

ISSN 1999-9801



АУЭС

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ
БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ

ВЕСТНИК

Алматинского университета
энергетики и связи

1 (44)

2019

В Е С Т Н И К

**АЛМАТИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ**

№ 1(44)

2019

**Научно-технический журнал
Выходит 4 раза в год**

Алматы



БАКАЛАВРИАТ

- 5B060200 - Информатика
- 5B070200 - Автоматизация и управление
- 5B070300 - Информационные системы
- 5B070400 - Вычислительная техника и программное обеспечение
- 5B071600 - Приборостроение
- 5B071700 - Теплоэнергетика
- 5B071800 - Электроэнергетика
- 5B071900 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации
- 5B073100 - Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды
- 5B081200 - Энергообеспечение сельского хозяйства
- 5B074600 - Космическая техника и технологии
- 5B100200 - Системы информационной безопасности

КОЛЛЕДЖ

- 0901000 - Электрооборудование электрических станций и сетей
- 0906000 - Теплоэнергетические установки тепловых энергетических станций

ВОЕННАЯ КАФЕДРА

Министерство обороны РК выделяет квоту студентам АУЭС для получения специальности на военной кафедре, а также предлагает пройти курс «Молодого бойца».

ЯЗЫКИ ОБУЧЕНИЯ

 КАЗАХСКИЙ

 РУССКИЙ

 АНГЛИЙСКИЙ

МАГИСТРАТУРА

- 6M070200 - Автоматизация и управление
- 6M071700 - Теплоэнергетика
- 6M071800 - Электроэнергетика
- 6M071900 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации
- 6M070400 - Вычислительная техника и программное обеспечение
- 6M070300 - Информационные системы
- 6M073100 - Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды
- 6M071600 - Приборостроение

ДОКТОРАНТУРА

- 6D071700 - Теплоэнергетика
- 6D071800 - Электроэнергетика
- 6D071900 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации

- 1302000 - Автоматизация и управление
- 1304000 - Вычислительная техника и программное обеспечение
- 1305000 - Информационные системы
- 1306000 - Радиоэлектроника и связь

ИНОГОРОДНИМ ПРЕДОСТАВЛЯЕТСЯ ОБЩЕЖИТИЕ

НАШИ КОНТАКТЫ:

 г.Алматы, ул.А.Байтурсынулы 126/1
 +7 (727) 292 0303
 aues1975@gmail.com

 AUES University

 @aues_university

 AUES University

 Aues University

#АУЭС
#AUES
#AUPET
#БУДНИАУЭС

СОДЕЖАНИЕ

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

Асқарова А.С., Болегенова С.А., Болегенова С.А., Оспанова Ш.С., Нурушева М.М.

Жоғары турбуленттіліктегі сұйық отын тамшыларының дисперсиясы мен жану процестерін компьютерлік модельдеу.....5

Асқарова А.С. , С.А. Болегенова, Максимов В.Ю., Аташева А.К.

Оптимизация процессов тепломассопереноса в топочной камере
Казахстанского котла методом 3D- моделирования.....12

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ

Маликова Ф.У, Кожаметова А.

Алгоритм автоматизированной тестирующей системы - объекта исследования.....19

ИННОВАЦИИ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ.

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Serikbayeva U., Erzhanova Zh.

Peculiarities of systemic approach in linguistics.....25

Тақуадина А.И., Иманғалиев Ш.И.

Определение математической модели распространения эпидемии
туберкулеза для Казахстана.....32

Сағиндықов К.М., Қоңырханова Ә.А., Турсынғалиева Г.Н.

Қазақстан халықтарының әлеуметтік-этникалық қатынастарының
математикалық моделі.....38

Акжигитов Е.А., Аруова А.Б., Бейсебай П.Б., Тилеписев М.Ш.

О нахождении частного решения дифференциального уравнения второго
порядка с постоянными коэффициентами.....42

Ниматова Д.К.

Проблемы внутренних коммуникаций в организации.....51

Сулейменов И.Э., Егембердиева З., Шалтыкова Д.Б.

Совершенствование цифровых образовательных технологий: обращение
к наследию золотого века ислама.....58

Khompush Kh.

Unique solvability of the initial-boundary value problem of magnetohydrodynamics for non-newtonian fluids.....66

Г.А. Мун, Е.С. Витулёва, И.Э. Сулейменов

К теории решений инновационных задач.....72

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Сарсимбаева С.М., Ауезова Э.М.

Разработка гибридных OLAP систем многомерного анализа данных на основе Microsoft Analysis Services.....79

Благов А.А.

Применение аутсоринга в коммерческом банке: экономическая сущность и анализ рисков86

Сагиндыков К.М., Оспанова А.Б., Жаркимбекова А.Т.

Raspberry PI микрокомпьютері негізінде әзірленген жобаларды және қосымшаларды қолдану мүмкіндіктері.....94

Искакова А.С., Жунусов К.Х., Жаксыбаева Г.К.

Определение оценок максимального правдоподобия биномиального распределения порядка K100

Самигулина Г.А., Самигулин Т.И.

Разработка Smart - технологии для управления сложным объектом с использованием алгоритма муравьиной колонии.....106

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

ӘОЖ 532.517.4

А.С. Асқарова¹, С.А. Болегенова¹, С.А. Болегенова¹, Ш.С. Оспанова¹,
М.М. Нурушева¹

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

**ЖОҒАРЫ ТУРБУЛЕНТТІЛКТЕГІ СҰЙЫҚ ОТЫН ТАМШЫЛАРЫНЫҢ
ДИСПЕРСИЯСЫ МЕН ЖАНУ ПРОЦЕСТЕРІН КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ**

Аңдатпа. Жұмыста автокөлік құралдарының негізгі отыны бензинді цилиндр формалы жану камерасына әр түрлі жылдамдықтарда бүрку процесі компьютерлік тұрғыдан зерттелінді. Нәтижесінде жану камерасындағы бензиннің тиімді жану режимі анықталды. Жылдамдықтар 300 м/с-тан 500 м/с-қа дейін өзгертіліп отырды. Сандық модельдеуден алынған мәліметтерді талдай отырып, жану камерасындағы бензиннің тиімді бүрку жылдамдығы 450 м/с екендігі анықталды. Берілген жылдамдық мәнінде жану камерасындағы температура 2391,34 К максимал мәніне жетеді, ал жану камерасындағы көмірқышқыл газының концентрациясы салыстырмалы түрде аз болады. Сонымен қатар жұмыста алынған сандық модельдеу нәтижелері бірқатар авторлардың эксперименттерімен салыстырылды. Салыстыру нәтижесінде бензин үшін алынған температуралық алаудың биіктігі мен максимал жану температурасының сандық мәндері экспериментпен жақсы сәйкес келетіндігі анықталды.

Түйінді сөздер: жану, бүрку жылдамдығы, көмірсутекті отын, бензин, сандық модельдеу.

Қазіргі таңда мұнай автокөлік, авиация, теңіз және ішінара темір жол көліктері үшін отын өндірісі үшін негізгі шикізат болып отыр. Көмірмен жұмыс жасайтын жылуэлектрстанцияларының орнықты жұмысын тұрақты ұстап тұру үшін мұнайдың (мазуттың) рөлі айтарлықтай, ЖЭС электр өндірісіндегі үлесі әлем бойынша 40%-ға дейін жетеді. Мұнан өзге көптеген орта және ұсақ масштабтағы қазандықты, түрлі технологиялық пештер және т.б. сияқты жылуэнергетикалық құрылғылар да мұнай өнімдерін өңдеу өнімдерімен жұмыс жасайды. Болжамдарға жүгінсек, қазіргі кездегі әлемдегі энергияны тұтынудың өсу қарқынының қазіргі мәндерінде мұнайды өндірудің максимал мәні 2010 және 2020 жылдар аралығына сәйкес келеді. 2020 жылға қарай электр энергиясын тұтыну кейбір болжамдарға сәйкес екі есе өседі деп күтілуде. Сондықтан энергетика саласын қайта құру және электр энергиясының өзіндік құнын кеміту біздің өзекті мәселемізге айналып отыр [1].

Сұйық отынның жану камерасында жану есебінің математикалық үлгісі тамшының булануымен бірге жүретін сұйық фаза үшін қозғалыс теңдеуіне, сонымен қатар энергия және сәйкесінше бастапқы және шектік шарттары бар массаны тасымалдау теңдеулеріне негізделеді.

m компонентінің үзіліссіздік теңдеуі келесі түрде жазылады [2]:

$$\frac{\partial \rho_m}{\partial t} + \vec{\nabla}(\rho_m \vec{u}) = \vec{\nabla} \left[\rho D \vec{\nabla} \left(\frac{\rho_m}{\rho} \right) \right] + \dot{\rho}_m^c + \dot{\rho}_m^s \delta_{ml} \quad (1)$$

мұндағы ρ_m – m компоненттің массалық тығыздығы, ρ – толық массалық тығыздық, u – сұйықтық жылдамдығы. (1) теңдеуді қосу арқылы біз барлық фазаларда сұйықтықтың үзіліссіздік теңдеуін аламыз:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \vec{\nabla}(\rho \vec{u}) = \dot{\rho}^s \quad (2)$$

Сұйық фаза үшін импульсті тасымалдау теңдеуі келесі түрде жазылады [3]:

$$\frac{\partial(\rho\vec{u})}{\partial t} + \vec{\nabla}(\rho\vec{u}\vec{u}) = -\frac{1}{a^2}\vec{\nabla}p - A_0\vec{\nabla}\left(\frac{2}{3}\rho k\right) + \vec{\nabla}\vec{\sigma} + \vec{F}^s + \rho\vec{g}, \quad (3)$$

мұндағы p – сұйықтық қысымы. A_0 -дың шамасы ламинарлық ағындарда нөлге және турбуленттік ағындар жағдайында бірге тең. Тұтқыр кернеулер тензоры мынандай түрде болады :

$$\sigma = \mu\left[\vec{\nabla}\vec{u} + (\vec{\nabla}\vec{u})^T\right] + \lambda\vec{\nabla}\vec{u}\vec{I}. \quad (4)$$

Ішкі энергия теңдеуі келесі түрде болады:

$$\frac{\partial(\rho\vec{I})}{\partial t} + \vec{\nabla}(\rho\vec{u}\vec{I}) = -\rho\vec{\nabla}\vec{u} + (1 - A_0)\vec{\sigma}\vec{\nabla}\vec{u} - \vec{\nabla}\vec{J} + A_0\rho\varepsilon + \dot{Q}^c + \dot{Q}^s. \quad (5)$$

Жылу ағынының векторы J келесі байланыс арқылы анықталады [4]:

$$\vec{J} = -K\vec{\nabla}T - \rho D \sum_m h_m \vec{\nabla}(\rho_m / \rho), \quad (6)$$

мұндағы T – сұйықтық температурасы, h_m – m компонентаның энтальпиясы, \dot{Q}^c – химиялық реакцияның нәтижесінде жылу бөлінуге себепші болған мүше, \dot{Q}^s – бүркілетін отын алып келетін жылу.

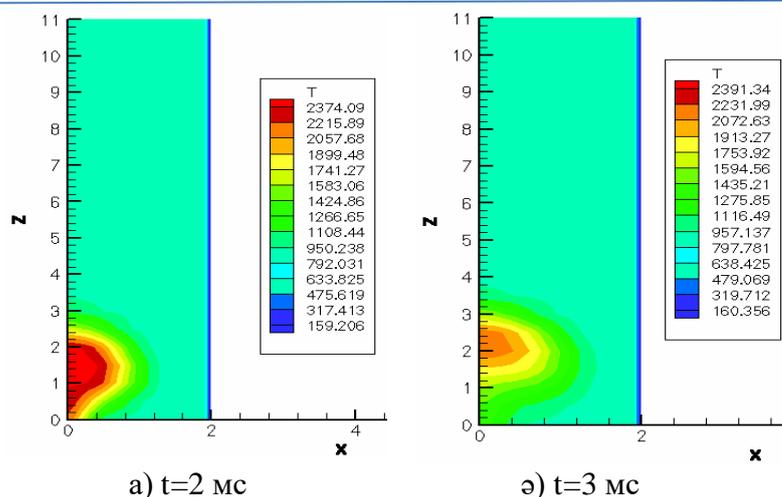
Тиімді бұрку жылдамдығындағы жану камерасындағы бензиннің жану және дисперсия процестерін компьютерлік модельдеу

Жұмыста жану камерасындағы тиімді 450 м/с жылдамдық мәніндегі бензиннің жану процесін сандық модельдеу нәтижелері келтірілген. Сонымен 1 суретте әр түрлі уақыт мезеттеріндегі жану камерасындағы сұйық бензин отынының жану реакциясы нәтижесіндегі температураның таралуы бейнеленген. Бастапқы 2 мс уақыт мезетінде жану камерасындағы температуралық алаудың мәні 2374,09 К құраса, 3 мс уақыт мезетінде оның мәні 2391,34 К-ге жетеді. 2 мс уақыт мезетінде температуралық алау жану камерасының 2,2 см биіктігіне көтеріледі. Камераның қалған бөлігінде 634 К температура сақталады.

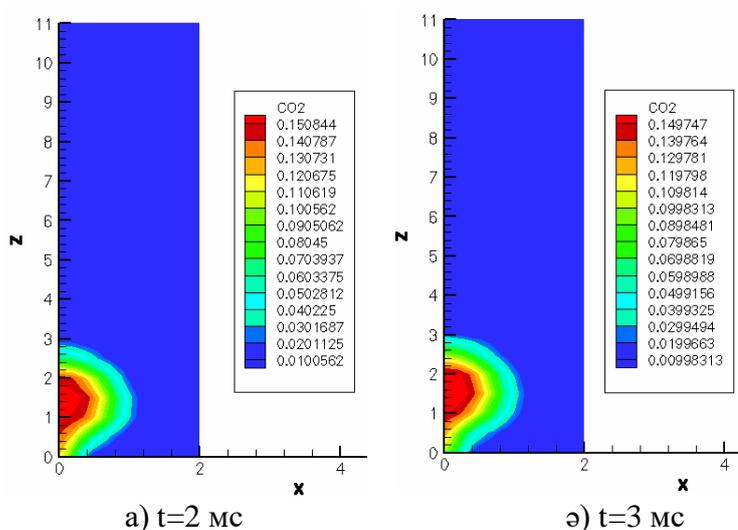
1 суретте жану камерасындағы көмірқышқыл газының уақыт бойынша таралуы бейнеленген. Суреттен көрініп тұрғанындай, бастапқы 2 мс уақытта жану камерасындағы максимал CO_2 мәні 0,151 г/г тең болады. Уақыт өте келе жану өнімдерінің бірқатар бөлігі камераның шығысына қарай жоғарылап, камераның өсінде CO_2 мәні 0,150 г/г тең болады. Сәйкесінше, жану камерасының қалған бөлігінде көмірқышқыл газының концентрациясы минимал 0,02 г/г тең болады. Көмірсутегі тектес отындардың жану процесінің нәтижесінде су мен көмірқышқыл газы бөлінетіндіктен стехиометрия шартына сәйкес олардың таралу сипаты ұқсас болады.

Келесі 2 суретте жану камерасындағы азоттың концентрациясының таралуы бейнеленген. Суреттен көрініп тұрғанындай, жану процесінде азот отын құрамында болғанымен толыққанды жану реакциясына қатыспайды, тек жану өнімдерімен бірге камерада бөлініп шығады. Жану камерасының барша көлемінде екі түрлі уақыт мезетінде азоттың жоғары концентрациясы сақталады, сәйкесінше оның мәні 0,75 г/г құрайды. Тек шекаралық қабаттағы азоттың концентрациясы минимал 0,05 г/г тең болды.

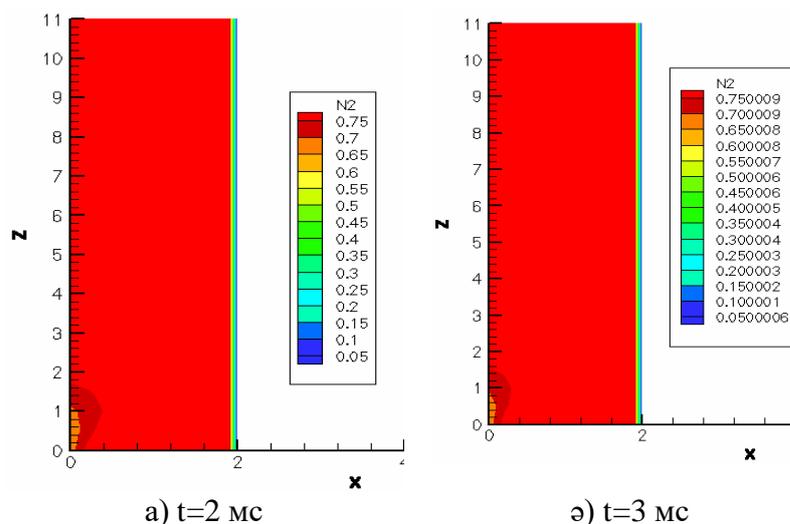
3 суретте жану камерасындағы бензин тамшыларының уақыт бойынша дисперсиясы бейнеленген. Бастапқы $t=2$ мс уақыт мезетінде жану камерасындағы бензин тамшыларының максимал радиусы 8,15 мкм тең болады. Тығызды анағұрлым төмен бөлшектер жану камерасының жоғарғы бөлігінде орналасады.



1 сурет - Жану камерасындағы максимал температураның таралуы



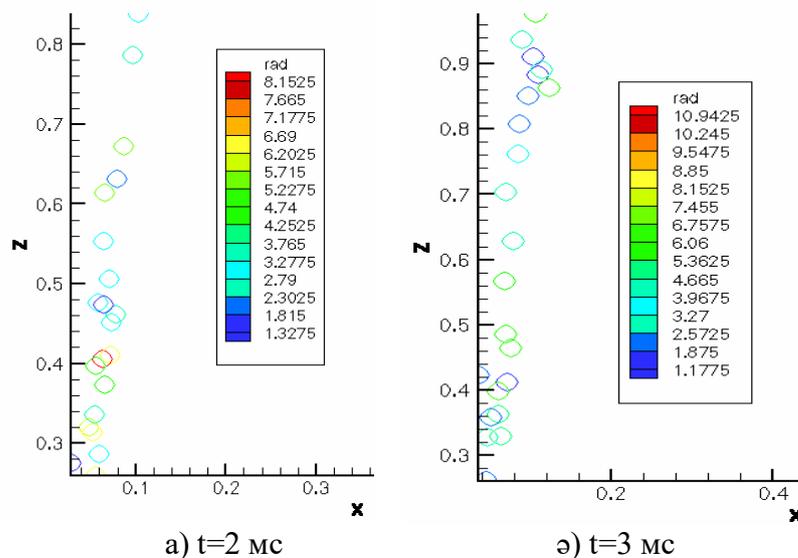
2 сурет - Жану камерасындағы көмірқышқыл газы концентрациясының таралуы



3 сурет - Жану камерасындағы азоттың концентрациясының таралуы

Сәйкесінше тамшылар камераның 0,85 см биіктігіне дейін көтеріледі. Келесі 3 мс уақыт мезетіндегі тамшылардың радиусы 7,46 мкм тең болады. Мұндағы тамшылар жану камерасының 0,98 см биіктігіне шоғырланады. Суреттен көрініп тұрғанындай, соңғы уақыт мезетінде тамшылардың дисперсиясы жоғары. Буланудың және бөлшектердің өзара бірігуі немес жіктелуі салдарынан радиусы төменірек бөлшектер камераның шығысына

қарай жылжиды. Камераның өсінде және төменгі бөлігінде радиусы кіші бөлшектер шоғырланады.



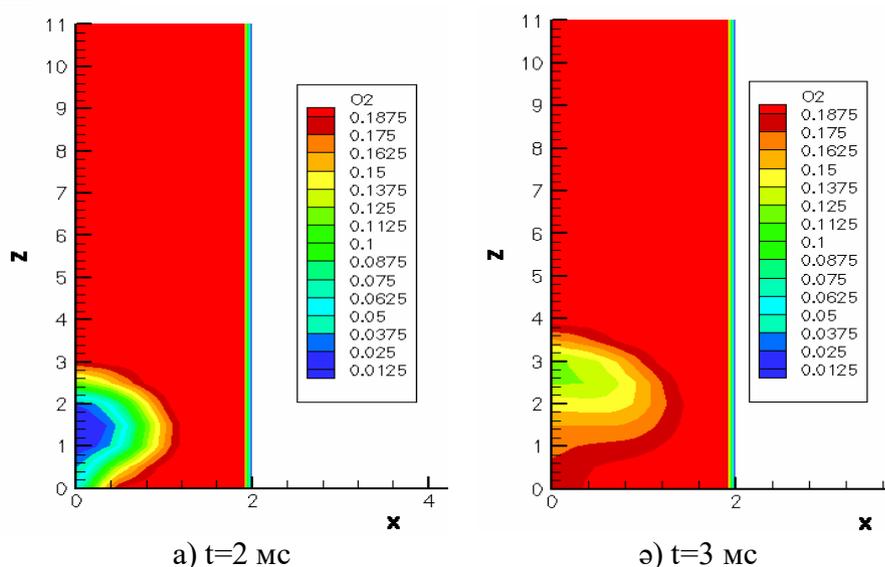
4 сурет - Жану камерасындағы бензин тамшыларының дисперсиясы

5 суретте жану камерасындағы оттегінің шығыны келтірілген. Суреттен көрініп тұрғанындай, бастапқыт 2 мс уақыт мезетінде жану камерасының өсіндегі оттегінің концентрациясы 0,038 г/г құрайды. Камераның қалған бөлігінде оттегінің концентрациясы максимал мәніне жетеді (0,188 г/г). 3 мс уақыт мезетіндегі жану камерасының өсіндегі оттегінің концентрациясы 0,05 г/г құрайды. Ал камераның қалған бөлігінде оттегінің концентрациясы максимал болады.

