Lee algebra, dynamical system, singular point.

ӘОЖ 517.938

Н.А. Абиев¹, А.Е. Сегизбаева²

¹Физ.-мат. ғылымдарының канд., доцент, ²Магистрант
М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті,
Тараз қаласы, Қазақстан Республикасы

ХАРТМАН-ГРОБМАН ТЕОРЕМАСЫН АНАЛИТИКАЛЫҚ ЕСЕПТЕУЛЕР ЖҮЙЕСІНДЕ ИНТЕРПРЕТАЦИЯЛАУ

Жұмыс сызықсыз автономды дифференциалдық теңдеулер жүйесін сапалық зерттеу сұрақтарына арналған. Динамикалық жүйелер теориясында гиперболалық типтегі ерекше нүктелер үшін орын алатын Хартман-Гробман теоремасы маңызды әдістердің бірі болып табылады. Осы теоремаға сай гиперболалық типтегі нүктенің маңайында сызықсыз теңдеулер жүйесі мен оның линеаризацияланған жүйесінің фазалық портреттері бірі-біріне топологиялық эквивалентті болады. Жұмыс осы аталған белгілі теориялық нәтижелерді компьютерде растау мақсатын көздейді.

Түйін сөздер: динамикалық жүйе, гиперболалық ерекше нүкте, Хартман-Гробман теоремасы, линеаризация.

Кіріспе. Дифференциалдық теңдеулер теориясының белгілі теоремаларында $f \in C^\infty$ класындағы функциялар үшін келесі Коши есебінің қандай да бір $t \in (-a, a)$ интервалында жалғыз ғана шешімі болатыны тұжырымдалады.

$$\frac{d\bar{x}(t)}{dt} = f(\bar{x}), \quad \bar{x} := (x_1, \dots, x_n) \in R^n, \quad (1)$$

$$\bar{x}(0) = \bar{\xi}.$$

$f(\bar{x}^0) = 0$ шартын қанағаттандыратын \bar{x}^0 нүктесі (1) жүйесінің ерекше нүктесі деп аталады. Айталық $J = J(\bar{x}^0) = (J_{ij})_{i,j=1,\dots,n}$ – осы жүйенің Якоби матрицасы болсын, мұнда $J_{ij} = \frac{\partial f_i(\bar{x}^0)}{\partial x_j}$. Бізді қызықтыратын сұрақ – қандай жағдайларда $\frac{d\bar{x}(t)}{dt} = f(\bar{x})$ сызықсыз теңдеулер жүйесін

$$\frac{d\bar{x}(t)}{dt} = J(\bar{x}^0) \cdot (\bar{x} - \bar{x}^0) \quad (2)$$

сызықты теңдеулер жүйесімен ауыстыруға, яғни линеаризациялауға болады? Егер осындай мүмкіндік туатын болса, онда (2) жүйесінің $\bar{x}^0 + (\xi - \bar{x}^0) \cdot e^{tJ(\bar{x}^0)}$ тура шешімі арқылы (1) жүйесінің шешімін \bar{x}^0 нүктесі маңайында жуықтап табуға болар еді. Өкініше орай, көбінесе мұндай мүмкіндік бола бермейді. Мақаланың зерттеу нысаны да осы сұрақтарды шешуге арналған.

Көмекші нәтижелер. Айталық, $\lambda_1, \dots, \lambda_n$ сандары $J = J(\bar{x}^0) = (J_{ij})_{i,j=1,\dots,n}$ матрицасының меншікті мәндері болсын. Егер $\operatorname{Re} \lambda_1 \neq 0, \dots, \operatorname{Re} \lambda_n \neq 0$ шарттары орындалса, онда \bar{x}^0 нүктесі (1) жүйесінің гиперболалық ерекше нүктесі деп аталады, мұндағы $\operatorname{Re} \lambda_i$ саны λ_i меншікті мәнінің нақты бөлігін білдіреді.

Гиперболалық ерекше нүктелер жағдайында жоғарыда қойылған сұрақ оң шешімін табады, яғни келесі теорема орын алады:

Теорема 1 (Хартман-Гробман теоремасы [1]). Айталық, \bar{x}^0 нүктесі (1) жүйесінің гиперболалық ерекше нүктесі болсын. Сонда \bar{x}^0 нүктесінің қандай да бір маңайында (1) жүйесінің траекторияларын (2) жүйесінің траекторияларына көшіретін (бейнелейтін) гомеоморфизм табылады. Осындай гомеоморфизмді траекториялардың оң параметризациялары (бағыттары) сақталатындай етіп тандап алуға болады.

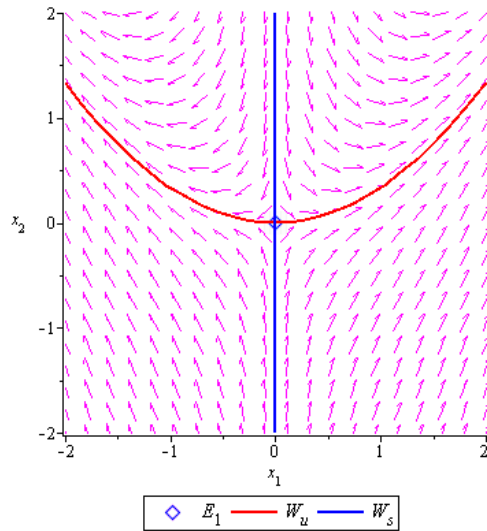
Теорема гиперболалық ерекше нүктенің аз маңайында сызықсыз жүйе мен оның линеаризацияланған жүйесінің фазалық портреттері топологиялық тұрғыдан өзара эквивалентті (гомеоморфты) екенін білдіреді.

Негізгі нәтижелер. Хартман-Гробман теоремасының екі өлшемді жүйелер жағдайындағы қолданылуын көрсетеміз, яғни (1) дифференциалдық теңдеулер жүйесінде $n = 2$ болсын.

Алдымен Хартман-Гробман теоремасын қолдануға болатын жүйенің мысалын қарастырайық [2]:

$$\frac{dx_1}{dt} = x_1, \quad \frac{dx_2}{dt} = x_1^2 - x_2. \quad (3)$$

(3) жүйесінің жалғыз $E_1 := (x_1^0, x_2^0) = (0,0)$ ерекше нүктесі болатыны түсінікті. Сонымен қатар, $J(x_1, x_2) = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$ болғандықтан, мұның меншікті мәндері $\lambda_1 = -1$, $\lambda_2 = 1$, яғни $(0,0)$ – гиперболалық нүкте болады (1-сурет).

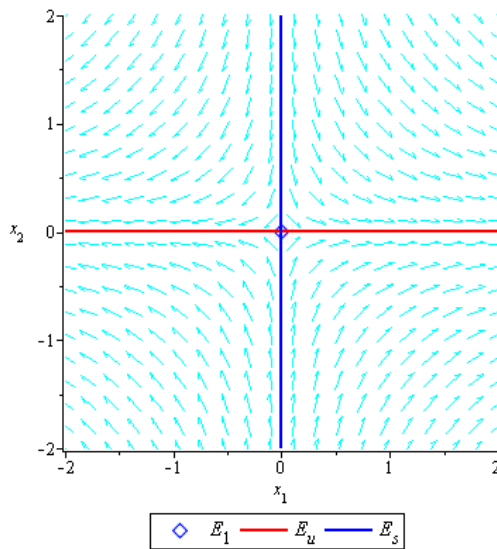


Сурет 1. (3) сызықсыз жүйесінің фазалық портреті

(3) жүйесіне сәйкес келетін сызықтық жүйе келесі түрде болады:

$$\frac{dx_1}{dt} = x_1, \quad \frac{dx_2}{dt} = -x_2. \tag{4}$$

Мұның фазалық портреті 2-суретте көрсетілген:



Сурет 2. (4) сызықтық жүйесінің фазалық портреті

$(x_1^0, x_2^0) = (0, 0)$ нүктесі нақтысында ершік болатыны айқын [3, 4]. Демек, теориялық жобаларға сай $(x_1^0, x_2^0) = (0, 0)$ нүктесінде сызықтық емес (3) жүйесінің орнықты W^s және орнықсыз W^u көпбейнеліктеріне (сепаратрисаларына) (4) сызықтық жүйесінің орнықты E^s және орнықсыз E^u көпбейнеліктері (сепаратрисалары) сәйкес түрде жанама болуы тиіс. Осыларды есептеулер арқылы тексеріп шығайық. $\lambda_1 = -1$ меншікті мәніне $(x_1, x_2) = (0, 1)^T$ меншікті векторы сәйкес келеді:

$$\begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Демек, $(x_1, x_2) = (0, 1)^T$ векторы E^s көпбейнелігін сипаттайды:

$$E^s = \{(x_1, x_2) \in R^2 : x_1 = 0\}.$$

Тура осылайша $\begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & -2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$ сызықтық алгебралық теңдеулер жүйесі $(x_1, x_2) = (1, 0)^T$ шешіміне ие болған себепті, E^u орнықсыз көпбейнелігі $(x_1, x_2) = (1, 0)^T$ векторына керілген болады, яғни

$$E^u = \{(x_1, x_2) \in R^2 : x_2 = 0\}.$$

Жалпы жағдайда сызықтық емес жүйенің W^s және W^u көпбейнеліктерін аналитикалық тәсілдермен табу күрделі мәселелердің қатарына жатады ([2] жұмысын және сол жұмыстағы сілтемелерді қараңыз).

(3) жүйесінің жағдайында W^s және W^u көпбейнеліктерін оңай-ақ анықтауға болады. Расында да (3) жүйесін былайша өзгертіп жазуға болады

$$\frac{dx_2}{dx_1} = -\frac{x_2}{x_1} + x_1.$$

Бұдан $x_2 = \frac{x_1^2}{3} + \frac{C}{x_1}$ жалпы шешімі табылады, мұндағы C – кез келген

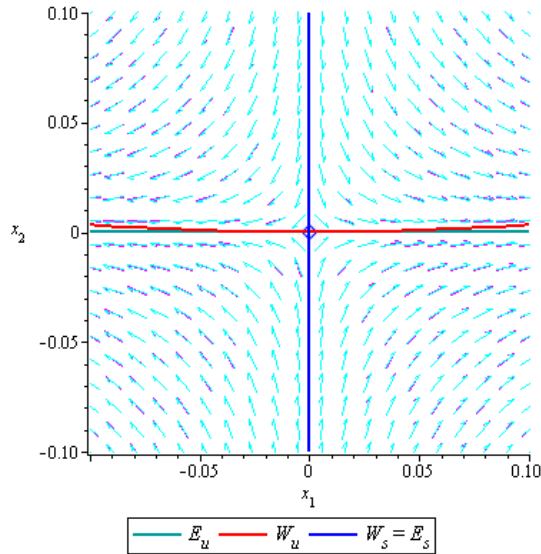
нақты сан. $(0, 0)$ нүктесінде E^u түзуі W^u қисығына жанама болуы қажет (1-ші, 2-суреттерде E^u мен W^u қызыл түстегі сызықтармен бейнеленген), сондықтан $x_2(0) = x_2'(0) = 0$. Демек,

$$W^u = \left\{ (x_1, x_2) \in R^2 : x_2 = \frac{x_1^2}{3} \right\}.$$

Соңында $x_1(0) = 0$ шартынан $x_1' \equiv 0$ шарты, яғни $x_1(t) \equiv 0$ болатыны келіп шығады (1-ші, 2-суреттерде E^s пен W^s көк түстегі сызықтармен бейнеленген). Демек,

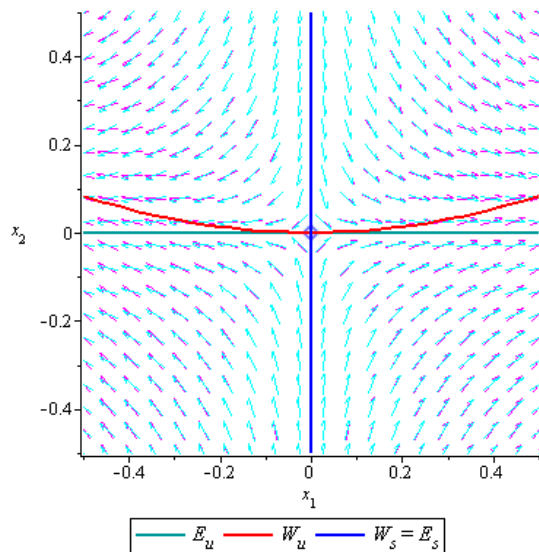
$$W^s = \{(x_1, x_2) \in R^2 : x_1 \equiv 0\}.$$

Хартман-Гробман теоремасына сай (3) жүйесінің фазалық портреті (1-суретті қараңыз) $(0,0)$ нүктесінің қандайда бір шектеусіз аз маңайында (4) сызықтық жүйесінің фазалық портретімен дерлік беттесуі тиіс. Сандық эксперимент жүргізу үшін $(0,0)$ нүктесінің $(-\varepsilon, \varepsilon) \times (-\varepsilon, \varepsilon)$ маңайын таңдап алайық, мұнда $\varepsilon = 0.1$ болсын. Сонда 3-суреттен (3) жүйесінің фазалық портреті расында да (4) сызықтық жүйесінің фазалық портретінен көп өзгешеленбейтінін байқауға болады.



Сурет 3. $\varepsilon = 0.1$ кезінде (3) және (4) жүйелерінің фазалық портреттерінің дерлік дәл келуі

Енді $\varepsilon = 0.5$ мәнін қабылдайық. Сонда 4-суреттен (3) және (4) жүйелерінің фазалық портреттеріндегі айырмашылықты байқаймыз.



Сурет 4. $\varepsilon = 0.5$ кезінде (3) және (4) жүйелерінің фазалық портреттерінде айырмашылықтың пайда болуы

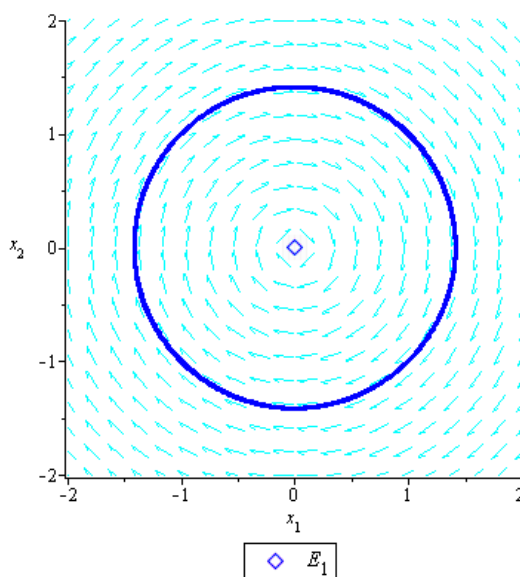
Енді Хартман-Гробман теоремасын қолдануға болмайтын жүйенің мысалын қарастырайық [1]:

$$\frac{dx_1}{dt} = x_2, \quad \frac{dx_2}{dt} = -x_1 - ax_1^2 x_2. \quad (5)$$

$E_1 := (x_1^0, x_2^0) = (0,0)$ - (5) жүйесінің жалғыз ерекше нүктесі болатыны түсінікті. Сонымен қатар, $J(x_1, x_2) = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}$ болғандықтан, мұның меншікті мәндері $\lambda_1 = -i$, $\lambda_2 = i$, яғни $(0,0)$ – гиперболалық нүкте болмайды. Демек, мұнда Хартман-Гробман теоремасын пайдалана алмаймыз. Расында да

$$\frac{dx_1}{dt} = x_2, \quad \frac{dx_2}{dt} = -x_1 \quad (6)$$

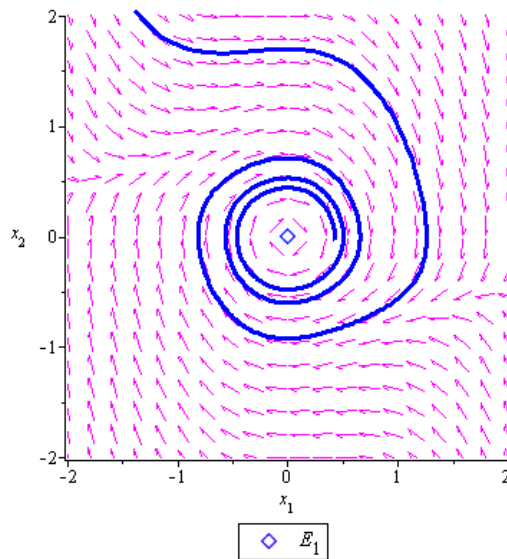
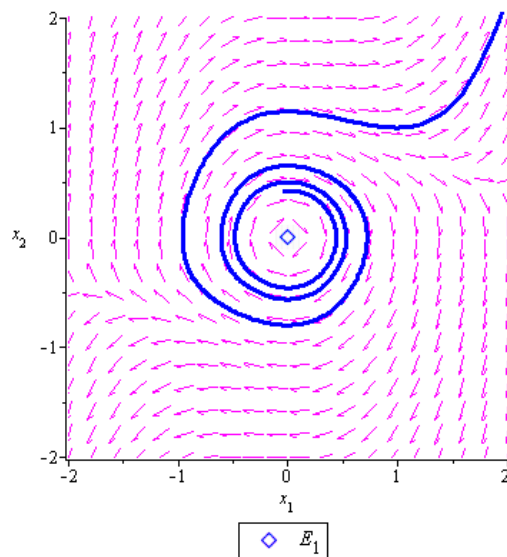
сызықтық жүйесі үшін $(0,0)$ нүктесі теориялық нәтижелерге сай ([3, 4] жұмыстарын қараңыз) центр болатыны айқын (5-сурет).



Сурет 5. (6) сызықтық жүйесінің фазалық портреті

Алайда (5) сызықтық емес жүйесі үшін $(0,0)$ нүктесінің типі мүлдем басқа болады да, фазалық портреттердің эквиваленттілігі орын алмайды: нақтысында (5) үшін $a > 0$ кезінде орнықты фокус, ал $a < 0$ кезінде орнықсыз фокус алынады (6-шы, 7-суреттер).

5-7-суреттерде $(1,1)$ бастапқы нүктесі арқылы өтетін интегралдық қисықтар көк түспен бейнеленген.

Сурет 6. (5) сызықсыз жүйесінің $a > 0$ кезіндегі фазалық портретіСурет 7. (5) сызықсыз жүйесінің $a < 0$ кезіндегі фазалық портреті

Қорытынды. (5) және (6) жүйелерінің мысалына сүйеніп, Хартман-Гробман теоремасы гипербодалық емес типтегі ерекше нүктелер үшін орындалмай қалуы мүмкін екенін қорытындылаймыз. Ал гипербодалық типтегі нүктелер жағдайында Хартман-Гробман теоремасы орын алатынын, дегенмен, ол тек локальдық мінезге ие болатынын да тұжырымдаймыз ((3) және (4) жүйелерге қатысты 3-ші және 4-суреттерді қараңыз).

Жоғарыдағы есептеулер мен фазалық портреттерді салу Maple жүйесі көмегімен іске асырылды. Авторлар тарапынан жазылған компьютерлік бағдарлама жалпы жағдайдағы екі өлшемді динамикалық жүйелердің гипербодалық ерекше нүктелерін анықтауға және осындай нүктелер маңайындағы линеаризацияланған жүйені де табуға бейімделгенін айта кетейік.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Dumortier F., Llibre J., Artes J. Qualitative theory of planar differential systems. *Universitext*. Springer-Verlag, Berlin, 2006. xvi+298 pp.
2. Гукенхеймер, Дж. Нелинейные колебания, динамические системы и бифуркации векторных полей [Текст] / Дж. Гукенхеймер, Ф. Холмс. Пер. с англ. А.П. Иванова. – Москва-Ижевск, 2002. – 560 с.
3. Андронов, А.А. Качественная теория динамических систем второго порядка [Текст] / А.А. Андронов, Е.А. Леонтович, И.И. Гордон, А.Г. Майер. – Москва: Наука, 1966. – 568 с.
4. Абиев, Н.А. О сепаратрисах динамической системы вблизи особой точки линейно нулевого типа [Текст] / Н.А. Абиев, З.О. Турткулбаева // Материалы МНК «Ломоносовские чтения на Алтае: фундаментальные проблемы науки и образования». – Барнаул, 2014. – С.249-254.

Материал редакцияға 29.02.16 түсті.

Н.А. Абиев, А.Е. Сегизбаева

*Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати,
г. Тараз, Республика Казахстан*

**ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ТЕОРЕМЫ ХАРТМАНА-ГРОБМАНА
В СИСТЕМАХ АНАЛИТИЧЕСКИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ**

Работа посвящена вопросам качественного исследования систем нелинейных автономных дифференциальных уравнений. Теорема Хартмана-Гробмана, имеющая место для особых точек гиперболического типа, является одним из основных инструментов теории динамических систем. Согласно этой теореме фазовые портреты нелинейной системы и ее линеаризованной системы являются топологически эквивалентными в малой окрестности особой точки гиперболического типа. Работа имеет целью подтверждение этих известных результатов на компьютере.

Ключевые слова: динамические системы, гиперболическая особая точка, теорема Хартмана-Гробмана, линеаризация.

N.A. Abiev, A.E. Segizbayeva

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

**INTERPRETATION OF THE HARTMAN-GROBMAN THEOREM
IN SYSTEMS OF ANALYTICAL CALCULATIONS**

The present work is devoted to the qualitative studying of systems of nonlinear autonomous differential equations. Holding for hyperbolic type singular points, the Hartman-Grobman theorem is one of main tools in the theory of dynamical systems. According to this theorem a nonlinear system and its linearized system have topologically equivalent phase portraits in a small neighborhood of such a point. The aim of this work is to confirm these well-known results on the computer.

Keywords: dynamical system, hyperbolic singular point, Hartman-Grobman theorem, linearization.

ЭОЖ 514.765 + 517.938

Н.А. Абиев¹, А.Ү. Райымбек²¹Физ.-мат. ғылымдарының канд., доцент, ²Магистрант
М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті,
Тараз қаласы, Қазақстан РеспубликасыДИНАМИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ САПАЛЫҚ ЗЕРТТЕУДІҢ
КЕЙБІР ӘДІСТЕРІ

Жұмыс жазық динамикалық жүйелерді зерттеуге арналған. Сызықсыз дифференциалдық теңдеулер жүйесін зерттеу жалпы жағдайда өте күрделі мәселе екенін айта кету керек. Мұндай жүйенің оң жағындағы өрнектер көбейткіштерге жіктелінетін жағдайда кейде жүйенің траекторияларының жүріс-тұрыстарын алдынала болжап айтуға мүмкіндік туады. Мақалада осындай сұрақтар қарастырылған.

Түйін сөздер: жазық динамикалық жүйе, гиперболалық ерекше нүкте, ершік-түйін нүкте.

Кіріспе. Мақалада [1] жұмысында қарастырылған

$$\frac{dx_1(t)}{dt} = f(x_1, x_2) = x_1(1 - x_1)(1 + x_1 - x_2), \quad (1)$$

$$\frac{dx_2(t)}{dt} = g(x_1, x_2) = x_2(1 - x_2)(1 - x_1 + x_2)$$

жазық динамикалық жүйесін зерттеу жалғасын табады. (1) теңдеулер жүйесі үш өлшемді унимодуляр Ли алгебраларындағы Риччи ағымдарымен байланысты екенін еске саламыз. Жұмыс (1) сызықсыз теңдеулер жүйесінің инвариантты жиындарын табуға және осы жүйені гиперболалық нүктелер маңайында линеаризациялау әдісі арқылы сапалық зерттеуге арналған.

Көмекші нәтижелер. $f(x_1, x_2)$, $g(x_1, x_2)$ функциялары (x_1^0, x_2^0) нүктесі маңайында аналитикалық болсын. Мұнда динамикалық жүйелер теориясының гиперболалық ерекше нүктелерге қатысты кейбір белгілі нәтижелерін келтіреміз:

Егер (x_1^0, x_2^0) нүктесінде $f = g = 0$ теңдіктері орын алса және $J = J(x_1^0, x_2^0)$ матрицасының λ_1, λ_2 меншікті мәндерінің екеуінің де $\operatorname{Re} \lambda_1, \operatorname{Re} \lambda_2$ нақты бөліктері нөлге тең болмаса, онда (x_1^0, x_2^0) нүктесі (1) жүйесінің *гиперболалық ерекше нүктесі* (hyperbolic singular point) деп аталады.

Гиперболалық ерекше нүктелерді зерттеу үшін біз мынадай теорема пайдаланатын боламыз.

Теорема 1 [2]. Айталық $(0,0)$ мынадай динамикалық жүйенің ерекше нүктесі болсын

$$\frac{dx}{dt} = F(x, y), \quad \frac{dy}{dt} = G(x, y), \quad (2)$$

мұндағы F және G функциялары $(0,0)$ нүктесінің маңайында аналитикалы функциялар.

$$a = \frac{\partial F(0,0)}{\partial x}, \quad b = \frac{\partial F(0,0)}{\partial y}, \quad c = \frac{\partial G(0,0)}{\partial x} \quad \text{және} \quad d = \frac{\partial G(0,0)}{\partial y}$$

белгілеулерін енгізейік. Сонда егер $A := \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ матрицасының λ_1, λ_2

меншікті мәндері үшін де $\operatorname{Re} \lambda_1 \neq 0$, $\operatorname{Re} \lambda_2 \neq 0$ болса, онда $(0,0)$ нүктесінің қандай да бір жеткілікті аз маңайында (2) жүйесі мен

$$\frac{dx}{dt} = ax + by, \quad \frac{dy}{dt} = cx + dy$$

сызықтық жүйесінің фазалық портреттері гомеоморфты (дерлік бірдей) болады.

Негізгі нәтижелер. $x_1 = 0$, $x_1 = 1$, $x_2 = 0$ және $x_2 = 1$ сызықтары (1) жүйесінің инвариантты жиындары болатынын байқаймыз. Сонымен бірге мұның $x_2 = x_1$ түріндегі де инвариантты жиыны болады. Расында да $x_2 = x_1$ өрнегін

$$\frac{dx_2}{dx_1} = \frac{x_1(1-x_1)(1+x_1-x_2)}{x_2(1-x_2)(1-x_1+x_2)}$$

теңдеуіне апарып қойсақ, онда $1 = \frac{dx_2}{dx_1} \equiv \frac{x_1(1-x_1)}{x_1(1-x_1)}$ тепе-теңдігі алынады. (1)

жүйесінің осылайша анықталған инвариантты жиындары 1-суретте пунктирлі сызықтармен бейнеленген, мұндағы

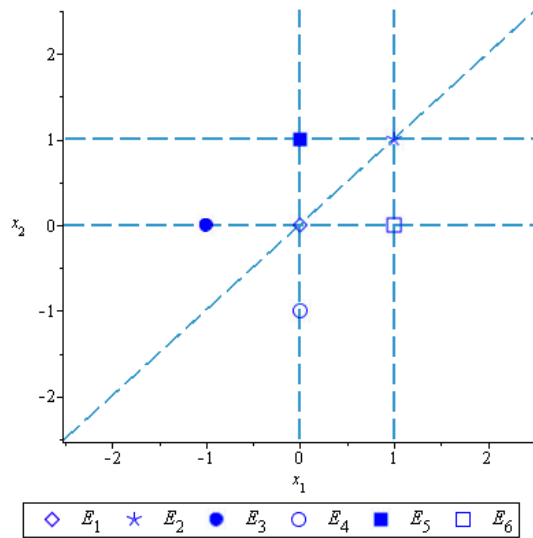
$$E_1 = (0,0), \quad E_2 = (1,1), \quad E_3 = (-1,0), \quad E_4 = (0,-1), \quad E_5 = (0,1), \\ E_6 = (1,0)$$

нүктелері (1) дифференциалдық теңдеулер жүйесінің [1] жұмысынан белгілі болған ерекше нүктелері.

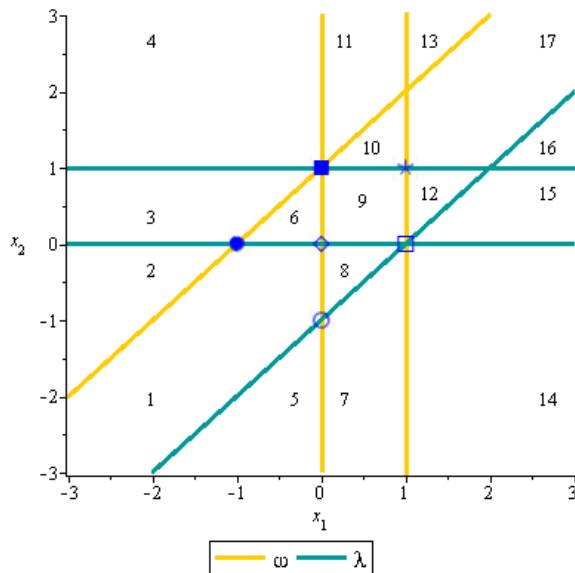
(1) жүйесінің оң жағындағы функциялардың көмегімен траекториялардың жүріс-тұрысын сызықсыз теңдеулер жүйесін шешпей-ақ сипаттауға болады. Осы айтылғандарға кеңірек түсіндірме берейік. $x_1'(t)$ және $x_2'(t)$ функцияларының таңбалары келесі функциялардың таңбаларымен анықталатыны түсінікті:

$$x_1(1-x_1)(1+x_1-x_2), \quad x_2(1-x_2)(1-x_1+x_2).$$

Сонда $\omega := \{x_1 = 0, x_1 = 1, x_2 = x_1 + 1\}$ түзулері үйірінің бойында $x_1'(t) = 0$, ал $\lambda := \{x_2 = 0, x_2 = 1, x_2 = x_1 - 1\}$ түзулері үйірінің бойында $x_2'(t) = 0$ теңдіктері орын алатынын байқаймыз. Демек, осы түзулермен шектелген 1-17 аймақтарында $x_1'(t)$ және $x_2'(t)$ туындылары өз таңбаларын сақтайтын болады (2-сурет).



Сурет 1. (1) жүйесінің инвариантты жиындары (сызықтары)



Сурет 2. $x_1'(t)$ және $x_2'(t)$ функцияларының таңбалары сақталатын аймақтар

$x_1(x_1 - 1)(x_2 - (x_1 + 1)) > 0$ теңсіздігін шешу үшін алдымен $x_1(x_1 - 1) > 0$ теңсіздігін шешіп аламыз. Мұның шешімі: $x_1 < 0$ немесе $x_1 > 1$.

Енді $x_2 - (x_1 + 1)$ көбейткішінің таңбасын есепке аламыз. Сонда 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10 және 13-аймақтарда $x_1'(t) > 0$ болуы тиіс. Ал 1, 5, 6, 11, 12, 14, 15, 16 және 17-аймақтарда $x_1'(t) < 0$ теңсіздігі орын алады.

Тура осындай жолмен $x_2'(t) > 0$ немесе $x_2'(t) < 0$ болатын аймақтарды да анықтап алуға болады. Расында да $x_2(x_2 - 1) > 0$ теңсіздігінің шешімі: $x_2 < 0$ немесе $x_2 > 1$.

Енді $-(x_2 - (x_1 + 1))$ көбейткішінің таңбасын есепке аламыз. Сонда 3, 5, 6, 7, 9, 12, 14 және 16-аймақтарда $x_2'(t) > 0$ болады. Ал 1, 2, 4, 8, 10, 11, 13, 15 және 17-аймақтарда $x_2'(t) < 0$ теңсіздігі орын алады.

Сонымен, егер $x_1(x_1 - 1)(x_2 - (x_1 + 1)) > 0$ және $-x_2(x_2 - 1)(x_2 - (x_1 - 1))$ өрнектерінің аймақтардағы мүмкін болған таңбаларын 1-кестеге енгізетін болсақ, онда (1) жүйесі траекторияларының әрбір аймақтағы жантайу бұрыштарын алдын ала анықтау мүмкіндігіне жетуге болады.

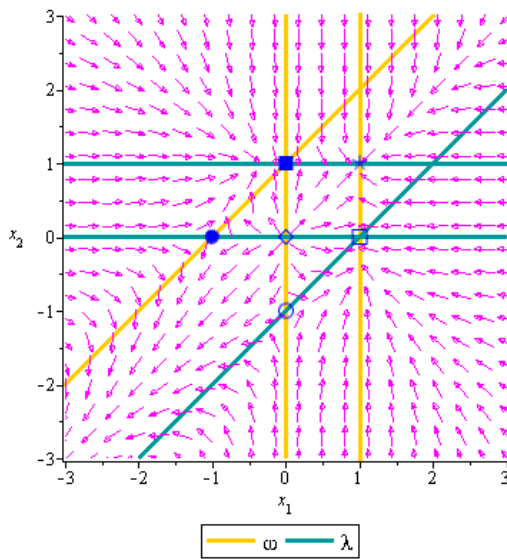
Кесте 1

$x_1'(t)$ және $x_2'(t)$ функцияларының таңбалары

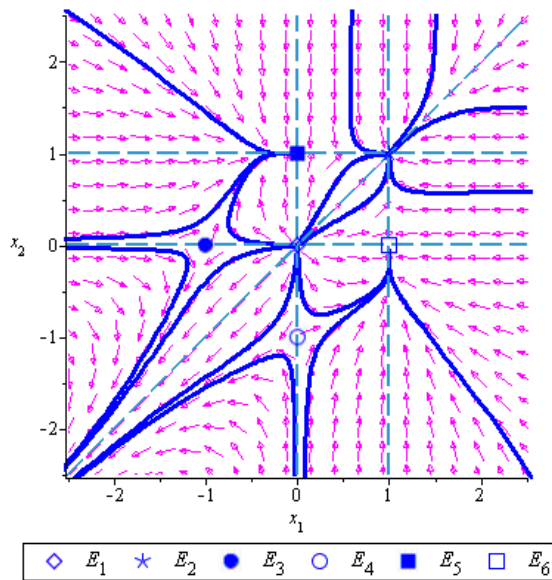
Аймақ	$x_1'(t)$ таңбасы	$x_2'(t)$ таңбасы
1	-	-
2	+	-
3	+	+
4	+	-
5	-	+
6	-	+
7	+	+
8	+	-
9	+	+
10	+	-
11	-	-
12	-	+
13	+	-
14	-	+
15	-	-
16	-	+
17	-	-

Мысалы, 1-кестеге сай 1-аймақта траекториялардың абциссалары мен ординаталары кемитінін, ал 2-аймақта ординаталары кеміп, абциссалары өсетінін алдын-ала айта аламыз. Тура осындай болжамдарды он жеті аймақтың әрбіреуінде жасай аламыз. Сонымен қатар, траекториялар ω сызықтарын 90 градустық бұрыш бойынша, ал λ сызықтарын 0 градустық бұрыш бойынша ғана қиып өте алады (3-сурет).

1-кестенің нәтижелері ерекше нүктелердің типтерін де артығымен растайды. Мысалы, $E_6 = (1,0)$ нүктесі 7-, 8-, 9-, 12- және 14-аймақтардың ортақ нүктесі болады. Сондықтан $E_6 = (1,0)$ нүктесі маңайындағы траекториялардың бағытын алдын-ала болжау үшін 1-кестенің 7-, 8-, 9-, 12-, 14- және 15-жолдарындағы ақпаратты пайдаланамыз. Сонда $x_2 = 0$ осі үстінде 9-, 12- және 15-аймақтар тарапынан гиперболалық сектор, ал $x_2 = 0$ осі астында 7-, 8- және 14- аймақтар тарапынан параболалық сектор туындалып жатқанын байқаймыз. Демек, $E_6 = (1,0)$ ершік-түйін ғана болуы мүмкін (3-ші, 4-суреттерді қараңыз). Мұндай қорытынды [1] жұмысында да алынған еді.



Сурет 3. (1) жүйесінің фазалық портреті

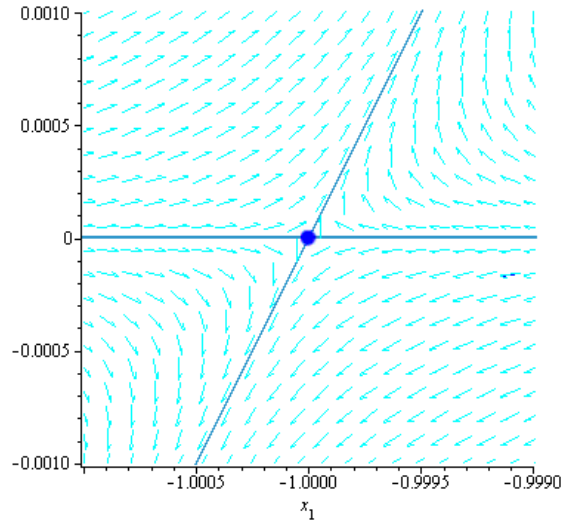


Сурет 4. (1) жүйесін траекторияларының аймақтардағы эволюциясы

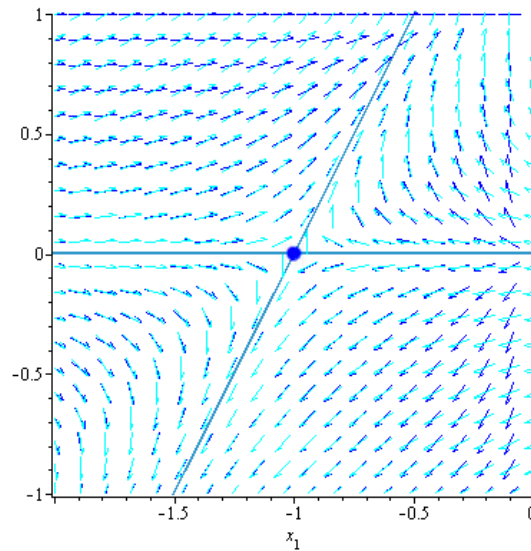
Енді гиперболалық ерекше нүктелердің маңайында (1) жүйесін линеаризациялау мәселелеріне көшеміз. $E_3 = (-1,0)$ ерекше нүктесін қарастырайық. Мұның гиперболалық ерекше нүкте (нақтысында ершік) болатыны [1] жұмысында негізделген. Демек, (1) жүйесінен $E_3 = (-1,0)$ маңайында мынадай линеаризацияланған жүйе алынады:

$$\frac{dx_1(t)}{dt} = -2x_1 + 2x_2 - 2, \quad \frac{dx_2(t)}{dt} = 2x_2. \quad (3)$$

Жоғарыдағы 1-теоремаға сай (1) және (3) жүйелері фазалық портреттері $E_3 = (-1,0)$ нүктесінің жеткілікті аз маңайында эквивалентті болуы тиіс. Расында да 5- және 6-суреттерден 1-теоремасының тек локальдық мінезге ие екенін, яғни $E_3 = (-1,0)$ нүктесінің үлкенірек маңайларында фазалық портреттер бірі-бірінен өзгешелене бастайтынын байқаймыз.



Сурет 5. $E_3 = (-1,0)$ нүктесінің $\varepsilon = 10^{-3}$ маңайындағы (1) және (3) жүйелерінің фазалық портреттері

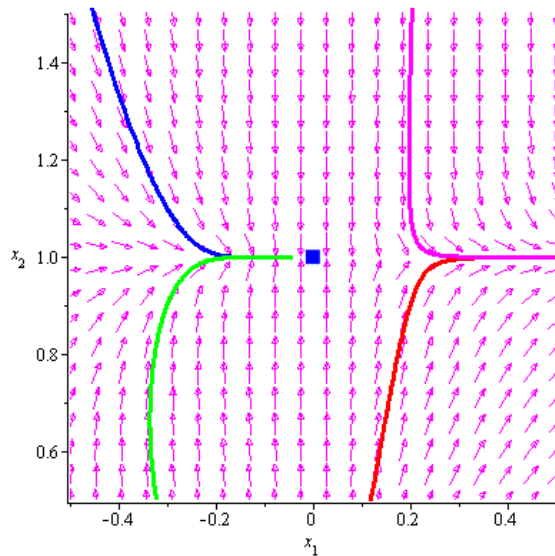


Сурет 6. $E_3 = (-1,0)$ нүктесінің $\varepsilon = 0.99995$ маңайындағы (1) және (3) жүйелерінің фазалық портреттері

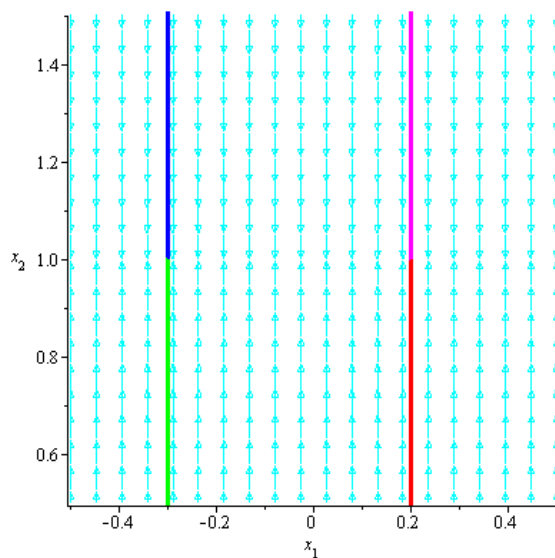
Гиперболалық емес $E_5 = (0,1)$ ерекше нүктесін қарастырайық. Сонда $E_5 = (0,1)$ нүктесінің ешбір маңайында (1) жүйесі мен мұның келесі линеаризацияланған жүйесі эквивалентті болмайды:

$$\frac{dx_1(t)}{dt} = 0, \quad \frac{dx_2(t)}{dt} = -2(x_2 - 1). \quad (4)$$

Расында да $\frac{dx_1(t)}{dt} = 0$ шартынан (4) сызықтық жүйесінің траекториялары $x_1 = const$ түріндегі вертикаль түзу сызықтар болатынын және, сонымен қатар, $-2(x_2 - 1)$ өрнегі таңбасын есепке ала отырып, олар $x_2 > 1$ кезінде жоғарыдан төменге, ал $x_2 < 1$ кезінде төменнен жоғарыға бағытталғандарын да қорытындылаймыз. Алайда $(0,1)$ нүктесі (1) жүйесінде сапалық жағынан мүлдем басқаша қасиеттерге ие болатыны, яғни ершік-түйін екені белгілі. Осыны 7-ші және 8-суреттерден де көруге болады.



Сурет 7. $E_5 = (0,1)$ нүктесінің маңайындағы (1) жүйесінің фазалық портреті



Сурет 8. $E_5 = (0,1)$ нүктесінің маңайындағы (4) жүйесінің фазалық портреті

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Абиев, Н.А. Унимодуляр Ли алгебраларындағы Риччи ағымдарының жартылай гиперболалық ерекше нүктелері [Мәтін] / Н.А. Абиев, А.Райымбек // Механика және технологиялар. – 2016. – №2. – Б. 6-13.
2. Dumortier F., Llibre J., Artes J. Qualitative theory of planar differential systems. *Universitext*. Springer-Verlag, Berlin, 2006. xvi+298 pp.

Материал редакцияға 04.03.16 түсті.

Н.А. Абиев, А.Ү. Райымбек

*Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати,
г. Тараз, Республика Казахстан*

**НЕКОТОРЫЕ МЕТОДЫ КАЧЕСТВЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ
ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Работа посвящена исследованию плоских динамических систем. Следует отметить, что исследование системы нелинейных дифференциальных уравнений в общем случае является очень сложной задачей. В случаях, когда выражения в правых частях такой системы допускают разложение на множители, появляется некоторая возможность предсказания поведения траекторий системы, которая и обсуждается в работе.

Ключевые слова: плоская динамическая система, гиперболическая особая точка, седло-узловая точка.

N.A. Abiev, A.U. Raiymbek

Taraz State University after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

**SOME METHODS OF QUALITATIVE INVESTIGATION
OF DYNAMICAL SYSTEMS**

The paper is devoted to planar dynamical systems. It should be noted that investigation of systems of non-linear differential equations, in general, is quite a complicated problem. In cases when expressions on the right hand sides of the system allow for factoring there is some possibility of predicting the behavior of trajectories of the system. Similar questions are discussed in the paper.

Keywords: planar dynamical system, hyperbolic singular point, saddle-node point.

ӘОЖ 517.938

Н.А. Абиев¹, А. Сегизбаева²¹Физ.-мат. ғылымдарының канд., доцент, ²Магистрант
М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті,
Тараз қаласы, Қазақстан Республикасы**ВЕКТОРЛЫҚ ӨРИСТЕРДІҢ БИФУРКАЦИЯЛАРЫН
АНАЛИТИКАЛЫҚ ЕСЕПТЕУ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕ
ИНТЕРПРЕТАЦИЯЛАУ**

Жұмыс сызықсыз автономды дифференциалдық теңдеулер жүйесін сапалық зерттеу сұрақтарына арналған. Динамикалық жүйелер теориясында ерекше нүктелердің бифуркациясын зерттеу маңызды мәселелердің бірі болып табылады. Параметрдің бифуркациялық мәнінде орын алатын фазалық портрет пен сол мәнің аз ауытқуы кезінде пайда болатын фазалық портреттер көбінесе эквивалентті бола бермейді. Жұмыс осы аталған теориялық жобаларды компьютерлік есептеулер арқылы растау мақсатын көздейді.

Түйін сөздер: динамикалық жүйе, ерекше нүкте, бифуркация.

Кіріспе. $\vec{a} := (a_1, \dots, a_n) \in R^n$ параметрінен тәуелді

$$\frac{d\vec{x}(t)}{dt} = f(\vec{x}, \vec{a}), \quad (1)$$

динамикалық жүйесі берілсін, мұнда $\vec{x} := (x_1, \dots, x_n) \in R^n$. Сонда $f(\vec{x}, \vec{a}) = 0$ шартын қанағаттандыратын ерекше нүктелер \vec{a} векторынан тәуелді болатыны түсінікті.

Белгілі анықтамаға сай (1) жүйесінің ерекше нүктесі деп $f(\vec{x}^0, \vec{a}) = 0$ шартын қанағаттандыратын $\vec{x}^0 = \vec{x}^0(\vec{a})$ нүктесін түсінеміз.

Айталық $J(\vec{x}, \vec{a}) = (J_{ij})_{i,j=1,\dots,n}$ осы жүйенің Якоби матрицасы болсын, мұндағы $J_{ij} = \frac{\partial f_i(\vec{x}, \vec{a})}{\partial x_j}$. Сонда $\vec{x}^0 = \vec{x}^0(\vec{a})$ тәуелділігі үзіліссіз түрде болған күнде де, $\vec{x}^0 = \vec{x}^0(\vec{a})$ ерекше нүктесінің типі \vec{a}^0 мәнінде шұғыл түрде өзгерсе немесе \vec{a}^0 мәні $J(\vec{x}^0, \vec{a})$ матрицасына нөлдік меншікті мәнін қамтамасыз етсе, онда $\vec{a} = \vec{a}^0$ мәні бифуркациялық мән деп аталады. Мақалада кейбір ерекше нүктелердің маңайындағы құрылымдардың орнықсыз болуы дәлелденген. Дәлірек айтқанда, жұмыста дифференциалдық теңдеулердің мынадай жүйесі қарастырылады [1]:

$$\begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= x_1^2 - x_1 x_2 + a, \\ \frac{dx_2}{dt} &= -x_1^2 + x_2^2 - 1 \end{aligned} \quad (2)$$

және осындай жүйенің $a = 0$ мәніндегі фазалық портреті мен мұның $a \rightarrow 0$ кезіндегі фазалық портретінің арасында ешқашан жойылмайтын айырмашылық бар екені дәлелденеді.

Негізгі нәтижелер. (2) жүйесінің Якоби матрицасы келесі түрде болатыны айқын:

$$J := J(x_1, x_2) = \begin{pmatrix} 2x_1 - x_2 & -x_1 \\ -2x_1 & 2x_2 \end{pmatrix}.$$

Күрделі емес есептеулердің арқасында Якоби матрицасының меншікті мәндерін табуға болады:

$$\Lambda_1 = \frac{1}{2}x_2 + x_1 + \frac{1}{2}\sqrt{12x_1^2 - 12x_1x_2 + 9x_2^2}, \quad (3)$$

$$\Lambda_2 = \frac{1}{2}x_2 + x_1 - \frac{1}{2}\sqrt{12x_1^2 - 12x_1x_2 + 9x_2^2}.$$

(2) жүйесінің ерекше нүктелері, жоғарыда айтылғандарға сай, a параметріне тәуелді болады. Расында да

$$x_1^2 - x_1x_2 + a = 0,$$

$$-x_1^2 + x_2^2 - 1 = 0$$

алгебралық теңдеулер жүйесін шешу арқылы $a < \frac{1}{2}$ кезінде (2) жүйесінің ерекше нүктелерінің мынадай екі үйірін табамыз:

$$\hat{x}_1(a) = a\sqrt{\frac{1}{1-2a}}, \quad \hat{x}_2(a) = (1-a)\sqrt{\frac{1}{1-2a}}. \quad (4)$$

$$\tilde{x}_1(a) = -a\sqrt{\frac{1}{1-2a}}, \quad \tilde{x}_2(a) = -(1-a)\sqrt{\frac{1}{1-2a}}. \quad (5)$$

$a \geq \frac{1}{2}$ мәндерінде (2) жүйесі ерекше нүктеге ие болмайтынын байқау қиынға түспейді.

(4) формулаларымен анықталатын ерекше нүктелерді (3) формулаларына апарып қойып, (4) ерекше нүктелеріне сәйкес келетін J матрицасының λ_1 және λ_2 меншікті мәндерін анықтаймыз:

$$\lambda_1 = \Lambda_1(\hat{x}_1, \hat{x}_2) = \frac{1}{2}(a+1)\sqrt{\frac{1}{1-2a}} + \frac{1}{2}\sqrt{\frac{33a^2 - 30a + 9}{1-2a}}, \quad (6)$$

$$\lambda_2 = \Lambda_2(\hat{x}_1, \hat{x}_2) = \frac{1}{2}(a+1)\sqrt{\frac{1}{1-2a}} - \frac{1}{2}\sqrt{\frac{33a^2 - 30a + 9}{1-2a}}.$$

(5) формулаларымен анықталатын ерекше нүктелерді (3) формулаларына апарып қойып, (5) ерекше нүктелеріне сәйкес келетін J матрицасының μ_1 және μ_2 меншікті мәндерін анықтаймыз:

$$\mu_1 = \Lambda_1(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2) = -\frac{1}{2}(a+1)\sqrt{\frac{1}{1-2a}} + \frac{1}{2}\sqrt{\frac{33a^2 - 30a + 9}{1-2a}},$$

$$\mu_2 = \Lambda_1(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2) = -\frac{1}{2}(a+1)\sqrt{\frac{1}{1-2a}} - \frac{1}{2}\sqrt{\frac{33a^2 - 30a + 9}{1-2a}}.$$
(7)

Енді $a = 0$ кезінде алынатын фазалық портреттің құрылымдық орныксыз екенін дәлелдеуге кірісеміз.