Сұйық отындардың жануы барысында бөлінетін жану өнімдерінің мөлшері жану процесіне қатысатын инжекторлық жүйелердің қызметі мен жұмыс бабына тікелей әсер етеді. Сондықтан жану камерасында жұмсалатын оттегінің шығыны отынның толық жануы немесе жанбайы қалуына себеп болады. Егер жану процесіне қатысатын отын мен тотықтырғыштың массалық көлем қатынасы сәйкес келмесе, онда оттегінің жеткіліксіздігі салдарынан механикалық толық жанбау орын алады.

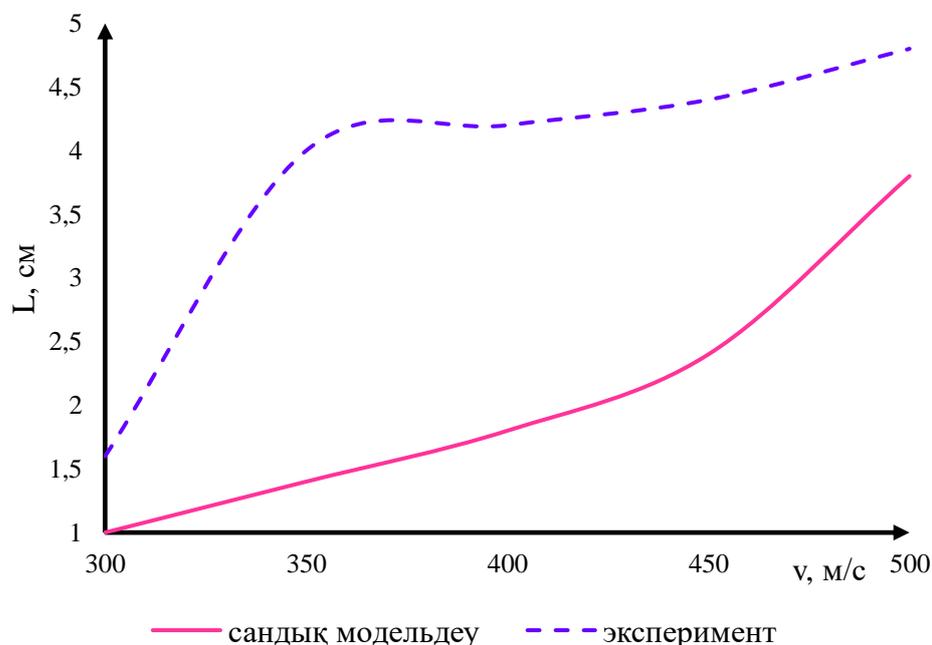
Берілген бөлімде жану камерасындағы тиімді бүрку жылдамдығындағы бензиннің дисперсиясы мен жану процестерін сандық модельдеу нәтижелері келтірілді. Бензиннің жануы нәтижесіндегі тамшылардың камера биіктігі бойымен дисперсиясы, максимал жану температурасы, көмірқышқыл газының, оттегінің, отын буы мен азоттың концентрацияларының таралу заңдылықтары зерттелінді.

6 суретте сұйық отындардың жылдамдықтарын өзгерту кезіндегі температуралық алаудың биіктігінің өзгерісі келтірілген. Суретте сонымен қатар сандық модельдеумен қоса эксперимент нәтижелері де бейнеленген. Аталған эксперимент нәтижелері бірқатар авторлардың жұмыстарында жүргізілген зерттеу нәтижелерінен алынды [5-8]. Суреттен сандық модельдеу мен эксперимент үшін бүрку жылдамдықтарының артуымен алау биіктігінің L өзгеру сипаты да ерекшеленетіндігін байқауға болады, нақтырақ айтқанда, сандық модельдеу барысында бензин үшін алаудың биіктігі монотонды өсетіндігін көреміз. Ал экспериментте керісінше бастапқы мезетті алаудың биіктігі төмен болғанымен, 350 м/с-тан бастап күрт өсіп кетеді, әрі қарай жылдамдық артқан сайын оның өзгерісі айтарлықтай болмайды.

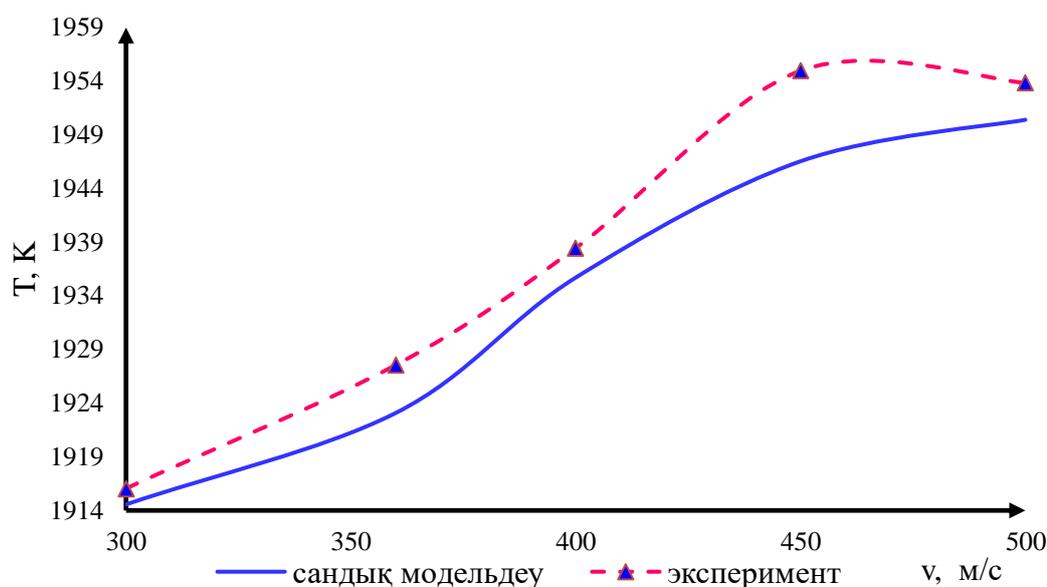


5 сурет - Жану камерасындағы оттегінің таралуы

7 суретте жану камерасындағы бұрку жылдамдығына байланысты максимал температураның таралуы бейнеленген. Бензиннің сандық модельдеу мен эксперименттен алынған қисықтарын салыстыра отырып, жылдамдық артқан сайын жану камерасындағы максимал температураның мәні бензиннің жануы кезінде өсетіндігін көреміз. Жану камерасындағы максимал температура мәні сандық модельдеу барысында 1946,54 К құрайды, бұл жану камерасындағы 450 м/с жылдамдық мәніне сәйкес келеді. Ал экспериментте температура монотонды түрде өсіп, 450 м/с жылдамдықта оның мәні 1954,98 К-ге тең болды. Суреттен көрініп тұрғанындай, эксперимент пен сандық модельдеу нәтижелері жақсы сәйкес келеді.



6 сурет - Бензинді бұрку жылдамдықтарына байланысты температуралық алаудың биіктігінің өзгерісі



7 сурет - Бензиннің жану температурасының жылдамдыққа қатысты таралуы

Қазіргі уақытта еліміздің көп бөлігінде ауаның ластану динамикасының жоғарылауы байқалады. Қайта өңдеуші кәсіпорындар мен энергетикалық кешендердің көпшілігінің технологиясы жетілмеген, негізгі өндіріс қорлары физикалық және моральдік тұрғыдан жарамсыз болып қалған. Бұл зиянды қалдықтардың мөлшерінің артуына жағдай жасайды. 90-жылдардың басында атмосфераға 6 млн. тоннаға жуық ластанушы заттар бөлінетін, оның 50%-ы жылуэнергетикалық құрылғылардан шығарылатын зиянды қалдықтар.

Осындай жағдайлардың шеңберінде қоршаған ортаның ахуалын бағалау үшін ғарыш құралдарын, әскери техника мен нысандарды өндіру, сынау, сақтау және тұтыну аймақтарында, сонымен қатар зымырандық және ғарыштық қызмет атқаратын өнеркәсіптік ұйымдардың орналасатын жерлерінде қоршаған ортаға техногенді әсердің ықпалын азайту мәселесі маңызды орынды иеленеді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ (REFERENCES):

1. Askarova A., Bekmuhamet A., Bolegenova S., Maximov V., Beketayeva M., Ospanova Sh. Influence degree of turbulence on heat-and-mass transfer in the combustion chamber // 16th International Symp. on Appl. Laser Techniques to Fluid Mechanics. – Lisbon, Portugal, 2012. – P. 1-8.
2. Amsden A.A., O'Rourke P.J., Butler T.D. KIVA-II: A computer program for chemically reactive flows with sprays. - Los Alamos. 1989. – 160 p.
3. Gorokhovski M. The stochastic sub-grid-scale approach for spray atomization // Atomization and Sprays. – 2001. – Vol. 11. - P. 505–519.
4. Askarova A., Bekmuhamet A., Bolegenova S., Maximov V., Beketayeva M., Ospanova Sh. Influence degree of turbulence on heat-and-mass transfer in the combustion chamber // 16th International Symp. on Appl. Laser Techniques to Fluid Mechanics. – Lisbon, Portugal, 2012. – P. 1-8.
5. Arcoumanis C., Gavaises M., French B. Effect of fuel injection processes on the structure of diesel sprays // SAE Technical Paper. – 1997. – P. 938-945.
6. Arcoumanis C., Gavaises M. Linking nozzle flow with spray characteristics in a diesel fuel injection systems // Atom. Sprays. – 1998. – Vol. 8. – P. 307–347.
7. Lasheras J.C., Hopfinger E.J. Liquid jet instability and atomization in a coaxial gas stream // Annual Review of Fluid Mechanics. – 2000. – Vol.32, №1. – P. 275-308.
8. Gorokhovski M., Jouanguy J., Chtab-Desportes A. Stochastic model of the near-to-injector spray formation assisted by a high-speed coaxial gas jet // Fluid Dynamics Research. – 2009. – Vol. 41, №3. – 15 p.

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДИСПЕРСИИ И ГОРЕНИЯ
КАПЕЛЬ ЖИДКОГО ТОПЛИВА ПРИ ВЫСОКОЙ ТУРБУЛЕНТНОСТИ**

А.С. Аскарова¹, С.А. Болегенова¹, С.А. Болегенова¹, Ш.С. Оспанова¹, М.М. Нурушева¹

Казахский национальный университет имени Аль-Фараби, Алматы, Казахстан

Аннотация. В работе представлены результаты компьютерного моделирования процессов распада, дисперсии и испарения капель жидкого топлива при высокой турбулентности. Исследовано влияние различных скоростей впрыска на процесс горения бензина. В результате был определен эффективный режим горения бензина в камере сгорания. Скорость впрыска менялась от 300 м/с до 500 м/с. Анализируя данные, полученные от компьютерного моделирования, установлено, что эффективная скорость распыла бензина в камере сгорания составляет 450 м/с. Кроме того, результаты численного моделирования, полученные в работе, были сопоставлены с экспериментальными данными ряда зарубежных авторов.

Ключевые слова: горения, скорость впрыскивания, углеводородное топливо, бензин, численное моделирование.

**COMPUTER SIMULATION OF DISPERSION AND COMBUSTION PROCESSES OF LIQUID
FUEL DROPS UNDER HIGH TURBULENCE**

A. Askarova¹, S. Bolegenova¹, S. Bolegenova¹, Sh. Ospanova¹, M. Nurusheva¹

¹Kazakh national university named after Al-Farabi, Almaty, Kazakhstan

Abstract. The paper presents the results of computer simulation of the processes of breakup, dispersion and evaporation of liquid fuel droplets under high turbulence. The effect of various injection rates on the combustion process of gasoline was investigated. As a result, the effective mode of gasoline combustion in the combustion chamber was determined. The injection speed varied from 300 m/s to 500 m/s. Analyzing the data obtained from computer modeling, it was found that the effective speed of gasoline atomization in the combustion chamber is 450 m/s. In addition, the results of numerical simulation obtained in the work were compared with the experimental data of foreign authors.

Key words: combustion, rotational speed, hydrocarbon fuel, gasoline, numerical simulation.

А.С. Аскарова¹, С.А. Болегенова¹, В.Ю. Максимов², А.К. Аташева¹

¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

²Научно-исследовательский институт экспериментальной и теоретической физики,
Алматы, Казахстан

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА В ТОПОЧНОЙ КАМЕРЕ КАЗАХСТАНСКОГО КОТЛА МЕТОДОМ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ

Аннотация. Данная статья посвящена исследованию тепломассопереноса при горении твердого топлива в пылевидном состоянии. Разработана и предложена оптимальная технология сжигания угля с учетом особенностей, как самого топлива (высокая зольность), так и конструктивных особенностей котельной установки (низкая износостойкость энергооборудования, вследствие наблюдающегося перегрева стенок топочной камеры). Предложены наилучшие конструкционные параметры топочной камеры котла БКЗ-420, позволяющие повысить износостойкость энергооборудования и снизить выбросы вредных веществ в атмосферу. Проведена графическая интерпретация полученных основных характеристик процесса тепломассопереноса в виде двумерных, в зависимости от высоты топочной камеры, и трехмерных графиков по всему топочному пространству и на выходе из него, показаны области минимальной и максимальной концентрации вредных продуктов сжигания угля. Определены оптимальные параметры, необходимые для использования разработанной технологии организации сжигания низкосортного пылеугольного топлива в исследуемой топочной камере.

Ключевые слова. Горение, топочная камера, пылеугольное топливо.

В ближайшее время основным видом органического топлива, которое позволит увеличить производство электроэнергии и тепла, будет твердое топливо – уголь. Однако казахстанский уголь имеет значительный недостаток – высокую зольность, приводящую к таким проблемам как: трудности воспламенения угольного потока и его горения в целом; зашлакованность топочных экранов и камер сгорания; выбросы вредных веществ: оксиды углерода (CO , CO_2) и оксиды азота (NO_x). Наиболее вредными загрязнителями атмосферы при сжигании топлива на ТЭС являются оксиды азота NO_x [1].

При освоении новых энергетических блоков, использующих пылеугольное топливо, исследования топочных процессов с целью их усовершенствования чрезвычайно затруднено. Для повышения надежности и улучшения качества проектирования большую актуальность приобретает разработка методов комплексного расчета топочных устройств с учетом аэродинамики топочной камеры, воспламенения, теплообмена и механизмов выгорания пылеугольного факела [2].

Горение пылеугольного факела в реальных условиях представляет собой сложный для математического анализа физико-химический процесс. Особой сложностью отличается он в условиях топочных камер промышленных котлов, где ось факела криволинейна, а холодные экранированные стены топочной камеры обуславливают значительный градиент температуры и всех зависящих от нее параметров от периферии к центру факела. Проблема моделирования такого процесса включает взаимодействие турбулентного горения многих химических компонент с многофазными процессами (частицы газообразного или твердого топлива и углерода в поле течения) и с лучистым теплопереносом [3].

Незаменимым эффективным методом теоретического исследования течений химически реагирующих сред является численное моделирование. Более того, созданы мощные вычислительные программные комплексы (FLOREAN, Ansys Fluent и другие), в которых реализованы различные математические модели. В качестве вычислительного инструмента в данной работе используется программный комплекс FLOREAN [4].

В работе используется топочная камера котла БКЗ-420. Топочная камера БКЗ-420 имеет существенный недостаток, который заключается в том, что струи горячего воздуха бьют в стенку, которая находится напротив горелок. Это приводит к ее обжигу и дальнейшему нарушению целостности. Для предотвращения этого на ТЭЦ, в номинальном режиме, через инжекторы, установленные на противоположной горелкам второго яруса стенке, подается холодный воздух с массовым расходом 5 кг/с (Рис.1). Мы смоделировали этот базовый вариант.

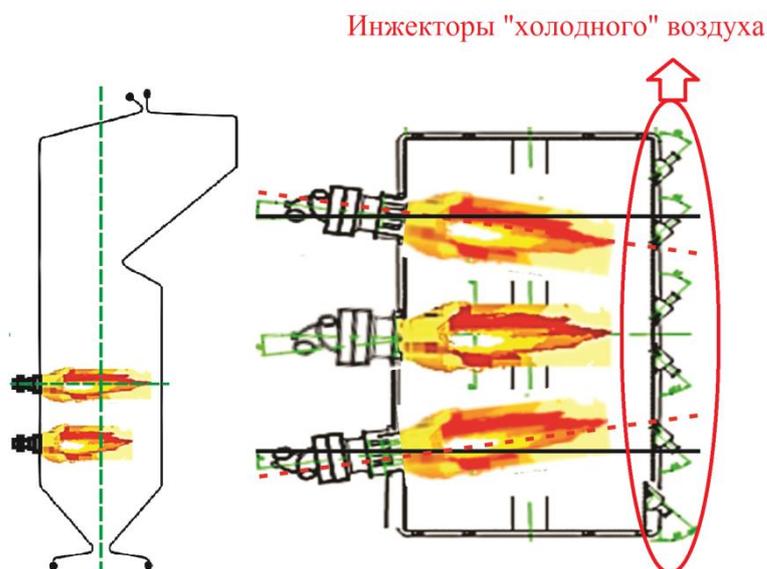


Рисунок 1 – Организация сжигания пылеугольного топлива на котле БКЗ-420

Таблица 1 - Основные исходные данные для трехмерного моделирования

Расход топлива на котёл (при номинальной нагрузке)						В, т/час	72		
Тип горелок						Вихревая двухпоточная			
Количество горелок на котле						Н_Г, шт.	6		
Производительность одной горелки по топливу						В_Г, т/час	12		
Температура аэросмеси после мельниц						t_{а/см}, °С	90÷130		
Тип системы пылеприготовления						Прямое вдувание			
Расход первичного воздуха на одну горелку						V_{п.в.}, нм³/час×10³	13860		
Расход вторичного воздуха на горелку						V_{вт.в.}, нм³/час×10³	52140		
Температура горячего воздуха						t_{гв}, °С	280÷340		
Коэффициент избытка воздуха за топкой						α_Г	1,1÷1,4		
W_Г, %	A_Г, %	Q_Г, ккал/кг	V_{daf}, %	S_t, %	C_{daf}, %	H_{daf}, %	N_{daf}, %	O_{daf}, %	
5	40,0	4000	24-28	0,4-0,7	82,0	5,0	1,5	11,5	

Ниже представлен общий вид топочной камеры котла БКЗ-420, а также её разбивка на контрольные объемы (Рис.2). Для проведения вычислительных экспериментов используется метод контрольного объема. Таким образом, модель топочной камеры исследуемого котла имеет 871 594 контрольные ячейки.

Ниже представлены результаты 3D-моделирования процесса сжигания угля в топочной камере котла БКЗ-420 для двух вариантов подачи дополнительного воздуха через отверстия, расположенные на противоположной горелкам стене.

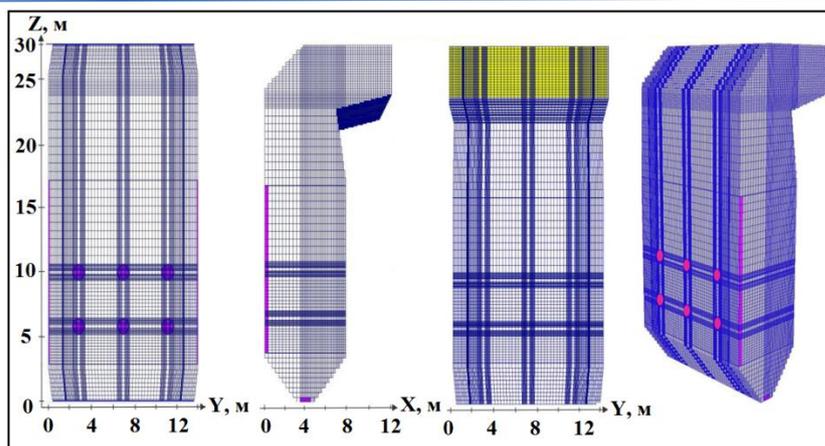
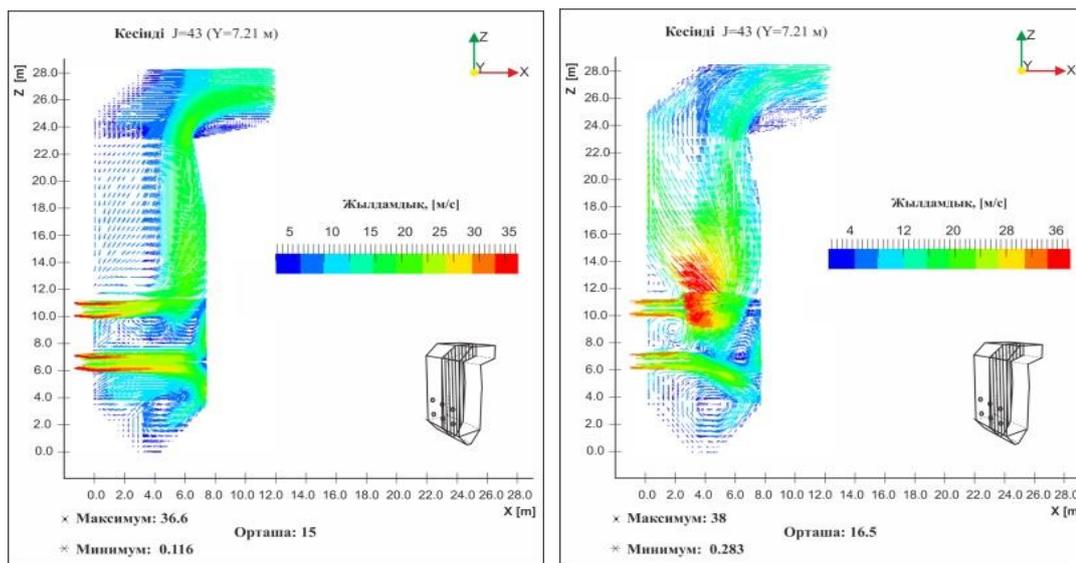


Рисунок 2 – Общий вид топочной камеры и разбивка на контрольные объемы

В ходе выполнения исследовательской работы авторами настоящей статьи был предложен альтернативный режим работы исследуемой котельной установки для ТЭЦ, когда расход воздуха через дополнительные инжекторы увеличивается до 10 кг/с, а отверстия повернуты под углом 45° к оси котла. Наклон инжекторов холодного воздуха на 45° к оси топки создает необходимые условия для образования дугообразного потока, который защищает стенки от перегрева и помогает уменьшить температуру возвратного потока горячей аэросмеси.

На Рис.3 представлено распределение вектора скорости в продольном сечении ($y=7.21\text{м}$) котла БКЗ-420 при массовом расходе воздуха, равном 5кг/с (Рис.3а) и 10кг/с (Рис. 2б) и направленном от стенки противоположной горелкам.

Сравнивая рисунки 3а и 3б, можно заметить, что с увеличением массового расхода воздуха, увеличивается турбулентность, а также максимальные, средние и минимальные значения скорости. Максимальное значение скорости для первого случая равно 36,6 м/с, а для второго – 38 м/с. При массовом расходе воздуха равном 10 кг/с потоки аэросмеси образуют завихрения выше и ниже области верхних горелок. Образование турбулентных вихрей создает лучшие условия для более полного выгорания пылеугольного топлива.

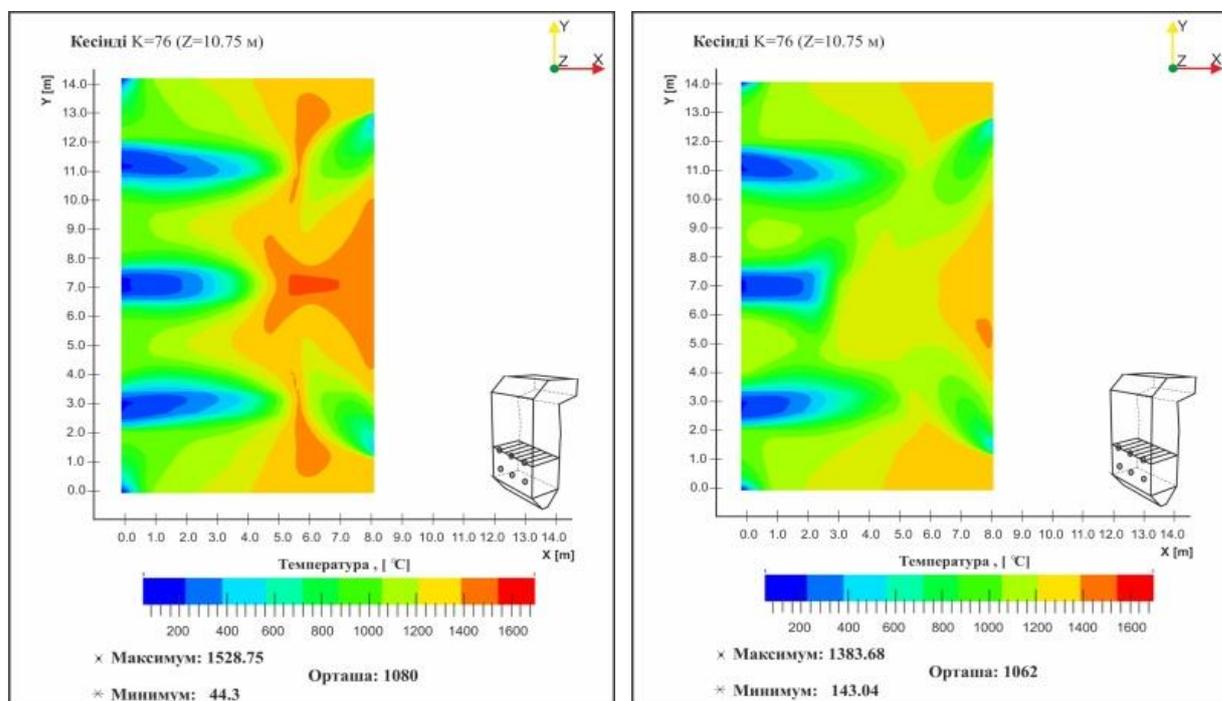


а) 5 кг/с

б) 10 кг/с

Рисунок 3 – Распределение вектора скорости в центральном продольном сечении ($y=7.21\text{ м}$) топочной камеры котла БКЗ-420

На Рис.4 можно видеть, что максимальное значение температуры наблюдается в центре топки, в области смешения аэросмеси и дополнительного воздуха, направленного под углом в 45 градусов к стенке котла. Такая компоновка создает условие для образования дугообразного потока, который защищает от перегрева стенки и помогает уменьшить температуру обратного потока.



а) 5 кг/с

б) 10 кг/с

Рисунок 4 – Распределение температуры T в поперечном сечении камеры сгорания в зоне горелок верхнего яруса

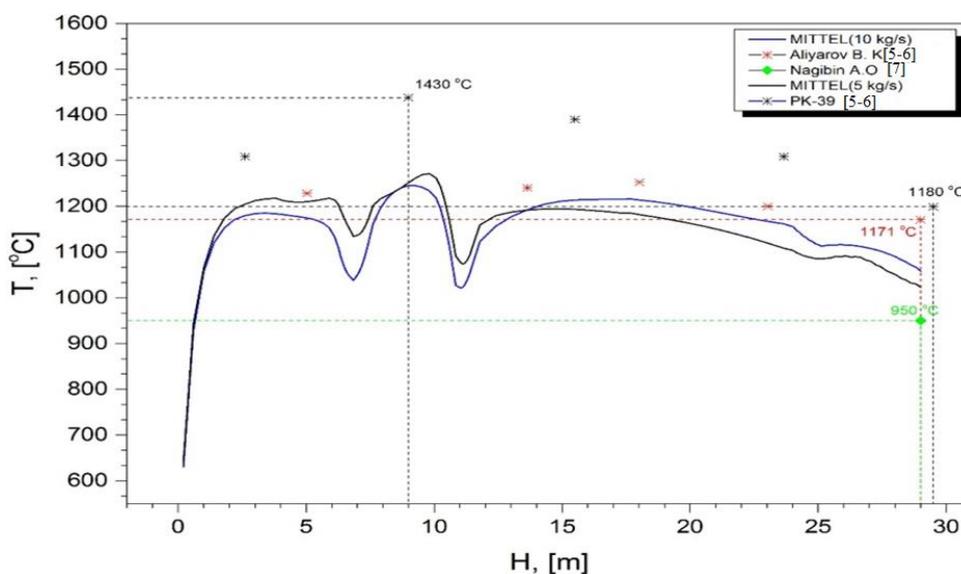
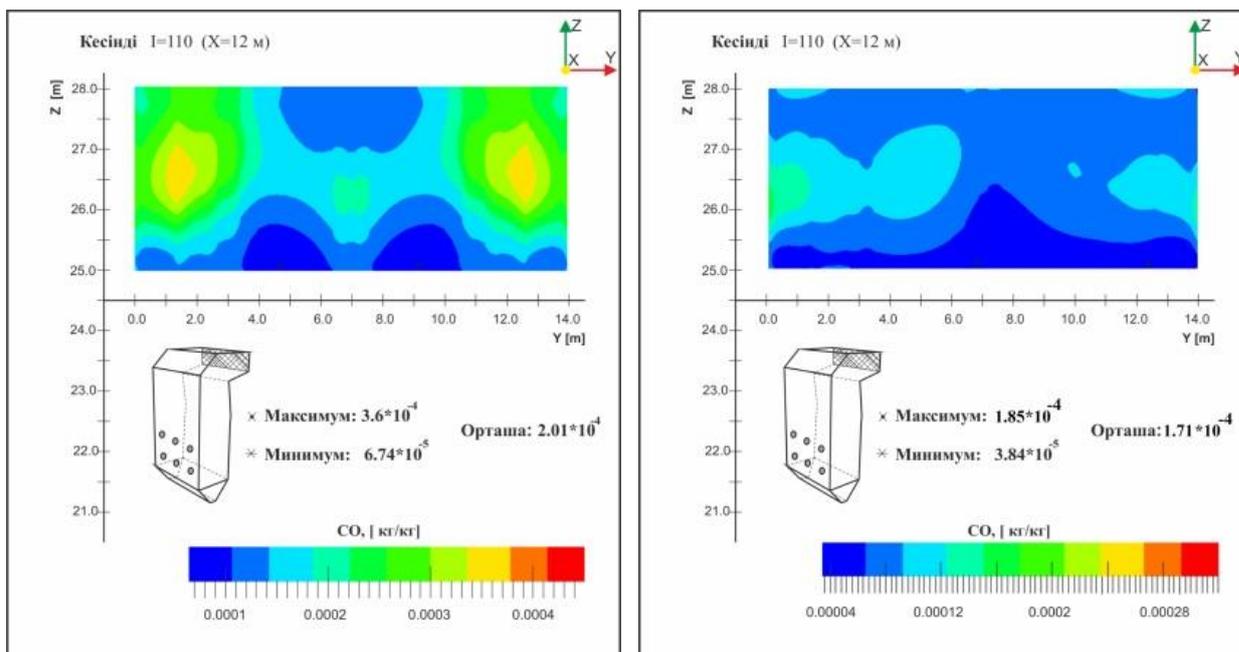


Рисунок 5 – Средняя температура по высоте топки котла

Сказанное выше подтверждается двухмерными графиками распределения температуры по высоте топочной камеры для двух разных массовых расходов дополнительного воздуха через отверстие, представленными на Рис.5. Анализ рисунка

показывает, что на высоте $H_1=6.82$ и $H_2=10.8$ метров расположены горелочные устройства, через которые подается холодная аэрозоль, наблюдаются минимумы в распределении температуры. На выходе камеры при массовом расходе воздуха 5кг/с значение температуры выше по сравнению с подачей при 10кг/с .

Из Рис.6 можно увидеть, что на выходе из камеры сгорания среднее значение концентрации оксида углерода CO , при количестве подаваемого дополнительного воздуха 5кг/с , составляет $2,01 \cdot 10^{-4}$ кг/кг , а при количестве подаваемого дополнительного воздуха 10кг/с составляет $1,71 \cdot 10^{-4}$ кг/кг . Второй метод сжигания топлива обеспечивает уменьшение концентрации угарного газа CO на выходе камеры сгорания на 15% .



а) 5кг/с

б) 10кг/с

Рисунок 6 – Распределения концентрации угарного газа CO на выходе из камеры сгорания

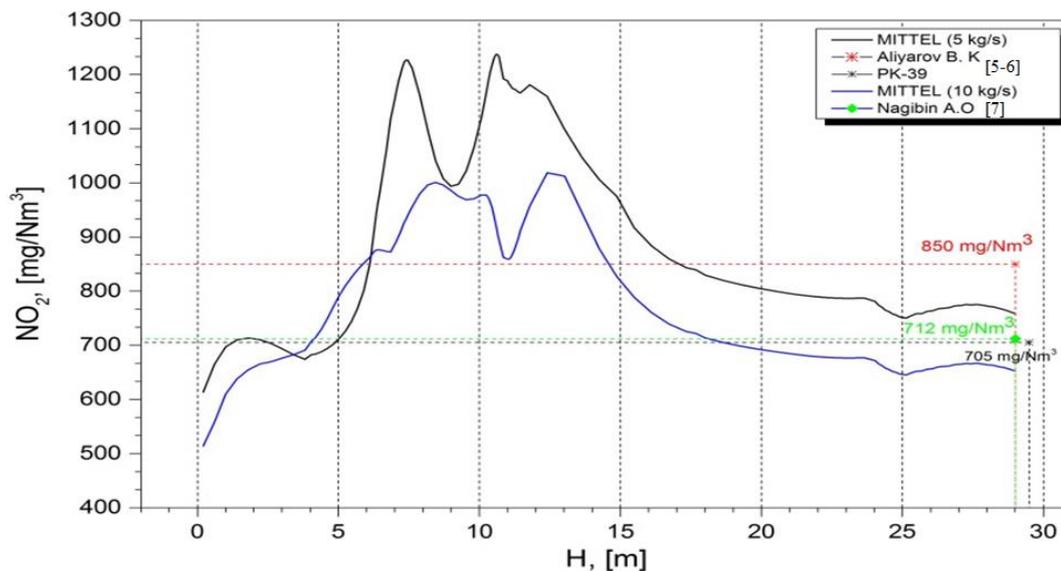


Рисунок 7 – График распределения средних значений оксидов азота NO_x по высоте топочной камеры для различных значений массового расхода дополнительного воздуха

На выходе (Рис.7) мы имеем среднее значение концентрации $\text{NO}_x = 761 \text{ mg/Nm}^3$ для расхода дополнительного воздуха, равного 5 кг/с , и среднее значение концентрации NO_x по сечению на выходе, равное 655 mg/Nm^3 для расхода 10 кг/с , что вполне допустимо для норм выбросов NO_x , принятых на ТЭЦ.

По результатам проведенного исследования можно сформулировать следующий вывод: предложенная технология сжигания высокозольного угля в топке котла БКЗ-420, оптимальна тем, что повышает износостойкость мощности и снижает выбросы вредных веществ в атмосферу. Такая организация сжигания пылеугольного топлива снижает температуру стенки, находящейся напротив горелок на $17,24\%$, двуокиси углерода CO_2 – на $4,65\%$ и оксидов азота NO_x – на 14% . Кроме того, результаты полученные в ходе проведения данного исследования, позволят освоить новые технические решения для организации наиболее эффективного производства энергии, как на действующих электростанциях, так и при создании новых.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Statistical Review of World Energy
2. Askarova, A.S., Bekmukhamet, A., Bolegenova, S.A., Symbat, B., Maximov, V.Y., Beketayeva, M.T., Yergaliyeva, A. 3-D modeling of heat and mass transfer during combustion of solid fuel in Bkz-420-140-7C combustion chamber of Kazakhstan // Journal of Applied Fluid Mechanics, Volume 9, Issue 2, 2016, Pages 699-709.
3. Корольченко А.Я. Процессы горения и взрыва. – М.: Пожнаука, 2007. – 266 с.
4. Askarova, A.S., Messerle, V.E., Ustimenko, A.B. Bolegenova, S.A., Bolegenova, S.A., Maximov, V.Y., Yergaliyeva, A. Reduction of noxious substance emissions at the pulverized fuel combustion in the combustor of the BKZ-160 boiler of the Almaty heat electropower station using the “Overfire Air” technology // Thermophysics and Aeromechanics, Volume 23, Issue 1, Pages 125-134.
5. Алияров Б.К., Алиярова М.Б., Сжигание казахстанских углей на ТЭС и на крупных котельных., Алматы-2012. -130с.
6. Алияров Б.К., Освоение сжигания экибастузских углей на тепловых электрических станциях. Алматы, Гылым, 1996, 272с.
7. Аскарова А.С., Мессерле В.Е., Нагибин А.О., Устименко А.Б. Горение пылеугольного факела в топке с плазменно-топливной системой. //Теплофизика и аэромеханика, 2010, Т.17, №3, с.467-476.

REFERENCES

1. Statistical Review of World Energy
2. Askarova, A.S., Bekmukhamet, A., Bolegenova, S.A., Symbat, B., Maximov, V.Y., Beketayeva, M.T., Yergaliyeva, A. 3-D modeling of heat and mass transfer during combustion of solid fuel in Bkz-420-140-7C combustion chamber of Kazakhstan // Journal of Applied Fluid Mechanics, Volume 9, Issue 2, 2016, Pages. 699-709.
3. Korolchenko A.Ya. The processes of combustion and explosion. - M .: Pozhnauka, 2007. - 266 p
4. Askarova, A.S., Messerle, V.E., Ustimenko, A.B. Bolegenova, S.A., Bolegenova, S.A., Maximov, V.Y., Yergaliyeva, A. Reduction of noxious substance emissions at the pulverized fuel combustion in the combustor of the BKZ-160 boiler of the Almaty heat electropower station using the “Overfire Air” technology // Thermophysics and Aeromechanics, Volume 23, Issue 1, Pages 125-134.
5. Aliyarov B.K., Aliyarova M.B, Burning of Kazakhstan coal at thermal power plants and large boiler houses., Almyty-2012. -130p

6. Aliyarov B.K, Mastering the burning of Ekibastuz coal at thermal power plants. Almaty, Gylum, 1996, 272p.
7. Askarova A.S., Messerle V.E., Nagibin A.O., Ustimenko A.B. Burning pulverized coal torch in the furnace with a plasma-fuel system. // Thermophysics and aeromechanics, 2010, T.17, No. 3, Pages. 437-476.

3D-МОДЕЛЬДЕУ ӘДІСІМЕН ҚАЗАҚСТАНДЫҚ ҚАЗАНДАРДАҒЫ ПЕШ КАМЕРАЛАРЫНА ЖЫЛУ ЖӘНЕ МАССА ТАСЫМАЛДАУ ПРОЦЕССИН ОҢТАЙЛАНДЫРУ

А.С. Аскарова¹, С.А. Болегенова¹, В.Ю. Максимов², А.К. Аташева¹

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

²Эксперименттік және теориялық физика ғылыми-зерттеу институты, Алматы, Қазақстан

Аңдатпа. Бұл мақала шаң күйіндегі қатты отынның жану кезіндегі жылу мен масса тасымалдауын зерттеуге арналған. Отынның өзі секілді (жоғары күлділік), сонымен қатар қазан құрылғыларының конструкциялық қасиеттерін (нәтижесінде пеш камерасы қабырғаларының қызып кетуі байқалатын қуат жабдығының төменгі төзімділігі), көмірдің қасиеттерін игере отырып, оның жануының оптималды технологиясы игеріліді және ұсынылды. Қуат жабдығының төзімділігін арттыратын және атмосфераға зиянды заттарды шығаруды азайтатын, БКЗ-420 қазандық жану камерасының ең үздік конструкциондық параметрлері ұсынылды. Көмірді жағудағы зиянды өнімдердің концентрациясының минималды және максималды областары көрсетілген, пеш камерасының биіктігіне тәуелді екіөлшемді түрдегі, пештің барлық кеңістігіндегі және оның шығысындағы үшөлшемді графиктерінің жылу мен масса тасымалдау процесстерінен алынған негізгі сипаттамаларға графикалық интрепретация жүргізілді. Зерттелген пеш камерасында төменгіортты күлкөмірді отынды жағуға әзірленген технологияны қолдануға қажетті тиімді параметрлер анықталды.

Кілттік сөздер: Жану, пеш камерасы, күлкөмір отын.

OPTIMIZATION OF HEAT AND MASS TRANSFER PROCESSES IN THE FURNACE CHAMBER OF THE KAZAKHSTAN BOILER BY 3D MODELING

A.S. Askarova¹, S.A. Bolegenova¹, V.Y. Maximov², A.K. Atasheva¹

¹Kazakh national university named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan

²Scientific Research Institute of Experimental and Theoretical Physics, Almaty, Kazakhstan

Abstract. This article is devoted to the study of heat and mass transfer during the combustion of solid fuel in a pulverized state. The optimal technology of coal combustion has been developed and proposed taking into account the features of both the fuel itself (high ash content) and the design features of the boiler plant (low wear resistance of power equipment, due to the observed overheating of the furnace chamber walls). The best design parameters of the combustion chamber of the boiler BKZ420 are proposed, which make it possible to increase the wear resistance of power equipment and reduce emissions of harmful substances into the atmosphere. A graphical interpretation of the obtained main characteristics of the process of heat and mass transfer in the form of two-dimensional, depending on the height of the combustion chamber, and three-dimensional graphs throughout the furnace space and at the exit from it, shows areas of minimum and maximum concentrations of harmful products of coal combustion. The optimal parameters necessary for the use of the developed technology of organizing the combustion of low-grade pulverized coal in the investigated combustion chamber are determined.

Keywords: Combustion, combustion chamber, pulverized coal.

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ

МРНТИ 20.53.19

Ф.У. Маликова^{1,2}, А. Кожаметова¹

¹НАО «Алматинский университет энергетики и связи», г. Алматы, Казахстан

²Казахский национальный университет им. Аль-Фараби. Алматы, Казахстан

АЛГОРИТМ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ТЕСТИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ – ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ

Аннотация. Применение системного анализа при построении математических моделей и информационных систем дает возможность выделить перечень и указать целесообразную последовательность выполнения взаимосвязанных задач, позволяющих не упустить из рассмотрения важные стороны и связи изучаемого объекта автоматизации.