$a = 0$ жағдайы. (4), (5) формулаларына $a = 0$ мәнін қойып, $E_1 := (0,1)$ және $E_2 := (0,-1)$ ерекше нүктелерін аламыз. Бұлардың типін анықтау үшін $a = 0$ мәнін (6), (7) формулаларына қоямыз. Сонда $E_1 := (0,1)$ үшін $\lambda_1 = -1$ және $\lambda_2 = 2$, ал $E_2 := (0,-1)$ үшін $\mu_1 = 1$ және $\mu_2 = -2$ меншікті мәндері алынады. Демек, теорияға сай $E_1 := (0,1)$ және $E_2 := (0,-1)$ ерекше нүктелерінің екеуі де ершік (демек, гиперболалық нүкте) болады ([2, 3] жұмыстарын қараңыз). Бұлардың орнықты және орныксыз көпбейнеліктерін (сепаратрисаларын) анықтауға әрекет жасап көрейік.

$E_1 := (0,1)$ ерекше нүктесі. $E_1 := (0,1)$ нүктесінде линеаризацияланған жүйе мынадай матрицаға ие болады: $\begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 2 \end{pmatrix}$.

Линеаризацияланған жүйенің орнықты E_1^s және орныксыз E_1^u көпбейнеліктері (2) жүйесінің $E_1 := (0,1)$ нүктесіндегі орнықты W_1^s және орныксыз W_1^u көпбейнеліктеріне сәйкесінше жанама болады. Осы E_1^s және E_1^u көпбейнеліктерін табайық.

$\lambda_2 = 2$ меншікті мәніне $(x_1, x_2) = (0,1)^T$ меншікті векторы сәйкес келеді:

$$\begin{pmatrix} -3 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Демек, E_1^u орныксыз көпбейнелігі $(x_1, x_2) = (0,1)^T$ векторының сызықтық қабықшасы болады:

$$E_1^u = \{(x_1, x_2) \in R^2 : x_1 = 0\}.$$

$\lambda_1 = -1$ мәніне $(x_1, x_2) = (1,0)^T$ меншікті векторы сәйкес келеді: $\begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$. Демек, $E_1^s = \{(x_1, x_2) \in R^2 : x_2 = 0\}$.

$E_2 := (0, -1)$ ерекше нүктесі. $E_2 := (0, -1)$ нүктесінде
линеаризацияланған жүйе мынадай матрицаға ие болады: $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -2 \end{pmatrix}$.

$\mu_1 = 1$ және $\mu_2 = -2$ меншікті мәндеріне сәйкесінше $(x_1, x_2) = (1, 0)^T$
және $(x_1, x_2) = (0, 1)^T$ меншікті векторлары сәйкес келеді:

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & -3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Демек, $E_2^u = \{(x_1, x_2) \in R^2 : x_2 = 0\}$, $E_2^s = \{(x_1, x_2) \in R^2 : x_1 = 0\}$.

Сонымен қатар, $a = 0$ кезінде $x_1 = 0$ вертикаль түзуі (2) жүйесінің
инвариантты жиыны болатынын байқауға болады. Расында да, егер $a = 0$
және $x_1 = 0$ деп ұйғаратын болсақ, онда мынадай тепе-теңдік шығады:

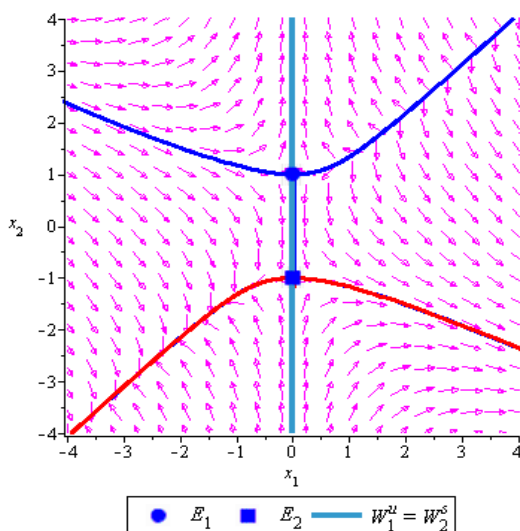
$$0 = \frac{dx_1}{dx_2} = \frac{0}{x_2^2} = 0.$$

$x_1 = 0$ шартынан $\frac{dx_1}{dt} = x_1^2 - x_1 x_2 + a = 0$ шарты туындайды. Демек,
 $x_1 = 0$ түзуінің бойында векторлық өріс тек вертикаль бағытталған болады,
яғни ешбір траектория $x_1 = 0$ түзуін қиып өтпейді. Осылардан $a = 0$ кезінде

$$W_1^u = W_2^s$$

болатынын, яғни $x_1 = 0$ вертикаль түзуі бір мезгілде $E_1 := (0, 1)$ нүктесі үшін
орныксыз, ал $E_2 := (0, -1)$ нүктесі үшін орнықты сепаратриса болатынын
қорытындылаймыз.

(2) жүйесінің $a = 0$ жағдайындағы фазалық портреті 1-суретте
келтірілген.



Сурет 1. (2) жүйесінің $a = 0$ мәніндегі фазалық портреті

$a > 0$ жағдайы. Енді (4) формуласын жалпы жағдайда қарастырайық. (6) формулаларынан

$$\lambda_1 \lambda_2 = 2(2a - 1) < 0$$

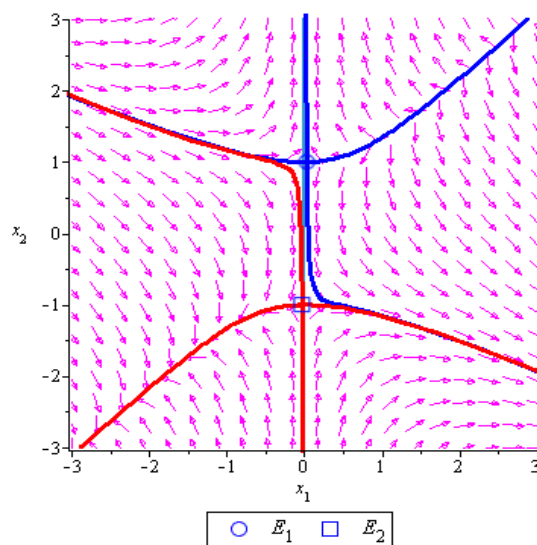
болатынын оңай-ақ тексеруге болады. Демек, $0 < a < 1/2$ кезінде де (4) формуласы бойынша ершік нүктелер алынады, яғни ерекше нүктелердің типі сақталады. Алайда $a = 0$ жағдайындағы фазалық портрет a параметрінің типті өте аз ауытқуларында да сақталмайды, яғни мұнда құрылымдық орнықсыздық деп аталатын орнықсыздықтың түрі пайда болады. Осы айтылғандарды дәлелдеуге кірісейік.

Қарапайым есептеулер арқылы $\lim_{a \rightarrow 0} \sqrt{\frac{a}{1-2a} - a} = 1$ және $\lim_{a \rightarrow 0} \frac{(1-a)\sqrt{\frac{a}{1-2a}} - 1}{a^2} = \frac{1}{2}$ шектік мәндері орын алатынына көз жеткізе аламыз.

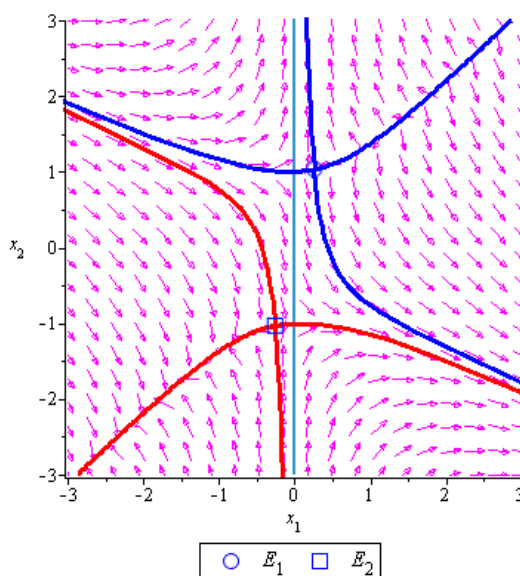
Демек, келесі асимптотикалық өрнектеулер туындайды:

$$\hat{x}_1(a) = a + O(a^2), \quad \hat{x}_2(a) = 1 + O(a^2).$$

Сондықтан $a > 0$ және $a \approx 0$ мәндеріне сәйкес келетін $\hat{x}_1(a)$ және $\hat{x}_2(a)$ ауытқыған мәндері $a = 0$ мәніне сәйкес келетін $\hat{x}_1(0) = 0$ және $\hat{x}_2(0) = 1$ мәндерінен онша көп алшақтамайды (мұны 2-ші, 3-суреттерден көруге болады). Жоғарыда дәлелденгендей, $E_1(a) := (\hat{x}_1(a), \hat{x}_2(a))$ ерекше нүктесі ершіктік типін де сақтап қалады. Дегенмен, траекториялардың жүріс-тұрысында енді радикалды өзгерістер пайда болады. Алдымен, $\hat{x}_1(a) > a$, $\hat{x}_2(a) > 1$ теңсіздіктері орын алатынын атап өтейік. Демек, $E_1(a)$ ерекше нүктесі $E_1(0) = E_1 = (0, 1)$ нүктесінің оң жағында және сәл жоғарырақта орналасады (2-ші, 3-суреттерді қараңыз).



Сурет 2. (2) жүйесінің $a = 0.03$ мәніндегі фазалық портреті

Сурет 3. (2) жүйесінің $a = 0.2$ мәніндегі фазалық портреті

Тура осылайша ерекше нүктелердің (5) формуласымен берілген үйірі үшін келесі асимптотикалық өрнектеулер орын алады:

$$\tilde{x}_1(a) = -a + O(a^2), \quad \tilde{x}_2(a) = -1 + O(a^2).$$

Осы формулаларға сай $E_2(a) := (\tilde{x}_1(a), \tilde{x}_2(a))$ ершік нүктесі $E_2(0) = E_2 = (0, -1)$ нүктесінің сол жағында және сәл төменіректе орналасады (2-ші, 3-суреттерді қараңыз). Демек, $E_1(a)$ және $E_2(a)$ нүктелері $a = 0$ кезіндегідей бір түзудің бойында жатпайды және ортақ сепаратрисаға ие болмайды.

$a > 0$, $a \approx 0$ жағдайының $a = 0$ жағдайынан екінші принципіалды айырмашылығы – траекториялар енді $x_1 = 0$ вертикаль түзуін $-1 < x_2 < 1$ аралығында қиып өте алады (анығырақ айтқанда, солдан оңға және жоғарыдан төменге қарай қиып өтеді), мұның себебі $x_1 = 0$ және $-1 < x_2 < 1$ болғанда (2) жүйесінен алынатын келесі теңсіздіктерден келіп шығады (траекториялардың абсциссалары өседі, ординаталары кемиді):

$$\frac{dx_1}{dt} = a > 0, \quad \frac{dx_2}{dt} = x_2^2 - 1 < 0.$$

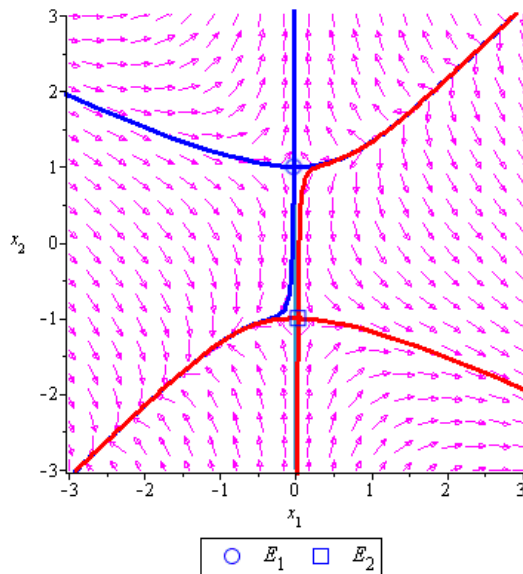
Осындай теориялық қорытындыларды 3-сурет те растайды.

$a < 0$ жағдайы. (7) формулаларынан

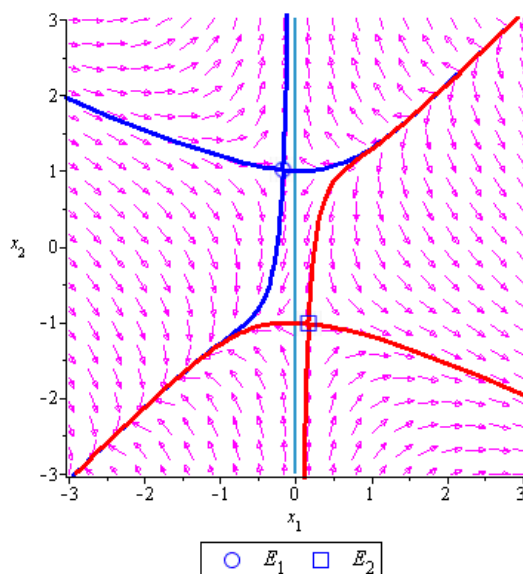
$$\mu_1 \mu_2 = 2(2a - 1) < 0$$

теңсіздігі шығады. $a < 0$ кезінде де (4), (5) формулалары бойынша ершік нүктелер алынады. Демек, ерекше нүктелердің типі сақталады. Ары қарай (4),

(5) формулаларына жоғарыдағы тәсілдермен талдау жүргізу арқылы мынадай қорытындыларды алуға болады: $a < 0$, $a \approx 0$ жағдайында да траекториялар $x_1 = 0$ вертикаль түзуін $-1 < x_2 < 1$ аралығында қиып өте алады (анығырақ айтқанда, оң жағынан солға және жоғарыдан төменге қарай қиып өтеді), себебі $x_1 = 0$ және $-1 < x_2 < 1$ болғанда (2) жүйесінен мыналар алынады: $\frac{dx_1}{dt} = a < 0$, $\frac{dx_2}{dt} = x_2^2 - 1 < 0$. Осыларды 4-ші, 5-суреттерден көруге болады.



Сурет 4. (2) жүйесінің $a = -0.03$ мәніндегі фазалық портреті



Сурет 5. (2) жүйесінің $a = -0.4$ мәніндегі фазалық портреті

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Гукенхеймер, Дж. Нелинейные колебания, динамические системы и бифуркации векторных полей [Текст] / Дж. Гукенхеймер, Ф. Холмс. Пер. с англ. А.П. Иванова. – Москва-Ижевск, 2002. – 560 с.
2. Андронов, А.А. Качественная теория динамических систем второго порядка [Текст] / А.А. Андронов, Е.А. Леонтович, И.И. Гордон, А.Г. Майер. –Москва: Наука, 1966. – 568 с.
3. Dumortier F., Llibre J., Artes J. Qualitative theory of planar differential systems. *Universitext*. Springer-Verlag, Berlin, 2006. xvi+298 pp.

Материал редакцияға 10.03.16 түсті.

Н.А. Абиев, А. Сегизбаева

*Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати,
г. Тараз, Республика Казахстан*

**ИНТЕРПРЕТАЦИЯ БИФУРКАЦИЙ ВЕКТОРНЫХ ПОЛЕЙ
В СИСТЕМАХ АНАЛИТИЧЕСКИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ**

Работа посвящена вопросам качественного исследования систем нелинейных автономных дифференциальных уравнений. Изучение бифуркаций векторных полей является одной из основных задач теории динамических систем. Между фазовыми портретами системы, которые получаются при бифуркационном значении параметра и при малом возмущении этого значения, как правило, топологическая эквивалентность может не иметь места. Работа имеет целью подтвердить эти теоретические положения по средством компьютерных вычислений.

Ключевые слова: динамическая система, особая точка, бифуркация.

N.A. Abiev, A. Segizbayeva

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

**INTERPRETATION OF BIFURCATIONS OF VECTOR FIELDS
IN SYSTEMS OF ANALYTICAL CALCULATIONS**

The present work is devoted to the qualitative studying of systems of nonlinear autonomous differential equations. The study of bifurcations of vector fields is one of the main problems in the theory of dynamical systems. Between the phase portrait of the system obtained at the bifurcation value of the parameter and the phase portrait which can be obtained at a small perturbation of this value, as a rule, the topological equivalence can not hold. The aim of this work is to confirm these well-known theoretical results by computer calculations.

Keywords: dynamical system, singular point, bifurcation.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004.4:64.07

Г.Е. Жидекулова¹, Н.М. Усипов²

¹Канд. техн. наук, доцент, ²Магистрант
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати,
г. Тараз, Республика Казахстан
Электронная почта: ¹gul2006@mail.ru, ²nur@mail.ru

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОПЕРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИИ О КОММУНАЛЬНЫХ ПЛАТЕЖАХ

В статье рассмотрен процесс разработки информационной системы предприятий, которая представляет собой клиент-серверное мобильное приложение для передачи оперативной информации. Описаны технологии проектирования мобильных приложений и построения модели базы данных для информационной системы.

Ключевые слова: информационная система, мобильные приложения, информационно-коммуникационные технологии, информация, интернет-эквайринг, коммунальные платежи, интернет.

Современное развитие человеческой деятельности характеризуется внедрением во все сферы жизни информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), которые меняют уклад жизни людей и составляют фундамент и материальную базу для перехода к информационному обществу, обществу с высоким социально-экономическим и культурным развитием.

В мире повсеместно наблюдаются такие тенденции как:

- трансформация всех общественных институтов и сфер человеческой деятельности под воздействием ИКТ;
- прогресс во всех сферах разработки, производства и внедрения современных технологий;
- стремление к формированию развитой информационной среды, адекватной задачам социально-экономического развития страны;
- обеспечение равноправного гарантированного доступа населения к информационным ресурсам;
- подготовка граждан, бизнеса и органов государственной власти всех уровней к жизни в условиях информационного общества.

В нашей стране основной акцент сделан только на одной из составляющих информационного общества – на формировании и развитии электронного правительства, которое было успешно реализовано, о чём свидетельствуют высокие международные рейтинги. Однако, задача формирования информационного общества, безусловно, шире, чем развитие только электронного правительства и отрасли телекоммуникаций [1].

Интернет эквайринг – общий термин, которым обозначается прием платежей по пластиковым картам через Интернет с использованием

специально разработанного web-интерфейса. Интернет-эквайринг, как составляющая электронной коммерции, представляет собой деятельность кредитной организации (банка-эквайера), включающую в себя осуществление расчетов с организациями электронной коммерции по операциям, совершаемым с использованием банковских карт в сети Интернет. Подключение организаций электронной коммерции банком-эквайером, как правило, осуществляется при технической поддержке Сервис-провайдеров, которые обеспечивают безопасность платежей, используя протокол аутентификации 3-D Secure и SSL.

«Квартплата» – это приложение для жителей города, которое упрощает процесс поиска и оплаты жилищно-коммунальных услуг. С помощью данного сервиса по коду плательщика или штрих-коду квитанции можно найти информацию по начислениям и оплатить их с помощью банковской карты любого банка. Приложение избавит людей от необходимости оплаты и хранения бумажных квитанций. В приложении «Квартплата» имеется возможность сохранить код плательщика, по которому в дальнейшем можно проверять начисления. Все необходимые банковские реквизиты при оплате будут сформированы автоматически.

Используя современные средства визуальной разработки программного обеспечения можно создать собственную программу по обмену сообщениями без потери данных. В данной работе рассматривается создание приложения для обеспечения передачи информации о коммунальных платежах с помощью среды визуальной разработки приложений NetBeans на языке программирования Java.

Создание приложений преследует достижение следующих основных целей:

- оперативная передача информации;
- предоставление доступа к информации только авторизованным сотрудникам;
- удобство и экономия времени клиентов предприятий;
- снижение временных затрат на раздачу квитанций для населения;
- обеспечение защиты от несанкционированного доступа и дезинформации;
- получение отчетов о выполненных операциях, используя созданную базу данных;
- целостность данных посредством использования хэширования и др.

В информационной системе реализованы следующие функции:

- распределение прав доступа;
- шифрование и дешифрование;
- использования алгоритма хэширования;
- гарантирование доступа к информации и информационным ресурсам, средствам информатизации авторизованным пользователям.

На рисунке 1 приведена диаграмма последовательности прецедента.

Рассмотрим каждый элемент диаграммы, по отдельности. Объект, Участник (Object, Participant) обозначается прямоугольником, в котором показывается информация об участнике действий. Размещаются объекты, как правило, вдоль верхнего края диаграммы. От прямоугольника вниз опускается Линия Жизни (Life Line), исходящая вниз от участника, и означающая отведенное объекту время жизни. Обозначается пунктирной линией [2].

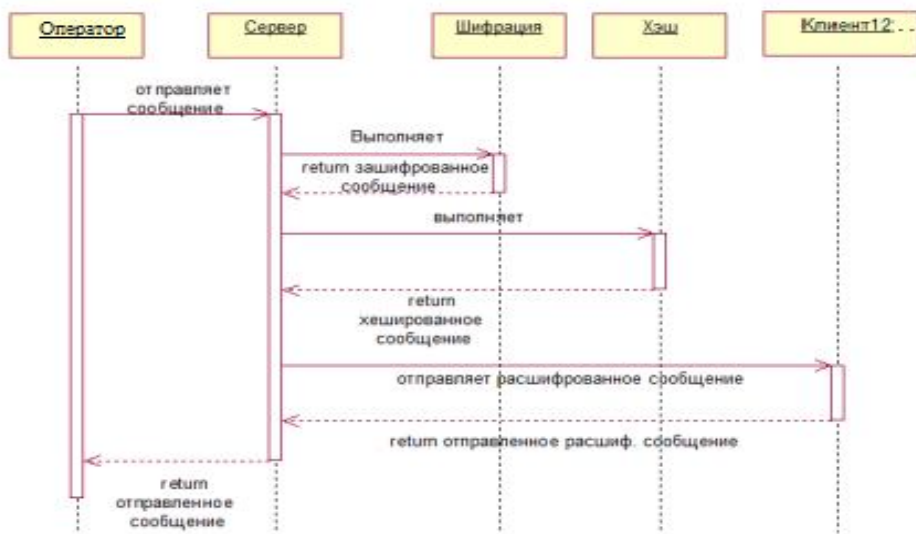


Рис. 1. Диаграмма последовательности прецедента

Активация, фрагмент выполнения (Activation Bar, Execution Occurances) обозначается узким прямоугольником (серого или белого цвета), размещенным на линии жизни. Показывает начало и завершение действия, в котором участвует объект. Поскольку линия жизни – это метафора времени, то прямоугольник на линии жизни указывает на активизацию объекта во времени. На рисунке 2 приведена диаграмма развертывания.

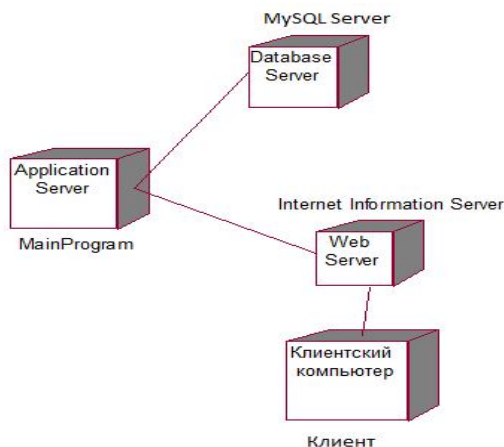


Рис. 2. Диаграмма развертывания

На данной диаграмме представлены устройства, которые используются при разработке предлагаемых приложений. Диаграмма размещения содержит графические изображения устройств и связей между ними. В отличие от диаграмм логического представления, диаграмма размещения является единой для системы в целом, поскольку должна всецело отражать особенности ее реализации. Разработка диаграммы размещения, как правило, является последним этапом спецификации модели программной системы [3].

Для разработки данного приложения нами использованы СУБД MySQL. В процессе логического проектирования высокоуровневое

представление данных преобразуется в структуру используемой СУБД. Основной целью данного этапа является устранение проблем данных с использованием специальных форм нормализации. Цель нормализации – как можно минимизировать повторения информации и возможные изменения БД при процедурах обновления. Это достигается разделением одной таблицы в несколько с последующим использованием при запросах операции навигации ими. Навигационный поиск снижает быстродействие БД, т.е. увеличивает время отклика на его запрос. Полученная логическая структура БД может быть оценена количественно с помощью различных характеристик (число обращений к логическим записям, объем данных в каждом приложении, общий объем данных). На основе этих оценок логическая структура может быть усовершенствована с целью достижения большей эффективности [4].

Специального рассмотрения заслуживает процедура управления БД. Она наиболее проста в однопользовательском режиме. В многопользовательском режиме и в распределенных БД процедура сильно усложняется. При одновременном доступе нескольких пользователей без принятия специальных мер, возможно, нарушение целостности информации. Для устранения этого явления используют систему транзакций и режим блокировки таблиц или отдельных записей.

Транзакция – процесс изменения файла, записи или базы данных, вызванный передачей одного входного сообщения. Особенности блокирования и варианты блокировки далее будут рассмотрены отдельно.

Логический (концептуальный) уровень построен с учетом специфики и особенностей конкретной СУБД (рис. 3). Этот уровень представления данных ориентирован больше на компьютерную обработку и на программистов, которые занимаются ее разработкой. На этом уровне формируется концептуальная модель данных, т.е. специальным способом структурированная модель предметной области, которая отвечает особенностям и ограничениям выбранной СУБД.

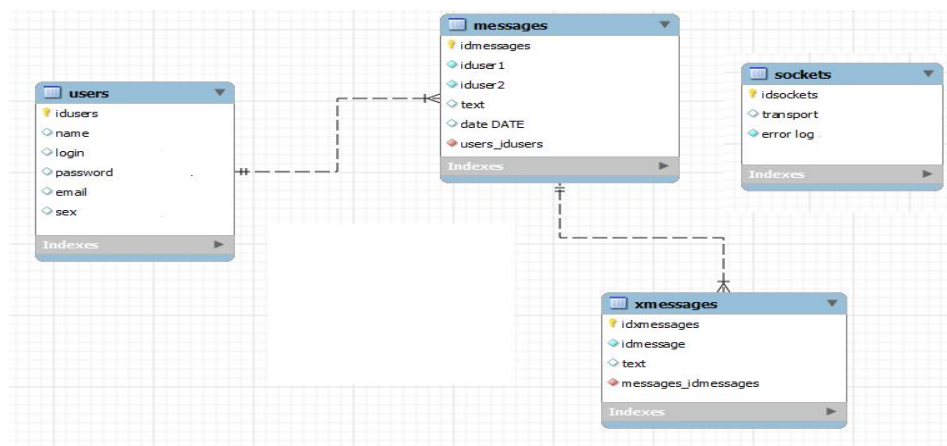


Рис. 3. Логический уровень базы данных системы

Физическая модель данных зависит от конкретной СУБД, фактически являясь отображением системного каталога. В физической модели содержится информация обо всех объектах БД (рис. 4). Поскольку стандартов на объекты БД не существует (например, нет стандарта на типы данных), физическая модель зависит от конкретной реализации СУБД. Следовательно,

одной и той же логической модели могут соответствовать несколько разных физических моделей. Если в логической модели не имеет значения, какой конкретно тип данных имеет атрибут, то в физической модели важно описать всю информацию о конкретных физических объектах – таблицах, колонках, индексах, процедурах и т.д. Разделение модели данных на логические и физические позволяет решить несколько важных задач.

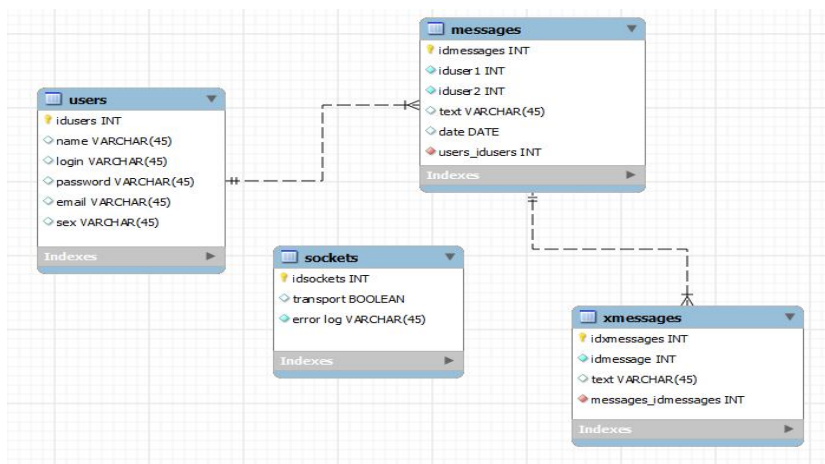


Рис. 4. Физический уровень базы данных системы

Информационная система мобильных приложений предназначена для представления оперативной информации о коммунальных платежах, в частности исполнения следующих процессов:

- хранения информации в базе данных с обеспечением удобного, быстрого поиска необходимых данных и надежной системы разграничения прав доступа;
- резервного дублирования данных;
- организации оперативной деятельности по передаче информации о коммунальных платежах;
- организации эффективного управления о платежах коммунальных услуг населения.

Предлагаемая информационная система для предприятий представляет собой клиент-серверное приложение для обеспечения передачи данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Указ Президента Республики Казахстан от 8 января 2013 года №464: Государственная программа «Информационный Казахстан – 2020» [Текст]. – Астана, 2013.
2. Боггс, У. «UML и RationalRose 2002» [Текст] / У. Боггс, М. Боггс. – М.: «Лори», 2004.– 415 с.
3. Ноутон, П. «Java 2. Наиболее полное руководство» [Текст] / П. Ноутон, Г. Шилдт. – М.: изд-во «Ехрес», 2012. – 1102 с.
4. Грабер, М. SQL [Текст] / М. Грабер. Пер. с англ. – М: Изд-во «Лори», 2003.– 854 с.

Материал поступил в редакцию 27.01.16.

Г.Е. Жидекүлова, Н.М. Усіпов

*М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті,
Тараз қаласы, Қазақстан Республикасы*

КОММУНАЛДЫ ТӨЛЕМАҚЫЛАР ТУРАЛЫ АҚПАРАТТАРДЫ ЖЕДЕЛ БЕРЕТІН МОБИЛЬДІ ҚОСЫМШАЛАР ДАЙЫНДАУ

Мақалада клиент-серверлік жедел ақпарат беретін мобильді қосымшаны пайдаланатын кәсіпорын үшін ақпараттық жүйені өңдеу кезеңдері қарастырылған. Мобильді қосымшаны және ақпараттық жүйе үшін деректер базасын жобалау технологиялары сипатталған.

Түйін сөздер: ақпараттық жүйе, мобильді қосымша, ақпараттық-коммуникациялық технологиялар, ақпарат, интернет-эквайринг, коммуналды төлемдер, интернет.

G.I. Zhidekulova, N.M. Usipov

Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan

DEVELOPMENT MOBILE APPLICATIONS IDEA OPERATIONAL INFORMATION OF UTILITY PAYMENTS

The article describes the process of developing the information system of enterprises, which is a client-server mobile application for the transmission of operational information. The design technology of mobile applications and build a database model for the information system are described.

Keywords: information system, mobile applications, information communication technologies, information, Internet acquiring, utility payments, Internet.

ӨОЖ 004.032.6

Г.Е. Жидекүлова¹, Б. Апрель²

*¹Техн. ғылымдарының канд., доцент, ²Магистрант
М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті,
Тараз қаласы, Қазақстан Республикасы
Электрондық пошта: ¹gul2006@mail.ru, ²nazi93@mail.ru*

ЖАМБЫЛ ОБЛЫСЫНЫҢ ДЕМОГРАФИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН ТАЛДАУ ЖӘНЕ МОДЕЛЬДЕУ

Мақалада Жамбыл облысы бойынша демографиялық талдау жүргізіліп, туу және өлімнің үздіксіз уақыттағы басты популяциялық модельдері қарастырылған.

Түйін сөздер: Жамбыл облысы, демографиялық жағдай, популяция, үздіксіз уақыт, миграция, халық, фактор, интенсивті туу мен өлім.

Тәуелсіз еліміздің халқы соңғы жылдары қарқынды өсуде. Өткен 2015 жыл басына 17 млн. 416,7 мың адамды құрады, ал 2014 жыл басына 17 млн. 160,8 мың адамды құраған болатын. Яғни, 2014 жылдың басты кезеңімен салыстырғанда 255,9 мың адамға (1,5%) артып отыр. Халықтың өсу үрдісі біздің облыста да айқын байқалады. Халық саны бойынша Жамбыл облысы Оңтүстік-Қазақстан, Алматы облыстары, Алматы қаласы, Шығыс-Қазақстан және Қарағанды облыстарынан кейінгі 6-шы орында тұр.

Жамбыл облысы республикамыздағы табиғаты мен шаруашылығы, демографиялық дамуы жағынан өзіндік ерекшелігі бар аймақ. Табиғи қорларға бай және табиғат жағдайы қолайлы, соған орай бұл аймақтағы халықтың орналасу тығыздығы да жоғары екендігі байқалады. Осы себепті бұл аймақтағы халықтың орналасу деңгейінің даму өзгерістерін және осы облыстың республика көлеміндегі орны мен маңызын зерттеу бүгінгі нарықтық заманның талабы. Кез-келген мемлекеттің басты байлығы – халқы болып табылатыны сөзсіз. Халық дегеніміз күнделікті өмірдің өндірісі мен ұдайы өсім үрдісінде табиғи тарихи қалыптасып, үздіксіз жаңарып отыратын адамдардың біртұтастығы, адамзат қоғамының басты материалды компоненті (құраушы бөлігі). Халық дегеніміз түрлі сипат пен белгілерге тән алуан түрлі және күрделі құбылыс [1].

Ал, бүгінде Жамбыл облысының демографиялық ахуалының үздіксіз өзгеруі осы аймақтағы туу коэффициентінің, халықтың табиғи қозғалысының немесе миграциялық көрсеткіштерінің айырмашылықтарынан айқын көрінеді. Сонымен қатар, облыстың әлеуметтік-экономикалық жағдайының жақсаруы да облыс халқының артуының басты факторы болып табылады.

Жамбыл облысы – Қазақстан Республикасының оңтүстігінде орналасқан. Алматы, Оңтүстік Қазақстан, Қарағанды облыстарымен және Қырғызстанның Талас пен Шу облыстарымен көршілес болып табылады. Облыстың аты қазақ және кеңес ақыны Жамбыл Жабайұлының құрметіне қойылған. Жамбыл облысының территориясы Бетпақдаладан Тянь-Шаньға, Шудан Қаратауға дейін созылып жатыр. Жер аумағы – 144,2 мың км².

Облыс орталығы, әрі ең үлкен қаласы – Тараз. Облыста барлығы 10 аудан, 4 қала, 153 кенттік және ауылдық округтерде 379 ауыл бар [2].

Табиғаты. Облыстың айтарлықтай аумағын Бетпақдала және Мойынқұм алады, тек оңтүстік-батыс, оңтүстік және оңтүстік-шығыс шеті таулармен шектелген (Қаратау, Қырғыз және Шу-Іле Алатау таулары). Рельефтің бұл ерекшелігі облыс климатына алуан түрлік сипат береді.

Табиғи ландшафтардың флорасы мен фаунасы алуан түрлі. Облыста өсімдіктердің 3 мыңнан астам түрі бар. Аң аулайтын өңірдің жалпы алаңы 13,9 мың га құрайды, онда жануарлардың 40-тан астам түрі мекендейді.

27,8 мың га алаңды құрайтын балық шаруашылық қоры 74 су айдынынан тұрады, оның ішінде 73 су айдыны балық шаруашылығына жарамды. Ірі бөгендерден Тасөткел және Теріс-Ащыбұлақ бар. Балық аулау кәсібінде толстолобик, ақмарқа, карп, сазан, көк серке, тыран балық, краль, торта балықтарын аулау кең таралған.

Облыс аумағында 3 мемлекеттік табиғи (кешенді) қамалы бар:

– Мемлекеттік (кешенді) қамал «Берікқара шатқалы» – 17,5 мың га алаңды алады, онда қызыл кітапқа енгізілген аса бағалы ағаш бұтасының және шөп өсімдігінің 50-ден астам түрін, ал жануарлардан – арқарды, үнді жайрасын, жұмақ шыбыншыны кездестіруге болады;

– Жалпы алаңы 3,07 мың га құрайтын мемлекеттік табиғи (кешенді) қамал «Қарақоңыз шатқалы» (ботаникалық), Зайлы Алатаудың батыс

сілемінде орналасқан. Алма, шие, алша, жүзім ағаштарының жемісті көшеттері үйеңкі орманның, боз қарағанның, тұт ағашының, түйе жаңғағының алаңдарымен ауыстырылады;

– Жалпы алаңы 1000 мың га құрайтын Андасай мемлекеттік (кешенді) каумал (зоологиялық) Мойынқұм ауылынан батысқа Шу өзенінің жағасының бойында орналасқан. Өсімдік қабатында селеу шөбі, бетеге, қара сексеуіл, талдың ну бұтасы басымды. Жануарлар әлемінде арқарлар, құландар, жайрандар, еліктер, қабандар, қояндар, қырғауылдар, құрлар басым [2].

Жамбыл облысының әкімшілік бөлінісі. Облыста 10 аудан, облыстық мәндегі Тараз қаласы және аудандық мәндегі Қаратау, Жаңатас, Шу сияқты үш қала, 367 елді мекен бар.

Облыстың аудандары:

- Облыс орталығы Тараз;
- Байзақ ауданы — Сарыкемер ауылы;
- Жамбыл ауданы — Аса ауылы;
- Жуалы ауданы — Момышұлы ауылы;
- Қордай ауданы — Қордай ауылы;
- Меркі ауданы — Меркі ауылы;
- Мойынқұм ауданы — Мойынқұм ауылы;
- Рысқұлов ауданы — Құлан ауылы;
- Сарысу ауданы — Жаңатас қаласы;
- Талас ауданы — Қаратау қаласы;
- Шу ауданы — Төле би ауылы.

Экономикасы. Облыстың жалпы ішкі өнімі: 23,8 % – өнеркәсіп; 20,2 % – ауыл шаруашылығы; 16,6 % – көлік және байланыс; 6,5 % – құрылыс өнімі; 9,2 % – сауда; 23,7 % – басқа салалар.

Қазақстанның барлық облыстары көрсетілген картасы 1-суретте келтірілген.



Сурет 1. Қазақстанның барлық облыстарының картасы

Бүгінгі таңда Жамбыл облысының демографиялық ахуалының үздіксіз өзгеруі осы аймақтағы туу коэффициентінің, халықтың табиғи қозғалысының немесе миграциялық көрсеткіштерінің айырмашылықтарынан айқын

көрінеді. Сонымен қатар, облыстың әлеуметтік-экономикалық жағдайының алға басуы да облыс халқының артуының басты факторы болып табылады.

Елді мекендерді тұрғылықты жеріне байланысты қалалық және ауылдық елді мекендерге жатқызады, қалалық елді мекендерге республикалық мағынадағы қалалар жатады, сол аумақта жатқан әкімшілік құзырындағы облыс және аудандық мағынадағы және де ауылдар қала ретінде топтастырылмайды, яғни ауылдық елді мекендер болып саналады.

Халықтың жекелеген жас топтары құрылымында өсім байқалады: 2013-2014 жылдар аралығында облыста еңбекке қабілетті жасқа дейінгі жастардың үлесі 3,4% артып 352,7 мың адамды, еңбекке жарамды (халықаралық стандарт бойынша 15-64 жасты құрайтындар) жастағылардың үлесі 0,2% кеміп (636,6 мың адам) және еңбекке қабілетті жастан (65 жас және одан үлкен) асқандардың үлесі 3,4% артып 95,2 мың адамды құрап отыр.

Облыс халқының әлеуметтік-экономикалық жағдайы жақсарған сайын, оның туған кезден күтілетін өмір сүру ұзақтылығы да ұзаруда. 2012 жылы жалпы халықтың өмір сүру ұзақтылығы 69,5 жылды көрсетсе, 2013 жылы 69,7 дейінгі деңгейге өскен, оның ішінде: ерлер-65,3, әйелдер-74,2 немесе әйелдер ер азаматтардан 8,9 жыл ұзағырақ ғұмыр кешеді. Ауылдық елді мекендерде бұл көрсеткіш жалпы халық үшін – 70,5, оның ішінде: ерлер-66,5, әйелдер-74,7 жылды көрсетеді. 1-кестеде 2010-2015 жылдар аралығындағы облыс халқының саны келтірілген.

Кесте 1

2010-2015 жылдар аралығындағы облыс халқының саны

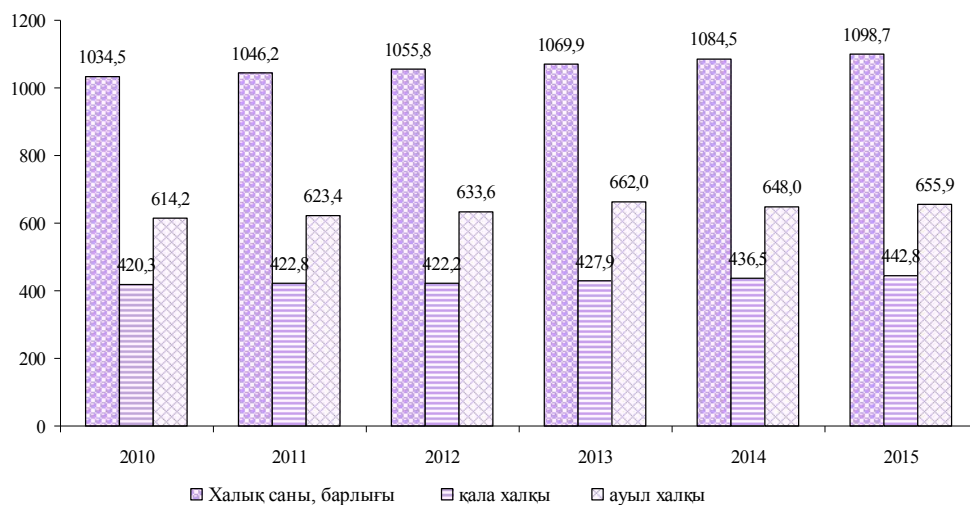
Көрсеткіш	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Халық саны барлығы, мың адам	1 034,5	1 046,2	1 055,8	1 069,9	1 084,5	1 098,7
оның ішінде:						
қала халқы	420,3	422,8	422,2	427,9	436,5	442,8
ауыл халқы	614,2	623,4	633,6	662,0	648,0	655,9

Ағымдағы есеп бойынша 2015 жылдың 1 қаңтарына облыстағы халық саны 1 млн. 98 мың 740 адамды құрады, бұл республика халқының 6,3%. Бұл былтырғы жылдың жыл басындағы кезеңнен 14,3 мың адамға артық. Қалалық жерлерде 442,8 мың адам (жалпы халық санының 40,3%), ауылдық жерлерде 655,9 мың адам (59,7%) тұрады.

2015 жылдың 1-ші қыркүйегіне ауданымызда халық санының көрсеткіші бойынша 98087 адамды құрады, оның ішінде қала тұрғындары – 35002 адам, яғни 35,7%, ал ауыл тұрғындары – 63085 адам, пайыздық көрсеткіші – 64,3.

Ағымдағы халық санын бағалау ел арасындағы санақ жүргізілген жылғы нәтиже бойынша бағаланады. Жыл сайын халықтың өсуі дүниеге келген адамдар санымен және тап осы аумаққа келушілер санымен көбейіп отырады, ал дүниеден озған және осы аумақтан кеткен азаматтар есептен шығарылады.

Облыс халқының саны ішінде Тараз қаласының халық саны 357,0 мың адамды құрайды. Тұрғындар санының көптігі бойынша Тараз қаласынан кейінгі орында 137,4 мың адам тұрғыны бар Қордай ауданы тұр, 100,0 мыңға шамалы халқы бар Шу және Байзақ аудандарын да атауға болады, ал ең төмен халық саны – 32,8 мың адам Мойынқұм ауданында, немесе 1 шаршы-шақырымға 0,7 адам қоныстанған, орталықтан шалғай аймақ.



Сурет 1. 2010-2015 жылдар аралығындағы облыс халқының диаграммалық көрсеткіші

Ел аумағында 50 аса ұлттар мен ұлыс өкілдері тұрады, олардың басым көпшілігі жергілікті халық – қазақтар – 69958 адам (жалпы елдің 71,3% құрайды) және орыс ұлт өкілдері – 28129 адам (28,7%), қалған 17% халықты басқа ұлт өкілдері құрайды. Халықтың жалпы санының өзгеруіне, ең алдымен табиғи өсу, яғни сәбилердің дүниеге келуі жақсы әсер етеді.

Үздіксіз уақыттағы басты популяциялық модельдердің бірі – туудың және өлімнің сызықтық үдерісі болып табылады: $(X_\theta(t), t \geq 0)$ бір индивидуумға μ және λ фиксирленген интенсивті туу және өлім. Бұл тәуелсіз көбейетін индивидуумдар және үш әртүрлі көбею мезгілі бар бұтақталған үдерістің қарапайым мысалы бола алады: критикалықтан төмен ($\lambda > \mu$), критикалық ($\lambda = \mu$) және критикалыққа дейін ($\lambda < \mu$).

Индивидуумдар арасындағы бәсекелестіктің жоқтығы туудың және өлімнің сызықтық популяциялық моделінің ең басты әлсіздігі болып табылады. Бұл қарапайым модельдің табиғи модификациясы бәсекелестік үшін қосымша өлімге алып келеді. Біз туудың индекстелген үдерісін $(X_\theta(t), t \geq 0)$, жағымсыз емес толық мәндерді қабылдайтын $i \in \{0, 1, 2, \dots\}$ және секіру қарқындылығы уақыты бойынша біртектілігін қарастырамыз.

$$\begin{aligned}
 P_i(X_\theta(t) = i+1) &= \lambda_i t + o(t), \\
 P_i(X_\theta(t) = i-1) &= \mu_i t + o(t), \\
 P_i(X_\theta(t) = i) &= 1 - (\lambda_i + \mu_i)t + o(t),
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

мұнда $\lambda_i = i\lambda, \mu_i = i\mu + i(i-1)\theta, t \rightarrow 0$ болғанда.

Модельдің негізгі параметрлері (μ, λ, θ) туу, өлім және демографиялық динамиканы сипаттайтын бәсекелестік $i=0$ жағдайына жеткенге дейін үдерісті көрсетеді.

Гальтон-Ватсон үдерісі халықтың динамикалық стохастикалық есебінің тәуелсіз бөлшектер арқылы құрылған базалық моделі болып табылады. Гальтон-Ватсон үдерісінің маңызды сипаттарының бірі ұрпақтардың орта саны $M = f'(1)$ болып табылады. Критикалық деңгейге дейінгі ($M < 1$) және критикалық деңгейде ($M = 1$) жағдайларында үдеріс $q=1$ ықтималдығымен

шығады, критикалықтан төменгі деңгейі келесі уақытта ($M > 1$) біз $q < 1$ аламыз. Анық айтқанда $q = 0$, егер $p_0 = 0$ болған жағдайда [3].

Критикалық төменгі жағдайда, жеті ата ұрпақтары саны q ықтималдығы бойынша немесе шексіз $1-q$ ықтималдығы арқылы мойындай отырып, Галтон-Ватсон үдерсіндегі пайда болатын кез келген бөлшекті біз шексіз ұрпақтар тізіміне ие және соңғы нүктесі бар ұрпақтар тізімі арасында қаңқа құрайтын бөлшектерден ажырата аламыз. Осындай ұсынылған үдеріске пішінді үдерісті анықтаймыз.

Жұмыс барысында келесі басты нәтижелері алынды:

- туудың орташа уақыт үдерісі үшін межелі теоремалар алу және өлімнің критикалықтан төмен, критикалық және критикалыққа дейінгі оқиғалардағы әрекеті алынды, $\theta \rightarrow 0$ жағдайында;

- бөлшектеу бойынша туу үдерісінің келісімі алынды;

- мүмкін уақыттағы туу үдерісінің келісімін сызықтық туу үдерісі уақытымен келісуі дәлелденді;

- орташа туу уақыты үшін асимптотикалық формулалар әрекетпен симуляция арқылы тексерілді;

- Гальтон-Ватсонның бөлшекті-сызықтық бұтақталу үдерісін критикалықтан төмен ажыратылуы көрсетілді;

- жай ашық формулаларды дуальды бұтақты үдерістің және Харрис-Севастьяновтың өзгерісінің негізгі сипаттамалары алынды;

- қаңқа құрайтын және өлшенген бөлшектер үшін контурлық үдерістер анықталды;

- біртепті сызықты-бөлшекті бұтақталған үдерісті кездейсоқ бақылау уақытында шекті теоремасы алынды;

- көптекті сызықты-бөлшекті бұтақталған үдерістердің біртекті ортада тұмау ықтималдығы табылды.

Біз туу және өлімнің индекстелген ($X_\theta(t)$, $t \geq 0$) үдерістерін қарастырамыз. Модельдің негізгі параметрлері (μ , λ , θ) туу, өлім және демографиялық динамиканы сипаттайтын бәсекелестік $i=0$ жағдайына жеткенге дейін үдерісті көрсетеді.

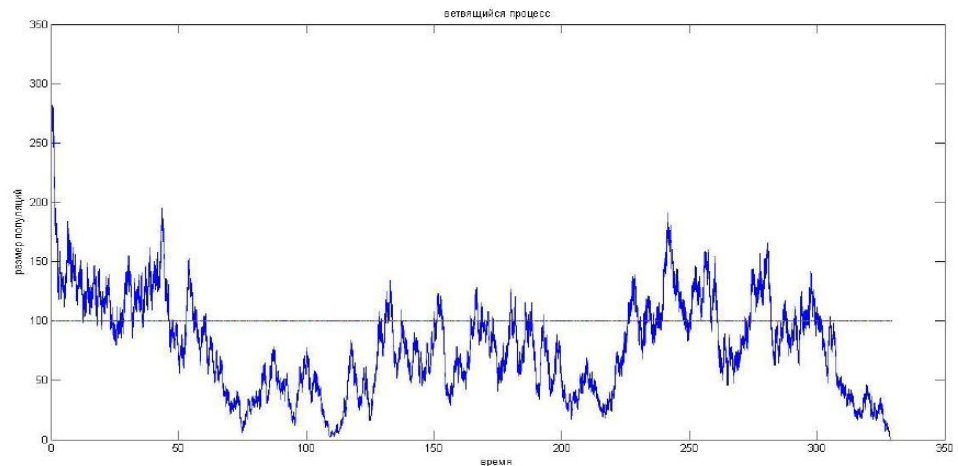
Қазіргі таңдағы халықтың $i \geq 1$ жағдайын қарай отырып, популяциядағы келесі көлемдегі өзгертулер туу немесе өлім бөлшектерімен шартталған. Тіршілік ететін бөлшектер ұрпақтарды бір-бірінен тәуелсіз λ қарқындылықпен бір бөлшекке, олардың арасындағы бөлшектер тууға әсер етпейтіндей тіршілік ететіндігі ұйғарылады. Бөлшектің өлуі екі параметр арқылы моделденеді: μ параметрі өлімді «табиғи жолмен» бір бөлшекке, ал θ параметрі, ереже бойынша, бәсекенің қысымы бойынша аз көлемді көрсеткіш болып табылады (көбейткіш $i(i-1)$ θ алдында пайда болатын бәсекеге түсетін жұп өлшемін көрсетеді). $\theta=0$ дей отырып, туу және өлімнің сызықтық үдерісіне қайта ораламыз $X_\theta(t)$.