Ключевые слова: тезаурус, кластер, хранилище данных, декомпозиции

Существует несколько подходов к математическому описанию сложных систем, среди которых выделяется системный анализ - методология решения проблем, основанная на структуризации систем и количественном сравнении альтернатив.[1] Применение системного анализа при построении математических моделей и информационных систем дает возможность выделить перечень и указать целесообразную последовательность выполнения взаимосвязанных задач, позволяющих не упустить из рассмотрения важные стороны и связи изучаемого объекта автоматизации. В состав системного анализа входят задачи декомпозиции, анализа и синтеза, В ходе декомпозиции исследуемый процесс разбивается на части (элементы системы). Элемент – это наименьшая неделимая функциональная часть исследуемой системы, которая представляется в виде «черного ящика», т.е, ее внутренняя структура не рассматривается, В ходе этапов анализа и синтеза элементы объединяются на основе структурной или логической схемы при помощи внешних связей. Выделение связей разных видов наряду с выделением элементов является существенным этапом системного анализа и позволяет судить о сложности рассматриваемой системы. При дальнейшем, более детальном разбиении системы на подсистемы, внутренние связи приобретают свойства внешних, и процесс повторяется на новом уровне. Одна из основных целей системного анализа – выявление внутренних свойств системы, определяющих ее поведение.

Применительно к процессу автоматизации тестирования знаний с использованием ответов испытуемых элементами являются подсистемы автоматизированной тестирующей системы (АТС), а роль связей играют используемая информация, методы ее обработки, а также отношения, определяющие последовательность этапов. Описание процесса может вестись посредством описания алгоритма его осуществления и информационной модели, отражающей структуру процесса на уровне определения его компонентов и информационных связей между ними, с учетом динамики их изменения и уточнения в ходе выполнения процесса.[5] Принцип работы автоматизированной тестирующей системы состоит в следующем:

1) Происходит инициализация основных параметров тестирования: авторизация пользователя, определение теста, формируется гипотеза тестирования (принимается некоторый начальный уровень знаний испытуемого, который может зависеть от ранее полученных результатов).

2) Подсистема управления гипотезой тестирования выбирает из БД тестов и задает испытуемому наиболее информативный вопрос, в соответствии с его текущим уровнем.

3) Полученный ответ подсистема управления гипотезой тестирования направляет подсистеме сравнения ответов с эталонами.

4) Подсистема сравнения ответов с эталонами делает запрос лингвистическому анализатору на обработку ответа испытуемого и эталонного ответа, с получением на выходе анализатора деревьев синтаксических зависимостей. Далее проводится сравнение деревьев, цель которого – получение меры близости ответов. Тезаурус позволяет производить переформулировку ответов, в частности расширение, отождествление близких, но смыслу единиц текста и фильтрации общеупотребимой лексики.

5) Результат сравнения деревьев синтаксических зависимостей поступает на вход модуля интерпретации результатов, который может определить необходимость переформулировки ответа испытуемым или произвести пересчет текущего уровня знаний испытуемого, с учетом областей знаний.

6) Управление передается подсистеме управления гипотезой, процесс тестирования продолжается итерационно, до тех пор, пока не сработает одно из правил останова,

7) Происходит формирование результатов тестирования и занесение их в БД.

8) По результатам обработки материалов массового тестирования определяются индивидуальные оценки, характеристики надежности, валидности результатов, качества тестовых заданий. Структура АТС состоит из следующих частей: модуль управления, модуль лингвистического анализатора, модуль тезауруса, модуль интерпретации результатов и база данных. Рассмотрим назначение блоков и основные процессы, лежащие в основе функционирования данной автоматизированной тестирующей системы. Модуль управления объединяет в себя схожие по функциональной направленности задачи администрирования, но разные с точки зрения объектов управления функции системы:

- Общее администрирование – функции, настройки, подготовки и эксплуатации системы в конкретной сетевой среде, для определенных групп пользователей. Т.е. посредством данной подсистемы происходит настройка сетевых служб и параметров, необходимых для функционирования системы, управление пользователями и группами пользователей, определение планов (расписаний) тестирования (задания пройти один или ряд тестов для группы испытуемых). В задачи подсистемы также входит контроль доступа, проверка целостности информации базы данных и т.п. Следует заметить, что в задачи общего администрирования не входят функции подготовки тестовых материалов;

- Управление БД тестов – набор функций предоставляющих прикладной интерфейс для эксперта по тестам, основные задачи которого: определение тестов, определение разделов знаний, включаемых в тесты, определение заданий тестов, наделение тестовых заданий исходными характеристиками (трудность, дифференцирующая способность). Также подсистема предоставляет интерфейс модификации тестов на основе результатов апробации тестовых заданий на типичной группе испытуемых;

- Управление гипотезой тестирования – ряд механизмов и методов адаптивного алгоритма предъявления тестовых заданий. Во многом работа данной подсистемы опирается на выходные данные модуля интерпретации результатов, т.е. на основании текущего рейтинга (оценки) испытуемого выбирается наиболее подходящий вопрос, наилучшим образом отвечающий уровню трудности и разделу предметной области. Тестирование продолжается до срабатывания одного из правил останова, например, сравнение значения стандартной ошибки с заранее установленным порогом.

ТЕСТ	Кластер 1 (раздел)	Вопрос 1.1
		Вопрос 1.2
		Вопрос 2.N1
	Кластер 2	Вопрос 2.1
		Вопрос 2.N2

	Кластер M	Вопрос M.1
		Вопрос M.NM

Рис1.3 Структура теста

Структура самого теста определена таким образом, что задания разбиты на кластеры (сгруппированы по разделам) (рис. 1.3), С одной стороны это позволяет провести тестирование по всем разделам дисциплины, с другой стороны выявить сильные и слабые стороны в знаниях испытуемого.

Работы подсистемы управления, при взаимодействии с модулем интерпретации результатов организуется таким образом, что, задав небольшое число задач, можно было либо с достаточной правдоподобностью сделать вывод о знаниях испытуемого и/или определить слабые места в знаниях.

Математическую основу адаптивного алгоритма составляет современная теория латентно-структурного анализа IRT, а именно методы определения информативности задания. Зависимость между информативностью задания и латентной переменной уровня знаний испытуемого дописывается информационной функцией задания:

$$I(\theta, u_j) = \frac{[\pi'_j(\theta)]^2}{\pi_j(\theta) \cdot [1 - \pi_j(\theta)]},$$

где $\pi_j(\theta)$ – характеристическая функция задания u_j ,

$\pi'_j(\theta)$ – производная этой функции.

Так как для тестовых заданий открытого типа параметр случайного угадывания отсутствует, в качестве логистической функции используется двухпараметрическая модель Бирнбаума:

$$P_j(\theta) = 1 / \{1 + \exp[-a_j(\theta - \beta_j)]\},$$

где P_j – вероятность правильного выполнения j -го задания теста,

θ – уровень знаний испытуемого,

β_j – уровень трудности j -го задания теста,

a_j – дискриминирующий параметр задания.

Подставляя в (2.1) конкретные значения $\pi_j(\theta)$ для двухпараметрической модели (2.2), получим информационную функцию задания: [3]

$$I(\theta, u_j) = 1,7 a_j p'_j(\theta) = \frac{1,7^2 a_j e^{-1,7 a_j (\theta - \beta_j)}}{(1 + e^{-1,7 a_j (\theta - \beta_j)})^2},$$

Логика алгоритма может быть описана как итерационный процесс, состоящий из следующих шагов:

1) Предполагается, что тестирование начинается с инициализации априорно известного θ и статистических параметров тестовых заданий $\{\beta_i, \alpha_i\}$, которые вычисляются по результатам пилотных испытаний (предтестирование). По мере проведения тестовых измерений статистика может накапливаться, и могут вноситься соответствующие коррективы;

2) Все вопросы, которые еще не задавались, анализируются, и определяется наиболее информативный из них, для чего рассчитывается информативность для каждого вопроса по формуле. При оценивании вопросов также учитывается факт принадлежности вопросов к подразделам – кластерам $I.. k, c$ с целью использования вопросов из всех подобластей теста;

3) «Лучший», т.е. наиболее информативный вопрос для конкретного испытуемого, задается испытуемому;

4) После ответа на вопрос пересчитывается и обновляется значение уровня способности испытуемого θ , при этом учитываются все предыдущие ответы испытуемого. Предполагается, что тестирование начинается при инициализированном, априорно известном θ . Далее рассчитав все I_j , на которые уже был дан ответ, пересчитывается значение уровня способности по формуле;

5) Шаги 1-4 повторяются до момента срабатывания одного из правил останова. Одним из таких правил может служить сравнение значения стандартной ошибки с заранее установленным порогом.

Модуль лингвистического анализатора – производит обработку текста, целью которой является получение формализованного представления модели русского языка, наилучшим образом соответствующей цели модуля сравнения ответа испытуемого с эталонным ответом.

Большие успехи в морфологическом и синтаксическом анализе достигнуты группой АОТ (проект ДИАЛИНГ). Процесс лингвистического анализа основан на использовании разработанных группой подходов основе анализатора лежит классическая схема лингвистического анализа. В предлагаемой системе лингвистический анализ ограничен графематическим, морфологическим и синтаксическим анализом. Это объясняется формой ответа испытуемых, которую принято считать ППП.

Модуль тезауруса предназначен для администрирования и предоставления интерфейса к тезаурусу, который можно определить, как совокупность терминов, описывающих предметную область, с указанием семантических отношений (связей) между ними. В АТС тезаурус используется для возможности семантического расширения и/или сужения обрабатываемого ответа, что приводит к возможностям уточнения анализируемого ответа на основе тезаурусных связей.[2]

Базовые связи, определяемые между узлами тезауруса, представляют наборы семантических отношений, таких как часть,/целое, более общее/более частное, синоним/антоним и т.п. Исследование работ показало, что использование универсальных тезаурусов дает неудовлетворительные результаты при работе со специализированными предметными областями. Избыточные связи и отношения не способствует наличию прозрачных процедур добавления и извлечения единиц словаря. В частности структура тезауруса типа WordNet представляется слишком громоздкой и избыточной, требует создания сложной инфраструктуры для адаптации словаря к использованию в практической задаче.

Модуль интерпретации результатов содержит ряд функций и интерфейсов для решения следующих задач:

Определение текущего уровня знаний испытуемого в процессе проведения тестирования. Данный показатель используется адаптивным алгоритмом тестирования для выбора очередного «наилучшего» вопроса, В основе работы модуля лежит понятие информативности вопроса.

Определение сильных и слабых мест в знаниях испытуемого, производится по результатам прохождения теста в целом. Расчет производится на основании доли и степени правильных ответов в каждой из анализируемых под тем теста. Оценка тестового материала – производится на основе обработки результатов тестирования групп испытуемых. При этом определяется сложность, информативность и дискриминирующее свойство тестовых заданий. Формализация процедур анализа результатов подлежит математической описанию в следующей главе работы [4].

Хранилище данных – это важнейший внутренний элемент системы, содержащий информационные ресурсы, соответствующие целям взаимодействующих с ними модулей.

Хранилище данных – это комплексная система, включающая в себя базы данных:

- тестового материала (тесты, задания, эталонные ответы, параметры тестовых заданий);
- тезауруса (понятия предметной области, множество семантических отношений между ними);
- тестирования (группы пользователей, пользователи, средства разграничения прав, планы тестирования, результаты тестирования).

Персоналом, обслуживающим систему, и пользователями являются эксперт по тестам, администратор, тестируемые.

Эксперт по тестам – это специалист предметной области, способный систематизировать материал, подлежащий включению в тест и умеющий составлять тестовые задания, соответствующие различным уровням сложности, требованиям полноты, и надежности. Эксперт создает тесты и проводит их доработку, по результатам тестирования типичных групп испытуемых. Общий алгоритм разработки тестовых заданий представлен на рис.

Администратор – человек, осуществляющий проведение основных, функций: управление пользователями и группами пользователей, определение планов тестирования, проведение тестирования, обработка и выдача результатов тестирования. Фактически функции Администратора соответствуют роли экзаменатора

Предлагается новый подход к построению тезауруса для использования в качестве вспомогательного механизма при определении семантической близости двух деревьев синтаксического разбора. Отправной точкой модели является использование тезауруса узкой предметной области, с поддержкой мультиязычности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. АОТ проект [Электронный ресурс]. - Режим доступа: - <http://www.aot.ru>.
2. Brainbench employment testing [Электронный ресурс]. - Режим доступа: - <http://www.brainbench.com>.
3. Статистический подход к принятию решений, по результатам тестирования для тестов открытой формы / В.Б. Моисеев [и др.] // Открытое образование, 2001. - №1. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: - [http://www.rnesi.ru/ioe/NI OI/mo.html](http://www.rnesi.ru/ioe/NI%20OI/mo.html)
4. Перегудов, Ф.И, Введение в системный анализ / Ф.И, Перегудов, В.П, Тарасенко, - М.: Высшая школа, 1989, - 367 с
5. Маслак, А.А. Исследование дифференцирующей способности модели Раша на основе имитационного эксперимента / А.А. Маслак // Педагогическая диагностика, 2003. - №1 - сс.103 - 117.

REFERENCES

1. AOT project [Electronic resource]. – Access mode: - <http://www.aot.ru>.
2. Brainbench employment testing [Electronic resource]. - Access mode: - <http://www.brainbench.com>.

3. Statistical approach to decision making but test results for open form tests/ В.Б. Моисеев// Open education 2001. - №1. [Electronic resource]. - Access mode: - http://www.rnesi.ru/ioe/NI_OI/mo.html

4. Peregudov. F.I. introduction to system analysis Ph.I, Peregudov, V, P, Tarasenko, - M.; Higher School, 1989, - 367 with.

5. Maslak, A.A. The study of the differentiating ability of the model Rush on the basis of a simulation experiment / A.A. Maslak // Pedagogical diagnostics, 2003. - №1 - pp.103 - 117.

АВТОМАТТЫ ТЕКСЕРУ ЖҮЙЕСІНІҢ АЛГОРИТІМІ - МАҚСАТЫ ЗЕРТТЕУ

Ф.У. Маликова^{1,2}, А. Кожаметова¹

¹НАО «Алматы энергетика және байланыс университеті», Алматы қ., Қазақстан

²Казахский национальный университет им. Аль Фараби. Алматы, Қазақстан

Аңдатпа. Жүйелік анализді қолдану математикалық модельдер мен ақпараттық жүйелерді құру кезінде тізімді бөліктеу тапсырмалардың тиісті тізбекті көрсету мүмкіндігін береді. Зерттеудің автоматтандырылған объектісінің маңызды аспектілері мен байланысын жоғалтпауға мүмкіндік береді.

Кілттік сөздер: Тезаурус, кластері, деректер қоймасы, декомпозиция

ALGORITHM OF AUTOMATED TESTING SYSTEM - RESEARCH OBJECT

F.Malikova^{1,2}, Kozhahmetova A.¹

¹Almaty University of Power Engineering and Telecommunication, Almaty, Kazakhstan

²Kazakh national university named after Al-Farabi, Almaty, Kazakhstan

Annotation. The use of system analysis in the construction of mathematical models and information systems makes it possible to select a list and indicate the appropriate sequence of performing interrelated tasks, allowing you not to lose sight of the important aspects and connections of the automation object being studied.

Keywords: Thesaurus, cluster, database, decomposition

АЛГОРИТМ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ТЕСТИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ – ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ

Ф.У. Маликова^{1,2}, Кожаметова А.¹

¹НАО «Алматы энергетика және байланыс университеті», Алматы қ., Қазақстан

²Казахский национальный университет им. Аль Фараби. Алматы, Қазақстан

Аннотация. Применение системного анализа при построении математических моделей и информационных систем дает возможность выделить перечень и указать целесообразную последовательность выполнения взаимосвязанных задач, позволяющих не упустить из рассмотрения важные стороны и связи изучаемого объекта автоматизации.

Ключевые слова: Тезаурус, кластер, хранилище данных, декомпозиции

**ИННОВАЦИИ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ.
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ**

IRSTI 378.016:802.0:004

U. Serikbayeva¹, Zh. Erzhanova¹

¹Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan

PECULIARITIES OF SYSTEMIC APPROACH IN LINGUISTICS

Abstract. The article deals with the formation of system methods in linguistic typology and an example of the practical use of the principles to identify the systemic nature of the system of a particular language in its synchronic state and evolution. The forms, methods and means of study affecting the purposeful educational work of a teacher and a student were underlined. The article proves that the scheme (network) of relations between the elements of the object is the structure of the object, and the place of the element in this structure is the importance of the element.

In conclusion, it was noted that the following concept of the system approach was formed because of the application of ideas and methods developed to solve engineering and physical problems, to solve linguistic problems related mainly to the problems of language typology. Besides, the experimental training on the approbation of the developed methodology was described, the results of the study were presented, general conclusions were formulated, and prospects for further study of the problem were outlined.

Keywords: system, properties, substance, foreign language, education, linguistics.

The following concept of the system approach was formed as a result of the application of ideas and methods developed to solve engineering and physical problems, to solve linguistic problems related mainly to the problems of language typology.

The structure and significance of the object characterize the networks of internal and external relations, and we will call these "network" characteristics structural (structural) properties of the object or properties of its structure. Since an object has one or another degree of connectivity of its properties in general and the interconnectedness of the properties of its structure and substance in particular, any object is a system, and all the considered characteristics of the object are simultaneously the characteristics of the system. This conclusion opens up the possibility of determining the nature and degree of relationship between the properties of the structure and substance of the object, to establish the type and degree of consistency. The states of the system can be among themselves in certain relationship, therefore, all the concepts we have previously introduced (component, structure, significance, etc.) are applicable to the description of the dynamics of the system, if we specify that we are talking about the structure of behavior, the importance of the element of behavior in this structure, etc. If the number of states of the system in the considered period of time is limited, and the transition from one state to another is a certain closed sequence, then we will talk about the steady-state behavior of the system. The characterization of the behavior mode substance will be determined by the composition of the system behavior components and their individual characteristics. The change can affect the behavior mode itself. Therefore, each new mode of behavior can be regarded as an element of behavior of an even higher dynamic level with its component composition, structure and significance. The substance contains potencies to the most probable significance of the elements, these values set the "suitable for the substance" structure of the system, and from the specification of the structure at a given substance follow the basic external properties of the whole system. In particular, these external properties are manifested in what types of relations this system is able to enter in the most natural way, and what types of relations and meanings least correspond to its properties. Therefore, recognizing the fact of interconnection and

interaction of structure and substance in systems, we have the right to argue about what should be the preferred structural characteristics of the system, if it's externally observed properties and substance are given, what the preferred substance is. In principle, there is no consistency just considered between the structure and substance. But this means that they do not have the specified stabilizing negative feedback, so any deviations of the conditions from a certain average level will lead to a greater change in the external properties of such systems. A change in external properties leads to the fact that the system "drops out" anyway from the selective medium. Thus, we are convinced once again that the most stable, "survivable" in the selecting medium are systems, the presence of the selectable external properties of which is supported by the above-considered deep mutual agreement of the characteristics of the structure and substance of these systems. We will call such systems adaptive. Adaptability of the system can be detected, for example, at the "real" level of the static structure and substance of the system. But all that was stated above, within the framework of the stated concept, remains valid for higher dynamic connections, when adaptability is achieved by the development of consistency between the substance and the structure of the dynamics of the system, for example, in the selection of those systems that have a certain type of not the real state, but the mode of behavior.

Selection and function. If we consider now the adaptive system as a certain environment, it is impossible not to pay attention to the fact that in relation to its components the adaptive system itself has selective properties. For example, having the existing structure, the system is characterized by a list of this structure, i.e. a list of its inherent significance. But if the bundle of relations is specified, then restrictions are imposed on the types of elements that can become components of this system. Some of the elements have such stable individual properties that they are most appropriate for entering into these modes of relations. And finally, a very large number of element types do not correspond to this structure, so if they enter the system, it can lead to a violation of the structure and to the loss of stability of the system as a whole. The fact of stability of this system suggests that it has such mechanisms of selection of elements by their properties, through which a stable consistency between the structure and substance of the system in the selective medium is achieved. The selective properties, the presence of which the components are fixed in the adaptive system, are not accidental. It is with such criteria of selection of components that the system is maximally adapted and maximally stable in the selective medium.

If we were able to find out that the source system under consideration is an element of a higher connection system, which in its own turn is located in a certain selective medium, then we can understand why this higher connective system, which was initially perceived by us simply as a selective medium for the source system, selects data, and not other properties of this system. And to explain it as better as possible, we have the right to talk about the functional properties and functions of not only the elements, but the entire source system as a whole. Therefore, in this case we have the opportunity to realize the adaptability of the system as the end result of adaptation to the functional criteria of selection. Therefore, we can say that not only in the elements of the system, but also in the adaptive system as a whole there is a mutual agreement between the function of the system, its structure and substance, and therefore the system nature of the object can be understood as soon as our information about its function is more complete [1].