Біз уақыт бойынша туу және өлу үдерісінің кейбір пайдалы қасиеттерін шығарамыз. Мұнда ие болатын, қарқындылықтың квадратты формасын сызықты интенсивті туумен салыстыра отырып, біздің туу және өлу үдерісіміз бір ықтималдыққа ие (ешқашан оң жақты ықтималдықпен туу және өлудің сызықтық критикалық асты үдерісіне қарағанда). $X_\theta(t)$ үдерісінің ең қызықты мінездемесі – ол кездейсоқ туу уақыты τ_θ .

Егер кішкентай θ болса, онда қосылатын $i(i-1)\theta$ $i\mu$ -ге қарағанда өте кіші, сонда $i \ll \theta^{-1}$. $X_\theta(t)$ үдерісі салыстырмалы түрде төмен деңгейде болса туу және өлімнің сызықты үдерісінде $X_\theta(t)$ және (λ, μ) параметрлерімен аппроксимирленеді және сондай-ақ бастапқы күйі $X_\theta(0) = m$ болады.

Бұтақталу үдерісі теориясы өзінің бастамасын Гальтон-Ватсон және Марков бұтақталу үдерістерінен алады. Гальтон-Ватсон үдерістері тек қана ұрпақтар көлемін ғана есептейді. Шынайы өмірде ұрпақтар және физикалық уақыт айтарлықтай басқа қатынаста болуы мүмкін.

Бұл мақалада туу және өлім үдерісінің $i\lambda$ қарқынды туумен және қарқынды өлімнің $i\mu+i(i-1)\theta$ байланысты, мұнда i үдерістің ағымдағы жағдайы. Оңтайлы бәсекелестік қарқындылығы θ көрсеткішімен белгіленеді. Критикалықтан төмен $\lambda>\mu$ жағдайда бұл үдеріс жоғары бәсекелесті $(\lambda-\mu)/\theta$ популяция үшін демографиялық модель ретінде қарастырылады (3-сурет).



Сурет 3. Популяция үшін демографиялық модельдің орындалу көрсеткіші

Мұнда, бастапқы мәнде критикалықтан төмен үдеріс ұзақ уақыт тұрады $(\lambda-\mu)/\theta=100$ ($\lambda=2$, $\mu=1.9$, $\theta=0.001$ және үдеріс 300 бөлшектен басталады).

Индивидуумдар арасындағы бәсекелестіктің жоқтығы туу және өлімнің сызықтық популяциялық моделінің ең басты әлсіздігі болып табылады. Бұл қарапайым модельдің табиғи модификациясы бәсекелестік үшін қосымша өлімге алып келеді. Біз туудың индекстелген үдерісін $(X_\theta(t), t \geq 0)$, жағымсыз емес толық мәндерді қабылдайтын $i \in \{0, 1, 2, \dots\}$ және секіру қарқындылығы уақыты бойынша біртектілігін қарастырдық.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Тараз. Жамбыл облысының энциклопедиясы [Мәтін] «Қазақ энциклопедиясының» бас редакциясы. – Алматы, 2003. – Б. 5-80, 144, 273.
2. Кокина, Р. Жамбыльская область [Текст] / Р. Кокина. – Тараз: Сенім, 2006.
3. Naccou, P., Jagers, P., Vatutin, V.A. Branching Processes: Variation, Growth and Extinction of Populations. *Cambridge University Press*, Cambridge, 2005.

Материал редакцияға 27.01.16 түсті.

Г.Е. Жидекулова, Б. Апрель

*М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті,
Тараз қаласы, Қазақстан Республикасы*

**АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО
СОСТОЯНИЯ ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ**

В статье рассматривается анализ демографического состояния Жамбылской области и моделирование популяции в непрерывном времени рождения и смерти.

Ключевые слова: Жамбылская область, демографическое состояние, популяция, непрерывное время, миграция, народ, фактор, интенсивное рождение и смерть.

G.I. Zhidekulova, B. April

Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan

**AN ANALYSIS AND DESIGN OF THE DEMOGRAPHIC STATE
OF ZHAMBUL AREA**

An analysis of the demographic state of Zhambul area and modeling of population in continuous time of birth and death are considered.

Keywords: Zhambul area, demographic state, population, continuous time, migration, people, factor, intensive birth and death.

ӘОЖ 378:004.9

А.Д. Абдувалова¹, Ж.Б. Искакбаева²

*¹Техн. ғылымдарының канд., ²Магистрант
М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті,
Тараз қаласы, Қазақстан Республикасы
Электрондық пошта: ¹Abduvalova_AD@mail.ru, ²Zhanar_80@mail.ru*

**ШЕШІМ ҚАБЫЛДАУДЫ ҚОЛДАУ ҮШІН БІЛІМ БЕРУ
МӘЛІМЕТТЕРІН ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ТАЛДАУ ӘДІСТЕРІ**

Мақалада білім беру үрдісін басқару бойынша шешімді қабылдау үшін, білім беру шеңберінде туындайтын деректерді талдаудың интеллектуалды әдістерін қолданудың өзектілігі айқындалды. Күрделі алгоритмнің классификациясын пайдаланып деректерді талдайтын, бағдарламалық қосымша ұсынылған.

Түйін сөздер: деректерді интеллектуалды талдау, білім беру үрдісі, шешім қабылдауды қолдау, күрделі алгоритм, бағдарламалық қосымша.

Барлық кезде, әсіресе қазіргі әлемде білім беру мемлекет дамуының және экономикалық өсуінің маңызды компоненті ретінде қарастырылады. Адам және қоғам үшін оның ролі тұрақты түрде өседі. Заманауи адамдар әртүрлі өмірлік және кәсіби жағдайларда дұрыс шешім қабылдау үшін өте жоғары кәсіби және едәуір интеллектуалды күштерді талап ететін кезеңде өмір сүруде. Жан-жақты ақпараттар ағынының көбею бәсекелестігінің артуына байланысты, оларды талдап жату өте күрделі мәселе.

Білім беру саласында шешім қабылдау – көптеген мүдделі адамдар тартылған күрделі, көп жақты үрдіс. Білім берудің әртүрлі сатысында оған қатысушылардан түсетін ақпараттарды талдаудың маңызды критеріі тиімді шешім қабылдау болып табылады.

Білім беру мекемелерінің ақпараттық жүйелерінде ұзақ уақыт бойы студенттер, олардың үлгерімі туралы, оқытушылар және олардың ғылыми жұмыстары туралы ақпараттар жинақталды. Қашықтықтан оқыту курстары, оқытудың компьютерлік құралдары, білім беру форумдары, тестілеу жүйелері және анкета жүргізу және т.б. құрылды. Осылайша, соңғы жылдары әр түрлі форматта білім беру үрдісінің деректері көптеп жинақталды. Сондай-ақ компьютерлік оқыту құралдарына оқушылармен екі жақты семантикалық сұхбатты жабдықтайтын талаптар қойылады және оның нәтижесінде оқытудың мекен-жайының мазмұны құрылуы тиіс. Яғни оқыту мазмұны нақты білім алушыға бағытталған дидактикалық жағдайға толық сәйкес келуі тиіс, ал бұл білім беру ақпараттарын интеллектуалды талдауға көмектеседі.

Білім беру мекемелерінің әртүрлі жинақталған деректері, білім беруді басқару бойынша шешім қабылдауға қолданылады. Зерттеулер көрсеткендей білім беру саласындағы шешім қабылдау үрдісіне жауапты адамдардың сараптау бағалары, сондай-ақ оқу жоспарларын құруға қатысатын оқытушылардың интуициясы мен тәжірибесі үлкен ықпал етеді [1]. Сонымен, шешім қабылдаушы адамдар оның нәтижесі үшін үлкен жауапкершілікте болады. Шешім қабылдау үрдісінің объективті болуы үшін шешім қабылдауды қолдау жүйесіндегі жүргізілетін арнайы ғылыми аппараттарды қолдану қажет.

Жалпы білім беру деректерін талдау – жаңа құбылыс емес. Бірақ, білім беруде ақпараттық технологияны қолданудың артуына байланысты жаңа әдістер мен тәсілдерге қызығушылық туындауда, деректердің жасырын жақтары мен байланыстарын автоматтандыруға ұмтылыс күшеюде.

Білім беру үрдісіндегі барлық қатысушыларға пайдалы білімді тарту және машинада оқытудың көптеген есептері бар: білімгерлер, оқытушылар және білім берудегі әкімшілік қызметкерлері. Бұл саладағы көптеген зерттеулер оқу үрдісіне интеллектуалды оқыту жүйесі деп аталатын (Intelligent Tutoring Systems, ITS) жүйені оқу үрдісінде қолдануды ұсынады. Бірақ педагог-зерттеушілердің ITS қолдануы және өңдеуіне қарамастан, мұндай жүйелер Қазақстанның білім беру мекемелерінде әзірге кең тараған жоқ, ал кең тарағаны ақпараттық жүйені басқару және қашықтықтан оқыту жүйесі (Learning Management Systems, LMS). Осыған байланысты үлкен қызығушылықты интеллектуалды оқыту жүйесінен емес, осы көздерден алынған білім беру деректерін талдау туғызады.

Жалпы “data mining” (деректерді интеллектуалды талдау) термині әр түрлі қызмет саласында шешім қабылдауға қажетті жаңа, дәстүрлі емес пайдалы білімдерді анықтауды білдіреді.

Educational data mining (EDM) – бұл деректерді интеллектуалды талдау шеңберіндегі бағыт. EDM мақсаты білім беру үрдісі аясында алынған деректерді талдау және өңдеу болып табылады [2].

EDM-нің негізгі есептерінің бірі деректердің жасырын заңдылығын табу. Сонымен EDM мағынасы – оқу үрдісіне қатысты, деректерді автоматты түрде шығарумен байланысты зерттеулер және құралдар әдістері.

Жоғарыда айтылғандарды ескере отырып, анықтама берейік. Білім беру деректерін интеллектуалды талдау – деректердегі бұрын белгісіз болған, табылмаған әдістер жиынтығы, яғни ол білім беру үрдісі және оған

қатысушылардың шешім қабылдауды қолдау мақсаты туралы пайдалы және интерпретацияланатын білім.

Білім беру деректерін интеллектуалды талдау есебінің сипаттамалары:

- кәсіби құзыреттіліктің құрылу мониторингі;
- оқу жоспарларын, жеке оқу жоспарларын, пәндердің оқу бағдарламаларын жобалау;
- студенттердің еңбек нарығындағы бәсекеге қабілеттілігін талдау және болжау;
- білім беру үрдісінде «шығу» кезеңінде алынатын түлектердің саласын жобалау және болжау;
- білім беру саласының деңгейін дер кезінде ауытқулардан сақтандыру үшін диагностика жасау;
- нақты білім саласының стандартқа сәйкестігін бағалау.

EDM негізгі мақсаттары:

- тиімді шешімдерді қабылдай отырып білім беру үрдісін жақсарту;
- студенттерді мақсатты білім беру траекториясы бойынша бағыттау;
- студенттер мен оқытушыларға білім беру үрдісін түзету бойынша ұсыныстар беру;
- оқу үрдісінің мәнін түсіну, деректердің жасырын байланыстарын анықтау, адамның ақпаратты қалай меңгергенін, дағдысы мен білім алғанын түсіну.

Білім беру деректерін интеллектуалды талдау – зерттеудің жаңа бағыты. 2008 жылы бір топ ғалымдар Канададағы Монреалде алғаш рет EDM бойынша конференция өткізді. Содан бері жылда мұндай конференциялар тұрақты түрде өткізіліп тұрады. Конференциялар АҚШ, Испания, Грецияда өтті. Келер жылғы жетінші конференция Institute of Education (Лондон, Ұлыбритания) институтында өткізіледі.

EDM саласында белсенді ғылыми зерттеулер үшін келесі есептерді шешу қажет:

- EDM әдістері және алгоритмдерін, негізгі процедураларын талдау (ұқсастығы, айырмашылығы, тағайындалуы);
- білім беру процесінде туындайтын, EDM көмегімен шешілуі мүмкін есептердің қолдану аясын қарастыру. Білім беру деректерін интеллектуалды талдаудың негізгі әдістері статистикаға, машинада оқыту және деректер базасының теориясына негізделеді. Ол әдістерге жататындар:
 - ауытқуды іздеу (Anomaly detection);
 - ассоциацияны іздеу (Association rule learning);
 - жіктеу (classification);
 - кластерлік талдау (clustering);
 - регрессиялық талдау (regression analysis);
 - нейрон желілері (Artificial neural network) және т.б.

Жоғарыда айтылған әдістер аясында көптеген тәжірибелер жүргізілді. Білім беру деректерін талдау бойынша жұмыс тиімділігі көбінесе талданатын объектілерді жүйе көрсеткіштері түрінде көрсетуден тәуелді болады. Педагогикалық өлшеу әдістемесінің жетекші принциптері мұндай жүйелік ыңғайдың ядросы болып табылады, оған келесілерді жатқызуға болады:

- өлшеудің сандық және сапалық деңгейін үйлестіру;
- білім сапасының өзгеруін өлшеуге арналған психодиагностикалық әдістемелерін тарту;
- факторлы дисперсиясын және метаталдауды студенттерді дайындаудың сапасы туралы деректерді зерттеуге қолдану және т.б.

Білім беру үрдісіндегі деректерді интеллектуалды талдаудың басты ерекшеліктерінің бірі деректерді талдаудың базалық әдістері мен алгоритмдермен қатар, EDM-де кейбір арнайы әдістерді қолдану. Жекелей алғанда оқыту ортасындағы ерекшеліктер мен мінездемелерді сипаттау үшін психометрикалық әдістер қолданылады. Сонымен, білім беру деректерін интеллектуалды талдау педагогикалық психологиямен тығыз байланысқан сала. Сонымен қатар, мұнда когнитивті ғылыми әдістер қолданылады, олар сарапшылар пікірін формулалауға мүмкіндік беретін математикалық аппараттар және психология әдістерін біріктіреді.

Талдаулар көрсеткендей заманауи психологиялық-педагогикалық студенттер үлгерімдеріне әсер ететін факторларды анықтауға үлкен назар аударылады. Үлгерімге әсер ететін зерттелетін параметрлердің сандық сипаттамаларын алу үшін статистикалық талдау әдістері қолданылады. Статистикалық талдау нәтижесінде алынған нәтижелер көбінесе студенттер таңдаған тестілеудің нәтижесімен байланысты болады, кейбір жеке студенттер үшін жарамсыз болуы да мүмкін. Мұның өзі зерттеу адекваттылығын шектеуге әсер ететін мүмкін факторларды анықтайды және бұл кезде талданатын деректер ерекшелігі мен бас жиынның талдау (іріктеу) көлеміне назар аудару қажет. Интеллектуалды талдауды білім беру үрдісіне қатысты барлық деректерге жүргізу қажет. Талдауға қажетті деректер студенттер оқытушылар, үлгерімдер т.б. сақталатын университеттің деректер қорынан алынуы мүмкін. Сондай-ақ жұмыс берушілерден еңбек нарығы туралы деректер алынуы мүмкін.

Білім беру үрдісінен алынатын деректер (мысалы, абитуриент, студент, оқытушы, жоғарғы оқу орны, аймақтың және елдің білім беру жүйесінің деңгейі) дұрыс сипатталатын және белгілі өлшеу шкаласымен тіркелуі тиіс. Мұндай жағдайда ақпарат шешім қабылдау үшін жеткіліксіз болуы мүмкін. Білім беру деректерінің көздеріне компьютерлік білім беру жүйелері сияқты ақпараттық жүйелер (интеллектуалды) ЖОО-ның ақпараттық жүйесі, әлеуметтік желілер, оқушылар жұмысы т.б. жатады. Мысалы, логтар, тестілеу және анкеталау нәтижелері студенттер жұмысы, оқу жоспарлары, пәннің жұмыс бағдарламалары және т.б. Сондай-ақ талдаулар үшін ақпараттық білім беру жүйесі және қорларынан оқу үрдісімен байланысты деректер алынады. Мұндай жүйелерге LMS-тен басқа, жаппай онлайн-курстары (Massive Open Online Courses, MOOC) жатқызуға болады. Мұндай жүйелерде деректер көзі ретінде қолданушы болады, мысалы парақтарды қарау, түртулер, көшулер, бағалаулар. Масштабты аудиториялық курстар, мысалы Coursera немесе EDX-те білім беру деректерінің интеллектуалды талдау алгоритмдерін қолдану да өте маңызды.

EDM тағы бір маңызды есебі білім беру траекториясын жекелендіру болып табылады. Мысалы, шығармашылық мамандарға оқыту траекториясын дербестендіруді жабдықтауға арналған білім беру деректерін талдау әдістері қарастырылады. Бұл есепті шешу үшін шешім ағашына негізделген жіктеу алгоритмі қолданылады. Мұндай траекторияны тұрғызу үшін графтар теориясына негізделген жүйе мен оқыту траекториясының моделі ұсынылады. Білім беруді интеллектуалды талдауда маңызды роль оқытушылар үшін кері байланысты қамтамасыз етуе болып табылады. Генетикалық бағдарламалау көмегімен кері байланысты ұйымдастыру әдісі көрсетілген. Мұнда тестілеу нәтижесінде алынған деректердің ассоциативті ережелерін іздеу жүргізілген. Білім берудегі интеллектуалды талдаудың болашағы зор бағыттың бірі оқу курсына құрастыру есебінің шешімін табу болып табылады.

Оқытудың компьютерлік құралдары ақпарат көздері немесе қабылдаушы түрінде емес, семантикалық ақпаратты өңдеу түрінде беріледі. Жұмыста білім беру үрдісіндегі әртүрлі мазмұндағы интерпретацияның интеллектуалдылығының маңыздылығы көрсетіледі, ол алынған деректердің объективтілігін ары қарай жақсартылуын формулалауға қажет. Әлеуметтік желідегі жастар қызметінің белсенділігі кәсіптік біліктілікті арттыру және заманауи мамандарды дайындауға арналған әртүрлі оқу жұмыстарын ұйымдастыруға қажетті күзінеттілікті құруға ықпал етеді.

Басқа маңызды есептерге жататындар: деректерді талдау және визуализациялау студенттер тәртібін моделдеу, нашар тәртіпті анықтау (сабақ жіберу, көшіру), студенттерді топқа және ішкі топтарға бөлу, студенттердің әлеуметтік байланысын талдау, концептуалды картаны өңдеу.

Жіктеудің күрделі алгоритмдерін қолданып деректерге талдау жүргізуге арналған бағдарламалық қосымшалар қолданылады. Оқу бітірушілердің соңғы жылдардағы жұмыстарын деректерді интеллектуалды талдау әдістерін қолдануды зерттеуде келесі қосымшалар өңделді:

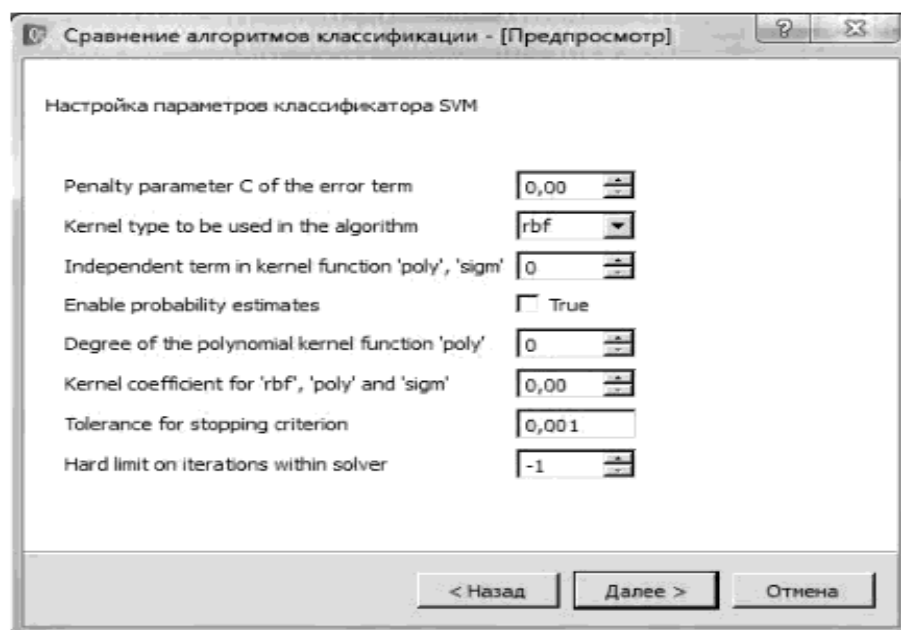
- «Ақпараттық жүйелер» кафедрасының магистранттарының қызметі туралы ақпаратты жинау және өңдеуді автоматтандыруға мүмкіндік береді. Есеп берулерді генерациялауға арналған құралдар құрылды. Магистранттарға кафедраның ақпараттық ортасы және ғылыми жетекшісінің бекітілуі туралы ақпаратты өз бетімен енгізуге мүмкіндік берілді. Өңделген компонент кафедра басшыларына магистранттар қызметі туралы толық ақпарат алуға, оның динамикасының өзгеруін көруге мүмкіндік береді.

- зерттеу үрдісіне сауалнама нәтижелерін салыстыру компоненті. «Ақпараттық жүйе» кафедрасы студенттеріне сауалнама жүргізе отырып зерттеу жүргізу кезінде көптеген операцияларды автоматтандыруға мүмкіндік береді және қайта зерттеуде керек сұрақтарға жауап алуға болады.

Оқытуды таңдауда соңғы объектілер және олардың белгілері берілген. Мысалы, жоғары оқу орнының барлық студенттер тізімі және өткізілген немесе ағымдағы пәндер бойынша барлық бағасы. Оқытуды таңдаудың әрбір объектісі үшін оның қандай класқа жататындығы белгілі. Бастапқы жиыннан еркін объектіні жіктеуге қабілетті алгоритм құру керек, яғни жіктеу алгоритмін қолдану нәтижесінде объект жататын класс атын көрсету қажет. Оны математикалық модель түрінде келесідей жазуға болады.

X-объектті сипаттайтын жиын, Y-кластар жиыны болсын. Келесі мақсат функциясы f-белгілі болсын: $X \rightarrow Y$, мәндері тек оқытуды таңдауда белгілі $X_m = [(x_{1y_1}), (x_{2y_2}) \dots (x_{my_m})]$, мұндағы x_1, x_2, \dots, x_m - объект белгілері векторы, ал y_1, y_2, \dots, y_m - кластар аты, оған сәйкес объектілер жатады. $x \in X$ еркін объектіні жіктеуге қабілетті а: $X \rightarrow Y$ алгоритмін құру қажет. Қазіргі кезде қосымша сегіз түрлі алгоритм көмегімен бинарлы жіктеуді ғана қолдайды. Бинарлы жіктеу екі класс болуын ұсынады, яғни $Y = \{-1, +1\}$.

EDM саласындағы барлық зерттеулердің жартысы әртүрлі жіктеу алгоритмін қолданады. Ең жиі қолданылатын алгоритмдерге шешім ағашы, жақын көрші k әдісі және ұяң байес жіктелуі жатады. Бағдарламалық қосымшада EDM саласында кеңінен тараған жіктеу алгоритмдері қолданылады [3]. Аталған үш алгоритмнен басқа бұл: SVM-тірек векторлық әдісі Random Forest- шешім ағашының ансамблі, ADA Boost-жіктелуді күшейту алгоритмі, градиентті бустинг және логистикалық регрессия. Үшінші қадамда алгоритм таңдалған соң оны баптау жүргізіледі. Алгоритмді баптау формасының мысалы 1-суретте келтірілген.



Сурет 1. Жіктеу алгоритмін баптау формасы

1-суретте келтірілген форма SVM (support vector machine) алгоритмін баптауға арналған. Баптау үшін арнайы форма шығарылады, онда үнсіздік бойынша мәндер берілген және әрбір басқарушы элемент үшін деректер типі мен диапазондарға шектеулер берілген. Мұның өзі қолданушы алгоритмді баптау кезінде дұрыс емес мәндер енгізіп қоймау үшін жасалған. Қажетті баптар таңдалған соң қолданушы алгоритм жұмысын визуализациялауға өтеді. Оны жүргізу үшін бағдарламалық қосымша кездейсоқ әдіспен 250 объектіні таңдап алады. Содан соң тағы да кездейсоқ жағдайда таңдалған тексеруді құру жаңа таңдаудан 20% ерекшеленеді.

Осылайша, білім беру үрдісіндегі интеллектуалды деректерді талдау есептері сипатталған, оларды шешудің әдістері мен қолдану саласы қарастырылған.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Глушенко, А.И. Информационная система принятия решений по формированию индивидуальных учебных планов [Текст] / А.И. Глушенко // Управление большими системами: сборник трудов. – 2006. – №15. – С. 79-91.
2. Галеев, И.Х. Модель управления процессом обучения в ИОС [Электронный ресурс] / И.Х. Галеев // Международный электронный журнал «Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society)». – 2010. V.13. – №3. – С. 285-292. – Режим доступа: <http://ifets.ieee.org/russian/periodical/journal.html> (дата обращения: 19.01.2015).
3. Bishop, C.M. Pattern Recognition and Machine Learning. *Information Science and Statistics*. – Springer, 2006. p. 738.

Материал редакцияға 04.02.16 түсті.

А.Д. Абдувалова, Ж.Б. Искакбаева

*Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати,
г. Тараз, Республика Казахстан*

МЕТОДЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ОБРАЗОВАНИЯ В ПОДДЕРЖКЕ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

В статье раскрыты актуальные вопросы применения методов интеллектуального анализа данных в сфере образования, и принятия решений в управлении образовательным процессом. Предложено программное приложение, где используется сложный алгоритм классификаций в анализе данных.

Ключевые слова: интеллектуальный анализ данных, образовательный процесс, поддержка в принятии решений, сложный алгоритм, программное приложение.

A.D. Abduvalova, Zh.B. Iskakbaeva

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

METHODS OF THE INTELLECTUAL ANALYSIS OF EDUCATION IN DECISION-MAKING SUPPORT

In article topical issues of application of methods of the intellectual analysis of data in education, and decision-making in management of educational process are considered. The application program was presented where the difficult algorithm of classifications in the analysis of data is offered.

Keywords: the intellectual analysis of data, educational process, support in decision-making, difficult algorithm, a program application.

ӨОЖ 656.02:075.8:004.9

А.Д. Абдувалова¹, Ә.Н. Шабден²

*¹Техн. ғылымдарының канд., ²Магистрант
М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті,
Тараз қ., Қазақстан Республикасы
Электрондық пошта: ¹Abduvalova_AD@mail.ru, ²Chabden_A@mail.ru*

КӨЛІК ИНФРАҚҰРЫЛЫМЫНДА АҚПАРАТТЫҚ ЛОГИСТИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛІ

Мақалада ақпараттық ағымдардың кәсіпорын ішінде ұйымдастырылуы, сондай-ақ бір-бірімен алыс орналасқан логистикалық үрдістің түрлі қатысушыларының арасындағы ақпарат алмасуы қарастырылған. Көліктік логистиканың есептерін шешу үшін арнайы математикалық модель ұсынылған.

Түйін сөздер: логистика, ақпараттық логистика, көлік инфрақұрылымы, қорларды басқару, математикалық модель.

Кеңінен қолданылатын тауарлар қозғалысы логистикалық тұжырымдарының терминалды технологиясын және тасымалдау үдерісінің жаңашыл технологияларын Қазақстанда енгізу, сыртқы экономикалық байланыстардың кеңеюі, нарықтық экономика бизнес-үдерістерінің дамуының нәтижесі болып табылатын, халықаралық жүктерді тасымалдауларға күннен-күнге ұлғайып келе жатқан сұранысын қанағаттандыру үшін қажет болып отыр. Соған байланысты жүк өндеудің заманауи технологиялары мен қызметтердің толық жинағы бойынша отандық және шетелдік клиенттердің сұраныстарына сәйкес жабдықталуы тиіс.

Көліктік-логистикалық амалдар, жүк қозғалысы, көлік инфрақұрылым буындарының ұйымдастырылу мен экономикалық бөліктенуі, жоғары механизацияланған және қажетті қуатты жүк өңдеуші терминалдар мен көпсалалы ірі терминалды кешендердің аз болуы көліктік-үйлестірушілік жүйенің қызмет ету тиімділігін төмендетеді. Жүк тасымалдау түрлі салалардағы тауарлар қозғалысын қамтиды. Көліктік логистика ішінде «тікелей-арқылы» маршруттарда уақыт пен кеңістік ең төменгі ұзындығы жүзеге асырылуы тиіс [1].

Логистикалық жүйелерде шешім қабылдаудың негізгі мақсатына жету үшін:

1) қажетті тауарды нақты сапамен қажетті мөлшерде жеткізу үшін ақпаратты жинақтау;

2) бекітілген уақытта нақты шарт арқылы жүргізу;

3) нақты жеткізу орнын анықтау;

4) жалпы шығындарды азайту шараларын қамтамасыздануы керек.

Логистиканың нысаны материалдық және ілеспе материалдық (ақпараттық, қаржылық, сервисті) өндірістің тасқындары болып табылады.

Логистикалық тасқынның көріністері:

1) ақпараттық және материалдық;

2) транспорттық және адамдық;

3) қаржылық және энергетикалық және т.б.

Логистиканың мақсаттары оның қолданысының тәуелділігінен туындайды:

1) бастапқы қорлар (жоспарлау, құрылымдар және қажетті материалдық қорлармен қамсыздандыру);

2) өнімді тасу (көлік түрін таңдау, экспедитордің қызметін таңдау, ынғайлы жолды бекіту, жеткізуге және мониторингке кететін шығындарды жоспарлау);

3) қоймаға орналастыру (қойманың ауданын жоспарлау және оны орналастыру, оның санын, өнімді орналастыруды жоспарлау, қойманың басқарушы логистикалық операцияларын белгілеу, өңдеу, сұрыптау, орау және т.б.);

4) ақпараттық қамтамасыздандыру (материалдық ауыспашылықты және ақпараттың жиыны туралы мәліметтер тізімі).

Қолдану ортасының жұмыста өңделген бағдарламалық өнімнің қолданылу жағынан алатын орны ерекше. Ол техникалық қызмет көрсетуде жұмыстарды біршама жеңілдетеді. Бұл бағдарлама бағдарламалық, жүйелік және техникалық қызмет көрсету бөлімінде техникалық қызмет көрсетудің оңтайлы кестесін өңдеуді жылдам жүзеге асыруда, көліктік логистиканың математикалық моделін қарастыруды қажет етеді [2].

Математикалық моделдің негізгі қарастыратын ортасы аумақтар және оның арақатынастары болып табылады. Математикалық моделдің негізгі

түсініктерінің бірі функциялар болып табылады. Функция көмегімен заңдылықтың алуан түрлілігі, қамбаның қозғалысын және логистикалық үдерістерді атқаруға болады. Математикалық талдау әдісінің қолданысы үшін функциялық тәуелділіктің қағидасы қажетті шарт болып табылады.

Логистикалық процесстерді басқару кезінде жиі кездесетін жағдайлар болып тұрады, бұл қандай да бір аумақтың ұлғаюы берілген фактордың ұлғаюына тәуелді. Қолданылып отырған логистиканың математикалық моделінде қорларды басқарудың мақсаты қарастырылады. Қорлар логистика саласында негізгі категория болып саналады. Қорлар екі жақты құбылысқа – жағымды және жағымсыз сапаға ие бола алады. Қорлардың жағымды мағынасы қордың аумағының өсуінен жүйенің функционалдық сенімділігі жақсара түседі және т.б. Бірақ қорлардың жағымсыз жақтары да бар, ол қаржылық және материалдық ресурстар жұмысын күрделендіреді. Қорлардың деңгейін оңтайландыру шығынының екі тобы әсер етуінен болады, олар:

- қорларды сақтауға кететін шығындар;
- өнімді жеткізуге кеткен шығындар;
- тапсырысты жеткізу.

Бұл жерден келесі қиындық туындайды, өнімді ірі несесе кіші көлемде жеткізу. Өнімді ірі көлемде жеткізу кезінде көліктік шығындар қысқара түседі, бірақ сақтау шығындары ұлғаяды. Өнімді кіші көлемде жеткізу кезінде сақтау шығындары азаяды, бірақ көліктік шығындар арта түседі. Демек, қорларды оңтайландыруының мәселесі жеткізу партиясының оңтайландыруының мәселесімен тікелей байланысты [3]. Қорларды басқарудың ортақ шығындары өнімді жеткізу бағасы мен орындалуын және қорларды сақтаудың шығындарымен жинақталады. Жеткізу құны (1) формулаға сәйкес ұсынылады.

$$C_{ЖЕТ} = K + uV . C_{ЖЕТ} = K + uV \quad (1)$$

мұндағы: K - тасымалдаудағы шартты-түпкілікті бөлігі; u - жеткізілудің партиясының аумағына тәуелді болатын шығындар.

Қорларды сақтауға кететін шығындар (2) формулаға сәйкес анықталады:

$$C_{CV} = h_c \bar{V} T, C_{CV} = h_c \bar{V} T \quad (2)$$

мұндағы: h_c – қордың сақтау бірлік санының тәуелділік бағасы; \bar{V} – орташа қор; T – қордың сақтау мерзімі.

Сақтауға кететін шығынды анықтау үшін орташа қорды анықтау қажет. Орташа қор орташа интегралды есептеумен (3) формулаға сәйкес есептелінеді:

$$\bar{S} = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt, \quad (3)$$

мұндағы T – қордың шығынының ұзақтығы; қордың орташа аумағы;

Қордың өзгеру функциясы (4) формулаға сәйкес келтірілген:

$$f(t)=V-bt \quad (4)$$

Орташа қорды (5) формулаға сәйкес есептейміз:

$$\bar{S} = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt = \frac{1}{T} (Vt \Big|_0^T - \frac{bt^2}{2} \Big|_0^T) = \frac{1}{T} (Vt - \frac{bt^2}{2}),$$

$$T = \frac{V}{b}, \bar{S} = V - \frac{bV}{2} = V - \frac{V}{2} = \frac{V}{2} \quad (5)$$

Ақырында, көліктік логистикада линиялық қолданыстың материалдық ресурстары орташа қор жеткізілуінің жартысына тең.

Ортақ шығынды (6) формулаға сәйкес аламыз:

$$C_{op} = h_c \frac{V}{2} + K + uV, C_{op} = h_c \frac{V}{2} + K + uV \quad (6)$$

Алынған ортақ шығын сақталатын қордың бірлік санына қатысты, $C_{op} V$ – ға бөлінеді, ол (7) формулада келтірілген:

$$C_{бар} = \frac{h_c}{2b} + \frac{K}{V} + u, \quad (7)$$

Бұдан әрі нөлге теңестірілетін туынды (8) формулаға сәйкес келтірілген:

$$C_{барM} = \frac{h_c}{2b} + \frac{K}{V^2} = 0, \quad (8)$$

Жеткізілімнің үйлесімді өлшемі (9) формулаға сәйкес табылады:

$$V = \sqrt{\frac{2bK}{h_c}} = \sqrt{\frac{2bK}{h_c}} \quad (9)$$

Алынған формула Уилсон формуласы деп аталады.

Логистикалық қызметте Уилсонның мынадай формуласының тұжырымы (10) формулаға сәйкес пайдаланылады:

$$C = C_{ca} + C_{жет}, C = C_{ca} + C_{жет}, \quad (10)$$

мұндағы: C_{ca} – қордың сақтау шығындары; $C_{жет}$ – жеткізу шығындары.

Жеткізудің шығындары – бұл шығындар жеткізу аумағына тәуелсіз шығын, бірақ жеткізу жылдық санына тәуелді (11) формулаға сәйкес келтірілген:

$$C_{жет} = dN, C_{жет} = dN, \quad (11)$$

мұндағы: d – жеткізудің бір рет орындалу құны; N – жылдық жеткізулердің саны. Ал, жылдық жеткізулер саны (12), (13) формулаларға сәйкес есептеледі:

$$N = \frac{M}{V}, \quad (12)$$

мұндағы: M – жылдық материалдық ресурстар қажеттіліктері; V – жеткізу партиясының өлшемі.

$$C = \frac{hV}{2} + \frac{dM}{V}, \quad (13)$$

Бұдан әрі нөлге теңестірілетін бірінші туынды (14) формуламен табылады:

$$C = \frac{dC}{dV} = \frac{h}{2} - \frac{dM}{V^2} = 0, \quad (14)$$

Осы формула арқылы жеткізудің үйлесімді өлшемі (15) формулаға сәйкес көрсетілген:

$$V = \sqrt{\frac{2dM}{h}} \quad (15)$$

Жылдық есептеуде жеткізу партиясының үйлесімді өлшемі кәсіпорынның коммерциялық қызметінде пайдаланылады. Бұл ретте сақтау шығындары калькуляциялық жолмен анықталады, ал тапсырыстың орындалуының құны транзакция шығынының құрамымен анықталады. Айтылмыш жағдайда транзакциялық шығындар өзіне жабдықтаушыны іздеуге, іскер келіссөздер жүргізілуіне, өнімді тасымалдаумен айналысатын ұйымдарға жұмсалады.

Уилсон формуласы жеткізу партиясының үйлесімді өлшемінің тәуліктік ұйғарымы үшін де және жылдық есептеулері үшін де бір нәтижені береді. Бірінші кезекте негізгі тәуліктік параметрлердің сапасы b және бір тәуліктегі қордың бірлік санының мазмұнының шығындары пайдаланылады. Екінші жағдайда жылдық қажеттілік және бір жылдағы қордың бірлік санының мазмұнының шығындары (16) формулаға сәйкес пайдаланылады:

$$\sqrt{\frac{2bK}{h_c}} = \sqrt{\frac{2dM}{h}} \quad (16)$$

Екі жағдайда да K және d параметрлері тең, себебі бір жеткізілімнің шығындарын көрсетеді. Берілген алғашқы параметрлерден (17) формулаға сәйкес келтірілген формула артықшылықтарға ие.

$$K=d, h=365h_c, M=365b \quad (17)$$

мұндағы M – жылдық айтылмыш материалдық ресурстардың шығыны.

Берілген мақсаттың шарты бойынша барлық кәсіпорындарға қойылатын материалдық ресурстар шығындалады, оны (18) формулаға сәйкес сипаттаймыз:

$$V = \sqrt{\frac{2 * b * K * 365}{h_c * 365}} = \sqrt{\frac{2dM}{h}} \quad (18)$$

Тәжірибе кезінде кеңінен қолданылатын формула Уилсонның жылдық есептеу формуласы болып табылады. Әрине, математикалық модельдеудің мақсаты тек қана ізделген көрсеткіштердің нақтылы мәндерін табу ғана емес, әртүрлі факторлардың, атап айтқанда логистикалық және көліктік қызметтердің заманауи даму сатысында жүктердің жеткізу логикалық тізбегін тиімді басқаруды анықтау болатыны да күмәнсіз.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Логистика [Текст]: учебник / Под ред. Б.А. Аникина: 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 368 с.
2. Гаджинский, А.М. Логистика [Текст]: учебник для студентов высших учебных заведений / А.М. Гаджинский. – М: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К^о», 2006. – 432 с.
3. Лубенцова, В.С. Математические модели и методы в логистики [Текст]: учебное пособие / В.С Лубенцова. – Самара, 2008. – 159 с.

Материал редакцияға 04.02.16 түсті.

А.Д. Абдувалова, А.Н. Шабден

*Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати,
г. Тараз, Республика Казахстан*

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ЛОГИСТИКИ В ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ

В статье рассмотрены организация потока информации внутри предприятия, а также процесса логистики между разными пользователями, находящиеся в удаленном расстоянии друг от друга. Предложена специальная математическая модель в решении задач транспортной логистики.

Ключевые слова: логистика, информационная логистика, транспортная инфраструктура, управление базой, математическая модель.

A.D. Abduvalova, A.N. Chabden

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

MATHEMATICAL MODEL OF SYSTEM OF INFORMATION LOGISTICS IN TRANSPORT INFRASTRUCTURE

The organization of a flow of information in the enterprise, and also process of logistics between different users being in remote distance from each other are considered. The special mathematical model in the solution of problems of transport logistics is offered.

Keywords: logistics, information logistics, transport infrastructure, management of base, mathematical model.

ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

UDC 678.048:634.11

**I. Smetanska¹, J. Helfert¹, U. Appeltauer-Brandl¹, V. Voytsekhivskiy²,
A. Mohdaly³, Y. Shevchenko¹**¹University of Applied Sciences Weihenstephan-Triesdorf, Weidenbach, Germany²National University of Life and Environmental Sciences, Kiev, Ukraine³Fayoum University, Fayoum, Egypt**ANTIOXIDANT ACTIVITY OF APPLE PEELS**

The objective of this study was to determine the antioxidant activity of apple peels. The extracts of apple peels showed high content of polyphenols, flavonoids, flavonols. The positive correlation between antioxidant activity and total phenolics was observed. Therefore apple peels can be used as rich source of natural antioxidant and could be used for replacement of synthetic antioxidants.

Keywords: apples, peels, antioxidants, polyphenols, flavonoids, DPPH.

Introduction

Fruits and vegetables are good sources of natural antioxidants such as vitamins, carotenoids, flavonoids and other phenolic compounds [1]. Though phenolic compounds are present in almost all foods of plant origin, fruits, vegetables, and beverages are the major sources of these compounds in the human diet. Polyphenols act as free-radical scavengers and can prevent the oxidative damage of cellular components such as cell membranes by free radicals [2]. Flavonoids have a wide range of biological activities, such as cell-proliferation-inhibiting, apoptosis-inducing, enzyme-inhibiting, antibacterial, and antioxidant effects [3].

This research aimed to investigate red apple peels as potential source of natural antioxidants.

Materials and Methods

Fruits were washed, peeled, and the peels were cut and stored at $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, dried in freeze-drier. Lyophilised samples were ground.

The total phenolic compounds of apple peels were extracted using different solvents as acetone, methanol, ethanol, hexane, and diethylether at solvent ratio of 10:1 (solvent : peels). The extraction was carried out using a shaking incubator at room temperature for 24 h followed by filtration. Total phenolic content of each extract was determined by the Folin–Ciocalteu micro-method [4].

For the determination of antioxidant activity the method of Liyana-Pathiranan and Shahidi [5] has been used.

In this study, three analyses of each sample were made and each experiment was carried out in triplicate ($n = 3$). The mean value and standard deviation were calculated from the data obtained. These data were then compared by the Duncan's multiple range method using SPSS (version 10). [6].

Results and Discussion

Table 1 illustrates the percent yield % of different organic solvents i.e. methanol, ethanol, hexane, acetone, and diethyl ether in apple peels extract. Extraction yield are strongly depended on the solvents due to the different polarity of organic solvents [7]. Methanol extracts of tested sample proved that the best solvent capacity, followed by ethanol, acetone, diethyl ether and hexane. The maximum amount of yields for apple dry substance in methanol extract reached 13,85%, while the extraction with hexane resulted in obtaining the extract with 8,23% of dry matter.

Table 1

Dry matter and polyphenol content in extracts of apple peels

Solvent	Dry matter (%)	Polyphenol content, g/100g
Methanol	13.85 ± 0.37	2.57 ± 0.15
Ethanol	12.14 ± 0.32	1.85 ± 0.06
Hexane	8.23 ± 0.24	0.98 ± 0.13
Acetone	9.17 ± 0.36	1.65 ± 0.08
Diethyl ether	8.45 ± 0.26	1.13 ± 0.07

Total polyphenol content (Table 1) in different extracts varied depending on organic solvents. The amount of polyphenols depends on the polarity of the organic solvents [7]. Methanol showed that the highest amount of polyphenols, followed by ethanol, acetone, diethyl ether and hexane. There was a strong positive correlation between yield extracts of tested samples and polyphenols content. These results were in agreement with those obtained by Bravo [8].

DPPH is a free radical compound that has been widely used to determine the free radical-scavenging ability of various samples [9, 10]. DPPH decreases significantly upon exposure to proton radical scavengers [11]. The hydrogen atom or electron donation abilities of the corresponding extracts and some pure compounds were measured from the bleaching of the purple-coloured methanol solution of DPPH. This spectrophotometric assay uses the stable radical, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), as a reagent [12, 13].

In Table 2 DPPH radical scavenging activities (RSA %) as compared to BHT of the methanol extracts of apple peels is shown.

Table 2

DPPH and ABTS⁺ radical scavenging activities (RSA %) in methanol extracts of apple peels

Concentration, mg/ml	DPPH (RSA %)	ABTS (RSA %)
0,02	61.32+ 3.23%	62.44+ 4.12%
0,04	67.85+ 4.56%	72.24+ 4.33%
0,06	79.17+ 3.67%	76.20+ 2,45%
0,08	80.14+ 5.56%	82.44+ 3,76%
0,10	83.52+ 2.27%	85.48+ 3,13%
0,12	76.32+ 3.45%	90.30+ 3.22%

Statistical analysis of the data at ($P \leq 0.05$) showed there were significant differences among all tested samples of antioxidant activity as measured according to the ability in preventing oxidation of DPPH. The higher concentration of these

extracts recorded significantly higher percentages of DPPH antioxidant activity. The highest percentage of DPPH inhibition in the peels of apples was measured in samples with 0,08 mg/ml of methanol. Meanwhile, there are positive correlation between total polyphenols of studied samples and their DPPH (RSA%).

The dates in Table 2 illustrate ABTS⁺ radical scavenging activity (RSA %) of the methanol extract of apple peels. The highest antioxidants activity as determined by ABTS⁺ radical scavenging method was measured in 0,12 mg/ml methanol extracts of apple peels and reached 90.30%. It has been found that ABTS antioxidant activity of tested fruit peels is mainly ascribed to concentration of the total phenolics presented in these samples. This result was in agreement with those obtained by Sobhy et al. [14]. Results indicated that polyphenols of tested apple peels proved their efficiency as antioxidants. Therefore, apple peels is a rich source of natural antioxidants and could replace synthetic antioxidant in foods.

Conclusions

In this study, we determined the total phenolics content and antioxidant capacity organic solvents (acetone, methanol, ethanol, hexane, and diethylether) extracts of apple peels. Methanol was the best solvent for obtaining, followed by ethanol, acetone, diethyl ether and hexane. The study demonstrated significant correlation between the total antioxidant capacity and phenolics content. Finally, it could be concluded that, apple peel extracts can be considered as rich source of antioxidants and therefore could be used as food additive instead of synthetic antioxidants.

REFERENCES

1. Zhang, D., & Hamauzu, Y. (2004). Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. *J. Food Chemistry*, 88, 503–509.
2. Nilsson, J., Stegmark, R., & Akesson, B. (2004). Total antioxidant capacity in different pea (*Pisum sativum*) varieties after blanching and freezing. *J. Food Chemistry*, 86, 501–507.
3. Havsteen, B. H. (2002). The biochemistry and medical significance of the flavonoids. *J. Pharmacology and Therapeutics*, 96, 67–202.
4. Slinkard, K., Singleton, V. L. (2007). Total phenol analysis; automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28, 49–55.
5. Liyana-Pathiranan CM, Shahidi F (2005) Antioxidant activity of commercial soft and hard wheat (*Triticum aestivum* L) as affected by gastric pH conditions. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 53:2433-2440.
6. SPSS for windows Release 10.0.1.(1999) Standard Version.
7. Marinova, E. M., Yanishlieva, N. VI (1999). Antioxidative activity of extracts from selected species of the family Lamiaceae in sunflower oil. *J. Food Chemistry*, 58, 245–248.
8. Bravo, L. (1999). Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, an d nutrition significant. *J. Nutr. Rev.*, 56, (11) 317-333.
9. Hatano, T., Kagawa, H., Yasuhara, T., Okuda, T. (1999). Two new flavonoids and other constituents in licorice root: Their relative astringency and radical scavenging effects. *J. Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 36, 2090–2097.

10. Amarowicz, R., Pegg, R. B., Rahimi-Moghaddam, P., Barl, B., & Weil, J. A. (2004). Free radical-scavenging capacity and antioxidant activity of selected plant species from the Canadian prairies. *J. Food Chemistry*, 84, 551–562.
11. Yamaguchi, T., Takamura, H., Matoba, T., & Terao, J. (1999). HPLC method for evaluation of the free radical-scavenging activity of foods by using 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl. *Bioscience, J. Biotechnology, and Biochemistry* 62, 1201–1204.
12. Cuendet, M., Hostettmann, K., Potterat, O. (1999). Iridoid glucosides with free radical scavenging properties from *Fagraea blumei*. *Helvetica Chimica Acta*, 80, 1144–1152.
13. Burits, M., Bucar, F. (2000). Antioxidant activity of *Nigella sativa* essential oil. *J. Phytotherapy Research*, 14, 323–328.
14. Sobhy M. Mohsen, and Abdalla S.M. Ammar (2009). Total phenolic contents and antioxidant activity of corn tassel extracts. *J. Food Chemistry* 112, 595–598.

Material received 01.03.16.

**И. Сметанска¹, Я. Хельферт¹, Ю. Аппельтауэр-Брандль¹,
В. Войцеховски², А. Модали³, Е. Шевченко¹**

¹Вайнштефан-Триесдорф қолданбалы ғылымдар университеті, Вейденбах, Германия

²Биоресурстар және табиғат пайдалану ғылымдары ұлттық университеті,
Киев, Украина

³Файюм университеті, Файюм, Мысыр

АЛМА ҚАБЫҒЫНЫҢ АНТИОКСИДАНТТЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІ

Алма қабығының антиоксиданттық белсенділігін зерттеу нәтижелері келтірілген. Алма қабығының сығындыларында полифенолдардың, флавоноидтердің және флавонолдардың көп екендігі анықталды. Антиоксиданттық белсенділік пен жалпы фенолдық қосылыстар арасында оңтайлы корреляция байқалды. Сондықтан алма қабығы табиғи антиоксидантқа бай шикізат ретінде, сонымен қатар синтетикалық антиоксиданттарды алмастыру үшін де қолданылуы мүмкін.

Түйін сөздер: алма, қабық, антиоксиданттар, полифенолдар, флавоноидтер,ДФПГ.

**И. Сметанска¹, Я. Хельферт¹, Ю. Аппельтауэр-Брандль¹,
В. Войцеховски², А. Модали³, Е. Шевченко¹**

¹Университет прикладных наук Вайнштефан-Триесдорф, Вейденбах, Германия

²Национальный университет биоресурсов и природопользования, Киев, Украина

³Университет Файюм, Файюм, Египет

АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ КОЖУРЫ ЯБЛОК

Представлены результаты исследования антиоксидантной активности кожуры яблока. Экстракты кожуры яблока показали высокое содержание полифенолов, флавоноидов, флавонолов. Наблюдалась положительная корреляция между антиоксидантной активностью и общими фенольными соединениями. Поэтому яблочная кожура может быть использована в

качестве богатого источника природного антиоксиданта, а также для замены синтетических антиоксидантов.

Ключевые слова: яблоки, кожура, антиоксиданты, полифенолы, флавоноиды, ДФПГ.

UDC 674.031.823.42

Yaroslav Shevchenko¹, Mathias Kilian², Eberhard Groß¹, Iryna Smetanska¹

¹University of Applied Sciences Hochschule Weihenstephan-Triesdorf,
Weidenbach, Germany

²University of Applied Sciences Hof, Germany

¹E-mail: yaroslav_shevchenko@yahoo.com

FUNCTIONAL EFFECTS IN LIQUID EXTRACTS OF *STEVIA REBAUDIANA*, *CAMELLIA SINENSIS* AND *COFFEA* SPECIES AND THEIR MIXTURES

Depending on harvesting and handling of the plant material of *Camellia sinensis* we distinguish between several types of green tea. These types have different oxidization grade which forms the different antioxidant properties of the teas. The extracts from green coffee beans gain on popularity among public interested in healthy foods. At the same time, raw extracts of tea and green coffee beans may possess astringent qualities especially for many European consumers. Green tea extracts (*Camellia sinensis*) and green coffee bean extracts (*Coffea arabica* and *Coffea robusta*) also possess certain functionality in terms of antioxidant properties and palatability. These properties or functionalities can be regulated through addition of *Stevia rebaudiana Bertoni*, a sweet tasting herb from Paraguay.

Keywords: Stevia, tea, coffee, secondary metabolites, phenolics, antioxidants, free radical scavenging activity.

Introduction

Tea and coffee are the most consumed alcohol free beverages on the planet. Production of *Coffea arabica*, *Coffea robusta* and *Camellia sinensis* has tremendous economic and social impact on many countries and it will continue to effect life and prosperity of million people involved in the production of these products. *Stevia rebaudiana Bertoni* is a perennial plant that originates from Latin America (Paraguay). It possesses the unique property to accumulate sweet tasting steviol glycosides. These substances are sweeter than sugar, but at the same time they do not introduce any calories into human body. On the consumer side there is always a considerable interest for high quality produce combined with innovative product design based on coffee and tea extracts. The consumer interest for tea and coffee is also guided by many accounts of positive health effects associated with consumption of the tea and coffee extracts [1]. The positive health effects of plant extracts are often related to the biosynthesis and accumulation of the secondary metabolites in the plant tissues. Considering coffee, tea and stevia extracts, these are phenolic compounds that can develop additional antioxidant capacity. The extracts from tea and coffee can be additional mixed with stevia infusions in order to regulate the functional properties of the brews. Although extracts from green coffee beans, tea and stevia possess sufficient amount of secondary metabolites to

provide additional antioxidant activity, the functional properties can be increased by preparation of different dilutions and mixture creation from the diluted extracts. The role of stevia in this case is not limited by contribution of naturally occurring sweeteners (Rebaudioside A, Stevioside, etc). Stevia contributes additional amounts of phenolic compounds to the mixtures and creates additional antioxidant potential.

The **objective** of our research is to test the antioxidant properties of plant extracts (tea, green coffee beans, stevia) during the dilution process. As it was demonstrated in our previous research, some extracts can develop higher antioxidant activity after dilution. The hypothesis of the study hinges on the assumptions that the functional effects of the plant extracts can be regulated through dilution and mixing of the diluted samples.

Materials and Methods

Plant material

Commercially available teas (*C. sinensis*) green, oolong and black were selected for the experiments. Stevia plant material was obtained in our lab by using *in vitro* sprout culture technique [2]. Table 1 describes the value and aggregate state of the plant material. Green coffee beans of *C. arabica* and *C. robusta* were purchased online.

Table 1

Characteristics of the plant material

Plant material	Origin	Price €/kg
<i>Stevia rebaudiana Bertoni</i>	Germany	-
<i>Coffea arabica</i>	Ethiopia	14,00
<i>Coffea robusta</i>	India	7,00
Bancha (<i>Camellia sinensis</i>)	Japan	125,00
Sencha (<i>Camellia sinensis</i>)	China	190,00

Equipment and chemicals

Analytical balance, 300-g capacity with a resolution of 0.1 mg. Pipettes (1 ml). Centrifuge 5804R (Eppendorf). Analytical spectrophotometer Jenway 6505 UV/Vis. Vortex MS2 Minishaker. Disposable 1cm-photometric cuvette (Eppendorf), 2 ml vials (Eppendorf), pH-meter, measuring cylinder (100 ml).

Reagents and standards. 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) (Fluka). Distilled water. Methanol (Sigma). Folin-Ciocalteu solution, Na₂CO₃, gallic acid, n-Butanol, NH₄Fe(SO₄)₂*12H₂O, Cyanidinchloride, 2% AlCl₃*6H₂O, quercetin.

Methods

Evaluation of antioxidant activity of plant extracts using DPPH-assays

The DPPH radical scavenging activity assay was used with some modifications. The working solution of DPPH (6×10^{-5} mol l⁻¹) was prepared by mixing 6 ml of stock solution with 100 ml of methanol to obtain an absorbance value of 0.7 ± 0.02 at 515 nm by spectrophotometry. Extraction was carried out by addition of 1 ml of 80% methanol to 0.1 g of the sample, heating at 80°C for 15 min and recovering the supernatant after centrifugation (13000 rpm/11°C/5 min). The extraction was repeated two times. The recovered supernatant was collected in a separate 2 ml vial. 5 µl of the supernatant was mixed using a vortex mixer for 30 s with 2000 µl of DPPH working solution and left to react for 30 min, after the absorbance at 515 nm was recorded. Absorption of the control solution of DPPH

with no added extract was also analyzed. The absorption measurement was conducted against 80% MeOH. We calculated the radical scavenging activity of the extracts according to the formula:

$$DPPH_{\text{radical-scavenging activity}} (\%) = \left(\frac{Abs_{\text{control}} - Abs_{\text{sample}}}{Abs_{\text{control}}} \right) \cdot 100$$

where: Abs – is the absorbance at 515 nm; Abs_{control} – absorbance of the control; Abs_{sample} – absorbance of the sample.

Estimation of total phenolic content

The total phenolic content was investigated based on Folin-Ciocalteu-Assay ISO 14502-1 official method (2005) for “Determinations of substances characteristic of green and black teas”. In this method, 0.5 mL of 70% methanol solution at 70°C was added to 0.02 g of each sample, in an Eppendorf tube. The sample was mixed well and heated at 70°C during 10 min in a block heater. For spectrophotometric measurement, 1 ml of diluted Folin-Ciocalteu solution (1:10 (v/v) in distilled water) was added to 0.2 mL of diluted extract and mixed well. 5 min later, 0.8 mL of 7.5% Na_2CO_3 solution was added. The absorbance was measured at 765 nm by spectrophotometry. The final concentration of total phenolics in the samples was calculated according to formula:

$$W_t = \frac{(D_{\text{sample}} - D_{\text{crosspoint}}) \cdot V_{\text{sample}} \cdot d}{S_{\text{stand}} \cdot M_{\text{sample}} \cdot 10000 \cdot W_{\text{tm, sample}}};$$

where: D_{sample} – photometric extinction for the sample; $D_{\text{crosspoint}}$ – cross point of the calibration curve and the y-axes; V_{sample} – extraction volume of the sample (2ml); d – dilution factor (in this case 100); S_{stand} – slope of the calibration curve; M_{sample} – sample mass (g); $W_{\text{tm sample}}$ – dry mass of the sample; W_t – concentration of the phenolics in the sample (mg GAE g^{-1}).

Calibration curve is produced using different concentrations of gallic acid (A, B, C, D and E) and variation in photometric extinction at 765 nm (Table 2).

Table 2

Standard solutions of gallic acid and photometric extinction

Standard solution of gallic acid	Volume of the stock solution of gallic acid	Resulting concentration of gallic acid after dilution	Photometric extinction at 765nm
	(ml)	($\mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$)	
A	0,5	10	0,067
B	1,0	20	0,193
C	1,5	30	0,315
D	2,0	40	0,431
E	2,5	50	0,546

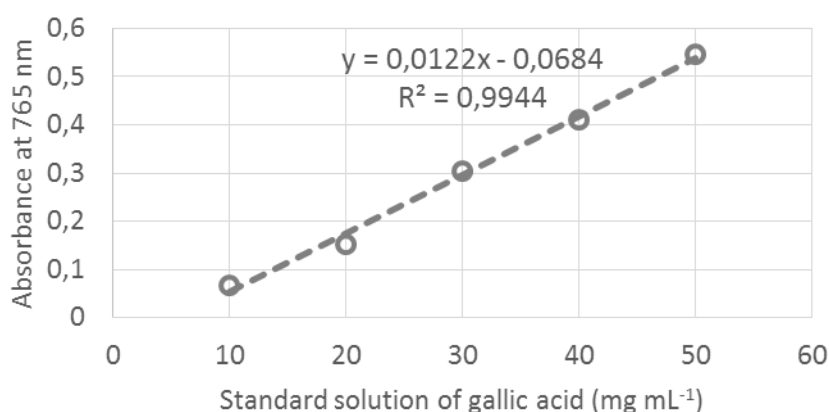


Figure 2. Calibration curve for determination of total phenolic content

Determination of total anthocyanin concentration in the plant extracts

The plant extracts are produced by buffer solution $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{EtOH}$ at 85°C for 10 minutes. The plant extracts are centrifuged at 13000 rpm for 5 minutes. The clear supernatant is collected into separate 2 ml Eppendorf vessel. The extraction is repeated three times. The total volume of the extract is 2 ml. $50 \mu\text{l}$ (37%) HCl is added to the extract. After 15 minutes the color change is analyzed by photometer at 535 nm. The total anthocyanin concentration is evaluated according to the formula:

$$\text{Anthocyanin concentration (mg/g Dry Weight)} = \frac{E \cdot M \cdot V_{pr}}{(\square \cdot d) \cdot (1/DW)}$$

where: E – Photometric extinction at 535nm; M – Molecular weight (g/mol) – 445.2; V_{pr} – Sample volume – 2.0 ml; d – Thickness of the layer (cm) – 1.0; \square - Extinction coefficient (L/mol/cm) – 98200.0; DW – dry weight (g).

Determination of total flavonoid concentration using quercetin calibration curve

The total concentration of the flavonoids is calculated from the linear equation derived from calibration curve. Different concentrations of quercetin are used for determination of the linear relationship between concentration and photometric extinction. Standard solution of quercetin is prepared (Table 3, Figure 3). 1.5 ml of 2% $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ was pipetted into the measuring flask. The samples and quercetin standards were mixed with 2% $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Photometric analysis was conducted at 367.5 nm.

Table 3

Solution	Standard solutions of quercetin
	Concentration of quercetin $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$
A	50
B	100
C	150
D	200
E	250

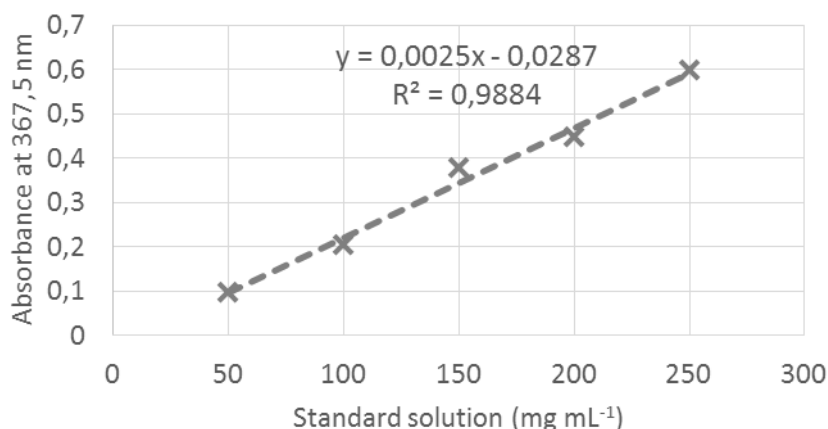


Figure 3. Calibration curve for determination of total flavonoid concentration

Evaluation of total catechin concentration using a calibration curve.

Concentration of total catechins can be determined using a linear relationship between catechin as a reference substance and photometric extinction as a function of increasing concentration of catechins.

100 mg DAC are placed in 100 ml flask and dissolved in 37% HCl. The rest of the volume is filled with ethanol up to 100 ml mark. 2.5 ml DAC-solution are placed into the photometric cuvette and mixed with 0.5 ml sample extract. After 10 minutes of dark incubation the photometric extinction is measured at 640 nm.

Table 4

Standard solutions of catechin

Solution	Concentration of catechin
	mg*l ⁻¹
A	5
B	10
C	20
D	30
E	60
F	100

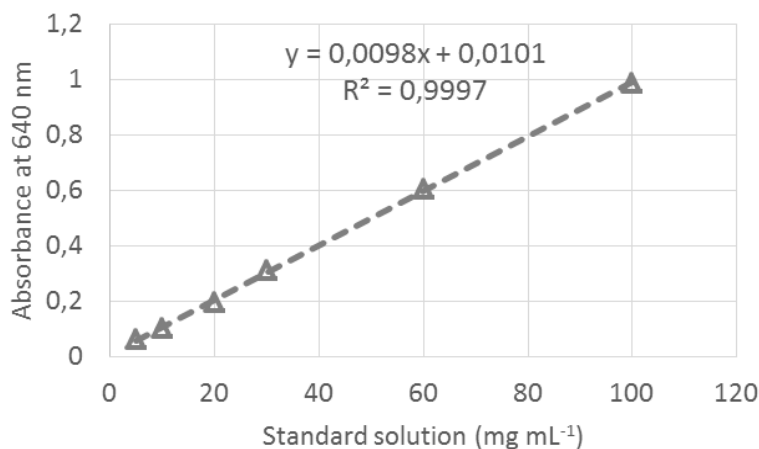


Figure 4. Calibration curve for determination of total catechin concentration

Statistical processing of the data

The data of the experiment was assessed using standard deviation for the sample group. The relationship between variables was evaluated using Pearson's correlation.

Results and Discussion

Biosynthesis of the secondary metabolites is considered as a derivative of primary metabolism. Different plant species demonstrate various patterns in biosynthesis and accumulation of the secondary compounds. The metabolic extracts of the plant material show variations in antioxidant activity (Figure 5). It can be attributed to the different nature and therefore biology of the raw plant material. Coffee beans tend to accumulate less secondary metabolites than the leaf biomass of *S. rebaudiana* and *C. sinensis*.

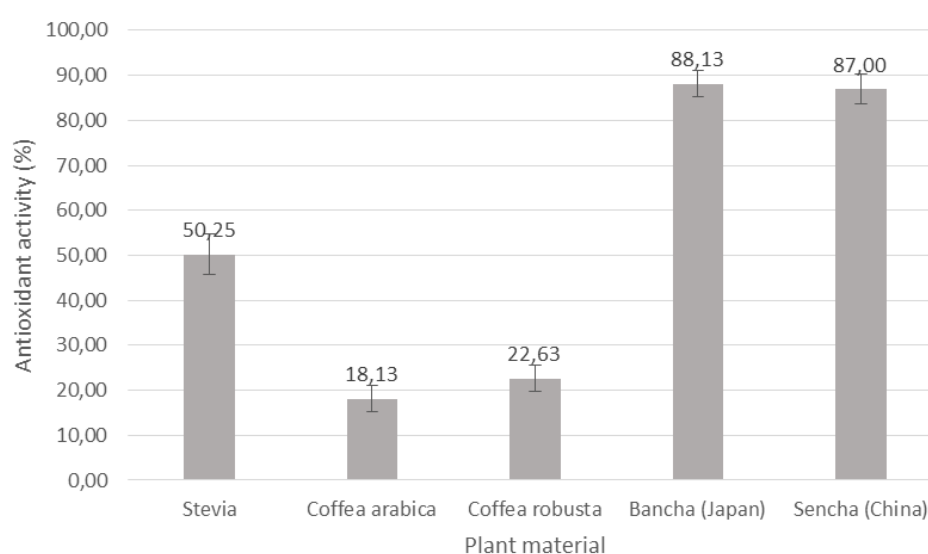


Figure 5. Antioxidant activity of plant extracts. Standard deviation within the sample. n=40

Considering the possible composition of the secondary metabolite pool in the selected plant material, it is possible to assume that the major components are of phenolic nature. Measuring the concentration of total phenolic compounds in our samples we obtain the data (Figure 6) that corresponds to antioxidant activity of concentrated samples.

Comparison between Figure 5 and 6 leads to conclusion that the higher antioxidant activity corresponds to the higher concentration of phenolic compounds in the plant material. The correlation coefficient between the level of antioxidant activity and total phenolic concentration is 0.9966. On the other hand the total phenolic concentration represents several groups of compounds of phenolic nature. Among the most abundant compounds are anthocyanins, flavonoids and catechins. Table 6 illustrates availability of these compounds in the plant material. Apparently, due to different concentration of these compounds in overall composition of the phenolic complex, they contribute differently to the functional properties of the plant extracts. One problem that is always present during the investigation of redox-reactions is concentration of the raw extracts.

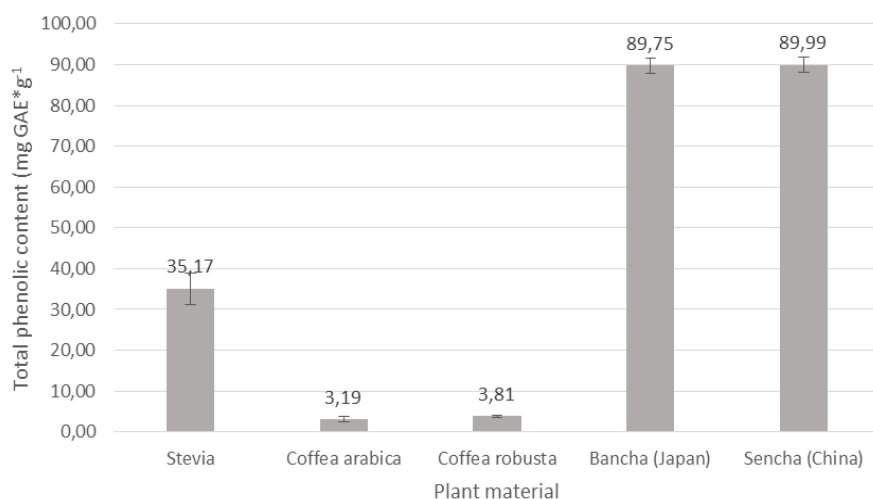


Figure 6. Total phenolic content in concentrated samples.
Standard deviation within the sample. n=40

Table 6

Concentration of anthocyanins, flavonoids and catechins in plant material (mg g⁻¹)

Compound	Stevia	<i>C. arabica</i>	<i>C. robusta</i>	Banacha (Japan)	Sencha (China)
Anthocyanins	5.05±1.03	-	-	25.51±2.55	27.24±3.55
Flavonoids	15.01±1.61	-	-	15.66±2.05	13.31±2.44
Catechins	10.88±2.05	2.11±0.25	3.41±0.75	61.78±4.11	64.15±4.71

The concentrated solutions of the raw extracts are usually not used for product design and preparation. General approach here is to dilute the concentrated sample in accordance with consumer preferences or design tasks. In order to investigate the changes in antioxidant activity of plant extracts we conducted a series dilution of the concentrated infusions. The concentrated sample has a volume of 2 ml. 1ml was placed into the new Eppendorf vessel and mixed with 1ml MeOH. This diluted sample was diluted again in the same manner. Seven dilutions were conducted for every sample, reducing the concentration of the every next solution by 50%. Figure 7 describe the development of antioxidant activity of plant extracts as a result of dilution (concentration change).

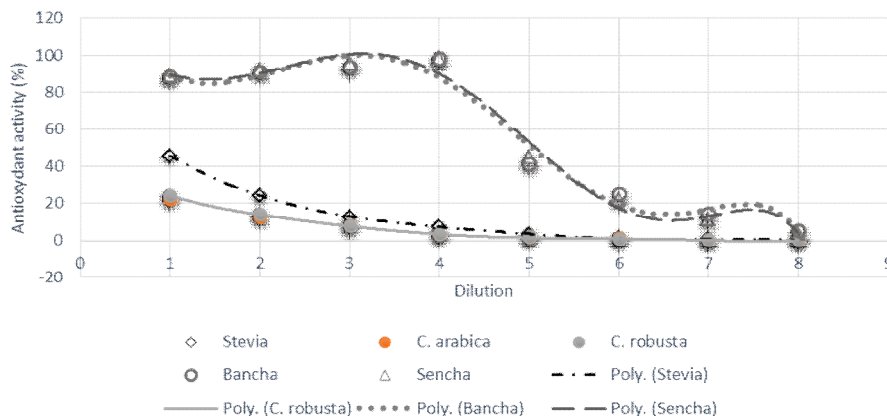


Figure 7. Antioxidant activity along the concentration gradient

The free radical scavenging activity of stevia and green coffee beans extracts decreases as expected with every dilution step. At the same time the antioxidant properties of green teas show untypical development. The maximum value of the free radical scavenging activity is observed during the third and fourth dilution. This development we observed several times. It occurs to plant material with relatively high concentration of polyphenols (teas). On the other hand this development does not correlate with concentration change of phenolic compounds. The concentration of polyphenols during the fourth dilution is just 1/6 of the original concentration. By adding of 25% stevia of the total volume of tea and coffee extracts we attempt to regulate the functional properties of the plant extracts (Figure 8). Supplementing part of the solution with stevia extracts we observe increase in antioxidant profile of the tea and coffee infusions. The functional properties of the plant extracts are diverse. Applying stevia extracts we change at least two of them. We increase the antioxidant properties of the infusions within the dilution series and we change the palatability of the liquid extracts.

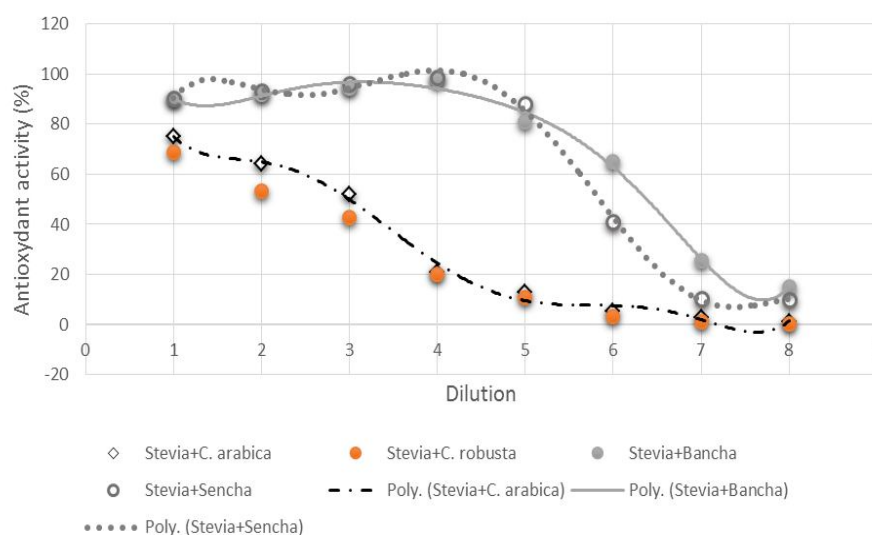


Figure 8. Change in antioxidant activity after mixing with stevia extract 25%:75%

The qualitative and quantitative concentration of phenolic compounds can contribute to various positive health effects including anti-inflammatory activity [3], free radical scavenging and preventing the general oxidative stress [4]. Several medical studies have also confirmed positive effects of green tea extracts in preventing and treating of neurodegenerative diseases [5, 1]. Application of *S. rebaudiana* in the can substantially reduce concentration of sugar in functional food formulations [6]. In many cases the palatability of food products depends on sweetness. Depending on formulation of the product we can substitute at least part of the sugar content without substantially reducing the attractiveness for the consumers. Many recent studies implicate sugar overconsumption to different malicious health effect including obesity, development of *Diabetes mellitus* and cardiovascular disorders [7, 8]. Applying *S. rebaudiana* in functional food formulations can substantially decrease the level of carbohydrate consumption per capita per year.

Conclusions. The mixtures of different plant material with stevia produced extracts of different antioxidant activity. The green teas with the highest antioxidant activity demonstrate non-linear free radical scavenging activity during the dilution series. In combination with *S. rebaudiana* the antioxidant profile in the mixture is improved. The extracts from *Coffea arabica* and *Coffea robusta* possess the lowest antioxidant activity. It can be explained by the low concentration of secondary metabolites in the green beans. The extracts from the green coffee beans can be substantially improved by mixing with *S. rebaudiana*. These results can be used by food industry for formulating sugar free ice-tea products.

REFERENCES

1. Bettuzzi S., Brausi M., Rizzi F., Peracchia G., Corti A. 2006. "Chemoprevention of human prostate cancer by oral administration of green tea catechins in volunteers with high-grade prostate intraepithelial neoplasia: A Preliminary Report from a One-Year Proof-of-Principle Study". American Association for Cancer Research 66 (2): 1234–1240.
2. Shevchenko Y., Wendt A., Smetanska I. 2010. Sprout culture of *Stevia rebaudiana* Bertoni. In: Stevia science, no fiction, Ed. J. Geuns, ISBN: 978-90-742-53079, Euprint Heverlee, pp. 5-26.
3. Soleas G.J., Grass L., Josephy P.D., Goldberg D.M., Diamandis E.P.: A comparison of anticarcinogenic properties of four red wine polyphenols. Clinical Biochemistry (2002) 35: 119-124.
4. Nagao T., Komine Y., Soga S., et al. 2005. "Ingestion of a tea rich in catechins leads to a reduction in body fat and malondialdehyde-modified LDL in men". Am. J. Clin. Nutr. 81 (1): 122–9.
5. Maron D.J., Lu G.P., Cai N.S., et al. 2003. "Cholesterol-lowering effect of a theaflavin-enriched green tea extract: a randomized controlled trial". Arch. Intern. Med. 163 (12): 1448–53.
6. Shevchenko Y., Wendt A., Gutiérrez A., Smetanska I. "Use of Sprout Culture of *Stevia rebaudiana* Bertoni as Amendment in Green Tea Mixtures." In 6th International CIGR Technical Symposium Towards a Sustainable Food Chain, April 18-20, 2011, Nantes, France.
7. Chan P., Tomlinson B., Chen Y., Liu J., Hsieh M., Cheng J., (2000). A double blind placebo-controlled study of the effectiveness and tolerability of oral stevioside in human hypertension. British Journal of Clinical Pharmacology 50, 215–220.
8. Gries F.A., Wiessel K. The role of antioxidants in *Diabetes mellitus* Oxygen radicals and antioxidants in Diabetes. Universimed Verlag. Frankfurt am Main (1993) 144, 147-148.

Material received 01.03.16.

Я. Шевченко¹, М. Килиан², Э. Гросс¹, И. Сметанска¹

¹Хоцюле Вайништефан-Триесдорф қолданбалы ғылымдар университеті,
Вейденбах, Германия

²Хоф қолданбалы ғылымдар университеті, Германия

**STEVIA REBAUDIANA, CAMELLIA SINENSIS СҰЙЫҚ
ЭКСТРАКТТАРЫНЫҢ, КОФЕ ТҮРЛЕРІНІҢ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ
ҚОСПАЛАРЫНЫҢ ФУНКЦИОНАЛДЫҚ ТИІМДІЛІКТЕРІ**

Camelia Sinensis өсімдік затын жинау мен өңдеуге байланысты көк шайдың бірнеше түрі ажыратылады. Оларға шайдың тотығуға қарсы түрлі қасиеттерін түзетін әртүрлі тотығу дәрежелері тән. Сонымен қатар, шай мен дән күйіндегі көк кофенің шикі экстракттарының біріктіргіш қасиеттері де болуы мүмкін. Көк шай (*Camellia Sinensis*) экстракттары мен дәнді көк кофе экстракттары да (*арабика* кофесі мен *робуста* кофесі) тотығуға қарсы қасиеттері мен дәмдік сапасы тұрғысынан функционалдық қасиеттерге ие. Бұл қасиеттер немесе функционалдық мүмкіндіктерді Парагвайлық тәтті дәмі бар *rebaudiana Bertoni* стевиясын қосу арқылы реттеуге болады.

Түйін сөздер: стевия, шай, кофе, қайталама метаболиттер, фенолдар, антиоксиданттар, еркін радикалдар белсенділігі.

Я. Шевченко¹, М. Килиан², Э. Гросс¹, И. Сметанска¹

¹Университет прикладных наук Хоцюле Вайнштефан-Триесдорф,
Вейденбах, Германия

²Университет прикладных наук Хоф, Германия

**ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЭФФЕКТЫ В ЖИДКИХ ЭКСТРАКТАХ
STEVIA REBAUDIANA, CAMELLIA SINENSIS И ВИДОВ КОФЕ
И ИХ СМЕСЕЙ**

В зависимости от сбора и обработки растительного материала *Camelia Sinensis* мы различаем несколько видов зеленого чая. Эти типы имеют различные степени окисления, которые формируют различные антиокислительные свойства чая. В то же время, сырые экстракты чая и зеленого кофе в зернах могут обладать вяжущими свойствами, особенно для многих европейских потребителей. Экстракты зеленого чая (*Camellia Sinensis*) и зеленые экстракты кофе в зернах (кофе *арабика* и кофе *робуста*) также обладают определенной функциональностью с точки зрения антиоксидантных свойств и вкусовых качеств. Эти свойства или функциональные возможности могут регулироваться путем добавления стевии *rebaudiana Bertoni*, сладкой на вкус травы из Парагвая.

Ключевые слова: стевия, чай, кофе, вторичные метаболиты, фенолы, антиоксиданты, активность свободных радикалов.

UDC 664.681

M. Kilian¹, S. Stankowski², E. Groß³, I. Smetanska³¹University of Applied Sciences Hof, Germany²West Pomeranian University for Technology Szczecin, Szczecin, Polen³University of Applied Sciences Weihenstephan-Triesdorf, Weidenbach, Germany**PRODUCT DESIGN IN THE DEVELOPMENT OF RECIPES OF GLUTEN-FREE AND SUGAR-REDUCED BAKERY PRODUCTS**

The nutritional and optical properties of the products, as well as calorificity and production costs are investigated. In order to design an optimal product we have provided multi-factorial scheme of experiment and combined all the ingredients together in different variations. A recipe for muffins without wheat and without sugar is developed. This product can provide a healthy alternative to traditional pastries for the consumers with food intolerances. The alternative to wheat flour was buckwheat and instead of sugar erythritol has been taken.

Keywords: gluten-free, sugar-reduced, muffins, wheat, buckwheat, erythritol, bakery products.

Introduction

Food intolerances have increased considerably in recent years. Around 50-80 percent of the population is nowadays affected. One possible explanation is that a number of intolerances as to sugar, fructose, gluten, incompatibilities are caused by the so-called "modern diet". The high sugar content, presence of some non-typical for the local products metabolites in non-seasonal fruits and vegetables as well as de novo synthesized metabolites in new varieties can be an explanation for the explosive appearance of food intolerances. Another actual case is gluten intolerance. In order to metabolize this wheat protein, numerous enzymes and transport systems are needed. If one of the links in this sophisticated chain is missing, consumers suffer on gluten intolerance of coeliac disease.

Therefore, the goal of this research work was to develop a recipe for muffins without wheat and without sugar. This product can provide a healthy alternative to traditional pastries for the consumers with food intolerances. The alternative to wheat flour was buckwheat and instead of sugar erythritol has been taken.

Literature review

Gluten (from Latin *gluten*, "glue") is a mixture of proteins found in wheat and related grains, including barley and rye. Gluten gives elasticity to dough, helping it rise and keep its shape and often gives the final product chewy texture. Gluten is the composite of two storage proteins, gliadin and a glutenin, and is conjoined with starch in the endosperm of grass-related grains. The most common form of gluten intolerance is celiac disease [1]. Gliadin is the generally accepted factor causing the celiac disease [2]. Globally celiac disease affects between 1 in 100 and 1 in 170 people; rates do, however, vary between different regions of the world from as few as 1 in 300 to as many as 1 in 40 [3]. In Africa and the Caribbean, as well as China and Japan the quantity of people with gluten intolerance is lower. The alternative to consuming wheat products can be the substitution with some other cereals. However, this will lead to losing of gases from doughs and therefore worsen of porousness. The cereals like rye, oat, barley

and pseudo-cereals like buckwheat cannot be used for baking without improvers [4]. Therefore we have concentrated on buckwheat (*Fagopyrusesculentum*). It is annual plant which produces seeds similar in biochemical composition to grain seeds [5]. As compared to wheat and rye, it possesses higher protein, crude fiber and mineral contents and therefore has higher nutritional valuable. Because of the absence of gluten, it can be suitable for consumers with celiac disease [2]. Buckwheat has especially high lysine content, almost twice as high than that of wheat [6] (Table 1).

Table 1

Amino acid content in wheat and buckwheat

Amino acids	Buckwheat	Wheat
Isoleucine	3,8	4,4
Leucine	6,4	6,8
Lysine	5,8	2,9
Methionine + Cysteine	4,1	4,3
Phenylalanine +Tyrosine	6,9	8,8
Threonine	3,9	3,2
Tryptophan	1,4	1,3
Valine	5,1	4,8

Buckwheat is one of the most mineral-rich cereals. It has a high content of potassium and low sodium content and belongs to the cereals with very low fat content; even it contains unsaturated fatty acids. Buckwheat possesses high amount of riboflavin, thiamine, and tocopherol [6].

The consumption of sweets has increased significantly in recent years. The per capita consumption of confectionery tends to increase in all product groups. Thus in 2013 the per capita consumption of sweet bakery products in Germany reached 7.14 kg per capita [7].

The sugar consumption continues to increase, and thus increases the risk of developing diabetes, obesity and other sugar-related diseases. Therefore, WHO recommends taking no more than 10% of the daily energy needs in the form of sugar [8].

Erythritol is a sugar alcohol that occurs naturally in small amounts in some types of fruit, mushrooms and fermented foods such as soy and wine. The sweetening power or erythritol is equivalent to 60% of sugar, and has a lower laxative effect and no calories, in contrast to other sugar alcohols. Visually, erythritol can hardly be distinguished from sugar. It has crystalline consistency and also correspondent taste of sugar. Furthermore erythritol has a very strong cooling effect. Erythritol can to 90-95% be absorbed in the small intestine, then not metabolized but excreted unchanged by the kidney [9].

By the replacement of sucrose based on sugar alcohols, it may be possible to save calories in baked goods and thus prevent obesity [10]. Erythritol contains 0.2 kcal / g and is the sugar alcohol with lowest calories.

Nowadays gluten-free baked goods are produced, but not with non-sugar sweeteners. Therefore, the task of this research work was developing a recipe for baked goods with buckwheat instead of wheat flour and with erythritol instead of sugar.

Material and Methods

Experiment Design

The initial product Muffin 1 consists of wheat flour, sugar, cooking oil and baking soda. This recipe is the basic one. The other plots have modified recipes, where wheat flour and sugar are replaced by buckwheat flour and erythritol. The final product called as Muffin 6, consist of buckwheat flour and sweetener. In order to achieve a multifactorial function, the respective ingredients were replaced or combined with each other. Thus, the intermediates plots were called as Muffin 2, 3, 4, and 5. Muffin 3 and 4 resulted from the combination of 50 % buckwheat and 50 % wheat flour. In the development of gluten-free, sugar-reduced bakery products we have selected the following variants:

1. Muffin 1(control): wheat flour and sugar
2. Muffin 2: wheat flour and erythritol
3. Muffin 3: wheat + buckwheat flour and sugar
4. Muffin 4: wheat flour + buckwheat flour and erythritol
5. Muffin 5: buckwheat flour and sugar
6. Muffin 6: buckwheat flour and erythritol.

In the production of muffins all the ingredients were weighed separately and then placed in a bowl and stirred into a homogeneous mass. The time of stirring and the color of dough depending on the sugar and wheat flour content. After the leaving the dough to stand rest, the Cupcake-Maker has been greased with cooking oil and the dough was given then in. The baking process was dependent on the sort of muffins, five minutes for wheat-sugar and ten minutes for buckwheat-erythriol muffins.

Evaluation criteria of muffin quality

One of the important criteria by the estimation of quality of baked goods is overall impression. The high quality for gluten-free, low-sugar muffins means, the taste and texture of these muffins seem for consumers to be very similar to muffins with sugar and wheat.

Caloric value

Muffins with buckwheat flour have higher caloric index as muffins from what flour, because of the higher content of fat in buckwheat. Through substitution of sugar with alternative sweeteners, the caloric value was reduced. The energy value of muffins was calculated through the summarizing of energy values of ingredients, indicated by the producers and given as packaging information. Calories were calculated for one muffin.

Cost calculations

The calculation of product costs gave the possibility to compare different the products made with gluten-free flour and sweetened with erythritol. The purchase price of the ingredients was used and adapted to one muffin.

Results

Color of dough and muffins

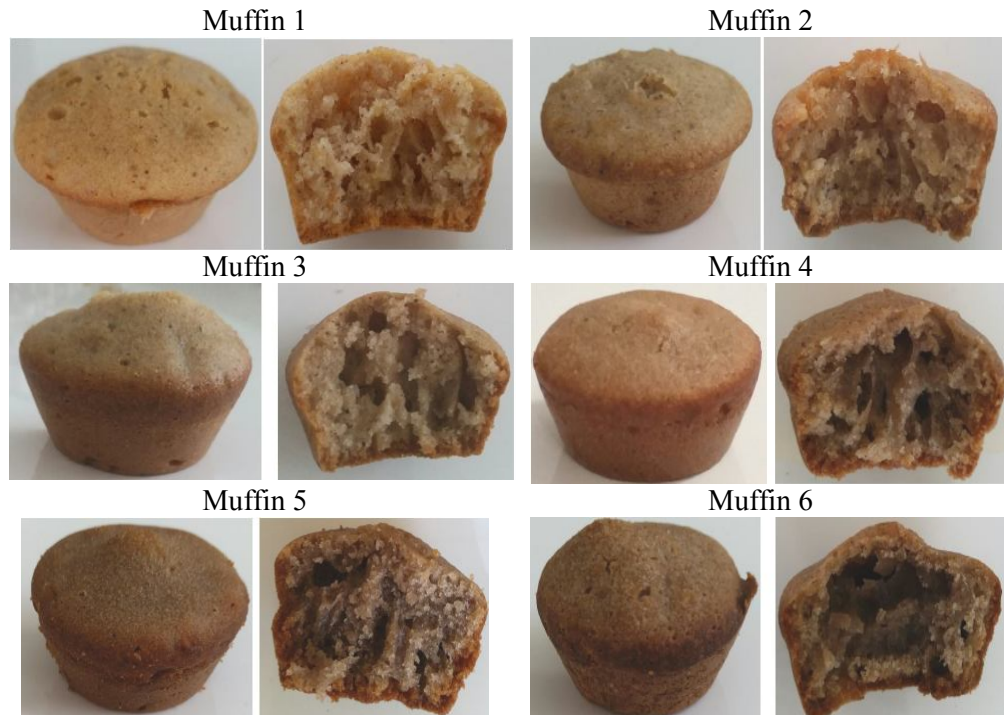
The difference in color can be explain by the fact, that buckwheat flour has a brownish color and presence of sugar causes the appearance of brown caramel color by baking (Figure 1). The sugar-sweetened muffins were brighter, thicker, and had soft crust characteristics as compared to the muffins sweetened with erythritol.

Dough consistency

Muffin 6 consisted of buckwheat flour and was gluten-free. The dough had a pulpy, lubricating consistency. This can be explained by the strong water-binding properties of book wheat flour.

Stirring time

The doughs with sugar needed stirring time five minutes, when doughs with erythritol needed ten minutes. It can be explained by the fact that erythritol is poorly water soluble and it took longer to make a homogeneous mass.



Muffin 1 (control): wheat flour and sugar; Muffin 2: wheat flour and erythritol; Muffin 3: wheat + buckwheat flour and sugar; Muffin 4: wheat flour + buckwheat flour and erythritol; Muffin 5: buckwheat flour and sugar; Muffin 6: buckwheat flour and erythritol.

Figure 1. Muffins with wheat and buckwheat flour, with sugar and erythritol

Gas formation

Wheat flour doughs have the most pores. However, a lower gas formation was observed when erythritol was associated with wheat flour. The smallest pore formation was observed in the final product, since this firstly contained no gluten and had been sweetened with erythritol.

Dough long fermentation time

The sugar-sweetened doughs had a dough resting time of 15 to 20 minutes, while doughs sweetened with erythritol needed due to lower gassing at least 30 minutes.

Baking time

Depending on the type of dough the baking process took 20-30 minutes. The sugar-sweetened doughs were through after 20 minutes, but a little light, which is why they were baked for five minutes. The sweetened with erythritol doughs were after 20 minutes still raw, after 25 minutes they got proper consistency and after 30 minutes proper color. The sweetened with erythritol muffins had after cooling hardened crust as compared to muffins with sugar.

Nutritional value of muffins

Nutritional value of muffins is compared in Table 2. The highest caloric value was calculated for muffin 5 with 72.35 kcal / muffin. It can be explained through using of high-caloric ingredients as buckwheat flour and sugar. Almost the same values provided muffins 1 and 3. The combination of wheat and buckwheat flour and sugar brought to calorie content of 71.78 kcal / muffin. Muffin 1 (control), which consisted of wheat flour and sugar had 71, 21 kcal / muffin. In contrast, the muffins 2, 4 and 6 showed lower calorie values. The lowest calorie had muffin 2, consisted of wheat flour and erythritol with 57.56 kcal / muffin. The caloric values of muffins 4 and 6 were slightly higher. Muffin 4, sweetened with erythritol and consisted of the mixture of buckwheat and wheat flour provided 58, 13 kcal / muffin. Muffin 6, which is consisted of buckwheat flour and erythritol had 58.70 kcal / muffin.

Table 2

Muffin	Recipes per muffin					
	1	2	3	4	5	6
Wheat flour, g	6,30	6,30	3,15	3,15		
Buckwheat flour, g			3.15	3.15	6,30	6,30
Sugar, g	3,37		3,37		3,37	
Erythritol, g		4,48		4,48		4,48
Calories, kcal	71,21	57,56	71,78	58,13	72,35	58,70
Kosts, €	0,0169	0,0890	0,0366	0,1807	0,0563	0,1284

The sugar-sweetened muffins 1, 3 and 5 had significantly higher proportion of carbohydrates as compared to erythritol-sweetened muffins 2, 4 and 6.

The energy content of each muffin is not only dependent on sugar, but also varied due to selected flour. Muffins sweetened with the sugar alcohol erythritol showed significantly lower calories values as compared to muffins with sucrose. This can be explained by the fact that carbohydrates are metabolized by the body, which leads to increasing blood glucose level and insulin secretion. Erythritol, however, has no calories and therefore cannot be metabolized. Hence the blood glucose level does not rise and the subsequent insulin secretion does not take place.

Costs analysis

To compare the cost of each muffin, the total costs that resulted from the costs of the ingredients were compared. The total costs are calculated per muffin and expressed in Euro. The comparison of the costs showed significant differences (Table 2). Muffins 1, 3 and 5 had the lowest total costs as compared to muffins 2, 4 and 6.

Muffin 1, which was also the control and consisted of wheat flour and sugar was characterized with the lowest costs as 0.0169 € / muffin. Muffin 3, from wheat and buckwheat flour and sugar costed 0.0366 € and muffin 5 from buckwheat flour and sugar 0.0563 € per muffin.

Muffins 2, 4 and 6 showed increased costs. They reached 0.0890 € for muffin 2 (wheat flour and erythritol), 0.1087 € for muffin 4 (wheat flour, buckwheat flour and erythritol) and 0.1284 € for muffin 6 (buckwheat flour and erythritol).

Therefore, muffin 6, which defines the final product, is the most expensive one. The cheapest option of sweetening is the use of sugar. Therefore, the use alternative sweeteners, in this case erythritol, are in terms of costs negative. In

addition, the costs for wheat and buckwheat flour show also significant difference. This results in a high cost level for products with buckwheat flour and sugar alcohol erythritol.

Conclusions

Muffin, made of wheat flour and sugar, had the best optical properties, closely followed by muffin, consisted of wheat and buckwheat flour and sugar and muffin from buckwheat flour and sugar. Muffins with erythritol instead of sugar are visually less attractive for consumers as muffins with sugar. The explanation is that erythritol cannot interact with wheat flour and therefore the water binding capacity of doughs with erythritol is considerably reduced. This leads to surface hardening after cooling. Sugar as an ingredient influences the appearance of the product more as the flour.

Muffin 6 from buckwheat with erythritol has better visual appearance as buckwheat and sugar.

Muffins from buckwheat flour are more health beneficial, even if they show higher energy content than the baked goods made of wheat flour.

Muffins with erythritol are more expensive as these with sugar. However, consumers are willing to pay more for the products with sugar substitutes.

There are already gluten-free baked goods on the market, but so far no sugar substitutes. Consumers eat mainly the products that they know. However, this may change when incompatibilities occur and consumers should look for gluten-free and sugar-free alternatives. Not only the number of gluten-intolerant people is increasing, but also fructose intolerance is diagnosed more frequently. For these reasons, food industry has to develop the recipes and technologies for production of gluten-free and sugar-reduced bakery products.

REFERENCES

1. Fasano A. 2001. Current Approaches to Diagnosis and Treatment of Celiac Disease. *An Evolving Spectrum*, 120, 636-651.
2. Vogelreuter A. 2012. *Nahrungsmittelunverträglichkeiten. Lactose - Fructose - Histamin - Gluten*. Stuttgart: Wiss. Verl.-Ges. ISBN 978-3-8047-2938-4.
3. Szajewska H., Mearin S.R., Koninckx C.R., Catassi C., Domellöf M., Fewtrell M., Husby S., Papadopoulou A., Vandenplas Y., Castillejo G., Kolacek S., Koletzko S., Korponay-Szabó I., Lionetti E., Polanco I., Troncone R. 2016. Gluten Introduction and the Risk of Coeliac Disease. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition* 1: 24-36, DOI: 10.1097/MPG.0000000000001105.
4. Payne P, Corfield K, Holt L, Blackman J. 1981. Correlations between the inheritance of certain high molecular weight subunits of glutenin and bread making quality in progenies of six crosses of bread wheat. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 32, 51-60.
5. Kishore G, Gupta S, Pandey A. 2012. Assessment of population genetic diversity of *Fagopyrum tataricum* using SSR molecular marker. *Biochemical Systematics and Ecology* 2: 34-42.
6. Tahir I., Farooq S. 1985. Grain composition in some buck wheat cultivars (*Fagopyrum* spp.) with particular reference to protein fractions. *Plant Foods for Human Nutrition* 2: 153-158. Virta L, Kaukinen K., Collin P. 2009. Incidence and prevalence of diagnosed celiac disease in Finland. Results of effective case finding in adults. *Scand. J. Gastroenterol*, (44), 933-938.

7. Mitchell H. 2007. Sugar alternatives in Food Technology. Blackwell publishing.
8. Boss-Teichmann C. 2014. Achtung, Zucker! Welche Alternativen es gibt und wie es trotzdem schmeckt. Düsseldorf: Verbraucher-Zentrale NRW. ISBN 978-3-86336-406-9.
9. Baudier K, Kaschock-Marenda S, Patel N, Diangelus K, O'Donnell S, Marenda D. 2014. Erythritol, a non-nutritive sugar alcohol sweetener and the main component of truvia. *PLoS ONE*, Vol 9.
10. Grembecka M. 2015. Erratum to: Sugar alcohols-theirrole in the modern world of sweeteners: a review. *European Food Research and Technology* 241(1) 25-37.

Material received 01.03.16.

М. Килян¹, С. Станковски², Э. Гросс³, И. Сметанска³

¹Хоф қолданбалы ғылымдар университеті, Германия

²Щецин Батыс Померания технология университеті, Щецин, Польша

³Вайништефан-Триесдорф қолданбалы ғылымдар университеті,
Вейденбах, Германия

ГЛЮТЕНСІЗ ЖӘНЕ ҚАНТЫ АЗАЙТЫЛҒАН НАН ӨНІМДЕРІНІҢ РЕЦЕПТУРАЛАРЫН ДАЙЫНДАУ КЕЗІНДЕ ӨНІМ ЖАСАУ

Нан өнімдерінің, атап айтқанда кекстерді зерттеу нәтижелері келтірілген. Бидайсыз және қантсыз кекстер рецептісі дайындалған. Бұл өнім тағам қорыта алмау ерекшеліктері бар тұтынушылар үшін дәстүрлі нан тағамдарының орнына балама бола алады. Бидай ұнының баламасы ретінде қарақұмық, ал қант орнына эритрит пайдаланылған.

Түйін сөздер: глютенсіз, қанты азайтылған, кекстер, бидай, қарақұмық, эритрит, нан өнімдері.

М. Килян¹, С. Станковски², Э. Гросс³, И. Сметанска³

¹Университет прикладных наук Хоф, Германия

²Технологический университет Западной Померании, Щецин, Польша

³Университет прикладных наук Вайништефан-Триесдорф,
Вейденбах, Германия

СОЗДАНИЕ ПРОДУКТА В РАЗРАБОТКЕ РЕЦЕПТУР БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ И МАЛОСАХАРЕННЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Приведены результаты исследований хлебобулочных изделий, а именно кексов. Разработан рецепт кексов без пшеницы и без сахара. Данный продукт может обеспечить здоровую альтернативу традиционным выпечкам для потребителей, страдающих пищевой непереносимостью. Альтернативой пшеничной муке принята гречка, вместо сахара использован эритрит.

Ключевые слова: безглютеновый, малосахаренный, кексы, пшеница, гречиха, эритрит, хлебобулочные изделия.

УДК 664.07

Н.О. Онгарбаева¹, К.К. Жанабаева², Ж.К. Нургожина³

¹Д-р техн. наук, профессор, ²PhD докторант, ³Магистр
Алматинский технологический университет, г. Алматы, Республика Казахстан
Электронная почта: o.nurlaim@mail.ru, karoline-91@mail.ru, juldyz_900@mail.ru

ВЛИЯНИЕ КРУПНОСТИ ПОМОЛА ТРИТИКАЛЕВОЙ МУКИ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ САХАРНОГО ПЕЧЕНЬЯ

В статье представлены результаты исследования по изучению влияния крупности муки на качество сахарного печенья с использованием тритикалевой муки. Приведены данные по органолептическим и физико-химическим показателям качества готовых изделий. Показана возможность использования тритикалевой муки в производстве сахарного печенья.

Ключевые слова: мука, тритикале, сахарное печенье, крупность, помол.