If, for example, a new knot of relations is formed in society, which is important for maintaining the stability of this society, i.e., if a new social function arises, the knot becomes a selective microenvironment that forms a new social subsystem with certain functions. In this subsystem, for example, in the team, the process of adaptation begins: the search for such types of relations and such individuals entering into these relations, in which the properties of the team as a whole most correspond to the social function of the emerging system. If the properties are not beyond the selection criteria, as the first approximation of the substance (i.e. individuals with their cash characteristics) does not contradict the structure of the system, and the structure utilizes the abilities of individuals, in the process of functioning of the system, each individual, being in turn an adaptive system, is rebuilt so that its properties are even more consistent with its

function in the system, from which the structure of this system is stabilized and its functional properties as a whole are improved.

Another manifestation of faith in the existence of a specific trend characteristic of the system of any particular language type is the reasoning of E. Sepir about the "main drawing" of the language. "This type, or drawing, or structural genius of the language is something much more fundamental, much more pervasive than anyone of us discovered in hell". But faith in the "genius" remains in Sepir only by faith. In his famous classification of language types, based not just on the enumeration of the predominant properties, but on the account of the functions of these units in speech, he comes to the statement that with a given method of correlation between linguistic and conceptual units, the technique of communication between these units can be the following: agglutination, fusion, isolation, etc. And since the use of one or the other "technique" first of all determines the structure of the connection of language units, the conclusions of Sepir about the possibility of the existence of any technique in the languages of one class are actually equivalent to the negation of the connection of the features of the structure of the language with the features of its constituent elements. Consequently, the "main drawing" as something "far more fundamental", "than anyone discovered in hell" in the specific descriptions of the structure of the language Sepira has nothing left unobserved. A. A. Reformatsky was absolutely right, when he states that "Sapira did not give a hand to those who want to understand the type of language and its leading grammatical tendency" [2]. In a number of other works, the author showed a deep interdependence between phonetic, phonological and morphological characteristics of the two languages, depending in which of the two leading grammatical trends agglutination or fusion prevail, and more broadly — analytics or synthesis. Then much of what is interpreted by E. Sepir is presented as an independent and able to be mixed in any proportion, in the light of the research of the reformed language, it appears as a logical consequence of the systemic nature of the language. This trend in understanding the systemic nature of language is becoming more widespread, especially in the revision of the principles of language classification.

In the case of languages of the Uralic-Altai type (Turkic, Mongolian, Ugric-Finnish, etc.) it is enough to take into account, if not the only one, then at least two "leading trends", of which by informal logical reasoning it is possible to come to the conclusion, what should be the features of phonetics, morphology and syntax of these languages, how should the various processes of restructuring take place in the grammar of these languages, so that the properties of the languages do not come into conflict with the revealed trends. Specifically, these trends of the specified group of languages, and agglutinating languages in general, are the lack in these languages split nouns genders or classes, and that definition should always precede the word defined.

There are attempts to explain the originality of the grammatical structure of the language on all levels through an indication of a single internal linguistic trend. Thus, S. Balli believes that the evolution and the current state of the French language can be explained as a consequence of the tendency to such a system, which is most convenient for the listener, while the German language, for example, is being rebuilt in the direction of providing amenities for the speaker. When you consider that both the speaker and the listener are equally interested in speech communication and therefore they "enter into a reflexive game where each party seeks to reflect and thereby get the opportunity", but not "outsmart each other", as the authors of the book on the theory of reflexive games would say, but help each other, it will become clear that the development of the language in this case cannot go the way of creating conveniences for only one of the parties. Consequently, the very specific formulations of the leading internal trends of the French and German languages do not reflect the real source of the originality of these languages, but the subtle factual observations of the language evolution make it necessary to recognize S. Bally and other novelists the existence of diverse features of the language structure.

If we talk specifically about language, then in the most typical case we know externally observed manifestations of the modern state of language through its speech works, the function

of language is known, and it is common for all people, certain information about the substance of language is known: semantic characteristics, features of acoustic and articulation substance (also almost the same in all languages). Therefore, it is only necessary to believe that the language is an adaptive system, so that, comparing the known substance, structural and functional characteristics of the system, to look for internal, functional consistency between them, filling some gaps in the information about one characteristic by its "reflections" in other characteristics. Already at this stage, our understanding of the system will become more complete, although the "restoration" of knowledge gaps was carried out mainly on the basis of indirect and therefore not always accurate data. Therefore it is necessary to check somehow validity of the made "reconstructions". As we have already noted, both the function and the original substance of languages are practically the same for all people of the world, the difference between languages as adaptive systems is determined primarily by the specific preferred way of language functioning. So the preferred way of functioning becomes the criterion of selection of speech works, which makes it the leading, defining parameter of the language system. Therefore, in order to understand the system interdependence of the language system, to compare it with another language system, first of all it is necessary to identify the way of functioning, i.e. the determinant of the compared systems. The result of the above-mentioned "reconstruction" of general ideas about the relationship of structure, substance and function of language (using all available methods of studying the particular properties of the system) should be a hypothesis about the determinant of this system. The formulation of the hypothetical determinant is the abstraction that completes the inductive phase of the system study. In the deductive phase, we must "forget" everything we know about the system, except its function, the initial substance and determinants, i.e. mentally put ourselves in the point of space and time when there was a need for the existence of a system with a given determinant, but there wasn't any proper system. Based on the knowledge of the substance and having the criterion of selection — determinant, we must recreate the entire stage of the evolution of the system and determine which properties of the system should be as stable as possible, how the network of links of the system elements should be organized, what should be the substance of the system to meet the requirements of the determinants of the evolution of the system. It is not excluded even, that we "jump ahead", i.e. install the following phase of establishment of the system, this level of stabilization, "desirable", i.e. essential for this determinant, the properties of the system, to which it has not actually reached. This phase of the study can be called the phase of determinantal synthesis of the system. By comparing the results of determinantal synthesis with all that we knew about the system before and after its preliminary reconstruction, we can check how skillfully and successfully our work was done. If in the process of synthesis previously known characteristics are obtained, "reconstructions" are refined and such properties of the system are predicted, which for some reason remained unnoticed, but when rechecking turned out to be really inherent in the system, then the work on revealing the system nature of the studied object can be considered satisfactory. On the basis of the stated methodology of the system approach to the present time it is established that all the languages of the world represent less than ten linguistic determinants, which include the previously named "language trends". The two "trends" of agglutinative languages, noted by B. A. Serebrennikov, are the consequences of a single determinant — "economy of service elements". "Trends", which are indicated by S. Balli, was an essential divide between the two main groups of determinants. In some types of languages, the speaker proceeds from the presumption of good prior knowledge of the interlocutor and, if necessary, adds the missing information. The determinants of the other group are based on the presumption of poor awareness of the interlocutor, and therefore the skills of speaking in such a language are expressed in the skillful exclusion of excess information. Thus, the determinant is correlated with the concept of the internal tendency of the language, with the concept of essential properties of the system, because the presence of a certain criterion of selection in the functioning of the system leads to the fact that the system has a "tendency" to "prefer" and consolidate some properties, some forms of organization and avoid others [3].

Intonation features. As it has already been shown, the tendency to open syllables and one-syllable roots is a consequence of the determinants under consideration. But the imposition of such restrictions on the structure of the root-syllable-word clearly adversely affects the ability to create a large number of words, despite the widespread use of affricates. Therefore, in the language develop a special means of varying syllables: the juxtaposition of syllables of words in a musical tone. The need for careful musical intonation of each syllable clearly complicates the task of varying the intonation of the whole phrase as an independent unit. Hence, such restrictions on the intonation of the phrase clearly follow in order not to "damage" the tone pattern of each syllable, the phrasal intonation must have a minimum absolute range of frequency characteristics and allow only a smooth increase or decrease in the frequency along the length of the phrase.

Indeed, if you compare the intonation of Chinese and Russian languages, for example, then by the nature of the intonation curve you can immediately find out where the Russian is fixed, and where — the Chinese speech: the range of intonation jumps. In the Russian phrase an order of magnitude is almost higher, the pitch in the Russian sentence increases or decreases not smoothly, but with sharp emissions, whereas in the Chinese phrase we can observe carefully "drawn" post-tone "ornament", and where phrasal frequency changes are only a fraction of the average level of the frequency of the syllables of the phrase.

Dynamics of interaction of the main characteristics of the language. Let us turn to the data of Chinese dialectology and comparison of the Chinese language with other languages of Southeast Asia to trace the dynamics of interaction of the main characteristics considered in the structure of the Chinese language. Some dialects, especially the southern ones, retained a number of features peculiar to the ancient Chinese language. So, in these dialects it is possible at the end of syllables 'p', 't' and 'k'. But as expected, there are less affricates in such dialects, and particularly r lower than in literature, and in some dialects the opposition of voicing was not replaced by the juxtaposition of predictability. With another large "gap" in the transition to the lexicalization changed morphemes in Tibetan language. In this case, the disappearance of the final consonants leads to the appearance of tones. In the same languages with a tendency to lexicalization, where consonants are widely used in the syllable outcome, and derivation can be formed by consonant prefixes and even infixes, affricates cannot be admitted as independent phonemes at all, a trembling sonant r can stand at the beginning of a syllable and sound booming, as in Russian (although in the final position it is usually unstable). Accordingly, in such languages is not developed in the juxtaposition of the lexemes in tone [4].

One of the real growth areas over the next few years will be in the area of distributed learning and training. This is particularly relevant in contexts where the cost of a few computers and a good Internet connection are far lower than the more traditional approach of transporting participants and tutors to a location for face-to-face training. In the training area, have already been using this system for some years to reach its teachers throughout the country, and with a considerable success.

We would also expect to see a change in the way people learn languages, and the way they continue with their professional development or lifelong learning as time constraints put more strain on their everyday lives. This can already be seen on a small scale in many language centers around the world, with students no longer attending timetabled classes for a certain number of hours per week, but preferring to undertake a lot of the repetitive work in self-access mode, and meeting colleagues and a tutor for tutorial-based sessions on an ad hoc basis. These so-called hybrid courses are not only a reaction to the market and to the frantic pace of life of many people, but they also exist to cater for a changing clientele, a more 'wired' community - the Net generation.

Online learning will probably also mutate into a hybrid form of how it is currently delivered. At the moment organizations tend to use a VLE to deliver online learning, but these services can often be sterile in terms of providing the kind of communication opportunities we usually consider vital to the language learning process. It is highly likely that the more static

material which can be offered in a VLE will be complemented by some of the social sites, and better synchronous tools such as a peer-to-peer voice chat via Skype or similar software. This integration of services will allow for a more rounded user experience, and significantly improve the uptake in the area of language learning and teaching online.

It will also probably be the case that these will be combined with software that more actively encourages the development of communities of practice further enhance the social constructivist nature of the learning taking place there.

Conclusion

Let us note in conclusion that regardless of what may be specified in a particular problem and what defining characteristics of the system should be identified before the start of the determinantal synthesis of the system, solutions based on the principles of the system approach allow deeper insight into the essence of the object. And the clearer the picture of the relationship of the observed state of the object with its evolution, the more productive it can be used to study the entire arsenal of modern structural and formal mathematical methods.

REFERENCES

- [1] Admoni G. V. Development of the sentence structure during the formation of the German national language. – Oxford, 2010. - 22 p.
- [2] Bally S. General linguistics and French language issues. - Cambridge, 2015. - 87 p.
- [3] Reformatzky A. A. Morphological typology and problems of language classification. – M., 1991.-132 p.
- [4] Sapir E. Language and introduction to the study of speech. - Oxford, 2006. - 285 p.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Адмони Г.В. Развитие структуры предложения на период формирования немецкого национального языка. – Оксфорд, 2010. – 22 с. (на англ.).
- [2] Балли С. Общие вопросы лингвистики французского языка. – Кембридж, 2015. – 87 с. (на англ.).
- [3] Реформатский А. А. Морфологическая типология и проблемы языковой классификации. – М., 1991. - 132 с. (на англ.).
- [4] Сапир Е. Языкознание и вступление к изучению структуры речи. - Оксфорд, 2006. – 285 с. (на англ.).

ОСОБЕННОСТЬ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА В ЛИНГВИСТИКЕ

У. Серикбаева¹, Ж. Ержанова¹

¹Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, Казахстан

Аннотация. В статье рассматривается становление системных методов в лингвистической типологии, и даются примеры практического использования изложенных принципов к выявлению системной природы строя конкретного языка в его синхроническом состоянии и в эволюции. Выделены формы, методы и средства обучения, которые влияют на целенаправленную учебную деятельность преподавателя и студента. В статье доказывается, что свойства объекта могут характеризоваться его составом, структурой, субстанцией и значимостью. Особое внимание обращается на то, что излагаемая ниже концепция системного подхода сформировалась в результате приложения идей и методов, разработанных для решения инженерно-физических задач, к решению задач лингвистических, связанных главным образом с проблемами языковой типологии. В заключение резюмируется теоретическая проблематика рассматриваемой темы; обобщаются результаты проведенного исследования, делается вывод о перспективности предложенной методологии.

Ключевые слова: система, свойства, содержание, иностранный язык, образование, лингвистика.

ЛИНГВИСТИКАДАҒЫ ЖҮЙЕНІ ЖҮРГІЗУДІҢ МАҢЫЗДЫЛЫҒЫ

У. Серикбаева¹, Ж. Ержанова¹

¹Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан

Аңдатпа. Мақалада лингвистикалық жүйелі әдістердің қалыптасуы қарастырылады. Сонымен қатар оның синхронды күйіндегі және эволюциясындағы нақты тілдің құрылысының тәжірибелік қолдануы қарастырылады. Оқытушының және студенттің мақсатты білім беру қызметіне әсер ететін оқыту нысандары, әдістері мен құралдары көрсетіледі.

Мақалада объектінің қасиеттері, құрамдары, құрылымдары және маңыздылығымен сипатталуы мүмкін екендігін дәлелдейді. Төменде сипатталған жүйелік тәсілдің тұжырымдамасы, негізінен тілдік типология мәселелеріне байланысты лингвистикалық мәселелерді шешуге арналған инженерлік және физикалық идеялар мен әдістерді қолдану нәтижесінде пайда болғанына ерекше назар аударылады. Нәтижесінде талқыланатын тақырыптың теориялық мәселелері жинақталып, зерттеу нәтижелерін қорытындыланып және ұсынылған әдіснаманың болашағы туралы беріледі. Бұл тұжырым объектінің құрылымы мен мазмұны арасындағы байланыстың сипатын және дәрежесін анықтауға, сәйкестік белгілеу мүмкіндігін ашады.

Кілттік сөздер: жүйе, құрылым, мазмұны, шетел тілі, білім, лингвистика.

МРНТИ 27.35.43

А.И. Такуадина¹, Ш.И. Имангалиев¹

Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, г.Астана, Казахстан

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭПИДЕМИИ ТУБЕРКУЛЕЗА ДЛЯ КАЗАХСТАНА

Аннотация. Казахстан классифицируется Всемирной организацией здравоохранения как страна с высоким приоритетом по туберкулезу и высоким бременем множественно лекарственно-устойчивого туберкулеза. Под действием антибиотиков происходит отбор и накопление изменений в геноме микобактерий, делающих возбудителей туберкулеза устойчивыми к распространенным противотуберкулезным препаратам. Риск развития также повышает нерегулярный или ошибочный режим прием антибиотиков. Поэтому исследование возникновения, распространения и мер борьбы с эпидемиями имеет важное научное и практическое значение. Одним из наиболее эффективных методов решения таких задач является построение математической модели, описывающей процессы распространения инфекции в популяции, развития заболевания и воздействие противотуберкулезных мероприятий непосредственно в Казахстане. Необходимо изучить мировой опыт в данной области и при этом учесть особенности региона для получения максимально успешного результата.

Ключевые слова: математическая модель, эпидемиология, множественно лекарственно-устойчивый, туберкулез.

Туберкулез является индикатором решения вопросов охраны и укрепления здоровья, сохранения активного долголетия, высокой работоспособности и воспитания здорового поколения. В Республике Казахстан борьба с туберкулезом остается стратегической задачей и является приоритетным направлением в деятельности Министерства здравоохранения РК [1].

Туберкулез в большинстве случаев излечим. Основным методом лечения туберкулеза на данный момент является одновременное применение нескольких (обычно – пяти-шести) антибиотиков, имеющих противомикобактериальное действие. А также эффективностью лечения является длительность курсов (от полугода до нескольких лет), нарушение условий которых зачастую приводит к возвращению болезни и развитию лекарственной устойчивости.

Современная практика медикаментозного лечения туберкулеза все чаще и чаще сталкивается с проблемой лекарственной устойчивости микобактерий. Под действием антибиотиков происходит отбор и накопление изменений в геноме микобактерий, делающих возбудителей туберкулеза устойчивыми к распространенным противотуберкулезным препаратам. Нерегулярный или ошибочный режим прием антибиотиков повышает риск развития лекарственной устойчивости [2].

Казахстан классифицируется Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) как страна с высоким приоритетом по туберкулезу (ТБ) и высоким бременем множественно лекарственно-устойчивого туберкулеза (МЛУ-ТБ) (рис. 1). Поэтому исследование возникновения, распространения и мер борьбы с эпидемиями имеет важное научное и практическое значение. Создание интеллектуальной системы в задачах эпидемиологии поможет внедрить суперкомпьютерные технологии в медицинскую и социальную практику.

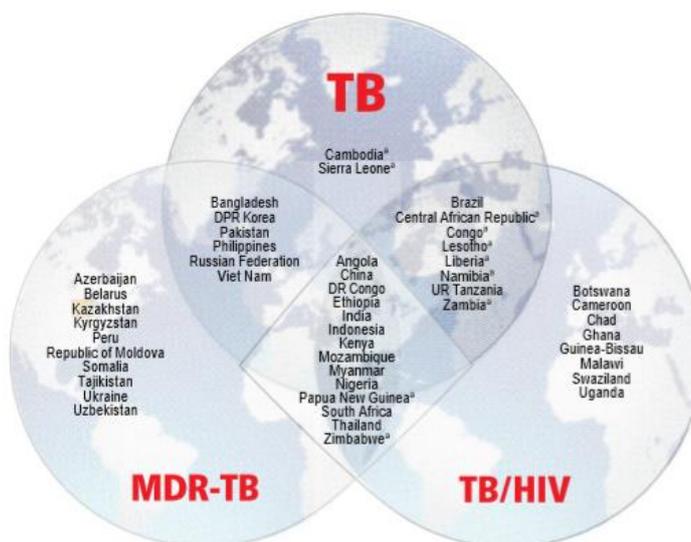


Рисунок 1. Страны с высоким бременем ТБ, ТБ / ВИЧ и МЛУ-ТБ, которые используются ВОЗ в период 2016–2020 гг.

Возможность излечения больных с МЛУ-ТБ была введена только в работе [3]. Главным инструментом исследования была построенная авторами математическая модель процесса распространения туберкулеза, фокусирующаяся на детальном отражении процессов возникновения и лечения МЛУ-ТБ.

При изучении математических моделей медицинской биологии моделирование сводится к необходимости решения обратной задачи систем дифференциальных уравнений [4], а также задачи идентификации [5]. Система обыкновенных дифференциальных уравнений характеризуется коэффициентами, описывающими особенности модели. Их необходимо определять для получения информации о состоянии организма: заболеваемости, иммунном статусе, восприимчивости к лекарственным средствам и т.д. При изучении биологических процессов возникает вопрос неединственности набора параметров $q = [q_1, \dots, q_s]$, удовлетворяющего имеющимся экспериментальным данным, либо, зачастую по измеренным невозможно определить набор параметров q .

$$\begin{cases} \dot{y} = F(y(t), t, q, u) \\ y(t_0) = y_0 \end{cases}, \quad (1)$$

где $y(t)$ - масса экспериментальных данных, тогда $\frac{y(t)}{V} = f(t)$ - функция экспериментальных данных (в эпидемиологии – количество больных по годам), q – вектор параметров, характеризующий рассматриваемый процесс (в эпидемиологии - смертность, приток индивидов, скорость развития болезни и др.), u – входные данные (в фармакокинетике – способ введения препарата в организм: внутривенно, внутримышечно, перорально и т.д.)

Первыми работами, в которых была построена полноценная математическая модель эпидемиологии туберкулеза были статьи Ганса Ваалера и др. [6], опубликованные в 60-70-ые годы 20-го века. В данной модели, построенной в [6], вся популяция делится на три класса: S – неинфицированные (чувствительные), L – инфицированные, но не больные (носители латентной инфекции) и T – больные туберкулезом. Далее одна из последних работ группы С.Блоуэра [7] посвящена анализу возникновения множественной лекарственной устойчивости. Однако для выбора модели, необходимо учесть множество факторов, поскольку туберкулез является социально-обусловленным и социально-значимым заболеванием, которое ассоциируется с бедностью и с низким развитием экономики.