На сегодняшний день очень большое внимание потребителями уделяется качеству выпускаемой продукции. От качества зависит успешное продвижение продукта на потребительском рынке и его способность конкурировать с аналогичными товарами.

Мука является ценным пищевым продуктом размола зерна. Она составляет основу питания населения всех стран мира. Используется мука для производства большого ассортимента хлебобулочных, кондитерских и макаронных изделий. Она является продуктом первой необходимости, а от ее качества зависит качество выпускаемой готовой продукции в том числе мучных кондитерских изделий.

За рубежом и в некоторых странах СНГ все более широкое использование находит мука из тритикале, которая может применяться и с другими видами муки. Применение тритикалевой муки позволяет расширить сырьевую базу, ассортимент изделий, обогащенных жизненно важными веществами, белком, незаменимыми аминокислотами, витаминами, минеральными веществами [1, 2, 3].

Анализ многочисленных исследований показал, что мука тритикале отличается повышенным содержанием белка с улучшенным аминокислотным составом, в ней содержится мало клейковины низкого качества, а свойства слабого теста близки к свойствам теста муки мягкой пшеницы. Из тритикалевой муки можно изготавливать сахарное печенье. Однако коэффициент расширения и зернистость верхней поверхности этих изделий, приготовленных из муки мягкой красной озимой пшеницы, выше, чем у изделий из тритикалевой муки [3, 4].

Цель данного исследования заключалась в изучении влияния крупности помола тритикалевой муки на физико-химические показатели сахарного печенья. Для проведения исследования были отобраны из тритикалевой муки образцы различной крупности помола. При проведении экспериментов использовали общепринятые органолептические и физико-химические методы исследований свойств сырья и готовых изделий. В лабораторных условиях проведены эксперименты по оценке показателей качества исследуемых образцов муки. В муке определяли следующие показатели:

запах, вкус, цвет, хруст, влажность, зольность, крупность, количество и качество клейковины, зараженность (табл. 1). Анализ качества муки проводили согласно требованиям, приведенным в ГОСТ «Мука и отруби. Методы испытания».

Таблица 1

Показателей качества исследуемых образцов муки

№ образца	Влажность, %	Зольность, %	Крупность				Клейковина,		Средний размер частиц, мкм
			остаток на сите		проход сита		%	ИДК	
			№	%, не более	№	%, не менее			
1	15,0	0,72	0,46	7	38	75	32,4	104	40
2	15,4	0,88	0,46	5	38	45	31,5	105	110

Данные таблицы 1 показывают, что белки муки из тритикале образуют клейковину, доля которой такая же или несколько больше, чем в пшеничной. По качеству клейковина муки тритикале значительно уступает пшеничной и является слабой. Критерий качества ее на приборе ИДК составил 104-105 единиц прибора. Вероятно, одной из причин такой слабой клейковины муки тритикале является повышенная активность протеолитических ферментов. Зольность муки исследуемых образцов №1 и №2 составила соответственно 0,72 и 0,88%.

Крупность помола муки определяли по ГОСТ 27560 - 87 просеиванием на лабораторном рассеве навески массой 50 г. Остаток на верхнем сите характеризует наличие в муке крупных частиц, а проход через нижнее сито – наличие мелких частиц. Крупность муки исследуемых образцов №1 и №2, характеризующиеся сходом проходом сит из шелковой ткани №27, 38 соответственно составила 7-75; 5-45%.

Крупность муки влияет на скорость протекания различных процессов в тесте. Она имеет большое значение в хлебопекарном деле, т.к. от неё зависит выход и качество выпеченных изделий.

Известно существует связь между размерами частиц муки и способностью последней поглощать воду. Чем тоньше помол (т.е. чем меньше в среднем размер частиц), тем скорее протекает процесс гидратации муки и тем быстрее тесто превращается в пластичную массу [5].

Средний размер частиц муки исследуемых образцов рассчитывали по величине удельной поверхности муки, определяемой на приборе ПСХ-4.

При оценке органолептических показателей исследуемых образцов установлено, что тритикалевая мука имеет сладковатый вкус. Запах муки приятный, цвет более яркий, желтоватый оттенок по сравнению с пшеничной. Зараженность не обнаружена.

Влажность определяли методом высушивания двух навесок массой по 5 г в электросушильном шкафу СЭШ-1 или СЭШ-3м при температуре 130°C в течение 40 мин.

Таким образом мука из тритикале, ввиду специфического свойства клейковины является отличным сырьем для сахарного печенья, что позволяет получать готовые изделия более высокого качества, чем из пшеничной муки.

Для приготовления сахарного печенья из тритикалевой муки (за основу была принята рецептура сахарного печенья из пшеничной муки)

использованы следующие виды сырья: мука тритикалевая, сахар-песок, маргарин, желтки яиц, сода в следующем их соотношениях (табл. 2):

Таблица 2

Соотношения сырья

№	Наименование сырья	Нормы расхода, г
1	Тритикалевая мука	600
2	Сахар - песок	200
3	Маргарин	250
3	Яйцо, шт	2
4	Соль поваренная пищевая	10
5	Гирокарбонат натрия	10

Для проведения лабораторных экспериментов выпекали печенье из исследуемых сортов тритикалевой муки в соответствии с требованиями приготовления сахарного печенья, качество которой оценивали по органолептическим и физико-химическим показателям печенья (табл. 3).

Таблица 3

Физико-химические показатели качества печенья из тритикалевой муки

№ образца	Показатели качества		
	Массовая доля влаги, %	Намокаемость, %	Щелочность, град
1	3,6	156	0,9
2	3,8	136	1,2

В ходе исследования было выявлено, что массовая доля влаги в готовых изделиях была в пределах требований стандарта на данный вид продукции. В ходе определения щелочности, было установлено, что печенье образцов тритикалевой муки №1 и №2 соответствуют нормам, установленным ГОСТ 24901-89.

Показатель намокаемости печенья образца №1 со средним частицами муки 40 мкм составило 156%. Намокаемость печенья тритикалевой муки со средним размером частиц 130 мкм составило 138%. Определив намокаемость печенья, можно сделать вывод, что образец печенья №2 не соответствует требованиям ГОСТ 24901-89 по данному показателю. Имеет отклонение от нормы – 14. Такой результат свидетельствует о том, что данный образец печенья обладает низкой пористостью и высокой твердостью. Печенья образца №1 соответствуют норме. Показатель намокаемости характеризует пористость печенья, его твердость и влияет на консистенцию печенья (рассыпчатость).

В результате проведения органолептической оценки качества сахарного печенья, приготовленные из тритикалевой муки, было установлено соответствие установленным требованиям стандарта: имели приятный вкус, аромат, привлекательный внешний вид. Образцы печенья не имели дефектов.

Таким образом, применение в производстве сахарного печенья тритикалевой муки с учетом ее крупности позволяет расширить ассортимент мучных кондитерских изделий, с прекрасным внешним видом и приятным послевкусием, высокой пищевой ценностью готовых изделий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корячкина, С.Я. Новые виды мучных и кондитерских изделий. Научные основы, технологии, рецептуры [Текст] / С.Я. Корячкина. – Орел: Труд, 2006. – 480 с.
2. Матвеева, И.В. Амарантовая мука в качестве сырья для производства безглютеновых мучных кондитерских изделий [Текст] / И.В. Матвеева, В.В. Нестеренко, С.О. Смирнов // Хлебопродукты. – 2012. – №11. – С. 48-50.
3. Апет, Т.К. Справочник технолога кондитерского производства [Текст] / Т.К. Апет, З.Н. Пашук. – СПб: ГИОРД, 2004. – 560 с.
4. Драгилев, А.И. Основы кондитерского производства [Текст] / А.И. Драгилев, Г.А. Маршалкин. – М.: ДеЛиПринт, 2005. – 532 с.
5. Codex-Alimentarius 1981:118 Codex standart for Gluten-Free Foods / WHO Food Standards Programme. WHO, 1981. 203 p.

Материал поступил в редакцию 15.02.16.

Н.О. Оңғарбаева, К.К. Жанабаева, Ж.К. Нургожина

Алматы технологиялық университеті, Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы

**ТРИТИКАЛЕ ҰНЫНЫҢ ҰНТАҚТАУ ІРІЛІГІНІҢ ҚАНТТЫ
ПЕЧЕНЬЕСІНІҢ ФИЗИКО-ХИМИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІНЕ
ӘСЕР ЕТУІ**

Мақалада тритикале ұнының ұнтақтау ірілігі қантты печеньеесінің физико-химиялық көрсеткіштеріне әсер ету зерттеулерінің нәтижелері көрсетілген. Дайын өнімдердің органолептикалық және физико-химиялық көрсеткіштерін зерттеу нәтижелелері келтірілген. Қантты печеньеені өндіргенде тритикале ұнын қолдану мүмкіндіктері көрсетілген.

Түйін сөздер: ұн, тритикале, қантты печенье, ірілігі, ұнтақтау.

N.O. Ongarbayeva, K.K. Zhanabayeva, Zh.K. Nurgozhina

Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan

**INFLUENCE OF FINENESS OF THE GRINDING OF TRITICALE FLOUR
ON PHYSICAL AND CHEMICAL INDICATORS OF SUGAR COOKIES**

This article considers results of research on studying influence of fineness of flour on quality of sugar cookies with use of triticale flour. Data on organoleptic and physical and chemical indicators of quality of finished products are provided. Possibility of use of triticale flour in production of sugar cookies is shown.

Keywords: flour, triticale, sugar cookies, fineness, grinding.

УДК 636.085.55.02

А.К. Кекибаева¹, Г.И. Байгазиева², А.Г. Сатвалдинова³¹Магистр, ст. преподаватель, ²Канд. биол. наук, доцент,³Канд. техн. наук, и.о. доцента

Алматинский технологический университет, г. Алматы, Республика Казахстан

¹Электронная почта: anara_06061983@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИВНОЙ ДРОБИНЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОРМОВ

В работе изучены свойства пивной дробины и возможность использования его в производстве кормопродуктов, как основного вида сырья. Комплексный анализ полученных экспериментальных данных свидетельствует о том, что пивная дробина является высокобелковым продуктом (содержание белка достигает 21,3%, белок дробины включает все незаменимые аминокислоты), содержит большое количество углеводов (до 51,9%), содержание жира – до 10,5%, а жирнокислотный состав липидов показывает, что они обладают высокой биологической эффективностью.

Ключевые слова: пивная дробина, кормопроизводство, аминокислотный корм, жирнокислотный состав, пищевая безопасность.

Президентом Республики Н.А. Назарбаевым в послании народу Казахстана от 14 декабря 2012 года сказано, что мы имеем большой потенциал для создания кормовой базы животноводства мирового уровня [1]. В связи с этим, в настоящее время разработка технологий по созданию новых видов кормов для сельского хозяйства является актуальным.

Отходы пищевого производства - это важная составляющая часть сырьевой базы животноводства. Сегодня сложилась ситуация, когда объемы этих отходов можно сопоставить с объемами исходного сырья, что позволяет получать полноценные корма с минимальными затратами на их производство и решать проблемы экологии, которые возникают при их утилизации [2].

Сегодня состояние пищевой перерабатывающей промышленности Казахстана требует комплексного решения вопросов утилизации отходов, в том числе и пивоваренных производств. Эти отходы являются ценным кормовым продуктом, однако, быстро разлагаясь, становятся непригодными для дальнейшего использования. Поэтому переработка основных отходов пивоваренного производства является важной задачей для обеспечения кормовой базы сельскохозяйственного комплекса и предотвращения загрязнения окружающей среды, а также поиска дополнительных источников белка в виде новых кормовых продуктов. Применение же их позволило бы повысить биологическую ценность и продуктивность действия комбикормов, а также эффективность их использования в рационе сельскохозяйственных животных. Поэтому целесообразным является исследование состава пивной дробины для дальнейшего использования в кормовой промышленности.

В настоящее время разработка новых ресурсосберегающих технологий, позволяющих повышать эффективность кормопроизводства с получением недорогих высокобелковых видов кормов является актуальной задачей.

В связи с этим перспективным является применение основного вторичного продукта пивоваренной промышленности – пивной дробины,

которая служит источником белка, витаминов, ряда макро-и микроэлементов [3].

Пивная дробина состоит в основном из дробленых зернопродуктов, оставшихся после фильтрования затора, имеет высокую усвояемость.

Главной составной частью каждого живого тела являются белки. Жизнь животных неразрывно связана с образованием и распадом белковых веществ в организме. Для того чтобы образовать белки своего тела, а также молока, животное должно получать необходимое количество белков в составе рациона. Белки кормов, называемые иначе протеинами, содержат в своем составе и пивная дробина. Исследованы физико-химические показатели качества пивной дробины (табл. 1).

Таблица 1

Физико-химические показатели качества пивной дробины

№	Наименование показателя	Количество, %
1	Массовая доля белка	21,3±2,3
2	Массовая доля жира	10,6±1,8
3	Массовая доля углеводов	51,9±2,8
4	Влажность	10,57±1,7
5	Содержание золы	4,73±0,9
6	Массовая доля сухих веществ	89,43±5,6

Растительные белки содержатся в значительных количествах в зерновых и бобовых культурах. На рисунке 1 приведена сравнительная характеристика содержания белка в техническом сырье часто встречающемся в рационах сельскохозяйственных животных [4].

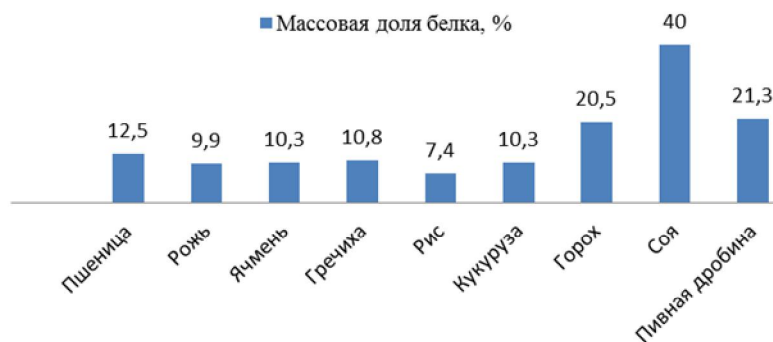


Рис. 1. Содержание белка в растительном сырье

Как видно из рисунка 1, наивысшее содержание белка приходится на долю бобовой культуры сои, в семенах которой содержится до 40% белка, но кроме того, в семенах сои содержатся также нежелательные и токсичные вещества, что исключает их использование не только в пищевых продуктах, но и в кормах. Применение семян сои для пищевых целей становится возможным только после специальной технологической обработки [4].

Анализируя данные таблицы 1 и рисунка 1, можно сделать вывод, что пивная дробина содержит в 1,3 раза больше белка, чем рожь, кукуруза и в 1,7 раза больше, чем рис и ее можно использовать в сухом виде без

предварительной обработки. Следовательно, пивную дробину можно считать доступным высокобелковым компонентом при производстве ЗЦМ.

Следующим этапом исследований являлось определение содержания белка в пивной дробине и его полноценности, которая характеризуется аминокислотным составом. Аминокислотный состав и аминокислотный скор белков пивной дробины представлен в таблице 2.

Таблица 2

Аминокислотный скор белков сухой пивной дробины

Аминокислота	По шкале ФАО/ВОЗ		Пивная дробина	
	А	С	А	С
Незаменимые аминокислоты				
Валин	5,0	100	5,22	104,0
Изолейцин	4,0	100	3,70	95,0
Лейцин	7,0	100	7,42	105,8
Лизин	5,5	100	2,65	47,3
Метионин+Цистин*	3,5	100	3,55	101,1
Триптофан	1,0	100	2,00	200,0
Фенилаланин+Тирозин*	6,0	100	8,12	136,2
Треонин	4,0	100	3,58	89,5
Сумма незаменимых аминокислот	36,0	100	36,24	-
Заменимые аминокислоты				
Аспарагиновая кислота			7,00	
Глутаминовая кислота			20,54	
Серин			3,82	
Глицин			4,15	
Аланин			4,98	
Гистидин			2,45	
Пролин			15,78	
Аргинин			4,50	
Сумма заменимых аминокислот			63,22	
Сумма аминокислот			99,46	
Лимитирующая аминокислота, лизин			47,30	
<p>А – содержание аминокислоты (г/100 г белка); С – химический скор (%) относительно шкалы ФАО/ВОЗ (1973). *Потребность организма в метионине удовлетворяется на 80-89% заменимой аминокислотой цистином, а в фенилаланине – на 70-75% заменимой аминокислотой тирозином, поэтому данные аминокислоты оцениваются в сумме</p>				

Особое внимание при анализе уделялось содержанию НЗАК, обуславливающих биологическую ценность белков. Как следует из таблицы 2, наибольшее количество среди НЗАК приходится на долю фенилаланина и тирозина (8,11 г / 100 г).

Максимальное количество заменимых аминокислот приходится на долю глутаминовой кислоты – 20,54 г, что составляет 32,5% от всех

заменимых аминокислот, на втором месте находится аминокислота пролин – 15,78 г. Наименьшее количество в этом продукте гистидина (2,45 г).

Следует отметить, что ни один из злаковых культур не может обеспечить полноценное питание из-за низкого содержания некоторых аминокислот, в том числе лизина. По данным ФАО/ВОЗ оптимальное, т.е. соответствующее физиологическим потребностям, содержание лизина в белке должно составлять 5,5 на 100 г белка, в пивной дробине его содержится 2,65 г на 100 г белка, что позволяет говорить о данной аминокислоте как лимитирующей. Второй лимитирующей аминокислотой является треонин. Результаты исследований показывают, что белок дробины содержит все незаменимые аминокислоты, в том числе и лимитирующие.

Биологическая эффективность пищевого сырья характеризуется качественным составом жирных кислот, из которых большое значение имеют полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), придающие продуктам, изготовленным на их основе, лечебно-профилактические свойства [5]. Вследствие природной гидрофобности липидов при фильтрации пивного сула и выщелачивании осадка значительная их часть остается в пивной дробине [6]. Состав жирных кислот липидов приведен в таблице 3.

Таблица 3

Состав жирных кислот липидов сухой пивной дробины

Наименование	Жирная кислота	Содержание, %
Насыщенные		24,86
Миристиновая	C14:0	0,3
Пентадекановая изомер	C15:0-iso	0,17
Пентадекановая α – изомер	C15:0- aiso	0,11
Пентадекановая	C15:0	0,21
Пальмитиновая изомер	C16:0 - iso	0,15
Пальмитиновая	C16:0	21,95
Стеариновая	C18:0	1,46
Арахидиновая	C20:0	0,25
Бегеновая	C22:0	0,26
Мононенасыщенные		10,19
Пальмитоолеиновая	C16:1 n-7	0,18
Олеиновая	C18:1 n-9	7,28
Цисвакценовая	C18:1 n-7	0,6
Гондоиновая	C20:1 n-9	0,47
Докозеновая	C22:1 n-11	0,16
Кетолеиновая	C22:1 n-11	0,74
Полиненасыщенные		61,86
Линолевая	C18:2 n-6	46,92
Линоленовая	C18:3 n-3	4,93
Эйкозодиеновая	C20:2 n-6	0,34
Эйкозатриеновая	C20:3 n-3	0,21
Докозодиеновая	C22:2 n-6	9,46
Сумма ω -3		5,14
Сумма ω -6		56,72
Сумма жирных кислот		96,91

Как видно из таблицы 3, в состав липидов входит 21 жирная кислота (ЖК), из которых 9 являются насыщенными, 7 – мононенасыщенными (МНЖК) и 5 – полиненасыщенными (ПНЖК). При этом больше всего содержится ПНЖК (63,8% от общего содержания), преобладающей ЖК является линолевая (46,91%), относящаяся к ω -6 ПНЖК.

В составе жирных кислот липидов сухой пивной дробины преобладает также НЖК пальмитиновая (21,95%), способствующая активизации синтеза собственных коллагена, эластина, глюкозаминогликанов и гиалуроновой кислоты, участвующих в обновлении межклеточного вещества дермы.

В настоящее время при выборе сырья и разработке технологии кормов наряду с пищевой и энергетической ценностью большое значение придается показателям безопасности, которые являются главными критериями качества пищевой продукции [7].

При использовании пивной дробины в пищевой промышленности необходимо удостовериться в ее безопасности. Показатели безопасности сухой пивной дробины представлены в таблице 4.

Таблица 4

Показатели безопасности сухой пивной дробины

Наименование элемента	Допустимый уровень, не более	Фактическое значение
Токсичные элементы, мг/кг		
Свинец	0,5	0,021
Мышьяк	0,2	0,036
Кадмий	0,1	0,014
Ртуть	0,03	Не обнаружена
Микотоксины, мг/кг		
Афлатоксин В1	0,005	Не обнаружен
Пестициды, мг/кг		
ГХЦГ (α -, β - и γ -изомеры)	0,5	Не обнаружен
ДДТ, ДДД, ДДЕ	0,02	-
2,4-D кислота, ее соли и эфиры	-	-

В исследуемых образцах (табл. 4) не были обнаружены пестициды, микотоксины. Из токсичных элементов в сухой пивной дробине найдены свинец, мышьяк и кадмий, но их концентрация минимальная, не превышает допустимого уровня.

Таким образом, анализ исследуемых образцов сухой пивной дробины на соответствие нормативным показателям безопасности, представленный в таблице 4, показывает, что сырье отвечает требованиям по всем критериям и может применяться без ограничения для изготовления кормов без ущерба для здоровья.

Достижения в области кормления сельскохозяйственных животных позволяют эффективнее трансформировать растительный белок и небелковые азотистые вещества в животный протеин, а также усваивать безазотистые и биологически активные вещества кормов и кормовых добавок. В этой связи кормовую базу расширяют, скармливая нетрадиционные и синтетические

добавки на основе различных отходов, делающие жвачных менее зависимыми от содержания нативных белков в кормах.

Комплексный анализ полученных экспериментальных данных свидетельствует о том, что пивная дробина является высокобелковым продуктом (содержание белка достигает 21,3%, белок дробины включает все незаменимые аминокислоты), содержит большое количество углеводов (до 51,9%), содержание жира – до 10,5%, а жирнокислотный состав липидов показывает, что они обладают высокой биологической эффективностью. По показателям безопасности пивная дробина соответствует всем установленным нормативными документами критериям. Пивная дробина имеет высокую усвояемость: белковых веществ – на 71-76%, жира – на 80-82%, безазотистых экстрактивных веществ – на 60-65%. В настоящее время на основе пивной дробины разработаны корма и кормовые добавки для различных видов и возрастных групп сельскохозяйственных животных и птицы.

На основании изучения пищевой ценности пивной дробины можно сделать вывод о том, что использование ее в качестве ценного пищевого и биологически активного компонента, а также частичной, более дешевой замены растительного белка при производстве кормов, является целесообразным и перспективным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Послание Президента Республики Казахстан – Лидера Нации Н.А. Назарбаева народу Казахстана. Стратегия «Казахстан-2050» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.akorda.kz (дата обращения 14.12.2012).
2. Черняев, Н.П. Технология комбикормового производства [Текст] / Н.П. Черняев. – М.: Колос, 1998. – 420 с.
3. Дадашев, М.Н. Экологически безопасная технология переработки отходов пивоварения [Текст] / М.Н. Дадашев, К.В. Кобелев, Д.Г. Филенко [и др.] // Пиво и напитки. – 2011. – №5. – С.17-19.
4. Крусь, Г.Н. Технология молока и молочных продуктов [Текст] / Г.Н. Крусь, А.Г. Храпцов, З.В. Волокитина, С.В. Карпычев. – М.: КолосС, 2003. – 316 с.
5. Набиев, Р.А. Приоритеты развития рыбохозяйственного комплекса Северного Прикаспия [Текст] / Р.А. Набиев // Рыбное хозяйство. – 2003. – №2. – С. 14-19.
6. Кузьмичева, М.Б. Российский рынок колбасных изделий [Текст] / М.Б. Кузьмичева // Мясная индустрия. – 2005. – №2. – С. 10-14.
7. Холоша, О.А. Верификация системы менеджмента безопасности пищевой продукции [Текст] / О.А. Холоша // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы междунар. науч.-техн. конф.: в 2 ч. – Владивосток, 2012. – С. 143-146.

Материал поступил в редакцию 15.02.16.

А.К. Кекибаева, Г.И. Байгазиева, А.Г. Сатвалдинова

Алматы технологиялық университеті, Алматы қ, Қазақстан Республикасы

ЖЕМШӨП ӨНДІРУ КЕЗІНДЕ СЫРА ТӨБІН ПАЙДАЛАНУ

Жұмыста сыра төбінің қасиеттері және оның жемшөп өндірісіндегі негізгі шикізат ретінде пайдалану мүмкіндігі зерттелген. Тәжірибелік зерттеулердің нәтижесінде сыра төбі жоғары ақуызды өнім болып табылатыны анықталды (ақуыздың алмастырылмайтын амин қышқылдарының мөлшері 21,3% жетеді) өнімнің құрамында - 10,5% дейін май, көмірсулар (51,9% дейін) бар болғандықтан, ол жоғары биологиялық құндылыққа ие болады.

Түйін сөздер: сыра төбі, жемшөп өндірісі, аминқышқылды азық, майқышқылды құрамы, тағам қауіпсіздігі.

A.K. Kekibaeva, G.I. Baygazieva, A.G. Satvaldinova

Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan

USE OF THE BEER PELLETT BY PRODUCTION OF FORAGES

In this work properties of a beer pellet and possibility of its use in production of forage, as main type of raw materials are studied. The complex analysis of the obtained experimental data testifies that the beer pellet is a high-proteinaceous product (protein content reaches 21,3%, protein of a pellet includes all irreplaceable amino acids), contains a large amount of carbohydrates (to 51,9%), the content of fat – to 10,5%, and the fatty acid structure of lipids shows that they possess high biological efficiency.

Keywords: beer pellet, a forage production, amino-acid feed, the fatty acid structure, food safety.

УДК 623:331.34; 633.1:664.6.7

Н.А. Горбатовская¹, Е.Н. Шоя², С.М. Тұрғынбай³

*¹Канд. техн. наук, профессор, ²Магистр, инженер, ³Магистрант
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати,
г. Тараз, Республика Казахстан*

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ В РАЗЛИЧНЫХ СИТУАЦИЯХ ИХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Обоснована необходимость повышения качества питания военнослужащих с учетом его физиологического значения в экстремальных ситуациях. Представлена возможность восполнения основных компонентов пищи, как энергетического материала высокого уровня, для поддержания физической и психоэмоциональной нагрузки, свойственных армейскому образу жизни.

Ключевые слова: статус питания военнослужащего, сбалансированность по пищевому составу, белки, витамины, минеральные вещества, пищевые галеты.

Здоровое питание и безопасность пищевых продуктов относятся к основным факторам, определяющим уровень общественного здоровья,

качество жизни, долголетие, трудовую и социальную активность, возможность обеспечения качественного питания военнослужащих в различных ситуациях их деятельности. Питание является понятием, в котором сконцентрированы и интегрированы многочисленные аспекты экономического развития и социальной жизни [1].

Изучение фактического статуса питания военнослужащих показывают, что нормы продовольственных пайков не всегда сбалансированы по пищевому составу и структуре. Это касается в большей степени общевойсковых и морских пайков, которые имели недостаточное содержание белков животного происхождения (при физиологической потребности организма не менее 65 г в сутки реально в общевойсковом пайке содержалось 43 г и в морском пайке 44 г), полиненасыщенных жирных кислот и отдельных макро- и микроэлементов (кальций, фтор, натрий, магний и железо). Наибольшее значение в питании военнослужащих имеют белки, являющиеся основой жизнедеятельности любого организма. Белки выполняют в организме многие функции: обеспечивают организм энергией, выполняют структурную и регуляторную функции, а также обеспечивают иммунобиологическую защиту организма. Белок является источником незаменимых аминокислот, наличие которых в удовлетворяющих потребности количествах, при условии оптимальности соотношения между незаменимыми и заменимыми аминокислотами, служит определяющим фактором установления норм потребности в белке [1].

Кроме того, в питании военнослужащих важное физиологическое значение имеют полиненасыщенные жирные кислоты, входящие в состав клеточных мембран и структурных элементов тканей. Они обеспечивают нормальный рост, эластичность сосудов и обмен веществ, не синтезируются организмом человека и должны поступать с пищей. Таким образом, по энергетической ценности (калорийности) и пищевой ценности, включая содержание белков, жиров, углеводов, минеральных веществ, макро- и микроэлементов, пищевых волокон и витаминов, принятые нормы продовольственных пайков претерпели существенные изменения и стали соответствовать современным требованиям. Жиры, как и белки, относятся к основным пищевым веществам, которые организм человека использует как энергетический материал. Доля энергетической ценности жиров в норме общевойскового пайка теперь равна 1264 кКал, что составляет около 29% при оптимальной суточной энергетической потребности организма человека в жирах 28-35% от энергетической ценности. Таким образом, пищевая ценность и калорийность нового общевойскового пайка достаточно высокого уровня для поддержания физической и психоэмоциональной нагрузки, свойственных армейскому образу жизни.

Однако, как для общепита войсковых столовых, так и пайков, получаемых по различным видам деятельности войск и ситуаций (рацион выживания в экстремальных условиях, профилактических рационах и т.д.) хлебобулочные изделия (галеты, сухари и др.) включают в основном муку пшеничную хлебопекарную первого сорта и реже обойную, обдирную, которые не содержат основные химические нутриенты, способные физиологически восполнить необходимые затраты энергии военнослужащих.

Поэтому одним из основных направлений государственной политики в области здорового питания населения и вооруженных сил Казахстана является создание качественно новых пищевых продуктов с направленным изменением химического состава, в том числе продуктов функционального

назначения, а также ликвидацией существующего дефицита белков, витаминов, макро-, микроэлементов, пищевых волокон и других незаменимых веществ, недостаток которых с учетом других рисков факторов для жизни человека, вызывают различные заболевания. Для этого необходимы меры для содействия здоровому рациону питания человека путем ориентации на продукты повседневного и массового спроса, какими являются хлеб и хлебобулочные изделия.

За последние десятилетия активно изучаются возможности приготовления хлебобулочных и мучных кондитерских изделий с различными добавками отходов мукомольно-крупяного производства (пшеничные, овсяные отруби, пшеничная клетчатка и др.), а также мука из зерна нехлебопекарных культур (овса, кукурузы, ячменя, проса) и бобовых культур (горох, фасоль, чечевица, маш и др.) [2].

Галеты – редкое по своим свойствам печенье, способное сохранять свежесть и первозданное качество до 2 лет, они подходят для большинства ситуаций потребления. Это и объясняет вековую популярность изделия в армии, на флоте, в экспедициях, туристических походах, чрезвычайных ситуациях, а также при ежедневном чаепитии. Они являются прекрасным заменителем хлеба.

В научно-исследовательской лаборатории инженерного профиля «Наноинженерные методы исследований им. А.С. Ахметова» ТарГУ им. М.Х.Дулата проводятся научные исследования по разработке рецептуры и технологии приготовления армейских галет.

За основу принята рецептура галет (табл. 1), наиболее распространенных в армии, входящих в набор пайков, получаемых по различным видам деятельности войск и ситуаций.

Таблица 1

Рецептура галет «Армейские»

Наименование составных компонентов	Рецепт на 1 кг муки
Мука первого сорта	1 кг
Вода (комнатной температуры)	350 - 400 мл
Сода пищевая	0,2 г
Соль	1,5 г

Для повышения пищевой ценности и калорийности галет были разработаны мучные смеси муки пшеничной хлебопекарной 1 сорта с внесением различных видов муки зерновых и бобовых культур.

Учитывая, что каждая зерновая и бобовая культуры имеют высокий пищевой потенциал по совокупности как основных компонентов пищи, так и минорных веществ, выбрали в качестве обогатителей муку, полученную из гречихи и гороха.

Характерной особенностью гречихи является экологическая чистота этого полезного растительного продукта. Это качественное преимущество гречихи в ряду других зерновых культур обусловлено тем, что при невысокой урожайности гречки ее посевы никогда не обрабатывают с помощью синтетических удобрений и пестицидов (применение которых при культивировании гречихи может сразу же негативно отразиться на ее органолептических качествах). Гречка является в своем роде единственной зерновой культурой, которая не только не боится сорняков, но и сама

вытесняет их с посевной площади без какого-либо постороннего вмешательства.

Отличающаяся высоким содержанием рутина и других полезных для организма человека веществ, гречиха также находит применение в производстве разнообразных лекарственных препаратов.

В составе зерна гречихи присутствуют: углеводы (60-63%), белки (13-16%), клетчатка (до 10,5%), жиры (2,-3,1%, в том числе полиненасыщенная Омега-3 жирная кислота и фосфолипиды), флавоноиды (рутин и др.), фитоэстрогены, органические кислоты (малеиновая, менолоновая, щавелевая, яблочная, лимонная и др.), каротиноиды (предшественники витамина А), витамины группы В (В1, В2, В3, В6, В8 (инозитол), В9), витамин Е, а также необходимые организму человека макро- и микроэлементы (натрий, калий, магний, кальций, фосфор, железо, марганец, кремний, сера, селен, медь, цинк, хром, йод, никель, кобальт, алюминий, бор, ванадий, фтор) [3].

Зерно гречихи содержит в своем составе меньше крахмала и других углеводов, чем зерна таких злаковых культур, как пшеница, рожь, ячмень и овес, благодаря чему гречневая крупа является весьма полезным продуктом для больных сахарным диабетом. В отличие от большинства злаковых культур не содержит в своем составе глютена (клейковину), в связи с чем может полноценно заменять в рационе питания продукты из пшеницы, ячменя, ржи и овса людям, страдающим целиакией (заболеванием, связанным с непереносимостью глютена).

Введение в рацион питания гречки в значительной степени повышает эффективность лечения и профилактики многих заболеваний, в числе которых:

- заболевания сердечно-сосудистой системы (атеросклероз, артериальная гипертензия, ишемическая болезнь сердца, варикозное расширение вен, тромбозы, диабетическая ангиопатия, гипертоническая ангиопатия);

- заболевания и нарушения работы органов пищеварительной системы (запоры, гастрит, язва желудка и двенадцатиперстной кишки, холецистит, желчекаменная болезнь, жировой гепатоз, цирроз, гепатит, колит, заболевания поджелудочной железы);

- анемия (малокровие);

- заболевания опорно-двигательного аппарата (артроз, артрит, остеохондроз, остеопороз и др.).

Горох. Недавно ученые опубликовали результаты своих исследований, где убедительно доказали, что обычный горох – настоящее лекарство. Плоды гороха содержат высокий процент антиоксидантов (веществ, задерживающих окисление), белка и таких важных для организма минеральных веществ, как кальций и железо. Горох снижает вероятность онкологических заболеваний, инфаркта, гипертензии и тормозит процессы старения кожи.

Горох – самый богатый источник белка среди овощных культур. Белки гороха (23,0 г, на 100 г продукта) сходны с белками мяса, т.к. содержат ряд незаменимых аминокислот (цистин, лизин, триптофан, метионин). Также в горохе много аскорбиновой кислоты (до 59%), имеются различные сахара (более 7%), крахмал (1-3%). По содержанию витаминов группы В (мг на 100 г продукта): витамин В₁–0,8; В₂–0,2; В₃–2,2; В₆–0,3; В₉–16 мкг. По минеральному составу горох превосходит многие бобовые и зерновые культуры (мг на 100 г продукта): железо – 9,4; калия – 873,0; кальция – 115,0; кремния – 83,0; магния – 107,0; натрия – 69,0; йода – 5,1; марганца – 1750 [3].

Горох незаменим для поддержания сердца здоровым, так как в нем имеется очень мало жиров (в некоторых сортах его вообще нет), нет холестерина и натрия, но есть волокна, снижающие содержание холестерина в крови, помогает контролировать диабет, потому что углеводы состоят из глюкозы и фруктозы, которые попадают (без инсулиновой помощи) прямо в кровь.

Горох содержит пиридоксин, участвующий в расщеплении и синтезе аминокислот. Недостаток этого витамина вызывает дерматит и судороги. За большое содержание селена горох рассматривают, как антиканцерогенное средство. А благодаря содержанию волокон, каротина и витамина С (при отсутствии жиров), горох способствует профилактике рака.

В таблицах 2, 3 и 4 представлена сравнительная оценка пищевой ценности муки 1 сорта и муки гречневой и гороховой.

Таблица 2

Основной химический состав муки зерновых и бобовых культур,
г на 100 г продукта

Виды муки	Белок	Жиры	Углеводы (общие)	Клетчатка
Пшеничная I сорт	10,3	1,3	73,2	0,2
Гречневая	12,6	2,6	68,0	1,1
Гороховая	23,0	1,2	53,3	5,7

Таблица 3

Содержание минеральных веществ в муке зерновых и бобовых культур,
мг на 100 г продукта

Виды муки	Na	K	Ca	Mg	P	Fe
Пшеничная I сорт	12	176	24	44	115	2,1
Гречневая	-	167	70	98	298	8,0
Гороховая	69	873	115	107	329	9,4

Таблица 4

Витаминный состав муки зерновых и бобовых культур, мг на 100 г продукта

Виды муки	B1	B2	PP
Пшеничная I сорт	0,25	0,12	2,20
Гречневая	0,53	0,20	4,19
Гороховая	0,81	0,15	2,20

Обосновывая высокую питательную ценность, калорийность используемых видов муки гречневой, гороховой, нами было предусмотрено введение в состав продукции хлебопекарного производства (хлебные палочки) и мучных кондитерских изделий (галеты), которые также пользуются большим спросом у населения и являются одними из важных составляющих рацион пайков для вооруженных сил, получаемых по различным видам деятельности войск и ситуаций (рацион выживания в экстремальных условиях, профилактических рационах и т.д.).

Целью исследований является разработка рецептур смесей муки зерновых и бобовых культур с мукой пшеничной хлебопекарной и без нее для производства продуктов питания различного ассортимента хлебопекарных изделий функционального назначения.

Смеси составлялись первоначально из внесения одного вида муки не хлебопекарной (гречневой, гороховой) в количестве 5, 10, 15, 20, 30, 50% по отношению к массе муки пшеничной первого сорта. Второй этап исследований заключался в составлении смеси муки гречневой, гороховой в количестве 10, 15, 20, 30, 50 по отношению к массе пшеничной хлебопекарной первого сорта.

Каждый вид смеси различных видов муки исследовался на физико-химические свойства, органолептические, физико-химические и структурно-механические свойства теста (полуфабрикатов), органолептические, физико-химические показатели в оценке качества готовой продукции в сравнении с контролем – продукцией, полученной из муки только первого сорта, в том числе и галет для использования при питании солдат.

Предлагаемые варианты производства галет «Армейские» повышенной пищевой ценности, на основе составленных композитных смесей муки, характеризуются высокой биологической ценностью и отличаются сбалансированным аминокислотным составом, оптимальным содержанием витаминов и минеральных веществ. Предназначены для питания людей в полевых, экспедиционных условиях, требующих высокого нервного и физического напряжения, а также в стрессовых ситуациях.

Результаты полученных исследований могут внести существенный вклад в решение проблем оздоровления населения Казахстана, питания вооруженных сил за счет сбалансированного состава продукта массового спроса и решения проблемы дефицита белка, микроэлементов, пищевых волокон и других нутриентов с учетом рационального использования зерновых, бобовых культур.

Использование результатов исследований позволит качественно и эффективно изменить подход в переработке зернового сырья, расширит ассортимент хлебобулочных изделий функционального назначения, внесет существенный вклад в решение проблем оздоровления населения Казахстана, питания вооруженных сил.

Последнее связано с тем, что с принятием новых норм продовольственных пайков возникла необходимость в проведении работ по модернизации рационов питания, применяемых для организации питания военнослужащих в условиях, когда приготовление горячей пищи не представляется возможным (в полевых условиях, при выполнении различных учебно-боевых задач, в пути следования автомобильным или ж/д транспортом и др. случаях).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шарманов, Т.Ш. Здоровое питание – основа жизни [Текст] / Т.Ш. Шарманов // Материалы международной научно-практической конференции «Инновационные технологии продуктов здорового питания, их качество и безопасность». – Алматы, 2011. – С.8-13.
2. Дробот, В.И. Использование нетрадиционного сырья в хлебопекарной промышленности [Текст] / В.И. Дробот. – Киев: Урожай, 1988. – 152 с.
3. Химический состав и энергетическая ценность пищевых продуктов [Текст] / Справочник Макканса и Уиддоунса / Пер. с англ. под общ. ред. А.К. Батурина. – Спб.: Профессия, 2006. – 416.

Материал поступил в редакцию 14.03.16.

Н.А. Горбатовская, Е.Н. Шоя, С.М. Тұрғынбай

*М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті,
Тараз қ., Қазақстан Республикасы*

ӘСКЕРИ АДАМДАРДЫҢ ӘРТҮРЛІ ЖАҒДАЙЛАРДА САПАЛЫ ТАМАҚТАНУЫН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ

Төтенше жағдайларда әскери адамдардың тамақтану сапасын оның тағамдық құндылығын ескере отырып арттыру қажеттілігі негізделген. Әскери өмір жағдайына тән физикалық және психоэмоциялық жүктемелер кезінде жоғары деңгейлі энергетикалық материал ретінде тамақтың негізгі компоненттерінің орнын толтыру мүмкіндігі ұсынылған.

Түйін сөздер: әскери адамдардың тамақтану мәртебесі, тағамдық құндылығы бойынша теңестірілуі, ақуыздар, дәрумендер, минералды заттар, тамақ галеттері.

N.A. Gorbatovskaya, Y.N. Shoya, S.M. Turgynbai

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

PROVIDING QUALITY OF NUTRITION OF MILITARIES IN DIFFERENT SITUATIONS OF THEIR ACTIVITY

The necessity of improving the quality of militaries in physiological importance in extreme situations is provided. An opportunity to fill up the main components of food as high level energy material, in order to maintain the physical and psycho-emotional stress, inherent in the army way of life is presented.

Keywords: nutrition status of militaries, balance for food composition, proteins, vitamins, minerals, nutritional galettes.

УДК 637.14:616-022.8

С.Ю. Беньш¹, А.А. Мкртумова², Р.Л. Хегай³, Т.А. Филимонова⁴

¹⁻⁴Магистранты

*Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики, г. Санкт-Петербург, Россия
Электронная почта: k_s93@mail.ru¹, mkrtumova-anait@mail.ru²,
hegay-roman@mail.ru³, prosto_tatiana@mail.ru⁴*

АЛЛЕРГЕНЫ В ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В статье рассмотрены аллергены, находящиеся в соевых, молочных, яичных продуктах, используемых для приготовления хлеба. Непереносимость пищевых продуктов отмечается у 65% больных, страдающих аллергическими заболеваниями. В Санкт-Петербургском Филиале НИИ Хлебопекарной промышленности исследовано влияние ржаных заквасок на содержание глютена в безглютеновом хлебе. Было доказано, что использование технологических приёмов позволяет существенно снизить аллергенность используемых компонентов. В дальнейшей работе будут проведены исследования по

разработке технологий производства хлебобулочных с использованием яичных, молочных, соевых продуктов с существенно сниженным аллергическим потенциалом.

Ключевые слова: хлеб, пищевая аллергия, целиакия, иммунореактивность глютена, термофильные кисломолочные бактерии.

Хлеб – один из важнейших продуктов питания населения России. Фактическое потребление хлебобулочных изделий в Российской Федерации выше, чем за рубежом, но с каждым годом оно снижается. Связано это в первую очередь с улучшающейся экономической ситуацией и с увеличивающимся ассортиментом мучных кондитерских изделий, за счет которых покрывается часть потребности в хлебобулочных изделиях. Количество потребляемых хлебобулочных изделий зависит не только от предпочтений, но и от заболеваний, имеющихся у человека. К заболеваниям, предъявляющим особые требования к питанию и, в частности, к хлебобулочным изделиям, относятся пищевые аллергии.

По прогнозам Всемирной организации здравоохранения, XXI век станет веком аллергии. По статистике, аллергией страдает каждый пятый житель нашей планеты. В крупных городах аллергии подвержено до 60% населения и это число будет расти и дальше.

По данным Института иммунологии МЗ РФ, непереносимость пищевых продуктов отмечается у 65% больных, страдающих аллергическими заболеваниями. Из них приблизительно у 35% наблюдаются аллергические реакции на пищу, а у 65% – псевдоаллергические. Истинная пищевая аллергия как основное аллергическое заболевание в структуре всей аллергопатологии за последние пять лет составила до 5,5%, реакции на примеси в составе пищевых продуктов – 0,9% [1].

В настоящее время выделяют несколько форм пищевой непереносимости:

- непереносимость пищи, связанная с иммунологическими механизмами,
- псевдоаллергические реакции непереносимости пищи, связанные с особыми свойствами некоторых пищевых продуктов и добавок;
- непереносимость пищи, как результат дефицита пищеварительных ферментов;
- психогенная непереносимость пищи.

Среди перечисленных форм пищевой непереносимости истинная пищевая аллергия занимает особое место. Практически все продукты питания в той или иной степени обладают различной степенью антигенности, исключая соль и сахар. Наиболее выражены аллергенные свойства у продуктов белкового происхождения, как животных, так и растительных. Это свойство белков резко ограничивает их использование в пищевой промышленности, в частности хлебопечении.

Коровье молоко – наиболее сильный и часто встречающийся аллерген. Проблема аллергии к коровьему молоку особенно важна для питания маленьких детей. В связи с возрастными особенностями организма (высокой проницаемостью кишечной стенки, недостаточностью ферментов и попаданием непереваренных пищевых белков в кровотоки) у детей пищевая аллергия встречается гораздо чаще, чем у взрослых. Молочные белки в неизменном виде могут всасываться в любом возрасте. Молоко содержит около 20 белков, обладающих различной степенью антигенности. Молоко

входит в состав многих готовых видов пищи: некоторых сортов хлебных изделий, кремов, шоколада, мороженого и др.

Яйца курицы – часто встречающийся пищевой аллерген. Белки яйца могут всасываться в кишечнике неизменными. Описаны тяжелые реакции, включая анафилактический шок, на минимальные количества яйца. Яйца применяются в изготовлении многих пищевых продуктов: сдобных сортов хлеба, печенья, тортов, кексов, мороженого, конфет и др.

Многие растения из семейства бобовых являются аллергенами. Существует градация бобовых культур по степени аллергенности. На первом месте – арахис, затем идут: соя, чечевица, нут, горох, маш и голубиный горох [2].

Исследования, проведенные в США, установили, что причиной развития пищевой аллергии в 93 % случаев являются восемь продуктов: яйца, арахис, молоко, соя, лесные орехи, рыба, ракообразные, пшеница.

Эпидемиологические исследования показывают широкое распространение глютеновой энтеропатии (целиакии) являющейся генетической непереносимостью глютена (белковая фракция нерастворимая в воде и 0,5М растворе NaCl) пшеницы, ржи, ячменя, овса. По некоторым оценкам, распространенность целиакии в экономически развитых странах Европы, в США и др. составляет более 1% жителей. В России целиакия считается одним из редких заболеваний с частотой встречаемости 1 случай на 5-10 тысяч детей. Данных о частоте целиакии у взрослых не имеется. В отличие от всей территории России в Санкт-Петербурге частота достигает европейского уровня и составляет 1:380 [3].

Существует целый ряд работ по исследованию возможности снижения аллергенности используемых аллергенных сырьевых компонентов в ходе технологического процесса.

В частности, в Санкт-Петербургском Филиале НИИ Хлебопекарной промышленности исследовали, как влияет использование ржаных заквасок на содержание глютена в безглютеновом хлебе. Прежде всего определили, что содержание глютена по секалину в используемой ржаной обдирной муке составило 42100 мг/кг. Сочетание гидротермической обработки с аутоферментативной активностью белого солода позволило снизить иммунореактивность глютена ржаной муки в осахаренной заварке до 8000 мг/кг [4].

При заквашивании осахаренной заварки термофильными молочнокислыми бактериями *L.delbrückii* – 76 количество глютена снизилось до 2200 мг/кг за счет совместного действия эндогенных протеаз ржи (50-75% от общей протеолитической активности закваски) и экзогенных протеаз лактобацилл. На деструкцию белка также повлияла высокая титруемая (14,2 град.) и низкая активная кислотность (pH=3,3-3,5) заквашенной заварки, увеличившие пептизацию белков, вследствие чего и лучшую доступность их действию пептидаз. В хлебе безглютеновом, приготовленном с внесением 15% ржаной муки в виде КМКЗ, термофильной заквашенной заварки или густой закваски, содержание глютена составляло около 100 мг/кг (0,01%). При этом хлеб имел яркую окраску, а его вкус и запах соответствовали традиционным хлебоулочным изделиям, выработанным с использованием ржаной муки. Кислотность безглютенового хлеба составляла 1,9-2,2 град. Признаки заболевания картофельной болезнью и плесневением при хранении хлеба в провоцирующих условиях появлялись после 4-х суток [5].

Таким образом, было доказано, что использование технологических приёмов позволяет существенно снизить аллергенность используемых компонентов. В нашей дальнейшей работе будут проведены исследования по

разработке технологий производства хлебобулочных изделий с использованием яичных, молочных, соевых продуктов с существенно сниженным аллергическим потенциалом, за счет технологических приемов – использования микроорганизмов, термической обработки и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барановский, А.Ю. [?] [Текст] / А.Ю. Барановский // Практическая диетология. – [?]. – № 4.
2. Воронцов, И.М. Болезни, связанные с пищевой аллергией [Текст] / И.М.Воронцов, О.А. Моталыгина. – Л.: Медицина, 1986.
3. Василькова, И. [?] [Текст] / И. Василькова, А. Прокофьева.. – [?]: Невский проспект, 2002.
4. Цыганова, Т.Б. Биотехнологические основы производства хлеба [Текст]: учебно-практическое пособие для студентов специальности 2703 всех форм обучения / Т.Б. Цыганова, Г.Д. Касаткина, И.И. Люшинская, Л.С. Энкина. – М., 2004. – 40 с.
5. Афанасьева, О.В. Микробиология хлебопекарного производства [Текст] / О.В.Афанасьева. С.-Петербург. фил. Гос. НИИ хлебопекар. пром-ти (СПбФ ГосНИИХП). – СПб.: Береста, 2003.

Материал поступил в редакцию 23.03.16.

С.Ю. Беняш, А.А. Мкртумова, Р.Л. Хегай, Т.А. Филимонова

*Санкт-Петербург ақпараттық технологиялар, механика және оптика
ұлттық зерттеу университеті, Санкт-Петербург қаласы, Ресей*

НАУБАЙХАНА ӨНЕРКӘСІБІНДЕГІ АЛЛЕРГЕНДЕР

Мақалада нан дайындауда қолданылатын соя, сүт және жұмыртқа өнімдерінде болатын аллергендер қарастырылған. Аллергиялық дертпен ауыратындардың 65% мұндай тамақ өнімдерін қорыта алмайды. Наубайхана өнеркәсібі ҒЗИ Санкт-Петербург филиалында қарабидай ашытқыларының глютенсіз нандағы глютен құрамын зерттеу жұмыстары орындалған. Технологиялық амалдарды пайдалану негізінде қолданылатын компоненттердің аллергендігін айтарлықтай азайту мүмкіндігі дәлелденген. Кейінгі жұмыстарда аллергиялық әлеуеті азайтылған жұмыртқа, сүт және соя өнімдерін пайдалана отырып, нан өндіру технологияларын жасау бойынша зерттеулер жүргізілетін болады.

Түйін сөздер: нан, тағамдық аллергия, целиакия, глютеннің иммунореактивтілігі, термофилді қышқыл сүтті бактериялар.

S.Y. Benyash, A.A. Mkrtumova, R.L. Khagai, T.A. Filimonova

*St. Petersburg National Research University of Information Technologies,
Mechanics and Optics, St. Petersburg, Russia*

ALLERGENS IN BAKING INDUSTRY

This article discussed the allergens in soy, dairy, egg products used for making bread. Food intolerance is noted in 65% of patients suffering from allergic

diseases. In the Branch of the St.-Petersburg scientific research Institute of the Baking industry was investigated how the use of sourdough rye affects the content of gluten in gluten-free bread. It has been proven that the techniques can significantly reduce the allergenicity of the components used. Further work will include studies on the development of technologies of production of bakery products using of egg, dairy, soy products with a significantly reduced allergic potential.

Keywords: bread, alimentary allergy, celiac disease, immunoreactivity of gluten, thermopiles lactic acid bacteria.

УДК 664.66:664.858

**Н.А. Горбатовская¹, Е.Н. Шоя², Н.В. Иванникова³,
Ш.Д. Умирбаева⁴, Е.И. Атенев²**

¹Канд. техн. наук, профессор, ²Магистр, инженер,
³Магистр, ст. преподаватель, ⁴Инженер
Таразский государственный университет имени М.Х. Дулати,
г. Тараз, Республика Казахстан
Электронная почта: ¹gna.06@mail.ru, ²katerina_333@inbox.ru,
³natika.77@mail.ru, ⁴umirbaeva.shara@mail.ru

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Рассмотрены проблемы и способы обогащения хлебобулочных и кондитерских изделий. Представлены разработки рецептур и технологий производства новых продуктов питания функциональной направленности.

Ключевые слова: бисквит, мармелад, лечебные отвары, хлеб, нори, древесный гриб, зерновые и бобовые культуры.

В Таразском государственном университете им. М.Х. Дулати в научно-исследовательской лаборатории инженерного профиля «Наноинженерные методы исследований им. А.С. Ахметова» совместно с кафедрой «Технология продовольственных продуктов, перерабатывающих производств и биотехнология» активно ведутся научные исследования, направленные на разработку рецептур и технологий производства продуктов питания нового поколения с функциональной направленностью.

Продукты кондитерского производства всегда являются неотъемлемой частью рациона питания любого человека. Однако, не каждый человек может сполна оценить вкус мучного кондитерского изделия. Это обосновано тем, что организм человека может негативно воспринимать пшеничный белок – глютен. В настоящее время остро стоит вопрос заболевания – целиакия, поэтому создание мучных продуктов, которые не содержат глютен, является перспективным направлением.

Внесение в состав бисквита, который традиционно выпекался из муки пшеничной высшего сорта, нетрадиционных видов муки без содержания глютена, является актуальным решением задачи создания продуктов функциональной направленности и повышенной пищевой ценности.

В лаборатории учеными были проведены научные теоретические и практические исследования, направленные на обоснование применения муки злаковых и бобовых культур, не содержащих глютен, в технологии производства бисквитов и с заменой сахара и внесением пищевого волокна.

Экспериментальные исследования показали повышение влажности бисквита на 6,5% по сравнению с контрольным образцом, что позволяет увеличить сроки сохранения свежести полуфабриката. Установлено повышение содержания белка на 2,41 - 6,81%, пищевых волокон на 1,62%, увеличение витаминной ценности, а также содержание макро- и микроэлементов.

На основании экспериментальных исследований составлены рецептуры бисквитов из кукурузной или гороховой муки с заменой сахара на сахарозаменители (мальтитом или фруктозой) и внесением яблочного волокна «Витацель AF - 400». Предложены патентноспособные технические решения и разработана «Технологическая инструкция по производству бисквита функционального назначения с применением нетрадиционных видов муки», которая передана на рассмотрение и отзыв в кондитерские цеха г. Тараз и Жамбылской области [1].

Для повышения пищевой, витаминной, биологической, физиологической ценности мармеладных изделий в лаборатории кафедры «Технология продовольственных продуктов, перерабатывающих производств и биотехнология» была подобрана рецептура с внесением клюквы, облепихи как основного антиоксиданта, отваров лекарственных трав аралии, лапчатки, исландского мха (пармелии). Исследовано влияние введения указанных видов сырья в различных дозировках на качество жележных масс и мармелада.

Проведена серия экспериментов с использованием данных наименований сырья. За основу принята рецептура мармелада жележного. Процесс получения жележного мармелада состоит из следующих стадий: подготовки сырья, получения жележной массы, формования, выстойки, фасовки и упаковки. Основные виды сырья подготавливают так, как для производства фруктово-ягодного мармелада. Фито-мармелад представляет собой изделие в виде различных фигурок, идентичные натуральным. Жележный мармелад готовят увариванием раствора желеобразователя, сахаров, инвертного сиропа с добавкой отвара лекарственных трав корня лапчатки и травы аралии, сухой подслащенной клюквы, в зависимости от рецептуры. Массу жележного мармелада подкисляют лимонной кислотой и ароматизируют эссенцией. Приятный кислый вкус создает введение 1-1,5% пищевой кислоты [2].

Развитие хлебопекарного производства ориентируется на максимальное удовлетворение запросов потребителей и производство высококачественных хлебобулочных изделий. Тенденции в мировой хлебопекарной отрасли на сегодняшний день связаны с повышением пищевой ценности хлеба и хлебобулочных изделий по содержанию белка, микроэлементов, пищевых волокон и других нутриентов, снижением калорийности, улучшением качества и безопасности питания.

Для повышения пищевой ценности и функциональной направленности в хлеб и хлебобулочные изделия вносят пищевые ингредиенты, имеющие широкий спектр функциональных характеристик. В настоящее время разработаны и внедрены в производство технологии приготовления хлеба и хлебобулочных изделий с использованием различных не хлебопекарных

зерновых культур (овса, кукурузы, ячменя, проса, риса, гречихи) и бобовых культур, растительных добавок, в частности морского происхождения.

Научные исследования были направлены на разработку технологии хлеба с применением сверхизмельченных зерновых и бобовых культур по методу нанотехнологий при одновременном использовании добавки морского происхождения – нори.

Нори является разновидностью японской красной водоросли вида *Porphyra*. Красные водоросли являются ценным пищевым продуктом, содержащим довольно много белка (около 10-20%), витаминов и микроэлементов. В нори обнаружены гемагглютинины, соединения брома и йода, необходимого для функционирования щитовидной железы и предотвращения зоба, в три раза больше кальция, чем в молоке. Она исключительно питательна, содержит бета-каротин, кобальт, лютеин, лиацин, фосфор, селен, кремний, натрий, олово, зеаксантин, кальций, калий, магний, железо, йод, марганец, медь, хром, цинк, витамины А, В1, В2, В3, В6, В12, С, Е. Натуральный йод калия (KI), содержащийся в темно-красной съедобной водоросли усваивается организмом медленнее и безопаснее, чем химический или синтетический йод. Водоросли обладают противоопухолевой, противовоспалительной и иммуномодулирующей активностью, антимикробным, антимуtagenным и противовирусным действием.

В исследованиях была также использована мука зерновых и бобовых культур, полученная по методу нанотехнологии, целью которой является сохранение полноценного набора компонентов: пищевых волокон, минеральных веществ (фосфор, калий, магний, кальций, железо, медь, цинк), витаминов (группы В, С, РР, Е, β-каротина, провитамина А). Полезность использования в производстве хлеба цельносмолотых зерновых и бобовых культур обусловлена снижением энергетической ценности хлеба, а также биодоступностью нутриентов продукта. В сверхизмельченном зерне крахмал целиком трансформируется в растворимые формы, сохраняется полноценный набор пищевых волокон, минеральных веществ (фосфор, калий, магний, кальций, железо, медь, цинк) и витаминов (групп В, С, РР, Е, В-каротина, провитамина А).

Приготовление теста осуществлялось безопасным способом по общепринятой рецептуре. В ходе исследования изучена возможность внесения нори кусковой и тонкоизмельченной. Технологическая оценка влияния смеси сверхизмельченного зерна гороха, проса и водоросли на качественные показатели теста, устанавливалась путем приготовления формового и подового хлеба из пшеничной муки первого сорта. Процентное соотношение компонентов смеси составляло 10% (муки сверхизмельченного зерна гороха, проса по 4% и 2% нори).

В ходе исследований органолептических и физико-химических показателей качества было установлено, что внесение наноструктурированных добавок из зерновых и бобовых культур, а также нори при производстве хлеба оказывает влияние на интенсификацию технологического процесса. Уровень газообразования повышается в 1,3 раза, а процесс брожения сокращается на 25%. Объясняется это положительным влиянием минеральных веществ на развитие бродильной микрофлоры. Состояние пористости можно считать вполне удовлетворительным. Органолептические показатели достаточно высокие: приятный вкус, разрыхленный, сухой мякиш. Разработка и широкое внедрение усовершенствованной технологии с нетрадиционными видами сырья

расширит ассортимент изделий, повысит их пищевую ценность, обеспечивая при этом рациональное использование основных сырьевых ресурсов [3].

Для повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий из муки первого сорта в лаборатории «Наноинженерные методы исследований им. А.С. Ахметова» и кафедры «Технология перерабатывающих производств, продовольственных продуктов и биотехнология» была подобрана рецептура с внесением измельченного древесного гриба.

Проведена серия экспериментов с использованием данной муки. За основу принята рецептура хлеба из муки пшеничной первого сорта. Выбрали безопасный способ тестоведения с использованием пшеничной муки I сорта «Цесна», измельченные древесные грибы и хлебопекарные дрожжи «Алматинские», поваренную соль и питьевую воду.

В лабораторных условиях готовили тесто влажностью 44% при начальной температуре 28 - 30⁰С. Смешивание компонентов проводили в течении 10 минут до образования однородной массы. Замешанное тесто помещали в термостат для брожения при температуре 30 - 31 °С в течении 90 мин. Выбродившее тесто вручную делили на куски массой 400 г, тестовые заготовки округляли вручную и помещали в формочки. Округленные вручную тестовые заготовки ставили в расстоечный шкаф Sinmag CLT04-09 при температуре 32 - 35 °С в течении 45 мин. Выпечку производили в подовой печи Sinmag SK-P в течении 30 - 35 минут при температуре 230⁰С с пароувлажнением пекарной камеры. Выпечку тестовых заготовок производили в формах для более удобного изучения качества готовых изделий.

Выпеченные образцы хлеба охлаждали и хранили при комнатной температуре. Качество хлеба оценивали через 16 - 18 часов после выпечки. Степень влияния добавки на процессы, протекающие в полуфабрикате, изменение их структурно-механических свойств, качество готовых изделий определяли органолептическими, физико-химическими методами исследования.

В ходе исследований установлено, что внесение добавки из древесного гриба при производстве хлеба оказывает влияние на интенсификацию технологического процесса: уровень газообразования повышается в 1,3 раза, а процесс брожения сокращается на 25%. Объясняется это положительным влиянием минеральных веществ на развитие бродильной микрофлоры. Органолептические показатели достаточно высокие: приятный вкус, разрыхленный, сухой мякиш [4].

Повысить пищевую ценность хлеба можно путем комбинации различных злаковых и бобовых культур, содержащих максимальное количество питательных и минеральных веществ. Наиболее перспективным способом является составление композитных смесей из злаковых и бобовых культур, сбалансированных по аминокислотному, минеральному и витаминному составу.

В лаборатории инженерного профиля «Наноинженерные методы исследований им. А.С. Ахметова» были проведены исследования, направленные на разработку рецептуры хлеба с внесением композитных смесей зерновых и бобовых культур.

В качестве добавки в муку пшеничную первого сорта использована композитная смесь муки (далее КСМ) злаковых и бобовых культур, составленная в соотношении: ячмень – 15%, овес – 10%, фасоль – 10%, маш – 15%. Оптимальные дозировки каждого вида муки выбраны исходя из полученных экспериментальных данных.

Экспериментально установлено изменение реологических свойств пшеничного теста при внесении муки злаковых и бобовых культур. В мучных смесях с добавлением муки ячменя и КСМ злаковых и бобовых культур наблюдалось увеличение упругости на 5-26%, в то время как в образцах с добавлением муки из фасоли, маша и овса показатель упругости теста с увеличением количества вносимой добавки в муку пшеничную первого сорта снижался на 6-44%. Полученные данные по изучению структурно-механических свойств теста позволяют в дальнейшем оптимизировать операции тестоведения при использовании композитной смеси муки из злаковых и бобовых культур в создании новых сортов хлеба и получить готовые изделия, отличающиеся повышенной пищевой ценностью.

На основании полученных данных разработана рецептура и предложены технологические режимы приготовления теста для хлеба из смеси муки пшеничной первого сорта и КСМ злаковых и бобовых культур. Установлено, что применение КСМ злаковых и бобовых культур при производстве хлеба снижает пористость изделий на 9,8-64% по сравнению с контрольным образцом, однако при внесении 10% композитной смеси показатель пористости отвечает требованиям стандарта. Объем изделий понижается на 9,4 - 38 % по сравнению с контрольным образцом, наблюдается изменение органолептических показателей готовой продукции: хлеб приобретает окраску от светло-коричневого до темно-коричневого цвета; присутствует аромат и вкус бобовых культур.

Определена высокая пищевая ценность готовых изделий с внесением КСМ злаковых и бобовых культур. Количество белка увеличилось на 4,7 - 21,7%, содержание пищевых волокон в сравнении с контрольным образцом возросло в 9 -11 раз, а содержание углеводов уменьшилось на 7,2-9%. Хлеб с внесением КСМ злаковых и бобовых культур отличается повышенным содержанием витаминов и минеральных веществ: общее содержание витаминов увеличилось на 24,3%, в том числе содержание витаминов группы В увеличилось почти в 2 раза; кальция и магния увеличилось в 1,8-2,3 и в 1,1-1,3 раз соответственно; меди – в 1,03 раза, железа – на 12 - 42,4%, калия – 1,1 – 1,5 раз, йода – в 2-5 раз. Энергетическая ценность хлеба с внесением КСМ злаковых и бобовых культур снизилась за счет понижения углеводов [5].

На основании проведенных экспериментальных исследований, рассмотренных выше, предложены патентоспособные технические решения производства новой инновационной пищевой продукции, разработаны проекты технологических инструкций для дальнейшего внедрения в производство.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванова, Е.В. Разработка рецептуры и технологии мучных кондитерских изделий функционального назначения [Текст]: дисс. ... магистр / Иванова Е.В. – Тараз, 2015.
2. Харченко, А.С. Технологический процесс производства жележных масс с использованием отваров лекарственных трав [Текст]: дипл. ... работа / Харченко А.С. – Тараз, 2015.
3. Кулов, Б. Инновационная технология хлеба повышенной пищевой ценности функционального назначения на основе использования сверхизмельченных зерновых и бобовых культур по методу нанотехнологии и добавки морского происхождения – нории как

- основного источника йода [Текст]: дипл. ... работа / Кулов Б. – Тараз, 2014.
4. Хадыходжаева, Ш. Технология приготовления хлеба с использованием китайского древесного гриба [Текст]: дипл. ... работа / Хадыходжаева Ш. – Тараз, 2015.
 5. Джумабекова, Г.Б. Изучение физико-механических свойств теста и качества хлеба на основе композитных смесей муки повышенной ценности злаковых и бобовых культур [Текст]: дисс. ... магистр / Джумабекова Г.Б. – Тараз, 2015.

Материал поступил в редакцию 04.04.16.

**Н.А. Горбатовская, Е.Н. Шоя, Н.В. Иванникова,
Ш.Д. Умирбаева, Е.И. Атенов**

*М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті,
Тараз қаласы, Қазақстан Республикасы*

ФУНКЦИОНАЛДЫҚ МАҚСАТТАҒЫ ӨНІМДЕРДІҢ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ

Нан және кондитер өнімдерін байытудың мәселелері мен тәсілдері қарастырылған. Функционалдық бағыттағы жаңа тамақ өнімдерін өндірудің рецептералары мен технологиялары ұсынылған.

Түйін сөздер: бисквит, мармелад, емдік қайнатпалар, нан, нори, ағаш саңырауқұлағы, дәндік және бұршақты дақылдар.

**N.A. Gorbatovskaya, Y.N. Shoya, N.V. Ivannikova,
Sh.D. Umirbayeva, Y.I. Atenov**

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

INNOVATIVE TECHNOLOGY OF PRODUCTS FUNCTIONAL APPOINTMENTS

The problems and techniques of enrichment of bakery and confectionery products are considered. Recipe and production technologies of new functional orientation food are presented.

Keywords: biscuit, marmalade, decoctions, bread, nori, tree fungus, grains and legumes.

УДК 664.644:664.764

Б.А. Сауир¹, Г.А. Юсупов², Н.А. Иванникова^{1а}, Д.К. Тунгишбаева^{1б}

¹Магистр, ст. преподаватель, ²Магистр, ассистент
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати,
г. Тараз, Республика Казахстан
Электронная почта: ¹bsauir@mail.ru, ²yussupov.g@gmail.com,
^{1а}natika.77@mail.ru, ^{1б}tungishbaeva82@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ КОМПОНЕНТОВ ТОНКОИЗМЕЛЬЧЕННЫХ ОТРУБЕЙ С ДОБАВЛЕНИЕМ СУХОЙ ПШЕНИЧНОЙ КЛЕЙКОВИНЫ НА СВОЙСТВА ТЕСТА И КАЧЕСТВО ХЛЕБА

В работе представлены результаты исследований влияния тонкоизмельченных отрубей и сухой пшеничной клейковины (СПК), как фактора, влияющего на повышение биологической и питательной ценности хлеба. В работе использована пшеничная мука первого сорта, с низким содержанием сырой клейковины – 26%.

Ключевые слова: мука, отруби, клейковина, хлеб.

На сегодняшний день рынок изделий функционального назначения только начинает расти. Основная масса населения потребляет недостаточное количество витаминов, минеральных веществ и незаменимых аминокислот, в связи с этим актуальными являются производство изделий обогащённых такими микронутриентами. Обогащение хлебобулочных изделий может быть произведено как за счёт использования отдельных микронутриентов, витаминно-минеральных премиксов [1, 2], так и за счёт внесения биологически ценного природного сырья, содержащего в своём составе естественный комплекс биологически активных веществ, минеральных элементов, белков, липидов и витаминов в наиболее доступной усвояемой форме. Недостаточное потребление белка становится опасным в период беременности, особенно во вторую её половину, и при кормлении грудью, когда потребность в белке возрастает почти в 1,5 раза – с 66 до 96 г в сутки. Для эффективного восполнения этого дефицита в ежедневный рацион необходимо вводить дополнительные количества белков растительного или животного происхождения.

Повышение биологической ценности продуктов питания – одна из важнейших задач специалистов хлебопекарного производства. В последние годы наблюдается увеличение в хлебобулочных изделиях содержание лизина как основного фактора, лимитирующего биологическую ценность белка зерновых культур. Одновременно ставится задача обогащения хлеба витаминами, ненасыщенными жирными кислотами, а также балластными веществами, необходимыми для нормального обмена веществ. С этой точки зрения молочные продукты, пшеничные отруби, пшеничные зародышевые хлопья и овсяная мука представляют определенный интерес [3].

В данной работе нами исследовано влияние тонкоизмельченных отрубей и сухой пшеничной клейковины (СПК), как фактора, влияющего на повышение биологической и питательной ценности хлеба.

Пшеничные отруби – немаловажный и недорогой источник главнейших составляющих питания: белков, витаминов, минеральных веществ. Так, по

сравнению с пшеничной мукой второго сорта они содержат белка на 29% больше. При этом белки отрубей более полноценны по своему аминокислотному составу, так как содержание первой лимитирующей аминокислоты лизина в них на 43% выше, чем в пшеничной муке второго сорта.

Отруби отличаются более высоким содержанием витаминов (особенно группы В, ниацина и токоферолов), а также минеральных веществ. По сравнению с пшеничной мукой второго сорта углеводов в отрубях на 24% меньше и соотношение их с белками сбалансировано лучше – 3,5:1 против 7:1 в муке при оптимуме 4:1.

Пшеничные отруби обладают более низкой калорийностью и содержат значительное количество клетчатки, необходимой для нормальной работы пищеварительного тракта.

Недостатком отрубей, препятствующим их применению в питании, является то, что все перечисленные биологически активные вещества заключены в клетках, которые трудно поддаются пищеварению человека [4].

Цель работы заключалась в разработке способа приготовления формового хлеба из пшеничной муки первого сорта с добавлением сухой пшеничной клейковины и тонкоизмельченных отрубей.

С целью повышения усвояемости отрубей, выполнено их тонкое измельчение на вальцах, с размером частиц менее 320 мкм. Исследовано влияния добавок сухой пшеничной клейковины (СПК) и тонкоизмельченных отрубей на хлебопекарные свойства пшеничной муки первого сорта, технологические показатели теста, физико-химические и органолептические показатели готовой продукции (табл. 1). Отруби применяли взамен 10%, 15%, 20% и 25% муки первого сорта. СПК вносили в количестве 1% и 2%. Контролем служила мука пшеничная первого сорта и хлеб из нее, приготовленный без добавок. Тесто готовили опарным способом. В опытные образцы опар при замесе теста вносили отруби и сухую пшеничную клейковину.

В исследованиях использовали пшеничную муку первого сорта, с низким содержанием сырой клейковины – 26%. В целях повышения качества сырой клейковины муки, вносили сухую пшеничную клейковину в количестве 2%, при такой дозировке сухой пшеничной клейковины хлебопекарные свойства муки изменяются в значительной степени (см. табл. 1). При внесении 2% сухой пшеничной клейковины в опытные образцы муки содержание их увеличилось по сравнению с контролем от 27,5% до 30%. Повышается гидратационная способность муки. Растяжимость клейковины над линейкой составляет от 120 до 145 мм, показатель сжимаемости на приборе ИДК-1 выше, чем в контрольном образце и составляет от 60 до 74 ед. Расплаваемость шарика сокращается по сравнению с контрольным образцом на 5 – 8 мм.

Материалы и методы. Для проведения исследований использовали образцы муки пшеничной хлебопекарной с низким содержанием сырой клейковины - 26%, тонкоизмельченные пшеничные отруби, сухую пшеничную клейковину, дрожжи хлебопекарные прессованные, соль поваренную пищевую. Качество муки пшеничной хлебопекарной соответствовало требованиям ГОСТ Р 52189-2003 [5]. Дрожжи прессованные хлебопекарные соответствовали требованиям ГОСТ 171-81 [6]. Определение количества и качества клейковины – по ГОСТ 13586.1-68 [7]. Автолитическую активность определяли по числу падения на приборе ПЧП-3 – по ГОСТ 27676-88 [8]. Определение содержания клетчатки – по методу

Кюршнера и Ганека [9]. Активность протеаз определяли по вязкости образцов по ГОСТ 33-66 [10]. Определение органолептических показателей – по ГОСТ 5667-65 [11]. Титруемую кислотность полуфабрикатов определяли титрованием болтушки 0,1н раствором NaOH в присутствии индикатора (1% спиртового раствора фенолфталеина) до появления розового окрашивания, не исчезающего в течение минуты. Пробную лабораторную выпечку хлеба проводили в соответствии с ГОСТ 27669-88 [12]. Анализ хлеба выполнен общепринятыми методами. Определение органолептических показателей хлеба – по ГОСТ 5667-65 [11]. Определение влажности хлеба – по ГОСТ 21094-74 [14]. Определение кислотности хлеба – по ГОСТ 5669-96 [15].

В таблице 1 приведены данные с применением влияния внесения измельченных отрубей дозировкой от 10% - 25%, совместно с сухой пшеничной клейковиной (СПК) в количестве 2%.

Таблица 1

Влияние добавок тонкоизмельченных отрубей
и сухой пшеничной клейковины

Показатели	Контроль- ный образец	Опытные образцы приготвление теста с дозировкой тонкоизмельченных отрубей и СПК			
		10% отруби 2% СПК	15% отруби 2% СПК	20% отруби 2% СПК	25% отруби 2% СПК
1	2	3	4	5	6
Мука 1/с					
Количество сырой клейковины	26,0	30,0	29,0	28,6	27,5
Гидратационная способность, %	70	72	71	70	69
Показатель сжимаемости, ед. прибора ИДК - 1	60	65	72	74	63
Растяжимость над линейкой, мм	120	130	145	140	125
Расплываемость шарика теста, мм	65	57	60	60	65
Опара					
Влажность, %	50	49	49	50	50
Температура, °С	30-32	30-32	30-32	30-32	30-32
Продолжительность брожения, час	5	3	3	3	3
Кислотность, град	4	4	4	4	4,2
Тесто					
Кислотность, град					
Начальная	-	-	-	-	-
Конечная	3,0	3,2	3,2	3,4	3,4
Формоудерживающая способность, мм	98	105	103	103	100
Газоудерживающая способность, мл СО ₂ на 100 гр муки	310	360	350	340	320
Продолжительность расстойки, мин	55	45	50	50	52

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6
Хлеб					
Кислотность, град	3,0	3,0	3,2	3,4	3,6
Пористость, %	64	69	68	69	69
Влажность, %	47,0	46,0	46,0	46,0	46,5
Удельный объем, см ³ на 100 гр хлеба	250	280	275	270	260
Показатель пенетрации, ед. прибора					
H _{общ}	43,0	44,0	44,0	43,5	43,0
H _{пл}	36,0	38,2	38,0	36,2	36,2
H _{упр}	7,6	8,4	8,2	7,9	7,6

Внесением измельченных отрубей в рецептуру хлебных изделий можно увеличить в них количество балластных веществ, макро- и микро элементов, витаминов группы В, токоферолов, ненасыщенных жирных кислот. Одновременно повышается питательная и биологическая ценность хлеба, а содержание в ней значительного количества клетчатки способствует нормальному пищеварению.

Тесто готовили опарным способом, влажность опары опытных образцов по сравнению с контролем (50%), составило 49-50%, температура опары, как в контрольном образце, так и в опытных образцах была 30-32 °С, продолжительность брожения опытных образцов по сравнению с контрольным (5 ч) значительно сократилось благодаря внесению 2% СПК и составила 2 часа брожения. Кислотность оставалась на уровне контроля. При замесе теста вносились тонкоизмельченные отруби. Отмечено некоторое изменение физических свойств, определяемых по формоудерживающей способности, так как внесение измельченных отрубей и содержание СПК в опаре оказывает существенное влияние на качество теста. Формоудерживающая способность опытных образцов составила от 100 до 105 мм, контрольный образец – на уровне 98 мм. Значительно увеличилась газоудерживающая способность теста, в опытных образцах составила 320 – 360 мл СО₂ на 100 г муки, в контрольном образце 310 мл СО₂ на 100 г муки. Стимулировалось кислотонакопление, если в контрольном образце конечная кислотность составляла 3,0 град, то в опытных образцах конечная кислотность была на уровне 3,2 - 3,4 град. Внесение измельченных отрубей и СПК позволило сократить продолжительность расстойки на 5 - 10 мин.

В таблице 1 показано также влияние добавок тонкоизмельченных отрубей и СПК на физико-химические показатели готовой продукции. Сжимаемость и упругость мякиша опытного хлеба была выше, чем у контрольного, о чем свидетельствуют данные пенетрации. Улучшилось состояние мякиша, пористости, эластичности. Пористость в контрольном образце была на уровне 64%, в опытных образцах она составляла от 68% до 69%, т.е. на 4-5% выше контроля. Увеличение удельного объема и формоустойчивости, отмеченное в образцах с добавкой тонкоизмельченных отрубей и СПК существенно отличалось от контрольного образца. Если удельный объем хлеба в контрольном образце составил 250 см³ на 100 г хлеба, то в опытных образцах этот показатель был на уровне 260 - 280 см³ на 100 г хлеба.

Органолептическая оценка готовых изделий по внешнему виду выше, чем в контрольном образце, а по состоянию и показателю пористости и эластичности мякиша превышало показатели стандарта.

Рецептура хлеба формового из пшеничной муки первого сорта, с оптимальной дозировкой СПК - 2% и 15-20% тонкоизмельченных отрубей приведены в таблице 2.

Таблица 2

Рецептура приготовления хлеба формового из пшеничной муки 1/с с добавлением сухой пшеничной клейковины 2% и тонкоизмельченных отрубей в количестве 15-20%

Наименование сырья	15% отруби / 2% СПК	20% отруби / 2% СПК
Мука пш. 1/с, кг	83	78
СПК, кг	2	2
Измельченные отруби, кг	15	20
Дрожжи прессованные, кг	1	1
Соль, кг	1,3	1,3
Итого сырья:	102,3	102,3

Выводы. Полученные данные свидетельствуют о том, что для повышения биологической и питательной ценности хлеба из пшеничной муки первого сорта, целесообразно использовать тонкоизмельченные отруби и СПК с дозировкой 15-20% измельченных отрубей и 2% СПК, улучшающих качество, биологическую и питательную ценность готовой продукции. Содержание в хлебе тонкоизмельченных отрубей способствует лучшему усвоению организмом человека, так как в отрубях содержится значительное количество клетчатки, которая играет важную роль в процессе пищеварения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шатнюк, Л.Н. Обогащение хлебобулочных изделий [Текст] / Л.Н. Шатнюк // Хлебопродукты. – 2005. – №2.
2. Шишков, Ю.И. Получение хлеба со свойствами продуктов функционального назначения [Текст] / Ю.И. Шишков, А.А.Рогов // Хлебопечение России. – 2004. – № 2.
3. Петраш, И.П. Новые сорта хлебобулочных изделий диетического назначения [Текст] / И.П. Петраш, П.А. Ярошенко, [и др.] // Хлебопекарная и кондитерская промышленность. – 1985. – №11.
4. Ройтер, И.М. Влияние добавок тонкодиспергированных отрубей на свойства теста и качество хлеба [Текст] / И.М. Ройтер, Л.Ю. Тарасенко, [и др.] // Хлебопекарная и кондитерская промышленность. – 1989. - №6.
5. ГОСТ Р 52189-2003 Мука пшеничная. Общие технические условия [Текст] [?].
6. ГОСТ 171-81 Дрожжи хлебопекарные прессованные. Технические условия [Текст] [?].
7. ГОСТ 13586.1-68 Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице [Текст] [?].
8. ГОСТ 27676-88 Зерно и продукты его переработки. Метод определения числа падения [Текст] [?].

9. Определение содержания клетчатки – по методу Кюршнера и Ганека [Текст] [?].
10. ГОСТ 33-66 Нефтепродукты. Методы определения кинематической вязкости [Текст] [?].
11. ГОСТ 5667-65 Хлеб и хлебобулочные изделия. Правила приемки, методы отбора образцов, методы определения органолептических показателей и массы изделий [Текст] [?].
12. ГОСТ 27669-88 Мука пшеничная хлебопекарная. Метод пробной лабораторной выпечки хлеба [Текст] [?].
13. ГОСТ 21094-74 Хлеб и хлебобулочные изделия. Метод определения влажности [Текст] [?].
14. ГОСТ 5669-96 Хлебобулочные изделия. Метод определения пористости [Текст] [?].

Материал поступил в редакцию 04.02.16.

Б.А. Сауир, Г.А. Юсупов, Н.А. Иванникова, Д.К. Тунгишбаева

*М.Х. Дулати атындағы Тараз Мемлекеттік университеті,
Тараз қаласы, Қазақстан Республикасы*

ҚАМЫР ҚАСИЕТІНЕ ЖӘНЕ НАН САПАСЫНА ҚҰРҒАҚ БИДАЙ ЖЕЛІМТЕГІН ҚОСЫП ҰСАҚ МАЙДАЛАНҒАН КЕБЕКТЕРДІҢ ӘРТҮРЛІ КОМПОНЕНТТЕРІНІҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

Жұмыста нанның тағамдық және биологиялық құндылығына әсер етуші фактор ретінде, құрғақ бидай желімтектігі мен ұсақ майдаланған кебектің әсерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Зерттеу жұмыстарында шикі желімтектігінің мөлшері төмен болатын бірінші сұрыпты бидай ұны қолданылды.

Түйін сөздер: ұн, кебек, желімтек, нан.

B.A. Sauir, G.A. Yussupov, N.A. Ivannikova, D.K. Tungishbaeva

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

THE RESEARCH OF THE INFLUENCE OF DIFFERENT COMPONENTS OF FINELY GROUND BRAND WITH ADDITION OF DRY WHEAT GLUTEN ONTO THE DOUGH PROPERTIES AND THE BREAD QUALITY

Paper include investigation results of influence of fine bran with dry wheat gluten to improve biological and the nutritional value of bread. In research first grade wheat flour with low content of wet gluten is used.

Keywords: flour, bran, gluten, bread.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 661.68:666.9:974:666.68

Г.М. Баялиева¹, С.К. Нурпеисов¹, Б.А. Тыныштыбаев²

¹Техн. ғылымдарының канд., доцент, ²Магистрант
М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті,
Тараз қаласы, Қазақстан Республикасы
Электрондық пошта: bayali@bk.ru

**БАРХАН ҚҰМЫ НЕГІЗІНДЕ ДАЙЫНДАЛҒАН ҚЫЗУҒА ТӨЗІМДІ
БЕТОНДЫ ҚЫЗДЫРУ КЕЗІНДЕ ОНЫҢ ФИЗИКО-МЕХАНИКАЛЫҚ
ҚАСИЕТТЕРІНІҢ ӨЗГЕРУІ**

Қызуға төзімді бетон өндірісінде қолданылатын барлық байланыстырғыштардың ішіндегі ең тиімдісі силикат-ірі-тасты (сусыз силикат натрий) минералды компонентпен бірге ұнтақталу арқылы алынатын композициялы байланыстырғыш болып табылады. Белгілі әдіспен жүргізілген зерттеулердің негізінде қызуға төзімді бетондар үшін силикат-ірі-тас және бархан құмы негізіндегі композициялы байланыстырғыш алу мүмкіндіктері қарастырылған.

Түйін сөздер: бархан құмынан және силикат-ірі-тастан тұратын композицияларды ұнтақтау, силикат-натрийлы байланыстырғыштың күйін айқындау, кварцтың модификациясы, кристобалиттің қарқындылығы.

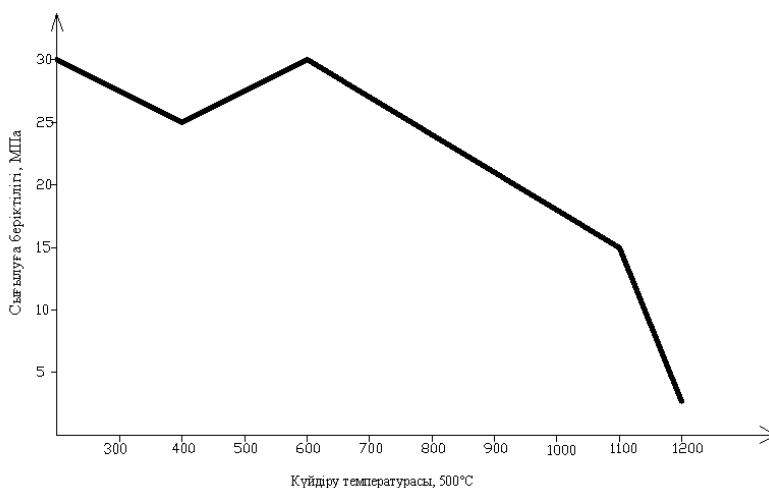
Эксперименттік мәліметтер негізінде [1], бархан құмынан және силикат-ірі-тастан тұратын композицияларды ұнтақтау, сумен араластыру, тығыздау және кептіру кезінде тиімді байланыстырғыштық қасиетке ие болатыны белгілі. Бұл композициялардың жоғары беріктігі 80-200⁰С температура аралығында болатын құрылым түзілу процессіне әсер етеді және қызуға төзімді бетон беріктігін қамтамасыз етеді. Бархан құмы негізіндегі қызуға төзімді бетонның эксплуатациялық қасиеті композициялық силикат-натрийлы байланыстырғышта 800-1200⁰С жоғары температурада болатын физико-химиялық процесстердің негізінде қалыптасады.

Жоғары температура кезінде силикат-натрийлы байланыстырғыштың күйін айқындау мақсатында фазалық құрамы анықталып, осы байланыстырғыштан дайындалған үлгілер термомеханикалық сынақтан өткізілді. Зерттеу силикат-ірі-тасты (Na₂ SiO₃) және ұнтақталған бархан құмын қолдану арқылы жүргізілді.

БҚ:СН-80:20 (% массасы бойынша) қатынасындағы композиция меншікті қабатқа дейін бірлескен ұнтақтауға қолданылды (2500-2700 см²/г). Жүктеліп дірілдету әдісі арқылы дайындалған 50×50×50 мм өлшеміндегі үлгілер 200⁰С температурада төмендегідей режим бойынша кептірілді: температураны 90⁰С-қа дейін жоғарылату – 1 сағат; ұсталым – 3 сағат; температураны 190⁰С-қа дейін жоғарылату – 2 сағат; ұсталым – 1 сағат; табиғи салқындату 20⁰С-қа дейін – 2 сағат. Үлгілердің сығу кезіндегі беріктігі 32,5 МПа құрады.

Осы құрамда және осындай технологиялық параметрлерде дайындалған үлгілердің екінші бөлігінің әртүрлі температурада қыздырылған күйіндегі беріктігі сынақтан өткізілді. Үлгілер диаметрі (d) 25 мм және биіктігі (h) 50 мм болатын цилиндр түрінде дайындалды.

1-суретте қыздырылған материалдың күйдіру температурасынан беріктіктің байланысын қалыптастыруға мүмкіндік беретін, құм-силикат-натрийлы композициялардың үлгілерін термомеханикалық сынақтан өту нәтижелері көрсетілген.



Сурет 1. Силикат-натрийлы композициялық байланыстырғыш пен бархан құмынан қыздырылған үлгілердің беріктігінің тәуелділігі

Алынған эксперименталды мәліметтердің талдауы 200-400°C температура аралығында беріктіктің төмендеуін дәлелдейді. Бұл үлгі құрамында кеуектілікті және артынша беріктік көрсеткіштерінің төмендеуін туғызатын бархан құмындағы органикалық қоспалардың жанып кетуімен байланысты болатыны анық. Бұл дерек тығыздықтың 2100 кг/м³-ден 1920 кг/м³-ге дейін төмендеуімен расталады. Температураны 600°C-қа дейін ары қарай жоғарылату, беріктіктің жоғарлауымен қатар жүреді, яғни қатты фазада және кварцтың модификациялық айналуы процессінің басталуымен түсіндіріледі. Термоөңдеу температурасын 600°C-тан 800°C-қа дейін жоғарылату кезінде силикат-натрийдың жұмсаруының басталуына байланысты үлгілер беріктігінің екінші реттік төмендеуі байқалады (760-800°C тасты модуль кезінде 2,8-3). 800°C температура кезінде 22-23 МПа құрайды. 800-1100°C температура аралығында сұйық фазаның өсуіне байланысты композицияның беріктігі төмендейді. Келтірілген табиғи кварцты құммен салыстырғанда, беріктіктің едәуір жоғары мәні бархан құмында минерал кальциттің болуымен түсіндіріледі [2]. Мұндай жағдайда, жоғары отқа төзімді кальцийлік силикаттар түзіледі.

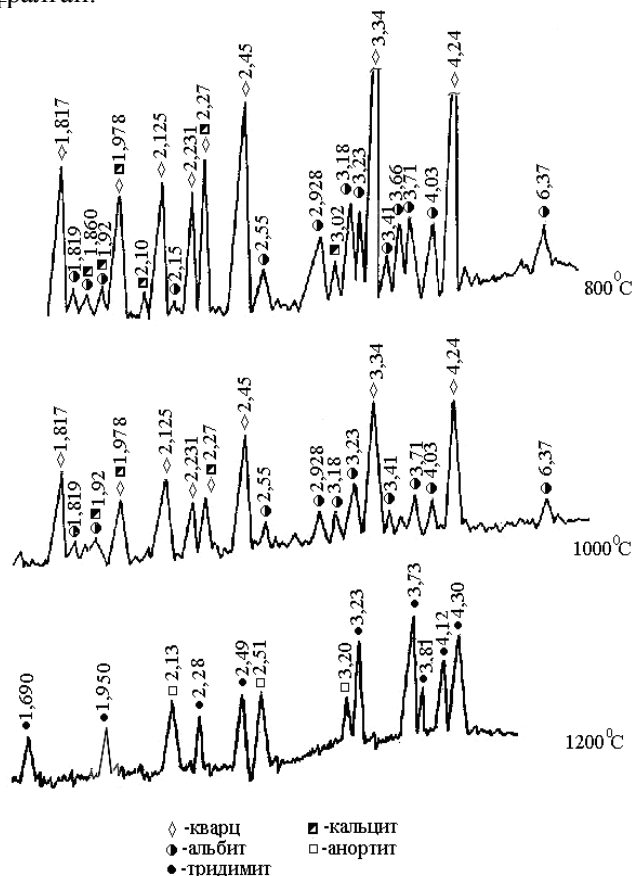
Үлгілерді 200, 800, 1000 және 1200°C -қа дейін қыздырудан соң, байланыстырғыш рентгенограммасын салыстыру келесі тұжырымдарды қабылдауға мүмкіндік береді (2-сурет).

Кептіруден кейін (200°C) байланыстырғыштың негізгі құрамалары кварц кальцит силикат натриймен ұсынылған аморфты фаза болып саналады.

800⁰С -қа дейін қыздырудан соң кальцийдің бос тотығы түзілуімен, $d/n=2,75; 6,68; 2,19$ кальциттің диссоциациясы болады $CaCO_3$

Сонымен қатар, кварцтың қарқындылығының төмендеуі орын алады, натрий тотығының әсерінен кварц бөлігінің еруі басталады.

1000⁰С -қа дейін қыздырылған байланыстырғыштың рентгенограммасы БҚ-СН жүйесінде кварцтың, түзелген кристобалиттің $d/n=2,12; 4,09$, анортиттің ($CaO \cdot SiO_2 \cdot Al_2 \cdot O_5$) $d/n=2,00; 3,20; 3,81$ бар екенін дәлелдейді. Анортит сазды қоспалардың және кальцийдің бос тотықтарының әрекеттесуі салдарынан құралған.



Сурет 2. Қыздырғаннан кейінгі байланыстырғыштың рентгенограммасы

Композицияларды 1200⁰С-қа дейін қыздыру кезінде кристобалиттің қарқындылығы өседі, ал кварцпен болған жағдайда рентгенограммада дәлелденген жағдайлар болады. Осындай процесс фарфорды күйдіру кезінде байқалады. Жоғары температура кезінде байланыстырғыштың беріктігіне, кварцтың шыны фазаға өту нәтижесінде силикат-натрийлы шыны жүйесінде құрылған жоғары силикатты модульдің әсері ықпал етеді. Модуль қаншалықты жоғары болса, шыны фазаның жоғары температура кезіндегі жабысқақтығы және жүйенің деформациялық орнықтылығы жоғары болады.

Рентгенофазалық талдаудың мәліметтері петрографиялық зерттеулер деректерімен расталды.

800, 1000 және 1200⁰С температурасында термоөңдеуден өткен ұнтақталмаған бархан құмынан және майда ұнтақталған бархан құмынан және силикат-ірі-тастан тұратын байланыстырғыштардың суреттегі

микроқұрылымдарынан кварц-кристаллдык фазаларының үлкен мөлшері байқалады. Термоөңдеудің температурасын жоғарылатумен шыны фазалық құрамы да кеңейеді, әсіресе бұл 1000 және 1200⁰С температурасында күйдірілген үлгілерге тән.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Крюк, Л.В. Влияние дисперсности кварцевого песка на кинетику процесса стеклокремнеземистой керамики [Текст] / Л.В. Крюк, И.А. Конопленко // Товароведение и легкая промышленность. – 1976. – С.40-43.
2. Пащенко, А.А. Физическая химия силикатов [Текст] / А.А. Пащенко. – М., 1986. – 368 с.

Материал редакцияға 15.01.16 түсті.

Г.М. Баялиева, С.К. Нурпеисов, Б.А.Тыныштыбаев

*Таразский государственный университет им.М.Х. Дулати,
г.Тараз, Республика Казахстан*

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЖАРОСТОЙКОГО БЕТОНА НА ОСНОВЕ БАРХАННОГО ПЕСКА ПРИ НАГРЕВЕ

Из всех известных вяжущих, применяемых в производстве жаростойкого бетона, наиболее эффективными являются композиционные вяжущие, получаемые совместным помолом силикат-глыбы (безводный силикат натрия) с минеральным компонентом. На основании проведенных исследований установлена возможность получения композиционного вяжущего на основе силикат-глыбы и барханного песка.

Ключевые слова: помол композиционного вяжущего на основе силикат-глыбы и барханного песка, состояние силикат-натриевого вяжущего, модификации кварца, образование кристобалита.

G.M. Bayaliev, S.K. Nurpeisov, B.M. Tinishitbaev

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

CHANGE OF PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES OF HEAT- RESISTANT CONCRETE BASED ON SAND DUNE DURING HEATING

Known binding agents used in the manufacture of heat-resistant concrete, are the most efficient composite binders, obtained by joint grinding of solid sodium silicate (anhydrous sodium silicate) with a mineral component. On the basis of the conducted researches possibility of obtaining a composite binder on the base of sodium silicate and sand is defined.

Keywords: grinding composite binder on the basis of sodium silicate and sand, the state of silicate-sodium binder, quartz modifications, cristobalite formation.

УДК 691.342+666.972

С.К. Нурпеисов¹, У. Мунке², А. Сатыпалдиев³¹Канд. техн. наук, доцент, ²Студент, ³Студент^{1,3}Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз²КазГАСА, г. Алматы

ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ ПОЛИМЕРМИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИЙ В АГРЕССИВНЫХ СРЕДАХ

Представлены результаты испытаний полимерминеральных композиций в различных агрессивных средах. Результаты испытаний свидетельствуют о высокой химической стойкости образцов шлакополимербетона по сравнению с такими же материалами на природных каменных заполнителях.

Ключевые слова: полимерминеральные композиции, агрессивные среды, химическая стойкость, цементные вяжущие, шлакополимербетоны.

Одним из важных свойств полимербетонов по сравнению с обычными бетонами на цементных вяжущих является их высокая сопротивляемость действию различных химических реагентов [1, 2], что позволяет рационально использовать изделия и конструкции на их основе в условиях одновременного действия нагрузок и высокоагрессивных факторов без дополнительной защиты.

Как показывает практика эксплуатации многих промышленных предприятий, защита строительных конструкций химическими полимерными покрытиями во многих случаях не обеспечивает необходимой надежности и долговечности сооружений.

В связи с этим в самых разнообразных отраслях промышленности все острее ощущается отсутствие строительных материалов, которые сочетали бы химическую стойкость с прочностью и долговечностью.

К одним из таких материалов относятся составы шлакополимербетонов (ШПБ) [3, 4] использование которых позволяет принципиально по новому решить вопросы надежности и долговечности промышленных предприятий в условиях воздействия различных агрессивных сред.

Исследованию химической стойкости подвергались оптимальные составы ШПБ и композиций, целью которого явилось получение количественных показателей снижения прочности в выбранных средах, являющихся критерием химической стойкости.

Оценка стойкости исследуемых композиционных материалов проводилась по общеутвержденной методике, распространяемой на химически стойкие бетоны, приготовленные на основе фурановых, фурано-эпоксидных, полиэфирных, карбамидных, акриловых синтетических смол, согласно которой основными критериями стойкости являются изменение массы и прочности, как определяющие связь механических и физико-химических свойств материала.

Результаты длительных испытаний исследуемых материалов в виде средних значений коэффициента химической стойкости образцов-балочек с размерами сторон 4×4×16 см в количестве трех, определяемого отношением их прочности сразу же после извлечения из агрессивных сред к контрольным, а также изменениями массы, приведены в таблицах 1-4.

Таблица 1

Значение коэффициента стойкости в среде 5% фосфорной кислоты

Материал	Выдержка, сут						
	30	60	90	180	270	360	390
Композиция на основе:							
- пиритных огарков;	<u>0.99</u> +0.06	<u>0.99</u> 0.07	<u>0.98</u> +0.09	<u>0.97</u> +0.10	<u>0.95</u> +0.12	<u>0.94</u> +0.14	<u>0.94</u> +0.14
- котельной пыли;	<u>0.98</u> +0.07	<u>0.97</u> +0.09	<u>0.96</u> +0.10	<u>0.95</u> +0.12	<u>0.93</u> 0.13	<u>0.91</u> +0.15	<u>0.89</u> +0.16
- ШПБ	<u>0.98</u> +0.08	<u>0.96</u> +0.09	<u>0.95</u> +0.11	<u>0.94</u> +0.12	<u>0.92</u> +0.13	<u>0.90</u> +0.15	<u>0.89</u> +0.15

Таблица 2

Значения коэффициента стойкости в среде 10% щелочи натрия

Материал	Выдержка, сут						
	30	60	90	180	270	360	390
Композиция на основе:							
- пиритных огарков;	<u>0.97</u> +0.05	<u>0.95</u> +0.07	<u>0.92</u> +0.10	<u>0.90</u> +0.12	<u>0.88</u> +0.14	<u>0.86</u> +0.16	<u>0.83</u> +0.17
- котельной пыли;	<u>0.94</u> -0.04	<u>0.89</u> -0.06	<u>0.83</u> -0.07	<u>0.71</u> -0.09	<u>0.69</u> -0.10	<u>0.62</u> -0.12	<u>0.67</u> -0.14
- ШПБ	<u>0.96</u> +0.08	<u>0.94</u> +0.10	<u>0.92</u> +0.12	<u>0.91</u> +0.14	<u>0.87</u> +0.15	<u>0.87</u> +0.17	<u>0.88</u> +0.18

Примечание: в числителе – коэффициент химической стойкости, в знаменателе – увеличение – знак «+» или уменьшение – знак «-» массы образца по сравнению с первоначальной массой, в частях.