Рассмотрим математическая модель передачи туберкулеза в высокоэндемичных регионах Азиатско-Тихоокеанского региона, предложенная австралийскими учеными Джеймсом Трауером и др. [8], но с некоторой поправкой:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dS}{dt} = l\pi N + \varphi T + \varphi_m T_m - (\lambda_d + \lambda_{dm} + \mu)S, \\ \frac{dL_A}{dt} = \lambda_d(S + L_B + L_{Bm}) - (\varepsilon + k + \mu)L_A, \\ \frac{dL_{Am}}{dt} = \lambda_{dm}(S + L_B + L_{Bm}) - (\varepsilon + k + \mu)L_{Am}, \\ \frac{dL_B}{dt} = kL_A + \gamma I - (\lambda_d + \lambda_{dm} + \nu + \mu)L_B, \\ \frac{dL_{Bm}}{dt} = kL_{Am} + \gamma I_m - (\lambda_d + \lambda_{dm} + \nu + \mu)L_{Bm}, \\ \frac{dI}{dt} = \varepsilon L_A + \nu L_B + (1 - \eta)\omega T - (\gamma + \delta + \mu_i)I, \\ \frac{dI_m}{dt} = \varepsilon L_{Am} + \nu L_{Bm} + \eta\omega T - (\gamma + \delta_m + \mu_i)I_m, \\ \frac{dT}{dt} = \delta I - (\varphi + \omega + \mu_t)T, 0 \\ \frac{dT_m}{dt} = \delta_m I_m - (\varphi_m + \omega + \mu_t)T_m, \\ S(0) = S_0, L_A(0) = L_{A_0}, L_{Am}(0) = L_{Am_0}, \\ L_B(0) = L_{B_0}, L_{Bm}(0) = L_{Bm_0}, I(0) = I_0, \\ I_m(0) = I_{m_0}, T(0) = T_0, T_m(0) = T_{m_0}. \end{array} \right. \quad (2)$$

Здесь,

$$\lambda = \beta\rho(I + oT)/N, \quad \lambda_m = \beta_m\rho(I_m + oT_m)/N, \\ \lambda_d = \chi\beta\rho(I + oT)/N, \quad \lambda_{dm} = \chi\beta_m\rho(I_m + oT_m)/N.$$

В задаче Коши (2) популяция делится на вакцинированных чувствительных (обычно дети до 14) (S), латентных носителей инфекции, имеющих МЛУ ТБ-штамм (индекс m), с быстрым (L_A, L_{Am}) и медленным (L_B, L_{Bm}) развитием активной формы заболевания, инфицированные пациенты, находящиеся в стадии лечения заболевания (T, T_m) и не подвергающиеся лечению (I, I_m).

Обозначения, используемые для описания математических моделей, по мере возможности стандартизованы. Переменные модели (численности групп) обозначаются заглавными латинскими буквами (S, T и т.д.), нижние индексы указывают на физические свойства переменной, а верхние – воздействие, внешние факторы. Константы скорости различных переходов обозначаются строчными греческими буквами, а вероятности и доли – строчными латинскими буквами (таблица 1).

Таблица 1. Константы и коэффициенты.

символ	описание	ед.измерения	величина
П	Приток молодежи к моделируемому населению	человек/год	Зависит от типа населения
N	Общая численность населения	Человек	Зависит от типа населения
μ	Смертность от туберкулеза	человек/год	0.016
φ	Скорость лечения туберкулеза	человек/год	2
φ _m	Скорость лечения МЛУ-ТБ	человек/год	0.5
ε	Скорость раннего прогрессирования заболевания	Год	0.129
k	Скорость перехода к позднему прогрессированию заболевания	Год	0.821

γ	Частота спонтанного самовосстановления	Год	0.63
ν	Скорость развития активной формы заболевания при эндогенной активации	Год	0.075
η	Вероятность развития МЛУ-ТБ при лечении	-	0.035
ω	Показатель повторного заражения	человек/год	0.25
δ	Частота выявления лиц с активной формой туберкулеза	человек/год	0.72
δ_m	Частота выявления лиц с активной формой МЛУ-ТБ	человек/год	0.035
μ_i	Смертность от туберкулеза без лечения	Год	0.37
μ_t	Смертность от туберкулеза во время лечения	Год	0.5 μ_i
β	Параметр контагиозности	-	Зависит от типа населения
β_m	Показатель онтагизма при МЛУ-ТБ	-	0.7 β
χ	Параметр частичной невосприимчивости	-	0.49
ρ	Фракция инфекции	-	0.7
σ	Модификация лечения инфекционности	-	0.6
l	Уровень вакцинации БЦЖ	-	0.65
π	Коэффициент рождаемости при анализе чувствительности	человек/год	0.025

Модель из [8] была применена также для населения Сибирского федерального округа. Поскольку в России, как и в Казахстане в соответствии с законодательством вакцинация младенцев БЦЖ (*Bacillus Calmette – Guerin*) является обязательной для граждан, заболеваемость которых превышает 80 случаев на 100 000 человек, большая часть населения была вакцинирована в дошкольном возрасте. Поэтому в модели (2) отсутствует деление населения на чувствительных невакцинированных (S_A) и вакцинированных (S_B) [8].

Таким образом, определившись с математической моделью распространения эпидемии туберкулеза для Казахстана, сформулируем следующие шаги для ее реализации:

- разработка эффективных алгоритмов численного решения прямой и обратной задач для математической модели эпидемии туберкулеза;
- сопоставление результатов статистического прогнозирования и прогнозирования на основе методов решения обратных задач;
- создание комплекса программ численного решения прямой и обратной задач для математической модели эпидемии туберкулеза в Карагандинской области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические рекомендации. Профилактика туберкулеза. Алматы 2014. – 25 с.
2. К. К. Авилов, А. А. Романюха. Математические модели распространения и контроля туберкулеза (обзор), Матем. биология и биоинформ., 2007, том 2, выпуск 2, 188–318с.
3. Baltussen R., Floyd K., Dye C. Cost effectiveness analysis of strategies for tuberculosis control in developing countries. *BMJ*. 2005. 331(7529). 1364.
4. Такуадина А. «Обратные задачи фармакокинетики: анализ методы решения». ВЕСТНИК государственного университета им.Шакарима, г.Семей, Вестник №4(84),2018, 72-76с.
5. Такуадина А. «Идентифицируемость моделей в фармакокинетических исследованиях» ВЕСТНИК Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева, Усть-Каменогорск, 2018, ТОМ II, 96-101с.
6. Waaler, H.T., Geser, A., Andersen, S. The use of mathematical models in the study of the epidemiology of tuberculosis. *Am. J. publ. Health*. 1962. 52. 1002–1013p.
7. Blower S.M., Chou T. Modeling the emergence of the ‘hot zones’: tuberculosis and the amplification dynamics of drug resistance. *Nature Medicine*. 2004. 10(10). 1111–1116p
8. James M. Trauer, Justin T. Denholm, Emma S. McBryde. Construction of a mathematical model for tuberculosis transmission in highly endemic regions of the Asia-pacific. [Journal of Theoretical Biology](#). 2014. 358. 74-84p.

REFERENCES

1. Methodical recommendations. Prevention of tuberculosis. Almaty 2014. - 25 p. (in Russian)
2. К. К. Avilov, A. A. Romanyukh. Mathematical models of the spread and control of tuberculosis (review), *Mat. biology and bioinform.*, 2007, volume 2, issue 2, 188–318p. (in Russian)
3. Baltussen R., Floyd K., Dai S. Analysis of the cost-effectiveness of tuberculosis control strategies in developing countries. *BMJ*. 2005. 331 (7529). 1364.
4. Takuadina A. “Inverse pharmacokinetics problems: analysis of methods of solution”. *Bulletin of Shakarim State University, Semey, Bulletin №4 (84), 2018, 72-76p. (in Russian)*
5. Takuadina A. “Model Identifiability in Pharmacokinetic Studies” *VESTNIK East Kazakhstan State Technical University. D. Serikbaeva, Ust-Kamenogorsk, 2018, VOL. II, 96-101p. (in Russian)*
6. Waaler, H.T., Geser, A., Andersen, S. The use of mathematical models in the study of the epidemiology of tuberculosis. *Am. J. publ. Health*. 1962. 52. 1002–1013p.
7. Blower S.M., Chou T. Modeling the emergence of the ‘hot zones’: tuberculosis and the amplification dynamics of drug resistance. *Nature Medicine*. 2004. 10(10). 1111–1116p.
8. James M. Trauer, Justin T. Denholm, Emma S. McBryde. Construction of a mathematical model for tuberculosis transmission in highly endemic regions of the Asia-pacific. [Journal of Theoretical Biology](#). 2014. 358. 74-84p.

ҚАЗАҚСТАН ҮШІН ТУБЕРКУЛЕЗ ЭПИДЕМИЯСЫ ТАРАЛУЫНЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ ҮЛГІСІН АНЫҚТАУ

А.И. Такуадина¹, Ш.И. Иманғалиев¹

¹Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан

Аңдатпа. Қазақстан көптіген дәрілік тұрақты туберкулездің жоғары салмағымен және туберкулез бойынша жоғары артықшылығы бар денсаулық қорғаудың Бүкіләлемдік ұйымы болып жіктеледі. Антибиотиктердің салдарынан туберкулез қоздырғыштарының туберкулезге қарсы дәрілерге тұрақты ететін микобактериялар геномында өзгерістердің таңдалып, жинақталуы жүргізіледі. Антибиотиктерді қате және уақытында қабылдамау аурудың дамуын тудырады. Сол себепті эпидемияның пайда болуын, таралуын және практикалық мәнге ие. Осындай мәселелерді шешуде ең тиымді әдістердің бірі ол - математикалық үлгіні құру. Математикалық үлгі популяциядағы инфекцияның таралу процессен, аурудың таралуын, Қазақстандағы туберкулезге қатысты іс – шараларды сипаттайды. Берілген салада әлемдік тәжірибені зерттеу қажет, соның ішінде жоғары нәтижеге қол жеткізу үшін аймақ ерекшеліктерін ескеру қажет.

Кілттік сөздер. Математикалық үлгі, эпидемиология, көп дәріге тұрақты, туберкулез.

DETERMINATION OF THE MATHEMATICAL MODEL OF THE TUBERCULOSIS DISTRIBUTION FOR KAZAKHSTAN

A.I. Takuadina¹, Sh.I. Imangaliev¹

¹L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

Abstract. According to classification of World Health Organization the Republic of Kazakhstan is the country with a high priority for tuberculosis and a high burden of multidrug-resistant tuberculosis. Under the influence of antibiotics, there is a selection and accumulation of changes in the genome of mycobacteria that make the pathogens of tuberculosis resistant to common anti-tuberculosis drugs. The risk of disease's development also increases the irregular or wrong regime of antibiotics dose. Therefore, the research of the origin, spread and measures to combat epidemics has great scientific and practical importance. One of the most effective methods for solving such problems is to create a mathematical model describing the spread of infection in the population, the development of the disease and the impact of anti-tuberculosis measures directly in the Republic of Kazakhstan. It is necessary to study world experience in this field and at the same time take into account the peculiarities of the region for the most successful result.

Key words: mathematical model, epidemiology, multidrug-resistant, tuberculosis.

FTAMP 20.01.07.

К.М. Сагиндыков¹, Ә.А.Қоңырханова¹, Г.Н.Турсынғалиева¹

¹Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

ҚАЗАҚСТАН ХАЛЫҚТАРЫНЫҢ ӘЛЕУМЕТТІК-ЭТНИКАЛЫҚ ҚАТЫНАСТАРЫНЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛІ

Аңдатпа. Әлеуметтік топта жүретін үдерістер факторлардың әртүрлі топтарына тәуелді болып келеді. Аталған мақалада Қазақстан халықтарының Ассамблеясы модельдеу объектісі ретінде қарастырылады және Ассамблея үдерісіне әсер ететін негізгі факторлары ерекшеленіп, модельдеу мен талдаудың факторлары анықталады.

Мақала авторлары Қазақстан халықтары Ассамблеясының динамикалық моделін дифференциалдық теңдеулердің көмегімен сипаттаған. Аталған математикалық модель үш негізгі факторлардан тұрады: әрбір этностың жеке психологиялық факторы; Ассамблея ішінде этностардың қарым-қатынасымен туындаған, Ассамблея ішіндегі факторлар; Ассамблеяның әлеуметтік ортамен өзара қарым-қатынасына әсер ететін сыртқы факторлар.

Жоғарыда көрсетілген факторларды ескере отырып құрылған модель проблемалық жағдайлардың пайда болуының алдын алып, уақытында өзгертулер енгізуге мүмкіндік береді. Жаңа нәтижелерді алу үшін аталған модельді компьютерлік модельдеу ортасында қарастыру жоспарланып отыр.

Кілттік сөздер: әлеуметтік топ, этнос, математикалық модельдер, әлеуметтік үдеріс, дифференциалдық теңдеулер, Қазақстан халықтарының Ассамблеясы, объектіге бағытталған программалау.

Қоғамдық қызметтер мен күнделікті өмірді жан-жақты компьютеризациялау – адамзаттың маңызды жетістіктерінің бірі. Қазіргі заманғы компьютерлік технологиялар барлық салаларда, соның ішінде әлеуметтік үдерістер мен әлеуметтік өзара қарым-қатынастарды модельдеуде де қолданылады.

Әлеуметтік топтардың өзара әрекеттесуі көп түрлі және әрбір нақты жағдай өз ерекшеліктеріне ие. Болашақтағы жай-күйді болжау әлеуметтік үдерістердің вербалды және математикалық модельдерін құруды қажет етеді. Осы модельдер шынайылықты қарапайымдылаумен және тиімділеумен байланысты бола отырып, оларды құратын зерттеушінің жеке тәжірибесінде маңызды із қалдырады. Модельдер әлеуметтік үдерістердің дамуына әсер ететін көптеген факторлардың санынан тұрады. Қарастырылып отырған жағдайға байланысты факторларды зерттелетін үрдіске әсер ететін және әсерлерін елемеуге болатын факторлар деп ерекшелуге болады. Оларға топ қатысушысының жеке тұлғалық қозғалысын, психологиялық мінез-құлқын; топ орналасқан ортаны, әрбір қатысушының қарым-қатынасын, топтардың өзара әрекеттесуін, сыртқы әлеуметтік әсерлерін және т.с.с. жатқызуға болады [1].

Жоғарыда атап өткен барлық факторларды немесе тек негізгілерді ғана ескере отырып, жалпы және әртүрлі деңгейдегі математикалық модельдерді құру кезінде келесі қиындықтар туындайды:

- зерттелетін объектіні сипаттайтын әлеуметтік-психологиялық теориялар жағынан тұтас тәсілдің көпбейнелілігі, әртүрлілігі және жоқтығы;
- негізгі айнымалылардың болмауы;
- зерттелетін құбылыстың барлық күрделілігін математикалық модельде аса нақтылықпен көрсету [2].

Жоғарыда атап өткен әсер етуші барлық факторлардың көптүрлі қарама-қайшылықтарын шешу үшін оларды мақсатты түрде үш топқа бөлуге болады: жекелеген психологиялық факторлар, топ ішіндегі адамдардың қарым-қатынасымен туындаған факторлар мен әлеуметтік ортамен топтардың өзара әрекеттесуіне әсер ететін сыртқы

факторлар [3]. Осы факторларды ескере келе, Ассамблеяның мінездемесін анықтайтын негізгі айнымалыларды бөліп қарастырамыз:

1. Ассамблеядағы этностар ынтасы, айта кетсек, Ассамблеядағы ортақ есепті шешуге бағыттылық;

2. Ассамблеядағы этностар бірігіп орындайтын есептің күрделілігі;

3. Ассамблеядағы жеке өзара қарым-қатынас, яғни, этностардың бірін-бірі бағалауына жетелейтін қарым-қатынастар;

4. Іс-әрекеттің тиімділігі: Ассамблеядағы барлық іс-әрекеттер этностардың іс-әрекеттерінің тиімділігін белгілі бір түрде қамтамасыз етеді.

Этностардың іс-әрекетінің тиімділігін бағалаудың негізгі екі әмбебап критерийі бар: этностардың Ассамблея құрамына енуіне, жұмыспен қамтасыз етілуіне және т.с.с. қанағаттануы мен өнімділігі.

Ассамблеядағы этностардың маңызды міндеттері:

-алдына қойылған есепті шешу жағынан: мемлекеттік ұлттық саясатты әзірлеу және оны жүзеге асыруға күш салу;

-Ассамблеяның ішкі тепе-теңдігі мен тұрақтылығын қолдау жағынан: қоғамдық-саяси тұрақтылықты қамтамасыз етуге күш салу.

Қазақстан халықтарының Ассамблеясының (ҚХА) рөлін зерттеу мақсатында қоғамдық келісім мен тұрақтылықты нығайту үшін үш әлеуметтік-психологиялық факторлар маңызды:

1.Әрбір этностың жеке психологиялық факторы;

2.Ассамблея ішінде этностардың қарым-қатынасымен туындаған, Ассамблея ішіндегі факторлар;

3.Ассамблеяның әлеуметтік ортамен өзара қарым-қатынасына әсер ететін сыртқы факторлар.

Ассамблеяның дамуына Ассамблея құрамындағы этностардың жеке психологиялық мінездемелерін ескеруге мүмкіндік беретін сыртқы ортаның, этностар арасындағы және әрбір этностың жеке факторларын қарастыратын ҚХА-сының толық факторлы моделін құру қажет.

ҚХА үрдістерінің динамика моделін келесі дифференциалдық теңдеулер түрінде көрсетуге болады:

$$\begin{cases} \frac{dP_k(\bar{\alpha}_i, t)}{dt} = f_A(P_k(\bar{\alpha}_i, t), Q_l(\bar{\alpha}_i, t), R_m(\bar{\alpha}_i, t)), \\ \frac{dQ_l(\bar{\alpha}_i, t)}{dt} = f_A(P_k(\bar{\alpha}_i, t), Q_l(\bar{\alpha}_i, t), R_m(\bar{\alpha}_i, t)), \\ \frac{dR_m(\bar{\alpha}_i, t)}{dt} = f_A(P_k(\bar{\alpha}_i, t), Q_l(\bar{\alpha}_i, t), R_m(\bar{\alpha}_i, t)), \end{cases} \quad (1)$$

мұндағы $\bar{\alpha}_i$ ($i = 1, \dots, p$) дегеніміз – компоненттері ретінде топтық динамиканы сипаттайтын кейбір параметрлері алынған векторлар, мысалы, мәдениет, ғылым, өнер және т.б.

$P_k(\bar{\alpha}_i, t)$ – этностардың жеке мінездемелерінің уақыт бойынша өзгеруін сипаттайтын функциялардың жиынтығы.

$Q_l(\bar{\alpha}_i, t)$ – Ассамблея ішінде этностардың қарым-қатынастарымен туындағын Ассамблея ішіндегі факторлардың уақыт бойынша өзгеруін сипаттайтын функциялар, мысалы өзара достық, олардың арасындағы ұқсастық, өзара әрекеттесу тәсілдері және т.с.с.

$R_m(\bar{\alpha}_i, t)$ – Ассамблея мен әлеуметтік ортаның өзара қарым-қатынасына әсер ететін сыртқы факторларды сипаттайтын функциялар, яғни Ассамблея алдында тұрған тапсырмалар сияқты өлшемдердің өзгеруін сипаттайтын және осы тапсырмалардың орындалу тиімділігін орындайтын функциялар.

Бұл жалпы модель барлық көрсетілген сипаттамалардың барлығын тұтастай да, жекелей де қарастырады.

Жаңа нәтижелерді алу үшін аталған модельді компьютерлік модельдеу ортасында қарастыру жоспарланып отыр.

Осыған байланысты ҚХА моделіне программалық жасақтаманы ұйымдастыру үшін оның келесі құрылымдық элементтерін ерекшелеуге болады [4]:

- модельді тестілеуге арналған сыртқы орта мен бастапқы өлшемдер конструкторының қолданушы интерфейсі;
- мәліметтер конструкторы негізінде құрылған ҚХА динамикасын есептеу жүйесінің модулі;
- алынған нәтижелерді көрсету модулі;
- ҚХА модельдеудің әртүрлі сессиялары, алынған нәтижелерді талдау, тиімділігін салыстыру.

Аталған программалық жасақтаманы жобалау үшін объектілі бағытталған программалау (ОБП) ортасы таңдалып отыр. Себебі, ОБП-ны қолдану бастапқы программалау кодын жазуға кететін уақытты үнемдеуге, пәндік облысты болжамды талдауға, болжамды жобалауға мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Гуц А.К., Коробицын В.В., Лаптев А.А., Паутова Л.А., Фролова Ю.В. Математические модели социальных систем: Учебное пособие. — Омск: Омск, гос. ун-т, 2000. - 256 с.
2. Багрецов С.А. Диагностика социально-психологических характеристик малых групп с внешним статусом. - СПб.: Лань, 1999. — 639 с.
3. Коломинский Я. Л. Психология взаимоотношений в малых группах (общие и возрастные особенности). - Минск: ТетраСистемс, 2001. - 431 с.
4. Сагиндыков К.М., Турсынғалиева Г.Н. Әлеуметтік топтың математикалық моделі мен программалық жабдығын құру негіздері. Семей қаласының Шәкәрім атындағы мемлекеттік университетінің хабаршысы. №4 (84). - Семей. - 2018. - 64-67 б.

REFERENCES

1. Guts A.K., Korobitsyn V.V., Laptev A.A., Pautova L.A., Frolova Yu.V. Mathematical models of social systems: Tutorial. - Omsk: Omsk, state. Univ., 2000. - 256 p.
2. Bagretsov S.A. Diagnosis of the socio-psychological characteristics of small groups with external status. - SPb.: Lan, 1999. - 639 p.
3. Kolominsky Ya. L. Psychology of relationships in small groups (general and age-related features). - Minsk: TetraSystems, 2001. - 431 p.
4. Sagindykov K.M., Tursyngaliyeva G.N. Basics of creating mathematical modeling and software of social group. Bulletin of the state university named after shakarim city of families. №4 (84). - Semey. - 2018. - P. 64-67.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СОЦИАЛЬНО-ЭТНИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НАРОДОВ КАЗАХСТАНА

К.М. Сагиндыков¹, А.А.Конырханова¹, Г.Н.Турсынғалиева¹

¹Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

Аннотация. Процессы, протекающие в социальной группе, зависят от различных групп факторов. В данной статье Ассамблея народов Казахстана рассматриваются как объект моделирования и выделены основные факторы, влияющие на процессы Ассамблеи, и определяются факторы моделирования и анализа.