Таблица 3

Значение коэффициента стойкости в среде 5% серной кислоты

Материал	Выдержка, сут						
	30	60	90	180	270	360	390
Композиция на основе:							
- пиритных огарков;	<u>0.98</u> +0.07	<u>0.95</u> +0.08	<u>0.96</u> +0.10	<u>0.93</u> +0.11	<u>0.90</u> +0.13	<u>0.89</u> +0.15	<u>0.90</u> +0.14
- котельной пыли;	<u>0.96</u> +0.07	<u>0.95</u> -0.09	<u>0.92</u> +0.10	<u>0.90</u> +0.13	<u>0.88</u> +0.15	<u>0.86</u> +0.16	<u>0.85</u> +0.17
- ШПБ	<u>0.97</u> +0.06	<u>0.95</u> +0.08	<u>0.92</u> +0.09	<u>0.90</u> +0.10	<u>0.89</u> +0.12	<u>0.88</u> +0.15	<u>0.86</u> +0.15

Таблица 4

Значения коэффициента стойкости в среде 5% соляной кислоты

Материал	Выдержка, сут						
	30	60	90	180	270	360	390
Композиция на основе:							
- пиритных огарков;	<u>0.97</u> +0.06	<u>0.95</u> +0.07	<u>0.92</u> +0.08	<u>0.91</u> +0.11	<u>0.90</u> +0.14	<u>0.88</u> +0.16	<u>0.86</u> +0.16
- котельной пыли;	<u>0.95</u> +0.07	<u>0.93</u> -0.08	<u>0.91</u> +0.10	<u>0.90</u> +0.11	<u>0.87</u> +0.13	<u>0.84</u> +0.16	<u>0.80</u> +0.18
- ШПБ	<u>0.95</u> +0.04	<u>0.94</u> +0.06	<u>0.91</u> +0.07	<u>0.84</u> +0.10	<u>0.80</u> +0.12	<u>0.81</u> +0.14	<u>0.77</u> +0.12

Примечание: в числителе – коэффициент химической стойкости, в знаменателе – увеличение – знак «+» или уменьшение – знак «-» массы образца по сравнению с первоначальной массой, в частях.

Для испытаний были приняты оптимальные составы полимерминеральных композиций с наполнителями: пиритным огарком и котрельной пылью и оптимальный состав шлакополимербетона. Испытания проводились в 5%-ных растворах серной кислоты, соляной кислоты и фосфорной кислоты, а также в 10%-ном растворе щелочи натрия. Такая концентрация была принята как наиболее часто встречающаяся агрессивная среда, присущая заводским условиям.

Результаты испытаний свидетельствуют о высокой химической стойкости испытуемых образцов по сравнению с такими же материалами на природных каменных заполнителях.

Наиболее высокими показателями химической стойкости отличаются все составы в среде фосфорной кислоты, что вероятно объясняется химической природой состава наполнителя. Хранение образцов исследуемых полимерминеральных композиций в течении года приводит к незначительным изменениям прочности относительно прочности образцов выдержанных 90 и 180 сут. Следовательно, фосфорная кислота не является агрессивной средой для исследуемых композиций, обеспечивая тем самым, отсутствие каких либо признаков коррозии и разрушения.

Высокие положительные результаты показали также образцы полимерминеральных композиции и ШПБ в средах серной и соляной кислот.

Наиболее агрессивной средой по результатам испытаний для испытуемых материалов явилась среда 10% щелочи натрия, что в общем-то, согласуется с литературными данными [5].

Действие щелочи на композиции и ШПБ является результатом абсорбционного эффекта твердых тел, а также химических процессов, происходящих в результате образования низкоосновных гидросиликатов и гидроалюминатов кальция тоберморитовой группы, что особенно видно на составах с котрельной пылью и пиритным огарком.

Анализируя результаты исследования коррозионной стойкости ШПБ, каркас которого представляют зерна плотного фосфорного шлака фракции 5-10 мм, а межзерновое пространство заполнено зернами плотного фосфорного шлака фракции 0,14...5 мм, связанных между собой мастикой на основе смолы и молотого плотного фосфорного шлака фракции менее 0,14 мм, можно заключить следующее:

- высокие показатели стойкости ШПБ в исследуемых средах обеспечивается монолитностью конгломерата, а также оптимальным гранулометрическим составом;

- содержащиеся минеральные фазы компонентов фосфорного шлака, вступая в химическое взаимодействие со связующим в зоне контакта, способствуют повышению плотности и прочности сцепления смолы с наполнителем, связующего с заполнителем. Этому же способствуют развитая поверхность тонкодисперсного наполнителя и шероховатая поверхность зерен крупного заполнителя, что подтверждается результатами исследования микротвердости композиции и ШПБ на ее основе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соломатов, В.И. Оптимальные составы минеральных смесей заполнителей для полимербетонных [Текст] / В.И. Соломатов, Н.К. Корнеев, А.Н. Козамазов // Изв. вузов. Строительство и архитектура. – 1987. – №7. – С. 57-59.

2. Соколенко, О.А. О долговечности бетонов в некоторых агрессивных средах / в кн: Защита конструкций от коррозии и применение полимерных материалов в строительстве [Текст] / О.А. Соколенко, Б.Н. Виноградов, А.К. Яворский. – Саратов, 1980. ч. 2. – 6 с.
3. Сулейманова Ж.М. Полимерные композиции на основе полиэфирных смол для склеивания железобетонных конструкции / В кн: Химически стойки П-бетоны [Текст] / Ж.М. Сулейманова. – М.: НИИЖБ, 1983. – 78 с.
4. Авт.св. СССР 1143721 МКИ 04В 26/00 Полимербетонная смесь [Текст] / Манербаева Ф.Д, Сулейменов С.Т., Нурпеисов С.К. [и др.]. Оpubл. 08.11.1984.
5. Патуроев, В.В. Мастики, полимербетоны и полимерсиликаты [Текст] / В.В. Патуроев, И.Е. Путляев. – М.: Стройиздат, 1975. – 219 с.

Материал поступил в редакцию 24.02.16.

С.К. Нурпеисов¹, У. Мунке², А. Сатыпалдиев¹

¹М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қаласы

²ҚазБСҚА, Алматы қаласы

АГРЕССИВТІ ОРТАЛАРДАҒЫ ПОЛИМЕРМИНЕРАЛДЫ КОМПОЗИЦИЯЛАРДЫҢ ХИМИЯЛЫҚ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН БАҒАЛАУ

Түрлі агрессивті орталардағы полимерминералды композицияларды сынау нәтижелері келтірілген. Сынақ нәтижелері шлакополимербетон үлгілерінің басқа сол сияқты материалдармен салыстырғанда химиялық тұрақтылығы жоғары екендігін көрсетеді.

Түйін сөздер: полимерминералды композициялар, агрессивті орталар, химиялық тұрақтылық, цементті біріктіргіш, шлакополимербетондар.

S.K. Nurpeisov¹, U. Munke², A. Satypaldiyev¹

¹Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

²Kazakh Leading Academy of Architecture and Civil Engineering, Almaty, Kazakhstan

EVALUATION OF CHEMICAL RESISTANCE OF MINERAL POLYMER COMPOSITIONS IN AGGRESSIVE ENVIRONMENTS

The results of tests polymer mineral compositions in various corrosive environments are presented. Test results indicate a high chemical resistance of slag polymer concrete samples compared with the same materials in the natural stone aggregates.

Keywords: polymer mineral compositions, aggressive environments, chemical resistance, cementitious binders, slag polymer concretes.

УДК 666.7-127

Д.М. Алшоразов

*Магистр**М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті,
Тараз қаласы, Қазақстан Республикасы
Электрондық пошта: alchorazov.didar@mail.ru***КӨБІККЕРАМИКАЛЫҚ МАТЕРИАЛДАРДЫ ӨНДІРУ КЕЗІНДЕ
ҚОСПА РЕТІНДЕ ЖҰҚА ДИСПЕРСТІ ӨНЕРКӘСІП ҚАЛДЫҚТАРЫН
ҚОЛДАНУ**

Көбіккерамикалық материалдарды өндіру кезінде жылуоқшауланған қасиеттері бар кеуектілігі жоғары керамикалық материалдар өндіру кезінде кеуекті құрылым түзудің газтүзгіштік, көбіктүзгіштік, жанғыш және басқа да қоспаларды енгізудің әртүрлі әдістерінің қолданылуы қарастырылған.

Түйін сөздер: жылуоқшауланған қасиеттері бар кеуектілігі жоғары керамика, көбікті керамикалық кірпіш, фосфогипсті материалдар.

Қазіргі заманғы тұрғын үй және басқа да қоғамдық ғимараттардың құрылысы тиімді құрылыс материалдарына (жылуоқшауланған берік, экологиялық және ыстыққа төзімді материалдарға), сондай-ақ оларды шығаруда олардың сапасы мен ассортиментін арттыруға мұқтаж. Қабырға материалдарын өндіру бойынша Қазақстанның көптеген зауыттарында әлсіз шикізат базасының салдарынан өнімдерді өндіру үшін физикалық-механикалық қасиеттерін жақсарту мақсатында жаңа технологияларды тұрақты іздеуді қажет етеді және олардың жылу сақтау қасиеттеріне басым назар аударылады. Зерттеу үшін келешегі бар бағыттардың бірі кеуектілігі жоғары керамиканың технологиясын жасау болып табылады.

Жылуоқшауланған қасиеттері бар кеуектілігі жоғары керамикалық материалдар өндіру кезінде кеуекті құрылым түзудің – газтүзгіштік, көбіктүзгіштік, жанғыш және басқа да қоспаларды енгізудің әртүрлі әдістері қолданылады. Көбіктүзгіш әдісін қолдану кезінде кеуектілік дәрежесі жоғары майда жабық саңылауларға қол жеткізуге болады. Көбікті керамикалық кірпішті алу үшін кеңінен тараған тапшы болмайтын шикізаттар, яғни саз жыныстарын, сазды топырақты қолдануға әбден болады [1].

Оның маңыздылығы беттік-белсенді заттарды сулы ерітіндімен өңдеу кезінде алынған, сазды суспензиямен (шликер) және жеке дайындалған көбікті араластыру болып табылады.

Көбік керамикалық технологияның маңызды мәселелерінің бірі оны шликермен араластыру кезінде бұзылмайтындай тұрақты көбік алу болып табылады. Күйғаннан кейін құрылымдық беріктігін қалыптастыру сатысында көбік керамикалық массасының тұнбасы мөлшерін төмендету үшін кептіру кезеңінде және көбікті саңылауланған массаны қалыптауда әртүрлі жұқа дисперсті минералды қоспаларды немесе өнеркәсіптік қалдықтарды қолданады. Экономикалық жағынан келешегі бар әдістердің бірі кірпіш технологиясында қолданылатын қосымша жабдықтарды пайдалануды қажет етпейтін және шамалы өңдеуді талап ететін, жұқа дисперсті өнеркәсіп қалдықтарын қолдану болып саналады. Мұндай қалдықтарға фосфогипс, керамзит өндірісінің күйдірілмеген және күдірілген тозандары жатады. Саз

негізіндегі көбіксаңылаулы массаның тұнбасы 30-35%-ға тең болса, 10-20% фосфогипсті енгізгеннен кейін тұнбаның мөлшері 15-20%-ды құрады. Ал, сазды топырақ негізіндегі көбіксаңылаулы массаның тұнбасы 35-40%-ға тең болды, 10-20% фосфогипсті енгізгеннен кейін тұнбаның мөлшері 20-25%-ға жетті.

Күйдірілген өнімдердің қажетті беріктігін қамтамасыз ету үшін саңылау аралық коршаулардың жақсы жанасуы жағдайын тудыру мақсатында массаның құрамына қоспалар (плавни) керамзит өндірісінің күйдірілмеген және күйдірілген тозаңдарының 2-10%-дық мөлшерлері енгізілді. Тоzaңдардың құрамында 8% дейін Fe_2O_3 болғандықтан, ол беріктік қасиетін жоғарылатуға қабілеттендіретін кварцті сұйық фазада 800-1000⁰C температура интервалында және дала шпатымен жақсы қорытпа түзеді.

Кеуекті керамикалық өнімді дайындау үшін келесі шикізаттық материалдар қолданылады: сазды топырақ, фосфогипс, керамзит өндірісінің күйдірілмеген және күйдірілген тозаңдары, ПО-6НП маркалы көбіктүзгіш.

Күйдірілмеген тозаң – метоморфикалық жынысы болып табылатын, құрамында кварц (SiO_2) илита немесе гидромусковит $K[(AlFe)OH]_2 AlSi_3O_{10}$, каолинит $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$, далалық шпат ($HsiAlO_8 - CaSi_2Al_2O_3$), гематит $\alpha - Fe_2O_3$ және басқа да қоспалардан тұратын, Адексус кен орнының майдаланған тақта тас өнімі.

Күйдірілген тозаң – муллит, кварц, гематит негізінен тұратын қоңыр түсті бейорганикалық материал болып табылады [2].

Фосфогипс – фосфориттен экстракционды фосфор қышқылын өндіру кезінде алған жанама өнім. Фосфогипстің айтарлықтай мөлшерін су (50%-ға дейін) құрайтын шлам түрінде алады. Жұқа дисперсті қатты фаза және 90% өлшемдері 80 мкм болатын бөлшектері бар.

Шикізат материалдарының химиялық құрамы 1-ші кестеде көрсетілген.

Кесте 1

Материал	Мөлшері, мас. %									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	F	Fe ₂ O ₃	SO ₃
Фосфогипс	0,8-1,2	0,4-0,6	29-30	0,8-2	0,6-0,8	-	1,3-1,4	0,6	0,5-1	37-38
Күйдірілмеген тозаң	64-65	12-13	4-5	3-4	2-3	1,0-1,5	-	-	7-8	0,7-0,8
Күйдірілген тозаң	65-66	12-13	4-5	3-4	2,0-2,5	1,0-1,2	-	-	7-8	0,3-0,4

Көбіккерамикалық массасы тұнбасының аз мөлшерін және саңылауаралық коршаулардың жақсы жанасуы жағдайын қамтамасыз ету де көбінесе ұнтақтың жұқалығымен шикізаттық материалдардың гранулометриялық құрамына байланысты болып келеді. Жұқа дисперсті өнеркәсіптік қалдықтардың гранулометриялық құрамы 2-кестеде көрсетілген, ол диаметрлері 1; 0,63; 0,315; 0,14 мм болатын електер арқылы елеу жолымен анықталады.

Кесте 2

Материал	Електе қалған қалдықтар, %				
	1	0,63	0,315	0,14	Менее 0,14
ФГ	-	5	25	20	50
күйдірілмеген	5	10	15	30	40
күйдірілген	-	5	10	25	60

Құрылыстық саңылаулықкермикалық өнімді дайындау үшін шикізаттық қоспаларды дайындау технологиясы келесі шикізаттарды сазды топырақты, фосфогипсті материалдарын майдаладан, күйдірілген және күйдірілмеген тозаңдардан көбік дайындаудан, оны сазды топырақпен фосфогипспен, күйдірілген және күйдірілмеген тозаңдарды араластырудан тұрады. Дайындалған қоспаны өлшемдері 390×190×190 мм болатын металл қалыптарға құйдық. Содан кейін 100-120 °С 18 -24 сағат аралығында кептіріп және 950-1000 °С температурада 12-15 сағат аралығында күйдірдік. 3-кестеде зерттелінген қоспалардың нақты құрамы берілген, ал 4-кесте өнімдердің физикалық-механикалық қасиеттері көрсетілген.

Кесте 3

Зерттелінген қоспалардың құрамы

№	Компоненттер	Құрамы, мас. %		
		1	2	3
1	Сазды топырақ	79,9	79,8	57,7
2	Фосфогипс	10	15	20
3	Күйдірілген және күйдірілмеген тозаң	10	5	2
4	ПО-6НП көбік түзгіш	0,1	0,2	0,3

Кесте 4

Өнімнің физикалық-механикалық қасиеттері

Құрамы	Орташа тығыздығы кг/м ³	Сығу кезіндегі беріктігі, МПа	Су сіңіргіштігі, %	Аязға тұрақтылығы, цикл
1	820	9,2	22,2	50
2	860	10,3	21,2	50
3	890	11,9	19,6	50

Сонымен, жұқа дисперсті өнеркәсіп қалдықтарын (фосфогипс, керамзит өндірісінің күйдірілген және күйдірілмеген тозаңдарын) қоспа ретінде қолданып және кейбір технологиялық тәсілдердің көмегімен орташа тығыздығы 800-900 кг/м³ болатын және жоғары кеуекті көбіккерамикалық, жылуоқшауланған өнім алуға болады. Алынған көбіккерамикалық материалдарды көпқабатты өнім құрылымында, шатырлық жабындарда қолдануға болады және басқа да тұрғын үй мен қоғамдық ғимараттар қабырғаларының жылу ұстағыш қасиетін жоғарылатады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Завдский, В.Ф. Основные принципы технологии изделий теплоизоляционной строительной керамики [Текст] / В.Ф. Заводский // Материалы Всероссийской научно-практической конференции [?].
2. [?]. Актуальные проблемы строительного материаловедения. –Томск, 1998. – 41 с.

Материал редакцияға 02.03.16 түсті.

Д.М. Алшоразов

*Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати,
г. Тараз, Республика Казахстан*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА В КАЧЕСТВЕ ДОБАВКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕНОКЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Рассмотрены вопросы использования различных методов внесения газообразующих, пенообразующих, горючих и других добавок при производстве высокопористых пенокерамических материалов, обладающих теплоизолирующими свойствами.

Ключевые слова: высокопористая керамика с теплоизоляционными свойствами, пеннокерамический кирпич, материалы их фосфогипса.

D.M. Alshorazov

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

USING FINE WASTE PRODUCTION AS ADDITIVE IN THE PRODUCTION OF CERAMIC FOAM MATERIALS

The problems of the use of various methods of making gas-blowing, oil and other additives in the production of highly porous ceramic foam materials having insulating properties.

Keywords: highly porous ceramic with thermal insulation properties, ceramic foam bricks, materials of phosphogypsum.

УДК 626/627.01

М.Н. Сенников¹, Н.К. Ержанова²

¹*Д-р техн. наук, профессор,* ²*Докторант PhD*
*Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати,
г. Тараз, Республика Казахстан*

²*Электронная почта: nurliza66@mail.ru*

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Представлена методика оценки вероятности возникновения и развития аварийных ситуаций при эксплуатации гидротехнических сооружений. Приведен анализ признаков развития нарушений, набор элементов системы в виде пространства признаков и их групп. На основании общих свойств признаков процессов развития нарушений выявлена их закономерность и диапазон изменений.

Ключевые слова: гидротехнические сооружения, надежность, дефекты, аварии, оценка, признаки, мониторинг, база данных, классификация.

При эксплуатации гидротехнических сооружений встречаются задачи, которые на современном уровне развития науки не могут быть получены теоретическим путем, а решение их насущно необходимо. К таким задачам относятся проблемы исследования процессов возникновения и развития аварийных ситуаций на водохозяйственных объектах, что приводит к большим ущербам [1-5].

Необходима достаточно полная исходная информация о нарушениях и причинах их возникновения на гидротехнических объектах, а также изучение закономерностей таких процессов. Применяя известные методы расчета: детерминированный, вероятностный, статистический, экспертный, и, обрабатывая исходную информацию об экстремальных, случайных нагрузках, о дефектах оборудования, недостатках строительных и монтажных работ, недоработках проекта, упущениях при эксплуатации можно предложить критерии оценки надежности и классифицировать процессы развития аварийных ситуаций.

Исследуя выбранную систему гидротехнических объектов одинакового назначения, рассмотрим только вопросы, связанные с анализом и вероятной оценкой уровня надежности гидротехнических сооружений.

Введем понятие признаков, как характерных особенностей, которыми такие процессы отличаются друг от друга. Будем считать эти признаки независимыми друг от друга.

$$M = x^1, x^2, x^3, \dots, x^i, \dots, x^n, \quad (1)$$

где: M – множество всех возможных процессов нарушений (общий ряд всех признаков); n – число признаков развития аварийных ситуаций; $i = 1, 2, 3, \dots, n, i$ – признак процессов развития аварийных ситуаций – x^i .

В основу классификации изучаемых процессов положим выделение классов с одинаковыми значениями признаков. Отметим общие свойства введенных признаков процессов развития аварийных ситуаций в системе однотипных объектов.

Величины, которыми характеризуются признаки, могут быть либо численными, либо качественными. Следовательно, признаки могут быть количественными (дискретными или непрерывными) или качественными.

Важным свойством признака является диапазон изменения его значений. Пусть признак x^i – дискретный, характеризующийся значениями j^i , изменяющимися в диапазоне от 1 до j_{\max}^i . Тогда весь набор значений, принимаемых этим признаком, будет

$$x_1^i, x_2^i, x_3^i, \dots, x_{j^i}^i, \dots, x_{j_{\max}^i}^i. \quad (2)$$

При этом $x_{j^i}^i$ может быть числом, если признак количественный, или параметром на качественной шкале признака, если он качественный.

Аналогично, в случае непрерывного признака x^i , величины которого меняются в интервале непрерывных значений ξ от ξ^i до ξ_{\max}^i , его значения выражаются непрерывной (в указанном диапазоне значений) функцией:

$$x^i(\xi). \quad (3)$$

На основании вышеизложенного все возможные в рассматриваемом множестве M процессы развития аварийных ситуаций можно разбить на отдельные классы, внутри которых эти явления характеризуются одинаковыми значениями признаков

$$x_{j^i}^i = const; (i = 1, 2, \dots, n; j^i = 1, 2, \dots, j_{\max}^i). \quad (4)$$

Приведенная методика создает систему классификации процессов развития аварийных ситуаций.

Классы классификации удобно представлять графически с помощью понятия пространства признаков процессов развития аварийных ситуаций или с помощью ветвящейся структуры («дерева») развития таких процессов.

Под пространством признаков будем понимать n -мерное (n - число признаков), прямолинейное, ортогональное пространство, по осям которого отложены значения $x_{j^i}^i$ (или $x^i(\xi)$). Такое пространство изображено на рисунке 1.

Каждый n -мерный элемент такого пространства будет определять группу процессов развития аварийных ситуаций с одинаковыми значениями признаков, равными значениям координат этого элемента

$$x_{j^1}^1 = const, x_{j^2}^2 = const, \dots, x_{j^i}^i = const, \dots, x_{j^n}^n = const. \quad (5)$$

Такой подход позволяет представить все множества M рассматриваемых процессов в виде набора элементов, каждый из которых содержит один класс таких процессов признаками, равными координатам этого элемента.

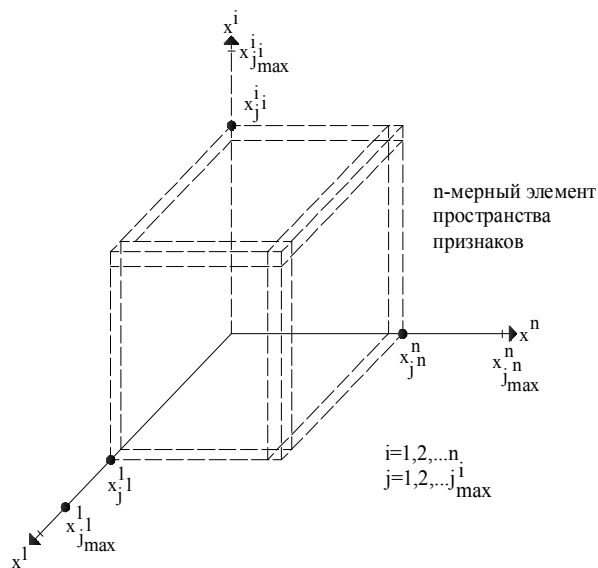


Рис. 1. Дискретное n -мерное пространство признаков аварийных ситуаций

Знание диапазона изменения значений $x_{j_i}^i = (j^i = 1, 2, \dots, j_{\max}^i)$ позволяет вычислить объем V_n всего n - мерного пространства признаков, т.е. число классов множества M процессов развития аварийных ситуаций

$$V_n = j_{\max}^1 \cdot j_{\max}^2 \cdot \dots \cdot j_{\max}^i \cdot \dots \cdot j_{\max}^n \cdot \quad (6)$$

Для простоты далее рассмотрим только случай дискретного пространства признаков.

Введение пространства признаков определяет координаты каждого элемента (класса) этого пространства и тем самым задает любую группу процессов развития аварийных ситуаций, что позволяет осуществить математическое моделирование операций с этими понятиями.

Множество изучаемых аварийных процессов в их развитии удобно представлять в виде многоуровневой ветвящейся структуры («дерева»), каждая ветвь которой указывает направление развития конкретного процесса. Предложенная классификация позволяет построить структуру, которую далее будем называть «деревом» процесса развития аварийных ситуаций [3-5].

Такое «дерево» (рис. 2) включает в себя ветви, изображающие все возможные аварийные процессы. Так как выбранные признаки процессов независимы, то выбор признака для первого уровня определяется удобством описания процесса развития аварийной ситуации.

Пусть признаком первого уровня ветвления будет признак $x^{i'}$. Тогда число ветвей этого уровня (классов процессов с одинаковыми значениями признака $x^{i'}$) будет $j_{\max}^{i'}$, т.е. равно числу значений, которые принимает этот признак.

Второй уровень ветвления строится от каждой ветви первого уровня, но уже по второму признаку - $x^{i''}$. При этом каждая ветвь первого уровня делится на $j_{\max}^{i''}$ ветвей. Здесь $j_{\max}^{i''}$ – число значений признака $x^{i''}$. Очевидно, общее число ветвей второго уровня будет $j_{\max}^{i'} \cdot j_{\max}^{i''}$.

Построение последующих уровней ветвления происходит по такому же алгоритму. Так, для произвольного k -го уровня ($1 < k < n$) имеем ветвление от $(j_{\max}^{i'} \cdot j_{\max}^{i''} \cdot \dots \cdot j_{\max}^{(k-1)})$ ветвей $(k-1)$ уровня, каждый из которых делится на $j_{\max}^{(k)}$ ветвей. Следовательно, общее число ветвей k -го уровня будет

$$j_{\max}^{i'} \cdot j_{\max}^{i''} \cdot \dots \cdot j_{\max}^{(k-1)} \cdot j_{\max}^{(k)} \cdot \quad (7)$$

Тогда число ветвей на последнем n -ом уровне ветвления «дерева» будет

$$j_{\max}^{i'} \cdot j_{\max}^{i''} \cdot \dots \cdot j_{\max}^{(k-1)} \cdot j_{\max}^{(k)} \cdot j_{\max}^{(k+1)} \cdot j_{\max}^{(n)} \cdot \quad (8)$$

Очевидно, это общее число классов процессов развития аварийных ситуаций, равное в соответствии с формулой (8) числу элементов пространства признаков V_n .

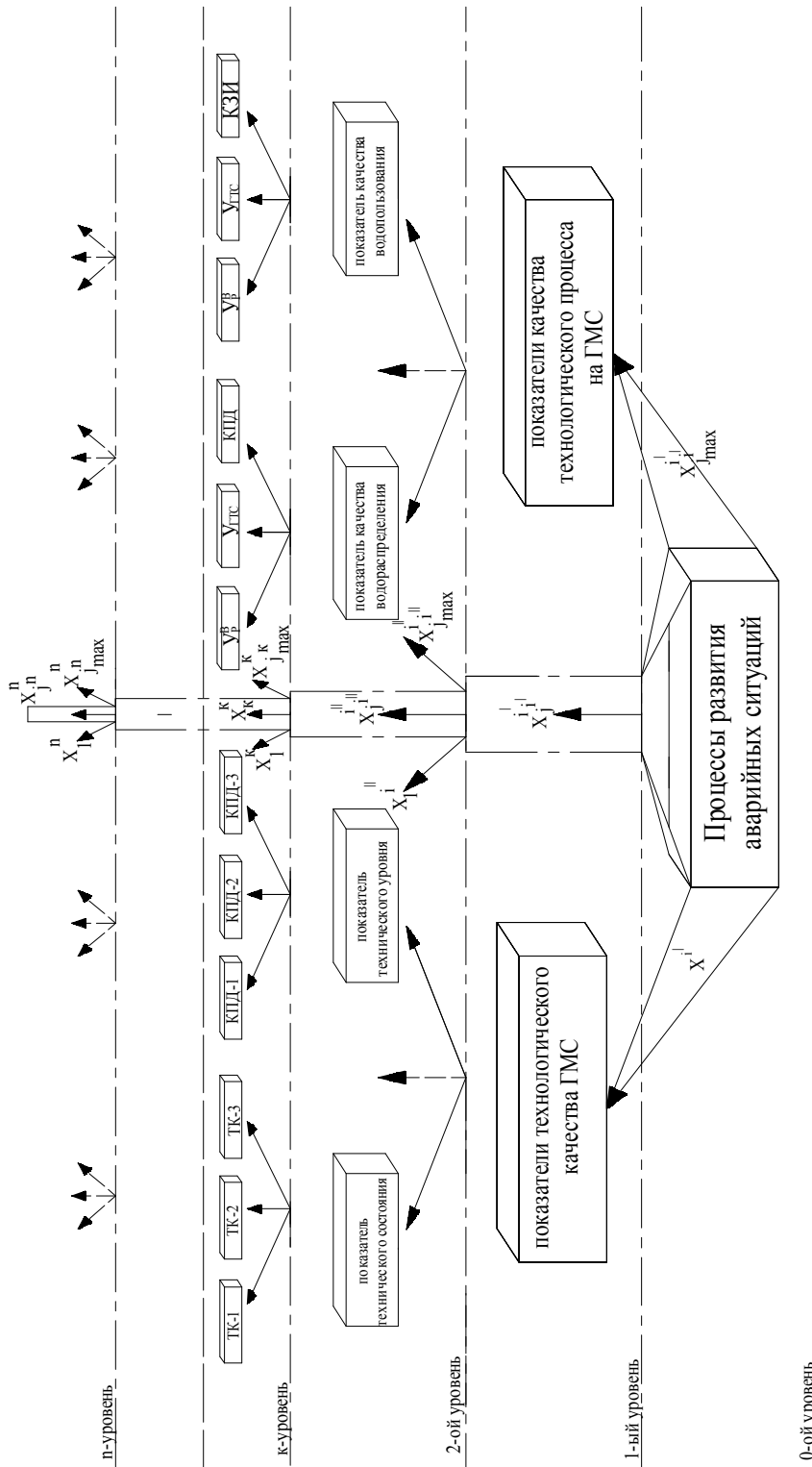


Рисунок 2. "Дерево" процессов развития аварийных ситуаций на гидрометеорологической системе

Процесс развития аварийной ситуации представляется в такой ветвящейся структуре переходом с одного уровня признака процесса на другой. Очевидно, каждая ветвь такой структуры на любом уровне (включая и последний n -й уровень) представляет собой группу изучаемых процессов [5].

Анализируя достаточно большое количество литературных источников можно сделать вывод, что процесс развития аварийных ситуаций понятие случайное (вероятностное) и единственным достоверным источником получения информации о характере, месте и причине аварий являются статистические данные в рассматриваемой системе однотипных объектов со своими закономерностями и диапазоном изменения признаков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каякин, В.В. Прогноз чрезвычайных ситуаций, связанных с техно-природными процессами и обеспечение безопасности объектов [Текст] / В.В. Каякин // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – 1999. – №2. – С.101-110.
2. Стефанишин, Д.В. Проблемы надежности гидротехнических сооружений [Текст] / Д.В. Стефанишин, С.Г. Шульман. – СПб: ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, 1991.
3. Золотов, Л.А. Оперативная количественная оценка уровня безопасности эксплуатируемых гидротехнических сооружений [Текст] / Л.А. Золотов, И.Н. Иващенко, Д.Б. Радкевич // Гидротехническое строительство. – 1997. – №2. – С.40-43.
4. Добрынин, С.Н. Комплексная система банков данных по информационно-аналитическому обеспечению надежности и безопасности гидротехнических сооружений [Текст] / С.Н. Добрынин, Т.С. Тихонова // Гидротехническое строительство. – 1995. – №2. – С.18-20.
5. Сенников, М.Н. Оценка технического состояния оросительных систем (рекомендации) [Текст] / М.Н. Сенников, Н.В. Арефьев. – Санкт-Петербург – Тараз: Тараз университеті, 2003. – 30 с.

Материал поступил в редакцию 20.01.16.

М.Н. Сенников, Н.К. Ержанова

*М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті,
Тараз қаласы, Қазақстан Республикасы*

ГИДРОТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМДАРДЫ ПАЙДАЛАНУ КЕЗІНДЕ АПАТТЫҚ ЖАҒДАЙЛАРДЫҢ ДАМУЫ ЖӘНЕ ТУЫНДАУ МҮМКІНДІГІН БАҒАЛАУ ӘДІСТЕМЕСІ

Гидротехникалық құрылымдарды пайдалану кезінде апаттық жағдайлардың дамуы және туындау мүмкіндігін бағалау әдістемесі ұсынылды. Белгілер мен олардың топтарының кеңістігі түрінде жүйенің элементтері жиыны, бұзылудың дамуының белгілерін талдауы келтірілген. Өзгеру ауқымы және олардың заңдылығы белгілер процестерінің бұзылу дамуының жалпы қасиеттері негізінде анықталды.

Түйін сөздер: гидротехникалық құрылымдар, сенімділік, ақаулар, апаттар, бағалау, белгілер, мониторинг, деректер базасы, топтастыру.

M.N. Sennikov, N.K. Yerzhanova

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

**TECHNIQUE OF THE ASSESSMENT OF PROBABILITY OF
EMERGENCE AND DEVELOPMENT OF EMERGENCIES AT
OPERATION OF HYDRAULIC ENGINEERING CONSTRUCTIONS**

The technique of an assessment of probability of emergence and development of emergencies at operation of hydraulic engineering constructions is presented. The analysis of signs of development of violations, set of elements of system in the form of space of signs and their groups is provided. On the basis of the general properties of signs of developments of violations their regularity and range of changes is revealed.

Keywords: hydraulic engineering constructions, reliability, defects, accidents, assessment, signs, monitoring, database, classification.

ТРАНСПОРТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

UDC 62-731

N.A. Semernin¹, A.N. Semernin², D.A. Shamahmudov³,
R.A. Atygaev⁴, I.G. Vasin⁴

¹Master, Senior teacher, ²Candidate of Technical Sciences, Professor,
³Master student, ⁴Student

Taraz state university named after M.Kh. Dulati, Taraz, The Republic of Kazakhstan

¹Semernin.nik@mail.ru, ²Semernin1954@mail.ru, ³s_d_a_1993@mail.ru

DESIGNING OF VOLUMETRIC TYPE FUEL-WATER FILTER FOR ANY SIZE DIESEL ENGINES

The article provides information about the most common methods for separating the mechanical impurities and water out from fuel. The part of article is devoted to the calculation of the design parameters of the fuel-water filters of any sizes. The results of filters prototypes experimental studies are presented in the following part of this article. General conclusions and recommendations on the usage of the fuel-water filters are given in the end of the article.

Keywords: diesel fuel, fuel filtration, dewatering element, fuel-water filter.

1. Settling or sedimentation is the easiest method of fuels dehydration.

Removal of free water from the fuel is carried out by the deposition of water droplets under the action of gravitational force into the settler.

The deposition speed of water particles in the gravitational field can be determined from the next formula [1-6]:

$$V_d = \frac{g * d_{wd}^2 * (\rho_w - \rho_f)}{18 * \mu_f}, \text{ m/s} \quad (1)$$

where g – the free fall acceleration, m/s^2 ; d_{wd} – the diameter of water drop, m ; ρ_w, ρ_f – accordingly the density of water and fuel, kg/m^3 ; μ_f – the dynamic viscosity of fuel, N*s/m^2 .

The formula (1) is an expression of Stokes' law for the case of deposition of spherical water drops in a fluid with less density than water in laminar deposition mode.

Stokes law is valid for steady state of fuel flow, that is in the case where flow speed is uniform and flow acceleration makes zero. However, at the liquids interaction surface due to the surface interaction between the water and the fuel molecules the water moving within the droplet takes place. For this case the droplet deposition speed can be determined by the formula [1-6]:

$$V_d = \frac{g * d_{wd}^2 * (\rho_w - \rho_f)}{6 * \mu_f} * \frac{\mu_f + \mu_w}{2 * \mu_f + 3 * \mu_w}, \text{ m/s} \quad (2)$$

where μ_w – the dynamic viscosity of water, N*s/m².

According to the formulas (1) and (2) the most important factor in the deposition of water drops is the diameter, as the deposition speed of the drops varies in direct proportion to the square diameter of the drop. Other factors influencing the efficiency of the drop deposition, are viscosity and density of the fuel: the higher viscosity and density, the slower the speed of deposition of the drop.

The dependence of the deposition time of the water drops on their size for depth H is given by the next formula [1-6]:

$$t_d = \frac{18 * \mu_f * H}{g * d_{wd}^2 (\rho_w - \rho_f)}, \text{ s} \quad (3)$$

where t_d – the deposition time of the water drops, s.

As it is seen from the formulas (1-3) the deposition speed and time of the water drops are determined by an intensity of the gravitational field, water and fuel density, viscosity and the drop size. The intensity of the gravitational field in this case is constant, thus the speed and the deposition time depends on the temperature of fuel, the size of water drops, and the design features of the settler.

To evaluate the effectiveness of dehydration of diesel fuels by gravitational settling theoretical deposition speed and deposition time of water droplets were determined.

The deposition speed of the water drops was calculated for the different brands of diesel fuels produced in accordance with GOST 4749-93 and GOST 305-93 in the temperature range from 273 to 323° K.

There is shown the deposition speeds range defined by the formula (1), depending on the drops diameters and the fuel temperature in the figure 1 [1-6].

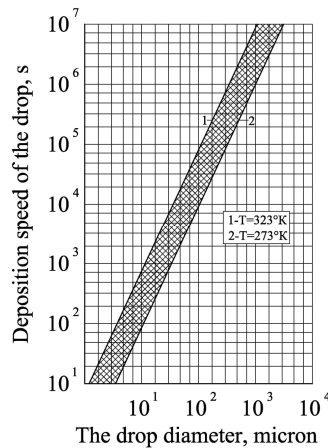


Figure 1. Dependence of deposition speed of the drop from its diameter and temperature of the fuel

Analysis of the data presented in the figure 1 shows that with an increase in temperature of the fuel the deposition speed of the drop increases as the fuel viscosity decreases.

The deposition speed is proportional to the square diameter of the drop, the larger the drop size is, the higher the deposition speed is.

The results are used in the calculation of deposition time of the drops in fuels of different brands produced by petroleum refineries.

The deposition time of the drops by 1 meter of fuel height amounts to about 10^4 s according to the existing requirements [1,3].

The figure 2 shows the dependence of deposition time of the drops by 1 meter of fuel height. The figure 2 shows that according to the existing requirements the total deposition of drops is possible when they are larger than 50 microns. Drops with a size of 10-20 microns are depositing for a long time, and 5 microns drops are not substantially depositing in the fuel as they are in a suspended state. Therefore, settling is not possible to provide the complete removal of water from the fuel storage tanks [1-6].

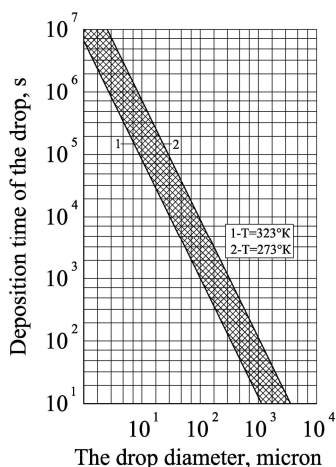
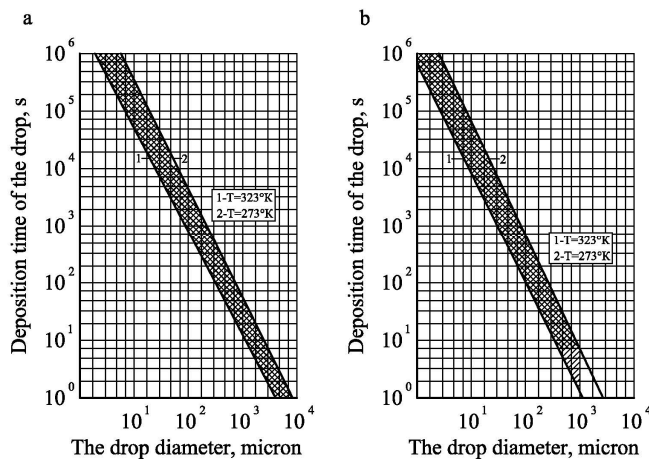


Figure 2. Dependence of deposition time of the drop to 1 m of filling from its diameter and temperature of the fuel



a – FP-25; b – FP-75.

Figure 3. Dependence of deposition time of the drops from its diameter and temperature of the fuel in fuel prefilters (FP)

Efficiency of fuel dehydration in tractors using gravity settlers type FP depends on the time the water drops spent therein.

The water drops stay in type FP-75 settlers varies depending on its throughput capacity and is equal to 40-100 seconds, and FP-25 – 30-90 seconds. The figure 3 shows that only the drops larger than 150 microns are depositing in the settling tanks. Droplets smaller than 150 microns will be captured by the fuel flow and further will be gone into the fuel system [1-6].

Conclusions:

1. Theoretical studies of diesel fuels dehydration by gravity sedimentation have showed that for deposition of the water droplets with sizes less than 50 microns makes long time is required.

2. Droplets with dimensions of 20 micrometers are stored in the fuel in suspension for 10 hours or more, with the dimensions of 10 microns – more than 2 days.

3. Fuel prefilters used on diesel engines provide efficient removal of free water drops which are larger than 150 microns.

4. Increase of cleanliness of diesel fuels in engines is possible through the use of more advanced methods of dehydration.

2. Modern conceptions about the mechanism of dehydration of fuels by coagulating porous layers.

In accordance with modern concepts the mechanism of fuels dehydration by the coagulating layers comprises the following steps: approach and contact of the water microdroplets with fibers; adhesion of water microdroplets to the fiber; fuel displaces the water microdroplets from the surface of the fibers; coalescence of the water microdroplets adhered to the fibers with the water microdroplets in the flow; droplet detachment from the surface of the fibers; flow of the water-fuel emulsions through coagulation layer; deposition of the water droplets into a settling tank [7].

Approaching and contact of the water microdroplets with the fibers.

There are three types of approach of the water microdroplets up to the fibers and subsequent contact: interception (direct contact of the microdroplets with the fibers), Brownian diffusion and inertial clash [7-12].

The effectiveness of interception of the water microdroplets can be evaluated by the next formula [7-12]:

$$E_i = \frac{1}{2 * (2 - \ln Re)} * \left[2 * (1 + K_i) * \ln(1 + K_i) + \frac{1}{1 + K_i} \right] \quad (1)$$

where $K_i = \frac{d_m}{d_f}$ – the coefficient of interception; d_m – diameter of microdroplet, m; d_f – diameter of fiber, m; Re – Reynolds number.

The Reynolds number is defined as [7-12]:

$$Re = \frac{\rho_f * d_f * V_f}{4 * \mu_f} \quad (2)$$

where ρ_f – the density of fuel, kg/m³; V_f – the speed of fuel flow, m/s; μ_f – viscosity of fuel, m²/s.

Analysis of the formulas (1) and (2) shows that the effectiveness of interception depends on the diameter of fibers and droplets: the smaller the fiber diameter and more droplet diameter, the greater effectiveness of interception. With increasing of the flow rate the effectiveness of interception also increases.

The efficiency of the diffusion interaction between the water droplets and the fibers can be evaluated by the next formula [1,3,7-12]:

$$E_D = 2,16 * \left[\frac{1}{2 * (2 - \ln Re)} \right]^{\frac{1}{3}} * \frac{D}{V_f * d_f} \quad (3)$$

where D – the coefficient of diffusion.

Formula (3) shows that the efficiency of diffusion decreases with an increase of flow rate, the droplet diameter and the fiber diameter.

The effectiveness of the inertial collision of the water droplets to the fiber is determined by the formula [1-3]:

$$E_i = \frac{K_i^3}{K_i^3 + 1,54 * K_i^2 + 1,76} \quad (4)$$

where K_i – the coefficient of inertial force.

The coefficient of the inertial force can be calculated by the next formula:

$$K_i = \frac{(\rho_w - \rho_f) * V_f * d_m^2}{9 * \mu_f * d_f} \quad (5)$$

Analysis of equations (4) and (5) shows that the effectiveness of the inertial clashes increases with decrease of fiber diameter, the density and dynamic viscosity of the fuel, and at increase in the droplet diameter and the flow rate. Naturally the inertial clash is of little importance in the approach of the drop.

General patterns obtained when considering the efficiency of interaction of the water microdroplets with individual fiber are valid for the layers of fibers, although it is very difficult to evaluate the overall efficiency of the water drops approach to the fibers located in the coagulating layer, as the fibers are arranged randomly in the layer.

It should be noted that an increase in the density of the fibers locations in the coagulating layer the interception and diffusion efficiency is increased, and for the interception this increase is more than for diffusion. The effectiveness of all kinds of interactions of the water drops with fiber decreases with the decrease of temperature. Especially inertial clash efficiency decreases as the coefficient of the inertial forces is directly proportional to the density of water and fuel and back proportional to the fuel viscosity [1,3,7-12].

The effectiveness of diffusion depending on temperature is more complicated, since the diffusion coefficient is in direct proportion to the absolute temperature and in inverse proportion on the fuel viscosity and the Reynolds number.

Thus, the interception is the main type of approach and contact of water droplets to the fiber. Inertial clash is not significant in this process and the diffusion can promote the clash of very small water droplets with the fibers.

Displacement of fuel from the surface of the fiber.

Adhesion of the water microdroplets to the fiber can occur only when there is no fuel in between them. Therefore, a water drop must displace the fuel from the fiber and moisten it. This process depends on the fiber surface properties.

Fuel is rather easily displaced from hydrophilic surfaces (glass, cotton), is much more difficultly displaced from hydrophobic surfaces which are having low surface energies (teflon, polyethylene) [1, 3, 7-12].

The fuel displacement process begins with the reduction of the thickening of the fuel. The low-viscosity fuels thickening can be less than 0.5 microns. When coalescence the time period between contact of the droplet with the fiber and the breaking of the fuel stream can make several seconds and even several minutes.

It was found that the fuel stream run-off from the fiber is proportional to the water droplets radius multiplied by 165, i.e. the time of fuel stream run-off in the initial period when water droplets are small does not cause a significant impact on the duration of their joining to the fibers or other droplets delayed by fibers. Later the time of fuel draining increases as coagulated water makes big drops, and for the fuel stream removing much longer time intervals are needed than to the water microdroplets contained in the initial fuel [4].

The adhesion of water droplets to the surface of the fiber.

After the displacement of the fuel stream from the fiber the process of adhesion of the water droplets to the fiber surface begins. The adhesion of water droplets to the surface of the fibers of coagulating layer occurs by reducing the free energy at the interface of three phases.

So that to determine the effect of various factors influences on the adhesion of the water droplets to the fiber surface this process is usually treated on a flat, spherical and cylindrical surfaces [1].

In three-phase systems, surface free energy at the interface between a liquid and a flat solid surface in the equilibrium state is [1, 3, 7-12]:

$$F = \sigma * S, \text{ N} \quad (6)$$

where σ – liquid surface tension, N/m; S – the area of contact between the liquid and the solid surface, m^2 .

A spherical water drop spreads on a flat solid surface and reaches the equilibrium state with the contact angle θ after the contact (see the figure 4).

Thus we have the relation [1,3]:

$$\sigma_{s-f} - \sigma_{s-w} = \sigma_{w-f} * \theta \quad (7)$$

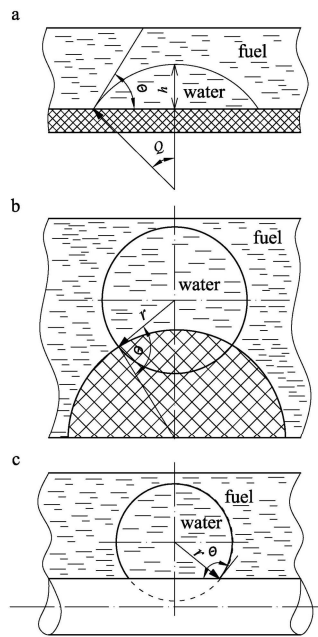
where σ_{s-f} , σ_{s-w} , σ_{w-f} – the interfacial tension accordingly at the interface «surface – fuel», «surface – water» and «water – fuel».

The free surface energy at the interface basing on the formula (6) [1,3,7-12]:
 - before the adhesion:

$$F_0 = \sigma_{w-f} * S_0 + \sigma_{s-f} * S_{s-w}, \text{ N} \quad (8)$$

- after the adhesion:

$$F = \sigma_{w-f} * S_{w-f} + \sigma_{s-f} * S_{s-w}, \text{ N} \quad (9)$$



a – the flat surface;
 b – the spherical surface;
 c – the cylindrical surface.

Figure 4. The equilibrium state of the drop on the surface [1, 3, 7-12]

Then, decrease in the free energy resulting from the adhesion of water drops to the surface can be determined from the formulas [1,3,7-12]:

$$-\frac{\Delta F}{\sigma_{w-f} * S_0} = 1 - \frac{1}{2} * [2 * (1 - \cos\theta)^2 * (2 + \cos\theta)]^{\frac{1}{3}} \quad (10)$$

$$\frac{S_{w-f}}{S_0} = \left[\frac{2}{(1 - \cos\theta) * (2 + \cos\theta)^2} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (11)$$

where $-\frac{\Delta F}{\sigma_{w-f} * S_0}, \frac{S_{w-f}}{S_0}$ – accordingly relative decrease of free surface energy and the relative change in the interface between the fuel and water drop because of its adhesion to the surface for contact angles from 0 to 180°.

Thus, from the formulas (10) and (11) implies that the adhesion of water drops to a flat solid surface is determined only by the properties of this surface, i.e. the value of the contact angle.

It was found that the formula (6) is valid for the case of adhesion of drops on a spherical surface. Figure 4.b shows the equilibrium state of the drop on a solid spherical surface with a contact angle θ [1-3].

For a spherical surface the equations are [1, 3, 7-12]:

$$-\frac{\Delta F}{\sigma_{w-f} * S_0} = \frac{1 - r^*(2*r - y) - R * x * \cos\theta}{2r_0^2} \quad (12)$$

$$\frac{S_{w-f}}{S_0} = \frac{r^*(2*r - y)}{2*r_0^2} \quad (13)$$

where r_0 – the relative radius of the drop, m.

Consequently, the adhesion of water drops to the spherical surface decreases with decrease in the diameter the droplet and increase of the contact angle. The relative decrease in the free surface energy on a spherical surface when the adhesion thereto of water droplets smaller than flat.

When adhesion of water drops to the cylindrical surface (Figure 4.c), a relative decrease in the free energy of the surface has an intermediate value between the indexes for the flat and spherical surfaces [1].

Thus, from the analysis conducted by the adhesion process, it follows that:

- efficiency of adhesion of the water drop to the fiber is determined by its surface properties (angle θ) and the diameter and size of the water droplets;
- the smaller the diameter of the fibers and greater droplet size, the faster the adhesion of the drop to the surface of the fiber [1,3,7-12].

Consequently, the development of elements for coalescing layer of the fuel-water separator it must be taken into account the surface properties of the fibers, as of their correct selection adhesion is largely dependent process and efficiency coalescence of water microdroplets in the fibrous layer.