Авторами получена динамическая модель Ассамблеи народов Казахстана в виде систем дифференциальных уравнений. Предлагаемая математическая модель состоит из трех основных групп факторов: индивидуальных, факторов порожденных отношением людей внутри Ассамблеи, и внешних, влияющих на взаимодействие Ассамблеи с социальной средой.

Данная модель по заданному набору характеристик позволит имитировать возникновение проблемных ситуаций и заблаговременно вносить изменения. Представленную математическую модель планируется реализовать в среде компьютерного моделирования, что позволит получить новые результаты.

Ключевые слова: социальная группа, этнос, математическая модель, социальный процесс, дифференциальные уравнения, Ассамблея народов Казахстана, объектно-ориентированное программирование.

MATHEMATICAL MODEL OF SOCIAL AND ETHNIC CONSTRUCTION OF THE PEOPLE OF KAZAKHSTAN

K.M. Sagindykov¹, A.A.Konyrkhanova¹, G.N.Tursingaliyeva¹

¹Eurasian National University. L.N. Gumilyov, Astana, Kazakhstan

Annotation. The processes occurring in a social group depend on various groups of factors. This article considers the Assembly of the Peoples of Kazakhstan as an object of modeling and identifies the main factors influencing the processes of the Assembly, and identifies the factors of modeling and analysis.

The authors obtained a dynamic model of the Assembly of the Peoples of Kazakhstan in the form of systems of differential equations. The proposed mathematical model consists of three main groups of factors: individual, factors generated by the attitude of people within the Assembly, and external factors influencing the Assembly's interaction with the social environment.

This model for a given set of characteristics will allow you to simulate the occurrence of problematic situations and make changes in advance. The presented mathematical model is planned to be implemented in the computer modeling environment, which will allow obtaining new results.

Keywords: social group, ethnos, mathematical model, social process, differential equations, Assembly of Peoples of Kazakhstan, object-oriented programming.

МРНТИ 27.29.15

Е.А. Акжигитов¹, А.Б. Аруова¹, П.Б. Бейсебай¹, М.Ш. Тилепиев¹

¹Казахский агротехнический университет имени С.Сейфуллина, г. Астана, Казахстан

О НАХОЖДЕНИИ ЧАСТНОГО РЕШЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ВТОРОГО ПОРЯДКА С ПОСТОЯННЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ

Аннотация. В работе предлагаются пути построения дифференциальных уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами в случае комплексных корней, отличающиеся от классической методики построения этих решений. Построение общего решения однородного и частного решения неоднородного линейных уравнений с постоянными коэффициентами в случаях, когда характеристическое уравнение не имеет действительных корней или правая часть уравнения задана в виде произведения экспоненциальной функции и линейной комбинации косинуса и синуса, виды частных решений выдаются без обоснования, как известный факт [1-2]. В работах [3-5] была проведена одна методика изложения темы не прибегая к понятию комплексного числа. Предлагаемая работа является продолжением одной методики для построения решения неоднородного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами в случае комплексных корней.

Ключевые слова: дифференциальное уравнение, неоднородное дифференциальное уравнение, характеристическое уравнение, частное решение уравнения, комплексное число.

Рассмотрим линейное однородное уравнение второго порядка

$$y'' + py' + qy = f(x), \quad (1)$$

с постоянными действительными коэффициентами p и q .

Общее решение линейного неоднородного уравнения с постоянными коэффициентами имеет вид:

$$y = \bar{y} + \tilde{y}, \quad (2)$$

где \bar{y} - общее решение соответствующего однородного уравнения

$$y'' + py' + qy = 0, \quad (3)$$

а \tilde{y} - частное решение неоднородного уравнения (1).

Общее решение уравнения (3) было рассмотрено в работе [5]. Теперь рассмотрим построение частного решения неоднородного уравнения.

Нахождение частного решения неоднородного уравнения

$$y'' + py' + qy = e^{ax}(a_0 \cos bx + b_0 \sin bx)$$

Рассмотрим неоднородное уравнение вида

$$y'' + py' + qy = e^{ax}(a_0 \cos bx + b_0 \sin bx) \quad (4)$$

где a_0, b_0, a, b – постоянные заданные числа, $b \neq 0$.

Частное решение \tilde{y} ищем в виде $\tilde{y} = x^m e^{ax}(A \cos bx + B \sin bx)$

где A, B - неизвестные постоянные числа,

Найдем производные \tilde{y}

$$\begin{aligned} \tilde{y}' &= mx^{m-1}(A \cos bx + B \sin bx)e^{ax} + \\ &+ x^m [a(A \cos bx + B \sin bx) + b(-A \sin bx + B \cos bx)]e^{ax} \\ \tilde{y}'' &= m(m-1)x^{m-2}(A \cos bx + B \sin bx)e^{ax} + \\ &+ 2mx^{m-1}[a(A \cos bx + B \sin bx) + b(-A \sin bx + B \cos bx)]e^{ax} + \\ &+ x^m [(a^2 - b^2)(A \cos bx + B \sin bx) + 2ab(-A \sin bx + B \cos bx)]e^{ax} \end{aligned}$$

и подставляя в уравнение (28) получим

$$\begin{aligned} &m(m-1)x^{m-2}(A \cos bx + B \sin bx)e^{ax} - e^{ax} + 2mx^{m-1}[a(A \cos bx + B \sin bx)e^{ax} + \\ &+ b(-A \sin bx + B \cos bx)e^{ax}] + x^m [(a^2 - b^2)(A \cos bx + B \sin bx) + \\ &+ 2ab(-A \sin bx + B \cos bx)]e^{ax} + p \cdot mx^{m-1}(A \cos bx + B \sin bx)e^{ax} + \\ &+ p \cdot x^m [a(A \cos bx + B \sin bx) + b(-A \sin bx + B \cos bx)]e^{ax} + \\ &q \cdot x^m (A \cos bx + B \sin bx) = a_0 \cos bx + b_0 \sin bx \end{aligned}$$

или

$$\begin{aligned} &m(m-1)x^{m-2}(A \cos bx + B \sin bx) + mx^{m-1}[(2a + p)(A \cos bx + B \sin bx) + \\ &+ 2b(-A \sin bx + B \cos bx)] + x^m [(a^2 - b^2 + pa + q)(A \cos bx + B \sin bx) + \\ &+ (2a + p)b(-A \sin bx + B \cos bx)] = a_0 \cos bx + b_0 \sin bx \end{aligned} \quad (5)$$

Рассмотрим различные случаи.

А) если $a \pm bi$ не является корнем характеристического уравнения (4), т.е.

$$(a \pm bi)^2 + p(a \pm bi) + q \neq 0, \quad (a^2 - b^2 + pa + q) \pm (2a + p)bi \neq 0$$

Отсюда $a^2 - b^2 + pa + q \neq 0, 2a + pbi \neq 0$. В этом случае, чтобы выполнялось уравнение (4) $m = 0$, тогда из уравнения (5) получим

$$\begin{aligned} &(a^2 - b^2 + pa + q)(A \cos bx + B \sin bx) + \\ &+ (2a + p)b(-A \sin bx + B \cos bx) = a_0 \cos bx + b_0 \sin bx \end{aligned} \quad (6)$$

и приравнявая коэффициенты соответственно при $\cos \beta x$ и $\sin \beta x$, находящиеся по разные стороны уравнения получим систему

$$\begin{cases} (a^2 - b^2 + pa + q)A + (2a + p)bB = a_0 \\ -(2a + p)bA + (a^2 - b^2 + pa + q)B = b_0 \end{cases}$$

Решением этой системы является

$$A = \frac{a_0(a^2 - b^2 + pa + q) - b_0b(2a + p)}{(a^2 - b^2 + pa + q)^2 + b^2 p^2(2a + p)^2}, \quad B = \frac{b_0(a^2 - b^2 + pa + q) + a_0b(2a + p)}{(a^2 - b^2 + pa + q)^2 + b^2 p^2(2a + p)^2}$$

Тогда частным решением уравнения (4) будет

$$\tilde{y} = e^{ax}(A \cos bx + B \sin bx) \quad (7)$$

Б) если $a \pm bi$ является корнем характеристического уравнения (4), т.е. $a^2 - b^2 + pa + q = 0$, $2a + p = 0$, $b \neq 0$, то в этом случае, чтобы выполнялось уравнение (1) $m = 1$, тогда из уравнения (4) получим

$$(2a + p)(A \cos bx + B \sin bx) + 2b(-A \sin bx + B \cos bx) = a_0 \cos bx + b_0 \sin bx \quad (8)$$

и приравнявая коэффициенты соответственно при $\cos bx$ и $\sin bx$, находящиеся по разные стороны уравнения получим систему

$$\begin{cases} 2bB = a_0 \\ -bA = b_0 \end{cases} \quad (9)$$

Отсюда $A = -\frac{b_0}{2b}$, $B = \frac{a_0}{2b}$

Тогда частным решением уравнения (4) будет $\tilde{y} = xe^{ax}(A \cos bx + B \sin bx)$
или

$$\tilde{y} = \frac{1}{2b} xe^{ax}(-b_0 \cos bx + a_0 \sin bx) \quad (10)$$

Резюмируя вышеизложенное приходим к следующей схеме нахождения частного решения неоднородного уравнения (4), т.е. для уравнения

$$y'' + py' + qy = e^{ax}(a_0 \cos bx + b_0 \sin bx), \quad b \neq 0, \quad d = p^2 - 4q$$

$k_{1,2} \neq a \pm bi$ $a \neq -\frac{p}{2}$ или $b^2 \neq -\frac{D}{4}$	$\begin{cases} A = \frac{a_0(a^2 - b^2 + pa + q) - b_0b(2a + p)}{(a^2 - b^2 + pa + q)^2 + b^2 p^2(2a + p)^2} \\ B = \frac{b_0(a^2 - b^2 + pa + q) + a_0b(2a + p)}{(a^2 - b^2 + pa + q)^2 + b^2 p^2(2a + p)^2} \end{cases}$ $\tilde{y} = e^{ax}(A \cos bx + B \sin bx)$
$k_{1,2} = a \pm bi$ $a = -\frac{p}{2}$ и $b^2 = -\frac{D}{4}$	$A = -\frac{b_0}{2b}, \quad B = \frac{a_0}{2b}$ $\tilde{y} = xe^{ax}(A \cos bx + B \sin bx)$

В частности, если $a = 0$, то для частного решения \tilde{y} неоднородного уравнения

$$y'' + py' + qy = a_0 \cos bx + b_0 \sin bx, \quad (11)$$

где $b \neq 0$, $d = p^2 - 4q$, имеем следующую схему

$k_{1,2} \neq a \pm bi$ $b^2 \neq -\frac{D}{4}$	$\begin{cases} A = \frac{a_0(q-b^2) - b_0bp}{(q-b^2)^2 + b^2p^2} \\ B = \frac{b_0(q-b^2) + a_0bp}{(q-b^2)^2 + b^2p^2} \end{cases} \quad \tilde{y} = A \cos bx + B \sin bx$
$k_{1,2} = a \pm bi \quad b^2 = -\frac{D}{4}$	$A = -\frac{b_0}{2b}, \quad B = \frac{a_0}{2b} \quad \tilde{y} = x(A \cos bx + B \sin bx)$

Рассмотрим примеры.

1. Найти общее решение уравнения $y'' + \omega^2 y = e^{ax}(a_0 \cos bx + b_0 \sin bx)$.

Решение. Общим решением однородного уравнения будет $\bar{y} = C_1 \cos \omega x + C_2 \sin \omega x$.

Т.к. $\omega \neq b$, по условию задачи $q = \omega^2$, $p = 0$ $A = \frac{a_0}{\omega^2 - b^2}$, $B = \frac{b_0}{\omega^2 - b^2}$

Тогда частным решением будет $\tilde{y} = \frac{a_0}{\omega^2 - b^2}(a_0 \cos bx + b_0 \sin bx)$

Отсюда общее решение данного неоднородного уравнения

$$y = \bar{y} + \tilde{y} = C_1 \cos \omega x + C_2 \sin \omega x + \frac{a_0}{\omega^2 - b^2}(a_0 \cos bx + b_0 \sin bx).$$

2. Найти общее решение уравнения $y'' + \omega^2 y = e^{ax}(a_0 \cos \omega x + b_0 \sin \omega x)$.

Решение. Общим решением однородного уравнения будет $\bar{y} = C_1 \cos \omega x + C_2 \sin \omega x$.

Т.к. $\omega = b$, по условию задачи $q = \omega^2$, $p = 0$ $A = -\frac{b_0}{2\omega}$, $B = \frac{a_0}{2\omega}$.

Тогда частным решением будет $\tilde{y} = \frac{x_0}{2\omega}(-b_0 \cos bx + a_0 \sin bx)$

Отсюда общее решение данного неоднородного уравнения

$$y = \bar{y} + \tilde{y} = C_1 \cos \omega x + C_2 \sin \omega x + \frac{x_0}{2\omega}(-b_0 \cos bx + a_0 \sin bx).$$

Нахождение частного решения неоднородного уравнения

$$y'' + py' + qy = e^{ax}(P_k(x) \cos bx + Q_r(x) \sin bx)$$

Рассмотрим неоднородное уравнение вида

$$y'' + py' + qy = e^{ax}(P_k(x) \cos bx + Q_r(x) \sin bx), \quad (12)$$

где a, b - заданные постоянные числа, $b \neq 0$,

$P_k(x) = a_0 x^k + a_1 x^{k-1} + \dots + a_{n-1} x + a_n$ и $Q_r(x) = b_0 x^r + b_1 x^{r-1} + \dots + b_{k-1} x + b_k$ - заданные многочлены, $a_0 \neq 0, b_0 \neq 0$ ($k, r = 0, 1, 2, \dots$).

Частное решение \tilde{y} ищем в виде

$$\tilde{y} = x^m e^{ax} (u_n(x) \cos bx + v_n(x) \sin bx) \quad (13)$$

где $n = \max\{k; r\}$,

$$u(x) = A_0 x^m + A_1 x^{m-1} + \dots + A_{m-1} x + A_m, \quad v(x) = B_0 x^m + B_1 x^{m-1} + \dots + B_{m-1} x + B_m -$$

многочлены n -го порядка с неопределенными коэффициентами $A_0, A_1, \dots, A_m, B_0, B_1, \dots, B_m$.

Найдем производные \tilde{y}

$$\begin{aligned} \tilde{y}' &= mx^{m-1} (u_n(x) \cos bx + v_n(x) \sin bx) e^{ax} + \\ &+ x^m [a(u_n(x) \cos bx + v_n(x) \sin bx) e^{ax} + (u_n'(x) \cos bx + v_n'(x) \sin bx) e^{ax} + \\ &+ b(-u_n(x) \sin bx + v_n(x) \cos bx) e^{ax}] \\ \tilde{y}'' &= m(m-1)x^{m-2} (u_n(x) \cos bx + v_n(x) \sin bx) e^{ax} + \\ &+ 2mx^m [a(u_n(x) \cos bx + v_n(x) \sin bx) e^{ax} + \\ &+ (u_n'(x) \cos bx + v_n'(x) \sin bx) e^{ax} + b(-u_n(x) \sin bx + v_n(x) \cos bx) e^{ax}] + \\ &+ x^m [a^2(u_n(x) \cos bx + v_n(x) \sin bx) e^{ax} + 2a(u_n'(x) \cos bx + v_n'(x) \sin bx) e^{ax} + \\ &+ 2ab(-u_n(x) \sin bx + v_n(x) \cos bx) e^{ax} + (u_n''(x) \cos bx + v_n''(x) \sin bx) e^{ax} + \\ &+ 2b(-u_n'(x) \sin bx + v_n'(x) \cos bx) e^{ax} - b^2(u_n(x) \cos bx + v_n(x) \sin bx) e^{ax}] \end{aligned}$$

и подставляя в уравнение (12) получим

$$\begin{aligned} &m(m-1)x^{m-2} (u_n(x) \cos bx + v_n(x) \sin bx) + mx^m [2a(u_n(x) \cos bx + v_n(x) \sin bx) + \\ &+ 2(u_n'(x) \cos bx + v_n'(x) \sin bx) + 2b(-u_n(x) \sin bx + v_n(x) \cos bx) + \\ &+ p(u_n(x) \cos bx + v_n(x) \sin bx)] + x^m [a^2(u_n(x) \cos bx + v_n(x) \sin bx) + \\ &+ 2a(u_n'(x) \cos bx + v_n'(x) \sin bx) + 2ab(-u_n(x) \sin bx + v_n(x) \cos bx) + \\ &+ (u_n''(x) \cos bx + v_n''(x) \sin bx) + 2b(-u_n'(x) \sin bx + v_n'(x) \cos bx) - \\ &- b^2(u_n(x) \cos bx + v_n(x) \sin bx) + pa(u_n(x) \cos bx + v_n(x) \sin bx) + \\ &+ p(u_n'(x) \cos bx + v_n'(x) \sin bx) + pb(-u_n'(x) \sin bx + v_n''(x) \cos bx) + \\ &+ q(u_n(x) \cos bx + v_n(x) \sin bx)] = P_k(x) \cos bx + Q_r(x) \sin bx \end{aligned}$$

или

$$\begin{aligned} &m(m-1)x^{m-2} (u_n(x) \cos bx + v_n(x) \sin bx) + mx^m [(2a + p)(u_n(x) \cos bx + v_n(x) \sin bx) + \\ &+ 2(u_n'(x) \cos bx + v_n'(x) \sin bx) + 2b(-u_n(x) \sin bx + v_n(x) \cos bx)] + \\ &x^m [(a^2 + b^2 + 2a + p)(u_n(x) \cos bx + v_n(x) \sin bx) + (2a + p)(u_n'(x) \cos bx + v_n'(x) \sin bx) + \\ &+ (2a + p)b(-u_n(x) \sin bx + v_n(x) \cos bx)] + (u_n''(x) \cos bx + v_n''(x) \sin bx) + \\ &+ 2b(-u_n'(x) \sin bx + v_n'(x) \cos bx) = P_k(x) \cos bx + Q_r(x) \sin bx \end{aligned} \quad (14)$$

Рассмотрим различные случаи.

А) если $a \pm bi$ не является корнем характеристической уравнения (4), т.е. $a^2 - b^2 + pa + q \neq 0$ и $2a + p \neq 0$. В этом случае, чтобы выполнялось уравнение (14) $m = 0$, тогда из уравнения (14) получим

$$\begin{aligned} & (a^2 - b^2 + pa + q)(u_n(x)\cos bx + v_n(x)\sin bx) + (2a + p)(u'_n(x)\cos bx + v'_n(x)\sin bx) + \\ & + (2a + p)b(-u_n(x)\sin bx + v_n(x)\cos bx) + (u''_n(x)\cos bx + v''_n(x)\sin bx) + \\ & + 2b(-u'_n(x)\sin bx + v'_n(x)\cos bx) = P_k(x)\cos bx + Q_r(x)\sin bx \end{aligned} \quad (15)$$

и приравнявая коэффициенты соответственно при $\cos bx$ и $\sin bx$, находящиеся по разные стороны уравнения получим систему

$$\begin{cases} (a^2 - b^2 + pa + q)u_n(x) + (2a + p)u'_n(x) + (2a + p)bv_n(x) + u''_n(x) + 2bv'_n(x) = P_k(x) \\ (a^2 - b^2 + pa + q)v_n(x) + (2a + p)v'_n(x) - (2a + p)bu_n(x) + v''_n(x) - 2bu'_n(x) = Q_r(x) \end{cases} \quad (16)$$

Тогда частное решение уравнения (12) будет

$$\tilde{y} = e^{ax}(u_n(x)\cos bx + v_n(x)\sin bx) \quad (17)$$

Б) если $a \pm bi$ является корнем характеристической уравнения (4), т.е. $a^2 - b^2 + pa + q = 0$, $2a + p, b \neq 0$, то в этом случае, чтобы выполнялось уравнение (14) $m = 1$, тогда из уравнения (14) получим

$$\begin{aligned} & (2a + p)(u_n(x)\cos bx + v_n(x)\sin bx) + 2(u'_n(x)\cos bx + v'_n(x)\sin bx) + \\ & + 2b(-u_n(x)\sin bx + v_n(x)\cos bx) + x[(2a + p)(u'_n(x)\cos bx + v'_n(x)\sin bx) + \\ & + (u''_n(x)\cos bx + v''_n(x)\sin bx) + 2b(-u'_n(x)\sin bx + v'_n(x)\cos bx)] + \\ & = P_k(x)\cos bx + Q_r(x)\sin bx \end{aligned}$$

и приравнявая коэффициенты соответственно при $\cos bx$ и $\sin bx$, находящиеся по разные стороны уравнения получим систему

$$\begin{cases} (2a + p)u_n(x) + 2u'_n(x) + 2bv_n(x) + x[(2a + p)u'_n(x) + u''_n(x) + 2bv'_n(x)] = P_k(x) \\ (2a + p)v_n(x) + 2v'_n(x) - 2bu_n(x) + x[(2a + p)v'_n(x) + v''_n(x) - 2bu'_n(x)] = Q_r(x) \end{cases} \quad (18)$$

Тогда частное решение уравнения (12) будет

$$\tilde{y} = xe^{ax}(u_n(x)\cos bx + v_n(x)\sin bx) \quad (19)$$

Далее используя вышеизложенный метод неопределенных коэффициентов находим $A_0, A_1, A_2, \dots, A_{n-1}, A_n, B_0, B_1, B_2, \dots, B_{n-1}, B_n$.