Coalescence of water droplets in a coagulating layer.

When dehydration of fuels the mechanism coalescence of water droplets in a coagulating layer depends on their size, and therefore the two types of emulsions of water in fuel – primary consisting of water microdroplets diameter of 10 microns or more, and the secondary, consisting of microdroplets most of which has a diameter less than 1 micron.

Coalescence of the droplets constituting the primary emulsion occurs by two mechanisms.

In the first case, the drops are coagulated on the wetted by them surface of fibrous material and form a liquid stream which flows along the outer surface of the layer.

In the second case coalescence between the droplets in pores of coagulating layer take place and in this case the fibers are not wetted [1,3,7-12].

Efficiency of separation of water droplets of the primary emulsion is determined by the ratio of average diameters of droplets at the inlet of the coagulation layer and the outlet and it depends on the mechanism of coalescence. Typically, separation efficiency of water drops is higher when the fiber is wetted. When choosing a fiber primary importance is attached to the structure of the fibrous layer, the pores of which shall not be less than the size of incoming drops, that is necessary to consider the possibility of splitting of water drops as a result of a direct impact on the fiber.

Therefore, when optimizing the dehydration process of fuel the important role the correct choice of the porous fiber structure of coagulating layer makes.

Mechanism of coalescence of secondary emulsions is significantly different from the above. At the beginning of adhesion of drops to the fiber surface occurs and only then it coalescence with other droplets take place.

A final object of attained when coalescence of water droplets from the secondary emulsion is to increase their size to a level at which they can be regarded as the primary emulsion.

Separation of secondary emulsions in porous layer is more effective in systems with high interfacial tension and a large difference in density between water and fuel. It is especially important to choose the coagulating fiber layer. The porous medias of fine fibers with high surface roughness are most effective. The efficiency of separation of emulsions increases with decreasing of fiber diameter.

The separation of water droplets from the surface of the fiber.

Upon reaching certain critical sizes the droplet under the influence of hydrodynamic flow force and its own weight the droplet breaks from the surface of the fiber and the fiber is removed from the porous layer in the settler, where due to a sharp decrease in the speed and direction of flow is deposited in the settler.

Critical flow rate (V_{cr}), differential pressure (ΔR_{cr}) and droplet size (U_{cr}), under which the drop falls from the fiber can be determined by the formulas [1, 3]:

$$V_{cr} = \frac{K_p}{\mu * S_c * l} \sqrt{l^2 * (\sigma_w - \sigma_f + \sigma_{w-f} * \cos \theta)^2 - U^2 * g^2 * (\rho_w - \rho_f)^2}, \text{ m/s} \quad (14)$$

$$U_{cr} = \frac{1}{K_p * (\rho_f - \rho_w) * g} \sqrt{l^2 * (\sigma_w - \sigma_f + \sigma_{w-f} * \cos \theta * K_p)^2 - V^2 * \mu^2 * S_c^2 * L^2}, \text{ m}^3 \quad (15)$$

$$\Delta P_{cr} = \frac{1}{S_c} \sqrt{l^2 * (\sigma_w - \sigma_f + \sigma_{w-f} * \cos \theta)^2 - U^2 * g^2 * (\rho_w - \rho_f)^2}, \text{ MPa} \quad (16)$$

where K_p – the permeability coefficient, m^2 ; S_c – the cross section of pore, m^2 ; l – the contact perimeter of drop with the surface of the fiber, m.

Analysis of the equations (14-16) shows that an increase in the perimeter of contact of drops with the fiber the above listed indicators increase.

Consequently, efforts to reduce the drops detachment from the surface of the fiber, an important role is the proper selection of fibers for coagulating layer.

Current of water-fuel emulsions through coagulation layer.

Current of water-fuel emulsions through coagulation layer is a joint laminar flow of two immiscible liquids under the Darcy law [1, 3, 7-12].

At the initial time of the fuel-water separator operation the fuel passes through coagulating layer in which there is no water and hydraulic resistance to the flow of fuel is caused only by friction. With the accumulation of water in the layer, the hydraulic resistance is increased by reducing the cross-sectional area. As a result, the pressure drop across the porous layer reaches a value sufficient for forcing of water through it.

When the layer is saturated with water to equilibrium state so there is formed continuous water channels through which water is forced in the porous layer.

When the water and fuel move in separated continuous channels the surface tension at the interface between these fluids is absent and hydraulic losses will be minimal depending on the flow rate of fuel [1,3,7-12].

It should be noted that the water passes through the coagulating layer by selective channels that are used repeatedly. In the absence of water in the fuel the water channels are broken and again are restored in the event of its appearance.

At the outlet of the coagulating layer the water droplets detach and they have a spherical shape.

The water droplets sizes depend on the flow rate of fuel, the structure of the porous layer at the outlet of the coagulating partition and the surface tension at the water – fuel interface.

Deposition of the water droplets in the settling zone.

The process of dehydration of fuel is completed after the bigger drops come out of the porous layer of the coagulating element and fall into the fuel-water filter, where due to a sharp change of speed and direction of flow, as well as under the influence of the effective force of gravity there is the deposition of the water drops into settler zone of fuel-water filter [1, 3, 7-12].

To ensure maximum efficiency of deposition of the water droplets the right choice of aspect ratio of the fuel-water filter housing and its elements is very important.

Conclusions:

1. Increase the purity of diesel fuels in engines is possible through the use of more advanced methods of dehydration.

2. One of the promising methods of dehydration is the filtration of fuels through the porous coagulating layer.

3. The theoretical analysis of the mechanism of dehydration of fuels by filtering showed that the surface properties of materials, the structural composition of the coagulating stage of fuel-water filter, the thickness and density of the layer have a significant impact on the efficiency of water separation.

3. Calculation of the design parameters the fuel-water filter.

Currently, there are widely used the fuel-water filters (FWF) of combined type in fuel supply system of diesel engines.

The FWF principle of operation is based on the filtration gravitational sedimentation of water droplets [1, 3, 13-18].

After the fuel passes through the FWF the water droplets coarsen to the desired size and then are effectively deposited in the settling zone [1].

Deposition efficiency depends on properly selected design parameters of the FWF.

There are the basic formulas for calculating the FWF parameters and fuel system. These dependences can be used so that to calculate the FWF parameters and fuel system for diesel engines of any size.

The width of the annular gap.

Calculation of design parameters of the FWF reduces to determining the optimum width of the annular gap between the housing and water separation element, the height of the housing and the element, and the volume of the settling zone (Figure 1). There is not eddy flow disturbance acting on the precipitated water drops in the FWF in the case where the fuel flow in FWF is laminar. In this case, for the effective precipitation of drops to the settler is necessary to satisfy the condition [1,3,13-18]:

$$V_d \geq V_{ff}, \text{ m/s} \quad (1)$$

or

$$V_d \geq \frac{Q}{S_{ag}}, \text{ m/s} \quad (2)$$

where V_d – the speed of deposition of water droplets in the fuel, m/s; V_{ff} – the speed of fuel flow through the annular gap, m/s; Q – the FWF throughput capacity, m³/s; S_{ag} – the area of the annular gap between the housing and the element, m².

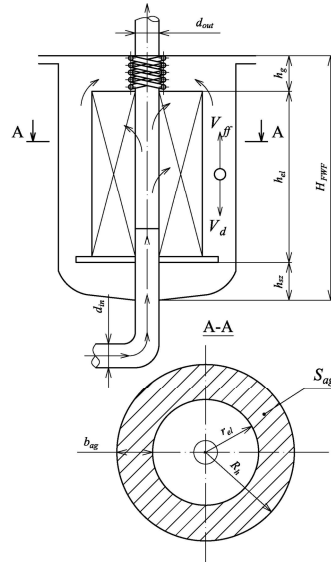


Figure 1. Scheme of the calculation of design parameters of the fuel-water filter

Thus, the deposition of droplets under the action of gravity force begins when their size reached a value at which the gravity force will be greater dynamic impact of fuel flow. The optimum gap between the housing and the coagulating element is determined from the FWF specified throughput capacity.

The area of the annular gap is determined by the formula [1, 3, 13-18]:

$$S_{ag} = \pi * (R_h^2 - r_{el}^2) = \pi * (R_h - r_{el}) * (R_h + r_{el}), \text{ m}^2 \quad (3)$$

where R_h – the FWF housing radius, m; r_{el} – the element radius, m.

Transform the formula by expressing the housing radius by the element radius and width of the annular gap (b_{ag}). As a result of the transformation we get the formula [1,3,13-18]:

$$S_{ag} = \pi * b_{ag} * (2 * r_{el}^2 + b_{ag}) = \pi * (2 * r_{el} * b_{ag} + b_{ag}^2), \text{ m}^2 \quad (4)$$

When put the expression (4) into the formula (2) and through a series of transformations we get the equation [1, 3, 13-18]:

$$b_{ag}^2 + 2 * r_{el} * b_{ag} - \frac{Q}{\pi * V_d} = 0 \quad (5)$$

The equation (5) is the quadratic equation of the form [1, 3, 13-18]:

$$x^2 + px - q = 0 \quad (6)$$

We are solving the equation (6) for (b_{ag}) and getting [1, 3, 13-18]:

$$b_{ag} = -r_{el} \pm \sqrt{r_{el}^2 + \frac{Q}{\pi * V_d}}, \text{ m} \quad (7)$$

When the radius of the water separating element is set, the width of the annular gap can be determined by the formula [1, 3, 13-18]:

$$b_{ag} = \sqrt{r_{el}^2 + \frac{Q}{\pi * V_d}} - r_{el}, \text{ m} \quad (8)$$

When the FWF housing radius is set so the next formula can be used [1, 3]:

$$b_{ag} = R_h - \sqrt{R_h^2 - \frac{Q}{\pi * V_d}}, \text{ m} \quad (9)$$

Analysis of the formulas (8) and (9) shows that the width of the annular gap is mainly dependent on the diameter of the water drops emerging from porous layer, i.e. the larger the droplets, the less the width of the annular gap necessary for effective deposition.

When throughput capacity increases the width of the annular gap must be increased. This is due to the fact that the increased throughput capacity makes the value of the dynamic impact of the fuel flow on the water drop to be increased and the dynamic impact tends to eject the drop out. The width of the annular gap also depends on the density and viscosity fuels: width of the annular gap should be greater for viscous fuels than for less viscous fuels.

Consequently, the required width of the annular gap is defined specifically for each FWF and should be based on predetermined throughput capacity, brand of fuel, water separating element overall dimensions and droplet sizes exiting out of the coagulating partition [1,3,13-18].

Fuel-water filter height.

Overall FWF height is determined by the height water separating element, the volume of the settling zone and the size of the gap between the cover and the element (see figure 1), that is [1,3,13-18]:

$$H_{FWF} = h_g + h_{el} + h_{sz}, \text{ m} \quad (10)$$

where h_g – the height of the gap between the cover and the element, m; h_{el} – the height of the water separating element, m; h_{sz} – the height of the settling zone, m.

The height of the water-separating element is determined from the condition of the necessary FWF throughput capacity and permissible filtration speed necessary for providing a required efficiency of fuel dehydration.

Calculated surface of the water separating element coagulating filtration stage is defined by the formula [1, 3, 13-18]:

$$F = \frac{Q}{V_{ff}}, \text{ m}^2 \quad (11)$$

where V_{ff} – the fuel filtration speed, m/s.

The filtration surface can be determined as follows [1, 3, 13-18]:

$$F = 2 * \pi * r_{el} * h_{el}, \text{ m}^2 \quad (12)$$

Substituting the expression (12) into the formula (11) we will define the height of the water separating element [1, 3, 13-18]:

$$h_{el} = \frac{Q}{2 * \pi * r_{el} * V_{ff}}, \text{ m} \quad (13)$$

Thus, the overall dimensions of water separating element depend on the throughput capacity and filtration speed: the higher the capacity is, the greater the height of the element is, and when the increase in filtration speed there is an inverse relationship.

Consequently, the height of the water separating element must be chosen so that the element has minimum permissible dimensions while having high dehydration efficiency with acceptable filtration speed and ensure the required throughput capacity.

The height of the gap between the cover and water separation element is chosen such that it was ensured the laminar flow of fuel the element.

This requires that the area of the gap between the cover and the element was equal to the area of the annular gap between the element and the housing, i.e. the next condition should be satisfied [1, 3, 13-18]:

$$S_1 \geq S_{ag}, \text{ m}^2 \quad (14)$$

where S_1 – the area of the gap between the cover and the element, m^2 .

After the conversion of the formula (14) we get the following inequality:

$$2 * \pi * r_{el} * h_{ag} \geq \pi * (R_h^2 - r_{el}^2), \text{ m}^2 \quad (15)$$

Then the height of the gap may be defined by the formula [1,3,13-18]:

$$h_{ag} \geq \frac{r_{el}}{2} * \left(\frac{R_h^2}{R_{el}^2} - 1 \right), \text{ m} \quad (16)$$

The volume of the FWF settling zone is determined on the basis of conditions to ensure the accumulation of critical volume of water during one working shift of tractor or a car running on fuel containing free water, that is:

$$V_{sz} \geq x * G_{sf}, \text{ m}^3 \quad (17)$$

where x – the maximum content of free water in the fuel, %; G_{sf} – the amount of fuel consumed per shift, m^3 .

To determine the height of settling zone transform formula (17) as follows:

$$\pi * R_h^2 * h_{sz} \geq x * G_{sf} \quad (18)$$

where the height of settling zone is [1,3,13-18]:

$$h_{sz} \geq \frac{x * G_{sf}}{\pi * R_h^2}, \text{ m} \quad (19)$$

Thus, the FWF overall height can be determined by the formula [1,3,13-18]:

$$H_{FWF} = \frac{r_{el}}{2} * \left(\frac{R_h^2}{r_{el}^2} - 1 \right) + \frac{Q}{2 * \pi * r_{el} * V_{ff}} + \frac{x * G_{sf}}{\pi * R_h^2}, \text{ m} \quad (20)$$

Analysis of formula (20) shows that the FWF height of the depends mainly on the size of water-separating element, as well as on the volume of settling zone. The volume of settling zone depends on the content of free water in the fuel, the presence of which is determined by the operating conditions, fuel storage, etc. Consequently, the main reserve to reduce the FWF height is to determine the optimal design parameters of the water-separating element with the necessary efficiency of fuel dehydration.

The diameter and length of the fuel lines.

The diameter and length of the fuel lines are determined from the condition of ensuring the specified carrying capacity through the FWF. It is necessary that the laminar flow of fuel will be in the fuel line, since in this case the hydraulic head loss is considerably less than in the turbulent regime. This is especially important during installation of the FWF to the suction line, as in this case it has a small service life defined by the pressure drop across the water separating element.

Thus, the main task of the calculation is the selection of the optimum ratio of the diameter and length of fuel line in order to reduce the hydraulic pressure losses, that is [1, 3, 13-18]:

$$h_{hh} = f(d_{fl}, l) \rightarrow h_{hh\min}, \text{ kPa} \quad (21)$$

where h_{hh} – the hydraulic head loss, kPa; d_{fl} – the diameter of fuel line, m; l – the length of fuel line, m.

In general, for the fuel line the hydraulic losses are determined by the formula [1, 3, 13-18]:

$$h_{hh} = h_l + \sum h_j, \text{ kPa} \quad (22)$$

where $\sum h_j$ – the local hydraulic head loss, kPa; h_l – the hydraulic pressure losses over the length, kPa.

Local losses in the fuel line in the suction line (from the tank to the fuel pump) for the general case can be determined by the formula [1,3,13-18]:

$$\sum h_j = h_{s.c.} + h_{s.e.} + h_{s.t.} + h_{r.t.}, \text{ kPa} \quad (23)$$

where $h_{s.c.}$ – the hydraulic losses for the sharp constriction, kPa; $h_{s.e.}$ – the hydraulic losses for the sharp expansion, kPa; $h_{s.t.}$ – the hydraulic losses for the sharp turn of fuel line, kPa; $h_{r.t.}$ – the hydraulic losses for round turn of fuel line, kPa.

Hydraulic losses in the each case are determined by the following formulas:

$$h_{s.c.} = \xi_{s.c.} * \frac{V_{ff}^2}{2 * g}, \text{ kPa} \quad (24)$$

$$h_{s.e.} = \xi_{s.e.} * \frac{V_{ff}^2}{2 * g}, \text{ kPa} \quad (25)$$

$$h_{s.t.} = \xi_{s.t.} * \frac{V_{ff}^2}{2 * g}, \text{ kPa} \quad (26)$$

$$h_{r.t.} = \xi_{r.t.} * \frac{V_{ff}^2}{2 * g}, \text{ kPa} \quad (27)$$

$$V_{ff} = \frac{Q}{S_{csfl}}, \text{ m/s} \quad (28)$$

where $\xi_{s.c.}$, $\xi_{s.e.}$, $\xi_{s.t.}$, $\xi_{r.t.}$ – the coefficient of resistance, accordingly, for a sharp constriction, sharp expansion, sharp turn and round turn of the fuel line; S_{csfl} – the cross sectional area of fuel line, m^2 .

Analysis of the formulas (24-28) shows that the speed of fuel flow in the fuel line impacts on the amount of hydraulic losses, if the speed increases the losses increase by the quadratic dependence. By increasing the diameter of fuel line flow speed decreases. Thus, for a local reduction in hydraulic losses is necessary to increase the diameter of the fuel line [1, 3, 13-18].

The value of head losses over the length of fuel line is determined from the next formula:

$$h_l = \lambda * \frac{l}{d_{fl}} * \frac{V_{ff}^2}{2 * g}, \text{ kPa} \quad (29)$$

where λ – the coefficient of hydraulic friction.

The coefficient of hydraulic friction depends on the flow regime of fuel:

- at the laminar regime [1, 3, 13-18]:

$$\lambda_l = \frac{64}{\text{Re}} \quad (30)$$

- at the turbulent regime [1, 3, 13-18]:

$$\lambda_t = \frac{0,3164}{\text{Re}^{0,25}} \quad (31)$$

The Reynolds number is defined as [1, 3, 13-18]:

$$Re = \frac{V_{ff} * d_{fl}}{v_k} \quad (32)$$

where v_k – the kinematic viscosity of the fuel, cSt.

Analysis of the formulas (29-32) shows that the hydraulic head losses over the length depend on the length and diameter of the fuel line. By increasing the length the losses increase, by the increasing diameter the losses are reduced. Therefore, the method of selecting the optimum ratio of diameter and length of the fuel lines can reduce the hydraulic head loss along the fuel lines length.

Conclusions:

The dependencies can be used for the calculation of design parameters of the fuel-water filters for diesel engines of any size.

4. Planning the experiment in the research of the filtration process of fuels by porous partitions.

We have studied multilayer partitions so that to determine the structural composition of the partitions, which has high coagulating and hydraulic properties in dehydration of diesel fuels (Table 1) [1, 3, 13].

Research of multilayer partitions was conducted in two stages: the first stage examined the hydraulic characteristics, the second examined the coagulating properties.

Table 1

Specifications of multilayer coagulating partitions

Sample No	The structural composition of partition	Partition No								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Superfine glass fibers	10/2	10/4	10/2	15/2	10/6	10/4	15/4	10/6	15/6
	Thermal insulation gasket	13/2	13/4	26/2	26/2	13/6	26/4	26/4	26/6	26/6
2	Superfine glass fibers	5/2	10/2	15/2	5/4	10/4	5/6	15/4	15/6	10/6
	Thermal insulation gasket	13/2	13/2	13/2	13/4	13/4	13/6	13/4	13/6	13/6
	Polyurethane foam-EO-130	10/2	10/2	10/2	10/4	10/4	10/6	10/4	10/6	10/6

* the numerator shows the thickness of the walls before the compression, mm;
the denominator shows the degree of compression.

The research of hydraulic parameters of multilayer coagulating partitions.

In the research of coagulation partitions consisting of two or more layers, the hydraulic characteristics are determined precisely for these conditions, as the pressure drop of several layers of material is not equivalent to the sum of the pressure drop across each layer separately [1, 3, 13].

In this connection the hydraulic characteristics of multilayer partitions were investigated on diesel fuel of brand S GOST 305-73, containing no free water and solids at $290 \pm 3^\circ$ K.

The specifications of the multilayer coagulating partitions are shown in table 1 [1, 3, 13].

Sample No 1 at a specific throughput $0.75 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ has the hydraulic losses which amount to 1-4 kPa, while Sample No 2 has the hydraulic losses which amount to 1,2-4 kPa. Consequently, the samples No 1 and No 2 have the same hydraulic losses. So the partition thickness, the reduction rate and the specific throughput affect the value of the hydraulic losses.

Experimental results were processed on a matrix of full factorial experiment (FFE) – 2^3 for a complex estimation of the impact of these factors on the hydraulic losses in the multilayer partitions [1, 3, 13].

Table 2 shows the factor levels and the variation intervals of the sample No 2.

Table 2

The levels of factors and the limits of variation

The structural composition of the partition	Factors	The limits of variation	The levels of factors		
			-1	0	+1
Superfine glass fibers	X_1 – initial thickness of the the partition, mm	28-30	28	33	38
Thermal insulation gasket	X_2 – the specific throughput, $\cdot 10^{-2} \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{s}$	0,75-2,5	0,75	1,625	2,5
Polyurethane foam-EO-130	X_3 – the partition compression ratio	2-6	2	4	6

The thickness of the partitions of the thermal insulation gasket made from polyurethane foam PUF-EO-130 was constant and equal to 13 and 10 mm. The thickness of the partition made from the superfine glass fiber has the greatest influence on hydraulic losses in the multilayer partition. Therefore, the research of the superfine glass fiber thickness varied in the range 5-15 mm.

Table 3 shows the matrix of experiment planning and the results of its implementation. As a function of the response the pressure drop (ΔP) was taken. Processing of the results of the experiment was carried out by static methods [1, 3].

Table 3

The matrix of experiment planning and the results of its implementation

The coded values of factors			Procedure for experiments	Natural factor value			Pressure drop, kPa, ΔP_2
X_1	X_2	X_3		X_1	X_2	X_3	
+	+	+	4	38	2,5	6	12,6
-	+	+	3	28	2,5	6	9,6
+	-	+	8	38	0,75	6	3,9
-	-	+	7	28	0,75	6	3,0
+	+	-	5	38	2,5	2	6,8
-	+	-	2	28	2,5	2	4,6
+	-	-	1	38	0,75	2	2,1
-	-	-	6	28	0,75	2	1,4

The result of processing the experimental data is the regression model, which is the incomplete quadratic equation [1,3,13]:

$$\Delta P_2 = 5,5 + 0,85X_1 + 2,9X_2 + 1,77X_3 + 1,77X_1X_2 + 0,92X_2X_3 \quad (1)$$

Analysis of the regression equation shows that the specific throughput then the reduction rate significantly influence on hydraulic losses. The thickness of partition has least impact on the hydraulic loss. Therefore, the coagulation stage of FWF must be of the partition reduction of 2-4 times.

The results of researches of hydraulic parameters were used in the selection of multilayer partitions for the samples of water-separating elements.

Research of coagulating properties of multilayer partitions.

The partition consisting of two or three layers (see table 1) were used the research of their coagulating properties. The purpose of research was to determine the structural composition of the coagulating partition which has high coagulating and hydraulic properties.

Coagulating properties of multilayer partitions were determined at a specific throughput of $0,007 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ with free water content in the fuel of 0,15 and 0,3% by weight.

The table 4 shows the results of the researches [1, 3, 13].

Table 4 shows that the multilayer partitions have high coagulating properties. The fuel after these partitions contains less free water than after monolayer. Efficiency of water dehydration for sample No1 is 85-96%, and 88-97% for sample No 2, and the content of free water after them is accordingly and 0,009-0,022 0,007-0,02 % by weight. The increase of free water content in the fuel has practically no effect on coagulating and hydraulic properties of multilayer partitions [1,3,13].

Table 4

Efficiency of dehydration of diesel fuel by multilayer porous partitions

Sample No	Partition No	Partition thickness, mm		Pressure drop	free water content in the fuel, % by weight		Efficiency of dehydration
		Before reduction	After reduction		Before partition	After partition	
1	1	23	11,5	1,5/1,9	0,128	0,014/0,019	89/85
				1,8/3,0	0,283	0,016/0,022	94/92
	2	23	5,8	2,0/2,8	0,129	0,011/0,014	91/89
				2,5/3,8	0,283	0,012/0,018	96/94
	3	36	18	1,9/2,3	0,122	0,008/0,013	93/89
				2,1/3,3	0,290	0,008/0,016	97/95
	6	36	9	2,9/4,2	0,131	0,006/0,010	95/92
3,0/4,6				0,278	0,005/0,016	98/94	
4	41	20,5	2,8/3,8	0,117	0,005/0,009	96/92	
			3,2/4,9	0,286	0,005/0,012	98/96	
7	41	10,2	4,3/5,1	0,132	0,004/0,009	97/94	
			4,8/3,2	0,293	0,005/0,013	98/96	
2	1	28	14	2,0/2,7	0,136	0,011/0,016	92/88
				2,4/3,3	0,273	0,011/0,020	96/92
4	28	7	7	2,6/3,4	0,138	0,007/0,011	95/92
				2,8/3,6	0,289	0,010/0,016	97/94
3	2	33	16,5	2,2/2,7	0,129	0,006/0,008	95/94
				2,5/3,0	0,283	0,006/0,009	98/97
	5	33	8,2	2,7/3,9	0,139	0,005/0,009	96/94
				3,3/4,4	0,280	0,006/0,011	98/96
	3	38	19	3,7/4,5	0,135	0,003/0,007	98/95
				4,2/5,0	0,295	0,006/0,012	98/96
	7	38	9,5	3,9/4,9	0,143	0,003/0,009	98/94
4,5/5,3				0,276	0,006/0,013	98/95	

However, it should be noted that with reduction rate of partitions increases the dehydration efficiency also increases, but the hydraulic losses increase as well. Thus, for partitions 1 and 2 (Sample No1) at the free water content in the fuel of 0,283% by weight the hydraulic losses are 3,0 and 3,8 kPa and the dehydration efficiency makes accordingly 92 and 94%.

So when choosing the partitions for coagulating stage of the FWF, it is firstly necessary to consider the hydraulic losses. The results of researches determined that the minimum hydraulic losses and high coagulating properties partitions 1, 3 (Sample No 1) and 2 (Sample No 2) have. The free water content after these the partitions ranged of 0,019-0,022; 0,013-0,016 and 0,008-0,009% by weight, the hydraulic losses at the same time amounted to 1,9-3,0; 2,3-3,3 and 2.7-3.0 kPa.

Thus, the best hydraulic properties partition No 1 has, however, after it the fuel contains a large amount of free water. Partition 2, unlike the partitions 1 and 3 has high coagulating and hydraulic properties. This is because of the polyurethane foam PUF-EO-130 is enabled in the partition [1,3,13].

Despite the fact that the polyurethane foam PPF-EO-130 has low coagulating properties its usage in the partition No 2 (sample No 2) results in a significant increase of its coagulating properties. This is due to the fact that the porous structure of the flexible polyurethane foam contributes the accumulation in the pores of the certain size water droplets.

When the critical drop of pressure of the fuel flow the water drops whose diameter is greater than the diameter of the droplets entering into the polyurethane foam are squeezed out of polyurethane pore foam. Thanks to this the efficiency of droplet deposition increase. Furthermore, polyurethane delays the fiber washed out of fiberglass partitions.

Analysis of the researches results showed that the three-layer partitions have higher hydraulic and coagulating properties than the double-layer partitions.

The methods of mathematical planning were used so that to determine the rational parameters of three-layer partitions [1,3,13].

Determination of rational parameters of multilayer coagulating partitions.

Research of multilayer coagulating partitions in order to determine its rational parameters were carried out using the methods of mathematical planning of the experiment [1,3,13].

Experimental researches of the coagulating properties of the partitions were carried out by the design matrix B_4 (table 6), the basis for the selection of which was the results of preliminary experiments and analysis of the a priori information. As the researched factors were adopted: X_1 – the thickness of partitions, mm; X_2 – the reduction rate; X_3 – the free water content in the fuel,% by weight; X_4 – the filtration speed, cm/s.

Levels of variation of factors are shown in table 5.

We used the structural composition of the sample No 2 (see table 1) in the experimental researches.

The thickness of thermal heat gaskets and polyurethane foam remained constant accordingly 13 and 10 mm during the researches, and the thickness of superfine glass fibers varied from 5 to 15 mm.

The free water content of the partition (x , wt.%) and the pressure drop (ΔP , kPa) were the parameters of the response function [1,3,13].

$$x, \Delta P = f(x_1, x_2, x_3, x_4) \quad (2)$$

Table 5

The levels of factors and the limits of variation

The factors	The limits of variation	The levels of factors		
		-1	0	+1
X ₁ – the thickness of partition, cm	5	28	33	38
X ₂ – the reduction rate of the partition	2	2	4	6
X ₃ – the free water content in fuel, % by weight	0,225	0,05	0,275	0,5
X ₄ – filtration speed, cm/s	0,625	0,25	0,825	1,5

Planning Matrix and the results of its implementation are presented in table 6.

Processing of the results of the experimental material was carried out by statistical methods [1, 3].

Checking the reproducibility of the experiment (by Cochran's Q test) and the significance of the coefficients of the regression equation (by Student's t test), establishing the adequacy of models (Fisher test) were performed at a significance level of $\alpha = 0,05$ [1].

Table 6

Matrix of experiment planning in coded form and the results of its implementation

Experiment No	The factors				The functions	
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	$x \cdot 10^{-3}$, % by weight	ΔP , kPa
1	+	+	+	+	5,0	16,0
2	-	+	+	+	21,0	7,0
3	+	-	+	+	6,8	9,0
4	-	-	+	+	23,0	4,0
5	+	+	-	+	2,5	12,0
6	-	+	-	+	6,0	5,0
7	+	-	-	+	3,3	6,5
8	-	-	-	+	8,0	1,5
9	+	+	+	-	1,5	5,0
10	-	+	+	-	14,8	2,6
11	+	-	+	-	3,0	2,2
12	-	-	+	-	17,0	1,8
13	+	+	-	-	2,7	5,0
14	-	+	-	-	4,0	2,3
15	+	-	-	-	3,5	1,6
16	-	-	-	-	5,5	1,3
17	+	0	0	0	1,6	7,0
18	-	0	0	0	10,0	3,0
19	0	+	0	0	2,3	6,5
20	0	-	0	0	3,8	3,5
21	0	0	+	0	7,0	6,0
22	0	0	-	0	0,5	4,5
23	0	0	0	+	5,0	7,6
24	0	0	0	-	2,0	2,8

The result of processing the experimental data obtained by regression models, defining the nature of the dependencies of the response function of the examined factors:

- free water content after the partition, % by weight [1, 3, 13]:

$$x = (2,62 - 4,5x_1 - 0,75x_2 + 3,65x_3 + 1,43x_4 + 3,28x_1^2 + 0,23x_2^2 + 1,15x_3^2 + 0,77x_4^2 + 0,25x_1x_2 - 3,19x_1x_3 - 0,56x_1x_4 - 0,26x_2x_3 + 0,94x_3x_4) \cdot 10^{-3} \quad (3)$$

- pressure drop at partition (hydraulic losses:), kPa:

$$\Delta P = 5,18 + 1,99x_1 - 1,69x_2 + 0,78x_3 + 2,45x_4 + 0,65x_1x_2 + 1,26x_1x_4 + 0,69x_2x_4 + 0,6x_3x_4 \quad (4)$$

The obtained regression models allows to study the dehydration process of the diesel fuel dependence on the conditions of the filtration and partition design parameters, depending on the thickness and the partition reduction rate. Response surfaces are shown in Figures 1 and 2.

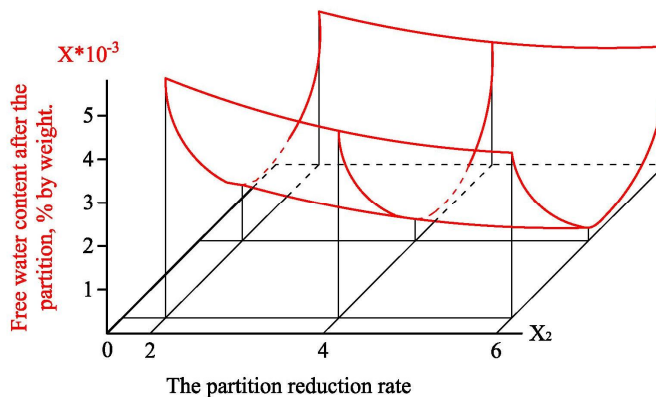


Figure 1. Dependence of free water content after the partition of the reduction rate and partition thickness ($X_3=0,06\%$ by weight; $X_4=0,25 \times 10^{-2}$ m/s)

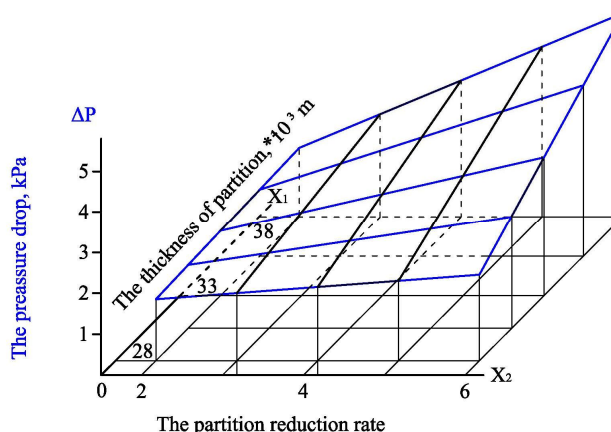


Figure 2. Dependence of the hydraulic losses from the reduction rate and partition thickness ($X_3=0,06\%$ by weight; $X_4=0,25 \times 10^{-2}$ m/s)

Analysis of equations (3) and (4) shows that the greatest impact on the coagulating properties of partition the thickness of the wall, the free water content of the fuel and the filtration speed have. The reduction rate has no significant effect on the efficiency of dehydration of diesel fuels [1, 3, 13].

Conclusions:

1. The researches of multilayer filtrating partition hydraulic properties have been studied.
2. The researches of multilayer filtrating partition coagulating properties have been studied.
3. Experimental results were processed by full factor experiment matrix (FFE) – 2^3 .
4. The result of processing the experimental data obtained by regression models which is the incomplete quadratic equation defining the nature of the dependencies of the response function of the examined factors:
5. The processing of the experimental data obtained by regression models, defining the nature of the dependencies of the response function of the studied factors.
6. Analysis of equation shows that the greatest impact on the coagulating properties of partition the thickness of the wall, the free water content of the fuel and the filtration speed have. The reduction rate has no significant effect on the efficiency of dehydration of diesel fuels.

5. Recommended application of fuel-water filter.

Efficiency of high-speed diesel engines, their power indicators and reliability depend largely on the technical condition of their fuel apparatus.

One of the main causes of failure of units and assemblies of fuel apparatus is the high pollution and water content of diesel fuel [19-23].

Reasons for watering of fuel are: fuelling of tanks with watered fuel, natural accumulation of water due to the physic-chemical properties of hydrocarbon fuels being capable of dissolving the water and then release it at lower temperatures.

The presence of free water in the fuel has a negative impact on the quality of the fuel. Moreover, the losses in operational properties of fuels depends on the aggregate state of water in it.

In the presence of water the low-temperature fuels properties deteriorate; viscosity, cloud point temperature increases; pumpability and filterability of fuels decrease.

In this connection, a large number of fuel equipment failures of vehicles with diesel engines take place due to the higher content of pollutions and water.

Economic costs associated with diesel engines failures, their increased wear of fuel apparatus, increased fuel consumption during their operation, are very large. So the development of effective means of cleaning the water from fuel presents the actual problem [19-23].

The problem of improving the reliability of the fuel apparatus can largely be solved through the use of the developed fuel system.

Fuel system of a vehicle with a diesel engine includes a fuel tank, hand feed pump, a coarse filter, two fine filter, high pressure pump, injectors, and fuel lines. The coarse fuel filter of gravity type is designed to clean fuel from water and mechanical impurities. The fuel fine filter consists of two parallel working paper filters. The significant disadvantage of serial filters is their low effectiveness when working on heavily watered fuel. This is because gravity filters operate effectively

at the water content in the fuel up to 0,05%, while at a higher water content of the fuel the filters efficiency drops. As a result, sharply shortens the life of the fine filters and high pressure fuel pump. This disadvantage is reinforced by the fact that draining the water from the sedimentation area is made out of time. As a result, there is an accumulation of water which changes the physical properties of the paper elements. In turn, the deformation of the elements and breakthrough of filtration partitions take place [19-23].

In the existing fuel system of the KamAZ automobiles the control over the functioning of the units and assemblies of fuel equipment is not carried out, because there are no indicators and automatic valves, to monitor their performance.

The design of the fuel tank is far from perfect, in it settling area for water are not available, as well as the removal of dirt from it is difficult. Temperature conditions in which the fuel system operates has a significant influence on the accumulation of water in the tank during operation, because the excess of fuel heated to 50C + ... + 60° C merges back into the fuel tank. Due to the temperature of fuel sharp change in the tank the dissolved water condenses in the fuel, and that leads to its accumulation in the sedimentation area [19-23].

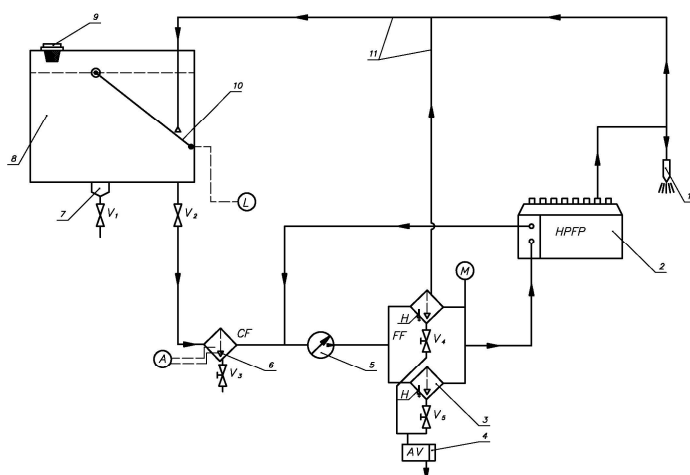
Analysis of the fuel systems of the KamAZ automobiles shows that a number of requirements to the system performance on a heavily contaminated with fuel are not provided due to the following shortcomings:

- sedimentation chamber of the tank is located below filling neck tube, so when filling of fuel flows tend to discard the sediment in the area without having drainage devices; with this construction, the tank sediment is distributed over the entire volume and is not removed by sedimentation cranes;
- placement of the intake fitting with a grid at the bottom leads to the fact that treatment of grid is associated with a loss of fuel during removal;
- coarse filters used to clean the water from fuel do not provide the quality of this treatment, which leads to failure of the of the fine filters and precision assemblies of fuel equipment;
- there is no available indicators and sensors which shows the functioning of the system and the degree of contamination of filters in the fuel system;
- the lack of devices intended for the automatically draining the water from sedimentation areas reduces efficiency of units and assemblies of the system.

Improvement of cleaning units, the development of additional devices to improve the quality of fuel cleaning are the primary tasks in the development of fuel systems of the KamAZ automobiles.

Recommended fuel system (see figure 1) should include the fuel tank (8) with fuel level indicator (L), inertial water separator, which can be welded to the tank (8). The brass grid is installed in the fuelling neck tube (9). Sediment crane (V_1) must be installed in a water separator, where water sediment is drained off and fuel for auxiliary purposes is taking out. Coarse filter (6) is equipped with a sensor-signaling device (A) which presence the water in the sedimentation area (7). At a critical level of water in the sedimentation area (7) the warning light "Sedimentation should be drained!" is lightning in the driver cab [19-23].

It is necessary to install fuel-water filters (3) instead of standard paper fine filters, and to equip them with an automatic valve (4) to drain sediment out of the housing. To diagnose the state of fine filter there is installed the differential manometer (M) before the pump. It allows you to monitor the operability filtration elements.



V_1 - V_5 – locking valves; A – alarm sensor; L – fuel level indicator; M – differential manometer; H – heater; AV – automatic valve; CF – coarse filter; FF – fine filter; HPFP – high pressure fuel pump.

1 – injectors; 2 – fuel pump; 3 – fine filters; 4 – automatic valve; 5 – handy-feeding pump; 6 – coarse filter; 7 – sedimentation area; 8 – fuel tank; 9 – fueling tube; 10 – fuel level meter; 11 – fuel pipelines.

Figure 1. Developed fuel system for the KamAZ automobiles [19-23]

Application of the developed devices will significantly improve the reliability of high pressure fuel pump and injectors [19-23].

Operational testing of the developed fuel system in vehicles with diesel engines in motor companies of Zhambyl region of the Republic of Kazakhstan showed that the reliability of units and assemblies of fuel apparatus of the KamAZ automobiles had been increased by 30-40%.

Basing on the above, we can make the following **conclusions**:

- currently, there are various fuel systems, which are used for cleaning the water and mechanical impurities from diesel fuels;
- dead-end fuel systems are most widely presented in diesel engines;
- the developed fuel system is constructed taken into account all disadvantages inherent in the existing system of fuel supply;
- it is useful to recommend the developed fuel system on the KAMAZ automobiles.

REFERENCES

1. Semernin A.N., Semernin N.A., Shamahmudov D.A. (2015). Substantiation of development of the volumetric-type fuel-water filter for filtration of diesel fuels. ISJ Theoretical & Applied Science 09 (29): 63-71. Available: Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-09-29-15>. <http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2015.09.29.15> (Accessed: 25.02.2016).
2. Semernin A.N., Shilibek K.K., Semernin N.A., Narmagambetov S.A. (2014). Universalnaya sistema pitaniya dlya dizelej // Materialy X mezinardni vedecko-prakticka konference "Dny vedy-2014". Dil 33. Technicke vedy.: Praha. Publishing house "Education and science" s.r.o., ISBN 978-966-8736-05-6, – 2014, pp. 22-24. Available:

- http://www.rusnauka.com/10_DN_2014/Tecnic/4_164852.doc.htm
(Accessed: 27.09.2015).
3. Semernin A.N. (1984). Povisheniye chistoty dizelnyh topliv v traktorah, ekspluatiruyemyh v usloviyah selskogo hozyajstva. – Dis. cand. tekhn. nauk. – Moskva, 1984. – 243 p.
 4. Semernin N.A. (2009). Sovershenstvovaniye sistemy toplivopodachi tehnologicheskikh mashin na baze avtomobilej KamAZ. – Dissertation of master. – Taraz, 2009. – 82 p.
 5. Semernin A.N., Semernin N.A., Kokayev U.S., Apsamatov M.B., Shamahmudov D.A., Atamkulova A.N. (2012). Analiz mehanizma obezvozhvaniya svetlyh nefteproduktov // *Mechanika i modelirovaniye protsessov tehnologii*, Taraz: Taraz Universiteti, – 2012, No. 1, pp. 117-126.
 6. Semernin A.N., Shilibek K.K., Semernin N.A., Narmagambetov S.A. (2014). Gravitatsionnoye otstaivaniye dizelnyh topliv // *Materialy X mezinardni vedecko-prakticka konference “Dny vedy-2014”*. Dil 33. *Technicke vedy.*: Praha. Publishing house “Education and science” s.r.o., ISBN 978-966-8736-05-6, – 2014, pp. 63-66. Available: http://www.rusnauka.com/10_DN_2014/Tecnic/2_164853.doc.htm
(Accessed: 27.09.2015).
 7. Semernin A.N., Semernin N.A., Kokayev U.S., Narmagambetov S.A. (2014). Teoriya obezvozhvaniya topliv koaguliruyushimi peregorodkami // *Materials of the X International scientific and practical conference, “Scientific horizons”- 2014*. – Vol. 10. Technical sciences. Shiefield. Science and education, ISBN 978-966-8736-05-6, – 2014, pp. 16-18. Available: http://www.rusnauka.com/31_NG_2014/Tecnic/4_178176.doc.htm
(Accessed: 27.09.2015).
 8. Hartland S. (1967). The coalescence of a liquid drop at liquid – liquid interface. *Trans. Inst. Chem.* Vol. 46 No. 1, pp. 97-99.
 9. Lawson G.B. (1967). Coalescence processes. *Chem. Process.* Vol. 48, No. 5, P. 45.
 10. Osipow L.J. (1962). Surface chemistry. American society monograph series. – New York: Renhold publishing corporation, – 1962. – 481 p.
 11. Voyutskiy S.S. (1969). Fiziko-himicheskiye osnovy propityvaniya I imprenionorovaniya voloknistyh materialov fispersiyami polimerov. – Leningrad: Himiya. – 1969, – 336 p.
 12. Semernin A.N., Semernin N.A. (2013). Teoriya obezvozhvaniya topliv poristymi peregorodkami // *Bulletin d’EUROTALENT-FIDJIP*, France: Editions du JIPTO, ISSN 2101-5317, – 2013, Vol. 3, pp. 34-41. Available: <http://elibrary.ru/item.asp?id=20260267> (Accessed: 27.09.2015).
 13. Semernin A.N., Semernin N.A., Kokayev U.S., Narmagambetov S.A. (2014) Raschet parametrov filtrov-vodootdelitelej // *Materialy X mezinardni vedecko-prakticka konference “Nastoleni moderni vedy-2014”*. – Dil 13. *Technicke vedy.*: Praha. Publishing house “Education and science” s.r.o., ISBN 978-966-8736-05-6, – 2014, pp. 24-27. Available: http://www.rusnauka.com/30_NNM_2014/Tecnic/4_178175.doc.htm
(Accessed: 27.09.2015).
 14. Chugayev R.R. (1977). *Gidravlika*. – Moskva: Energiya, – 1977. – 437 p.
 15. Romanov P.G., Kurachkina M.I. (1982). *Gidromehanicheskiye protsessy himicheskoy tehnologii*. Leningrad: Himiya, – 1982. – 288 p.
 16. Semernin A.N., Semernin N.A., Atamkulova A.N., Shamahmudov D.A. (2013). Planirovaniye eksperimenta pri issledovanii ghotsessov filtratsii

- poristymi peregorodkami // *Mechanika I modelirovaniye protsessov tehnologii*, Taraz: Taraz Universiteti, – 2013, No. 1, pp. 87-94.
17. Semernin A.N., Semernin N.A. (2013). Issledovaniye effektivnosti vodootdeleniya poristymi peregorodkami // *Bulletin d'EUROTALENT-FIDJIP*, France: Editions du JIPTO, ISSN 2101-5317, – 2013, Vol. 2, pp. 31-37. Available: <http://elibrary.ru/item.asp?id=20205796> (Accessed: 27.09.2015).
 18. Semernin A.N., Semernin N.A., Kokayev U.S., Sartay A.E. (2014). Planirovaniye eksperimenta pri issledovanii koaguliruyushih peregorodok // *Materialy X mezinardni vedecko-prakticka konference "Nastoleni moderni vedy-2014"*. – Dil 13. Technicke vedy.: Praha. Publishing house "Education and science" s.r.o., ISBN 978-966-8736-05-6, – 2014, pp. 19-23.
 19. Semernin A.N., Ashyrov F.A., Miroshnichenko V.V. Analysis of fuel cleaning systems: an analytical review. – Taraz, Zhambyl CSTI, 2007. – 20 p.
 20. Semernin A.N., Semernin N.A. Improving the fuel supply system of technological machines based on KamAZ trucks: an analytical review. – Taraz, Zhambyl CSTI, 2009. – 24 p.
 21. Semernin A.N. Universal fuel system for diesel engines [Text] / A.N. Semernin, N.A. Semernin // *Mechanics & Technologies*, Taraz: Taraz University, – 2014, №4, P. 145-148.
 22. Semernin A.N. The universal fuel system for diesel engines [Text] / A.N. Semernin, N.A. Semernin // *Bulletin d'EUROTALENT-FIDJIP*, Editions du JIPTO, ISSN 2101-5317, – 2013, Volume 1, P. 57-60.
 23. Semernin A.N. Universal fuel system for diesels [Text] / A.N. Semernin, N.A. Semernin, S.A. Narmagambetov, A.E. Sartai // *Materialy X mezinardny vedecko-prakticka konference "Dny vedy – 2014"*, Publishing house "Education and science" s.r.o., ISBN 978-966-8736-05-6, – 2014, Volume 1, P. 63-66.

Material received 29.02.16.

**Н.А. Семернин, А.Н. Семернин, Д.А. Шамахмудов,
Р.А. Атыгаев, И.Г. Васин**

*М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті,
Тараз қаласы, Қазақстан Республикасы*

КЕЗ-КЕЛГЕН ТИПТІ ӨЛШЕМДЕГІ ДИЗЕЛЬ ҚОЗҒАЛТҚЫШТАРЫ ҮШІН КӨЛЕМДІ ТҰРПАТТЫ СУ БӨЛГІШ-СҮЗГІЛЕРІН ЖОБАЛАУ

Мақалада дизель отынын судан және механикалық қоспалардан тазартудың кеңірек таралған әдістері туралы ақпарат келтірілген. Түрлі типтегі және өлшемдегі судан тазартқыш сүзгілердің конструктивтік параметрлерін есептеу көрсетілген. Судан тазартқыш сүзгілердің прототиптерін тәжірибелік зерттеулердің нәтижелері берілген. Соңында судан тазартқыш сүзгілерді қолдану бойынша жалпы қорытындылар және ұсыныстар жасалған.

Түйін сөздер: дизель отыны, отынды сүзгіден өткізу, сусыздандыру элементі, судан тазартқыш сүзгі.

**Н.А. Семернин, А.Н. Семернин, Д.А. Шамахмудов,
Р.А. Атыгаев, И.Г. Васин**

*Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати,
г. Тараз, Республика Казахстан*

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФИЛЬТРА-ВОДООТДЕЛИТЕЛЯ ОБЪЕМНОГО
ТИПА ДЛЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЮБОГО ТИПОРАЗМЕРА**

В статье приведена информация о наиболее распространенных методах очистки топлив от воды и механических примесей. Часть статьи посвящена расчету конструктивных параметров фильтров-водоотделителей любых типоразмеров. Далее приведены результаты экспериментальных исследований прототипов фильтра-водоотделителя. Общие выводы и рекомендации по применению фильтров-водоотделителей приведены в конце статьи.

Ключевые слова: дизтопливо, фильтрация топлива, элемент обезвоживания, фильтр-водоотделитель.

Журнал «Механика и технологии»:

IET InspecDirect

Входит в реферативную базу данных Information Service for Physics, Electronics and Computing (INSPEC DIRECT) Института Инжиниринга и Технологий Великобритании.

<http://inspecdirect-service.theiet.org/private/home.aspx>

eLIBRARY.RU

Зарегистрирован в российской национальной библиографической базе данных научного цитирования РИНЦ

http://elibrary.ru/project_risc.asp

Подписной индекс журнала: 74714 (АО «Казпочта»-«Почтовый сервис»)