Резюмируя вышеизложенные приходим к следующей схеме нахождения частного решения неоднородного уравнения (12), т.е. для уравнения

$$y'' + py' + qy = e^{ax}(P_k(x)\cos bx + Q_r(x)\sin bx)$$

где $P_k(x) = a_0x^k + a_1x^{k-1} + \dots + a_{n-1}x + a_n$ и $Q_r(x) = b_0x^r + b_1x^{r-1} + \dots + b_{k-1}x + b_k$ - многочлены, $n = \max\{k; r\}$.

$k_{1,2} \neq a \pm bi$ $a \neq -\frac{p}{2}$ или $b^2 \neq -\frac{D}{4}$	$\tilde{y} = e^{\alpha x}(u_n(x)\cos bx + v_n(x)\sin bx) =$ $= e^{\alpha x} \left[(A_0x^m + A_1x^{m-1} + \dots + A_m)\cos bx + \right.$ $\left. + (B_0x^m + B_1x^{m-1} + \dots + B_m)\sin bx \right]$
$k_{1,2} = a \pm bi$ $a = -\frac{p}{2}$ и $b^2 = -\frac{D}{4}$	$\tilde{y} = xe^{\alpha x}(u_n(x)\cos bx + v_n(x)\sin bx) =$ $= xe^{\alpha x} \left[(A_0x^m + A_1x^{m-1} + \dots + A_m)\cos bx + \right.$ $\left. + (B_0x^m + B_1x^{m-1} + \dots + B_m)\sin bx \right]$

В частности, если $a = 0$, то для частного решения \tilde{y} неоднородного уравнения

$$y'' + py' + qy = P_k(x)\cos bx + Q_r(x)\sin bx \quad (20)$$

где $P_k(x) = a_0x^k + a_1x^{k-1} + \dots + a_{n-1}x + a_n$ и $Q_r(x) = b_0x^r + b_1x^{r-1} + \dots + b_{k-1}x + b_k$ - многочлены, $n = \max\{k; r\}$.

$k_{1,2} \neq a \pm bi$ $a \neq -\frac{p}{2}$ или $b^2 \neq -\frac{D}{4}$	$\tilde{y} = u_n(x)\cos bx + v_n(x)\sin bx =$ $= (A_0x^m + A_1x^{m-1} + \dots + A_m)\cos bx +$ $+ (B_0x^m + B_1x^{m-1} + \dots + B_m)\sin bx$
$k_{1,2} = a \pm bi$ $a = -\frac{p}{2}$ и $b^2 = -\frac{D}{4}$	$\tilde{y} = x(u_n(x)\cos bx + v_n(x)\sin bx) =$ $= x \left[(A_0x^m + A_1x^{m-1} + \dots + A_m)\cos bx + \right.$ $\left. + (B_0x^m + B_1x^{m-1} + \dots + B_m)\sin bx \right]$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ильин В.А., Куркин А.В. Высшая математика. - Москва: Проспект, 2002. - 592 с.
2. Красс М.С. Математика для экономических специальностей. Учебник. – Москва: Наука, 1998. – 463с.
3. Beisebay P. B., Mukhamediyev G. Kh. About an approach to the construction of particular solutions of a linear differential equation. Bulletin of PSU, series "Physics and mathematics", 2011. - P. 32-39.
4. Beisebay P. B., Mukhamediyev G. Kh. About the technique of presentation of the theme "Construction of particular solutions of the second order linear differential equation with constant coefficients". Bulletin of Abay KazNPU. Series "Physics and mathematics", 2012. - № 2 (38). - P. 47-53.
5. Е.А. Акжигитов, А.Б. Аруова, П.Б. Бейсебай, М.Ш. Тилепиев. Об одном методе решения неоднородного линейного дифференциального уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами. Вестник Алматинского университета энергетики и связи.- №2(41), 2018. Алматы, с. 66-76.

REFERENCES

1. Il'in B.A., Kurkin A.B. Vysshaya matematika. -M.: Prospekt, 2002.-592 s.
- 2.Krass M.S. Matematika dlya ekonomicheskikh spetsial'nostei. Uchebnik. - M.: 1998.-463 s.
- 3.Beisebay P.B., Mukhamediyev G.Kh. Ob odnom podkhode k postroeniyu chastnykh resheniy lineinogo differentsial'nogo urabneniya // Bestnik PGU. Seriya «Fiziko-matematicheskie nauki». – 4'2011. - S.32-39.
- 4.Beisebay P.B., Mukhamediyev G.Kh. Ob odnoi metodike izlojeniya temi «Postroenie chastnih reshenii lineinogo differencialnogo uravneniya vtorogo poryadka s postoyannimi koeficientami» // Vestnik KazNPU imeni Abaya. Seriya «Fiziko-matematicheskie nauki». - 2012.-№2(38).-С.47-53.
- 5.Е.А. Akzhigitov, А.В. Aruova, P.B. Beisebay, M.Sh. Tilepiev. On a method for solving a nonhomogeneous linear differential equation of the second order with constant coefficients. Bulletin of the Almaty University of Energy and Communications.- №2 (41), 2018. Almaty, p. 66-76.

**ТҰРАҚТЫ КОЭФФИЦИЕНТТІ ЕКІНШІ РЕТТІ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕНДЕУЛЕРДІҢ
ДЕРБЕС ШЕШІМДЕРІН ТАБУ**

Е.Ә. Ақжігітов¹, Ә.Б. Аруова¹, П.Б. Бейсебай¹, М.Ш.Тілепиев¹

¹С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Астана қ., Қазақстан

Аңдатпа. Жұмыста екінші ретті тұрақты коэффициентті дифференциалдық теңдеулердің шешімдерін, комплекс түбір болған жағдайда, дәстүрлік әдістемеден ерекшеленетін жолмен құру ұсынылады. Біртекті теңдеудің жалпы шешімін және біртекті емес тұрақты коэффициентті сызықтық теңдеулердің дербес шешімдерін құру, сипаттама теңдеудің нақты түбірлері жоқ немесе біртекті емес теңдеулердің оң жағында экспоненциалдық функция және косинус пен синустың сызықтық комбинациясының көбейтіндісі түрінде берілгенде, теңдеудің дербес шешімдері [1-2] жұмыстарынан белгілі жағдай деп алынып, дәлелдеусіз қабылданады. [3-5] еңбектерінде комплекс сан ұғымын пайдаланбай тақырыпты берудің бір әдістемесі келтірілген. Ұсынылып отырған жұмыс біртекті емес тұрақты коэффициентті дифференциалдық теңдеудің шешімін, комплекс түбір болған жағдайда, құрудың бір әдісінің жалғасы болып табылады.

Кілттік сөздер: дифференциалдық теңдеу, біртекті емес дифференциалдық теңдеулер, сипаттамалық теңдеулер, теңдеудің дербес шешімі, комплекс сан.

**ABOUT FINDING PARTICULAR SOLUTIONS OF LINEAR DIFFERENTIAL EQUATION OF
THE SECOND ORDER WITH CONSTANT COEFFICIENTS**

E.A. Akzhigitov¹, A.B. Aruova¹, P.B. Beysebay¹, M.Sh. Tilepiev¹

¹S.Seifullin Kazakh AgroTechnical University, Astana Kazakhstan

Abstract. The paper suggests ways of constructing second order differential equations with constant coefficients and their systems in the case of complex roots, which differ from the traditional methods of constructing these solutions. Finding a general solution for a homogeneous and particular solution of an inhomogeneous linear equation with constant coefficients in cases where the characteristic equation does not have real roots or the right side of the equation is given as a product of an exponential function and a linear combination of cosine and sine, types of particular solutions are given without justification, as a known fact [1-2]. In papers [3-5], one method of presenting the topic was carried out without resorting to the concept of a complex number. The proposed work is a continuation of one technique for constructing a solution of a nonhomogeneous differential equation with constant coefficients in the case of complex roots.

Key words: differential equation, the system of differential equations, the characteristic equation, particular solution, the complex number

Д.К. Ниматова

Учреждение Образования «Алматы Менеджмент Университет», г. Алматы,
Казахстан

ПРОБЛЕМЫ ВНУТРЕННИХ КОММУНИКАЦИЙ В ОРГАНИЗАЦИИ

Аннотация. В статье рассмотрены такие вопросы, как эффективные коммуникации в организации и какие проблемы возникают в случаях, когда невозможно таковых достичь. Автором отмечается, что указанные нарушения могут проявляться в следующем: прекрасные специалисты, становясь руководителями плохо справляются со своими новыми функциями из-за неразвитых навыков в области управления. У руководящих работников возникают трудности во взаимоотношениях с подчиненными, они не ощущают себя частью коллектива, не знают его интересов и внутренних проблем. В результате организация распадается на части, которые не связаны между собой и не становятся единым целым.

Особое внимание автор статьи уделяет тому, что построение системы внутриорганизационных коммуникаций необходимо начинать с создания эффективной системы обмена информацией в компании.

Ключевые слова: развитие, коммуникации, система, управление, организация, повышение производительности труда, эффективность, сотрудник, проблема, общение.

Недостаточное развитие коммуникаций, даже несмотря на профессиональную компетентность сотрудников, ведет к возникновению противоречий, значительному снижению эффективности управления. Это может проявляться в следующем: прекрасные специалисты, становясь руководителями, плохо справляются со своими новыми функциями из-за неразвитых навыков в области управления. У руководящих работников возникают трудности во взаимоотношениях с подчиненными, они не ощущают себя частью коллектива, не знают его интересов и внутренних проблем. В результате организация распадается на части, которые не связаны между собой и не становятся единым целым. В сложившейся ситуации проблема заключается не в участниках управленческих взаимоотношений, а в оздоровлении самих отношений путем выбора и правильного использования форм и методов коммуникации.

«Человек испытывает радость не просто от существования в этом мире. Он испытывает радость от того, насколько он полезен» [1]. Слова Ф.Окуса особо четко отражают состояние сотрудника в организации, в частности, полезность в организации самый главный критерий для сотрудника. И с этим нельзя не согласиться. Отсюда и возникают формальные и неформальные отношения: хорошо налаженные коммуникации между руководителем и подчиненным делают эти связи эффективными, что сказывается на повышении производительности труда.

Каковы же основные причины возникновения проблем?

Исследования показывают, что эффективные коммуникации на сегодняшний день – это необходимое условие успешного функционирования любой организации. Одной из важнейших причин недооценки важности коммуникаций является не столько непосредственно недооценка, сколько простой психологический фактор: людям часто свойственно ожидать, что их деятельность, мысли, действия, решения известны всем окружающим, просто потому, что они известны им самим. В результате складывается ситуация, когда сотрудники искренне удивляются тому, что, например, кто-то начинает по второму разу делать уже сделанную ими работу.

Для предотвращения этой причины руководителю важно формировать ощущение сплоченности и командной работы. Важно, чтобы каждый сотрудник осознавал, что новое решение или действие влияют на историю успеха или провала организации. Это приводит к пониманию важности отчетности о своей деятельности перед руководителем не только с

целью контроля, но и с целью информирования, координации деятельности всей компании. В свою очередь руководителю необходимо создать условия для доведения важной информации о деятельности каждого отдельного сотрудника до всех сотрудников компании.

Еще один фактор, препятствующий эффективным внутриорганизационным коммуникациям – это страх. Он является важнейшей проблемой общения между сотрудниками. Во многих компаниях (особенно это свойственно казахстанским предприятиям) сотрудники стараются лишней раз промолчать, оправдывая себя фразами типа: «Ну да, давай покончим с нашими карьерами, оспорив решение, которое все равно не изменится».

Так, многие исследователи заявляют, что люди, занимающие подчиненное положение, чаще говорят не прямо, стараются сглаживать острые углы, замалчивать очевидное. Когда сотрудники постоянно заставляют себя молчать, близоруко полагая, что выполняют свою работу более оперативно, происходит эффект торможения (задержки) инициирования творческих процессов, обучения и принятия решений. Например, горнорудная отрасль: добыча и переработка драгоценного металла, в деятельности компании задействованы уникальные специалисты, которых единицы. И в этой связи, если проблема эффективных коммуникаций не будет решена, то сотрудники начнут уходить из компании, что в данном случае (учитывая специфику предприятия) будет крахом для работодателя. В этом случае крайне важно осознать, что наиболее важно: сохранить отношения или выполнить задачу как можно скорее?

Так, сотрудники молчат из страха разрушить отношения, но в конце концов молчание создает эмоциональную дистанцию, которая становится непреодолимой пропастью. Когда один человек находит в себе смелость сделать шаг и предоставляет новую информацию в такой форме, в которой другой может ее воспринять, оба они с большей вероятностью начнут взаимный процесс рассмотрения разногласий, разделяющих их. Если нарушить молчание, на всех уровнях организации начнется приток свежих идей, которые могут вывести ее на совершенно новый уровень.

Гэри Уильямс и Роберт Миллер, прекрасно описали проблему коммуникаций в своей статье «Начните убеждать по – новому», где аргумент «потому что я начальник» больше не работает [2, с.112]. Навыки убеждения оказывают гораздо большее влияние на поведение других, чем формальная структура власти.

Так что же все-таки необходимо для того, чтобы максимально устранить проблемы в коммуникациях:

1. Сила речи. Каналы связи должны быть точно определены и известны всем.

Если менеджеры начнут лучше понимать лингвистический стиль, то возможно научатся более эффективно общаться, что позволит им развивать более гибкий подход к целому ряду управленческих действий. Сотрудник скорее получит признание за проделанную работу, если будет говорить о ней с теми, кто занимает более высокое положение, и это легче сделать, если коммуникации уже налажены. Менеджерам важно понимать внутренние механизмы и силу лингвистического стиля, чтобы людей, которым есть, что сказать, услышали!

2. Необходимое искусство убеждения.

Сегодня работа выполняется в условиях, когда люди спрашивают не «Что мне сделать?», а «Зачем мне это делать?». Чтобы ответить на вопрос «зачем?», человека нужно убедить. Убеждение широко воспринимается как навык, необходимый для продаж и заключения сделок по стратегии «win – win». Эффективное убеждение становится процессом переговоров и познания, с помощью которого человек, убеждающий коллег, подводит их к совместному решению проблемы. Согласно исследованиям профессора, доктора университета «Людвига-Максимилиана» Самуэля Мюллеманна [3, с.199-222], именно для эффективных переговоров, сотрудники создают производственные (рабочие) советы, которые решают все 5 потребностей по иерархии Маслоу. В ряде ранних

исследований было обнаружено значительное влияние рабочих советов на увеличение производительности труда. Коллективные переговоры уменьшают конфликты внутри компании, тем самым приводя к более результативному сотрудничеству между рабочим советом и руководством, таким образом возникает компромисс.

3. Компетенции сотрудников, начальников, лидеров.

Чтобы коммуникации были наиболее эффективными должен постараться прежде всего лидер, он должен уметь определять приоритеты компании перед сотрудниками (ключевые факторы успеха), во избежание хаоса:

- организационная структура и иерархия;
- финансовые результаты;
- менеджерские навыки руководителя;
- тайм-менеджмент;
- инструменты корпоративной культуры.

Лидеры эффективно направляют энергию сотрудников на задачи, стоящие перед организацией. Четкие цели – повышение производительности. В отсутствии ясных коммуникаций, удовлетворяющих желание знать, о чем в действительности думает начальник, люди начинают придумывать разнообразные мотивы. Поэтому, настоящая задача лидера – вдохновлять специалистов, брать на себя ответственность за создание лучшего будущего. Учитывая это, считаем, что эффективные коммуникации являются самым важным инструментом управления, с помощью которого возможно выполнить эту задачу.

Более 2000 лет назад Аристотель в своем труде под названием «Поэтика» сказал, что у истории должны быть начало, середина и конец [4], как и в организации, если знаешь цель, самое начало движения, то есть и сплоченность, и коммуникации между твоими сотрудниками.

Интересным представляется сравнение хороших лидеров с опытными машинистами поездов. Поезд контролируется с помощью ряда переключателей и рычагов. Когда машинист дергает за один рычаг, поезд едет вперед, когда тянет за другой – он останавливается и так далее. Когда действия организации хорошо согласованы, все рычаги управления двигаются легко и четко. Все механизмы работают плавно, и машинист, пассажиры и поезда движутся как единое целое. Личный опыт показывает, что «поезд» контролирует организационную структуру и иерархию, финансовые результаты, восприятие лидером его работы и инструменты корпоративной культуры. Но если лидер дает четкие определения этому поезду, распространяет и контролирует связанную с ними информацию, то они дают возможность повысить ответственность и производительность труда сотрудников. Ведь только эффективные коммуникации могут привести к повышению производительности труда сотрудников. И хотя известно, что производительность связана с мотивацией, столько много написано о том, что мотивацию надо поднимать с помощью стимулирования, но при этом практика доказала очевидность того, что никакое стимулирование не будет работать эффективно, имея в коллективе разногласия, несогласованность действий, отсутствие видения цели. Именно «внутренняя погода» в коллективе приведет к желаемой цели – задача лидера! Большая ошибка управленца – это увольнение сотрудника (полагаем, менеджеров с такими действиями быть не должно), управленцу лучше всего думать об организационной структуре как о гибкой системе ответственности за действия, чтобы определять цели и оптимизировать ресурсы, а не увольнять или обесценивать сотрудников, которые, уходя забирают с собой интеллектуальный капитал.

Так, контент-анализ специальной литературы по данному вопросу показал, что построение системы внутриорганизационных коммуникаций необходимо начинать с создания эффективной системы обмена информацией в компании.

Считаем, что в рамках построения эффективной системы внутрикорпоративных коммуникаций необходимо разработать программу, которая будет включать осуществление следующих мероприятий:

– Техническая база (техническое оснащение и разработка каналов передачи информации, обеспечение скорости передачи информации и получения обратной связи, ограничение доступа и обеспечение информационной безопасности);

– Обмен информацией, необходимой для осуществления рабочего процесса (разработка регламентов, обеспечивающих своевременное получение сотрудниками компании информации, обратной связи, четкая постановка задач, система отчетности и контроля, доведение до сведения работников предприятия приказов, положений, инструкций и распоряжений руководства, создание нормативной базы (образцы документов, необходимых для работы и т.п.), налаживание обмена информацией и взаимодействия между подразделениями компании (обеспечение своевременного предоставления нужных сведений, необходимой помощи в решении рабочих задач, проведение опросов и т.п.), организация процесса управления филиалами и сотрудниками компании с помощью эффективного обмена информацией, недопущение искажения и потери информации);

– Разработка внутрикорпоративных информационных источников (электронные информационные рассылки по электронной почте, внутрикорпоративный бюллетень, сайт компании, корпоративные блоги, онлайн-мероприятия, корпоративные СМИ (интернет, газеты, журналы, радио, информационные стенды) организационные мероприятия (собрания, совещания, встречи с руководством и т.п.), специальные источники (корпоративный фильм об истории развития и деятельности компании, информационные листовки, буклеты, плакаты и т.п.);

– Внутренний PR и формирование положительного имиджа организации в глазах ее сотрудников (информирование сотрудников о положении дел, достижениях компании, его подразделений (филиалов) и отдельных работников, информирование о новых интересных проектах, перспективах развития, задачах и т.п., управление слухами);

– Привлечение и удержание талантов (информирование о назначениях, кадровых перестановках, новых проектах, размещение объявлений о новых вакансиях, обращения к сотрудникам организации с просьбой рекомендовать их коллег и знакомых на открывшиеся вакансии, создание специальных страничек для новых сотрудников компании, размещение программы адаптации новичков, размещение информации об обучающих программах, ротации кадров и т.п., размещение информации об успешных прохождениях испытательных сроков, премировании по итогам деятельности, награждениях сотрудников и т.п., поздравления работников с днями рождения и другими событиями);

– Создание корпоративной базы знаний (формирование электронной библиотеки компании, разработка и внедрение программ дистанционного обучения сотрудников, размещение системы электронной проверки знаний (профессиональные тесты), разработка и размещение кейсов, конкурсов, специальных заданий и т.п., создание профессиональных онлайн-форумов компании, размещение информации о программах наставничества, проведении кружков по обмену опытом, семинаров качества и т.п., размещение информации о днях открытых дверей, стажировках за рубежом, обеспечение обратной связи (привлечение сотрудников предприятия к выработке новых идей, рацпредложений, методов работы, выявлению недостатков и «узких» мест и т.п.).

Таким образом, своевременное получение необходимой и достоверной информации, доступ к нормативной базе, наличие отлаженных каналов обмена информацией – все это необходимо для эффективной работы сотрудников компании. Оптимизация и «прозрачность» бизнес-процессов, разработка внутрикорпоративных стандартов, регламентов, формализация связей, выявление «точек сбоев» – причин замедления передачи или искажения информации, обеспечение информационной

безопасности способствуют налаживанию коммуникаций. А чем они лучше отлажены, тем эффективней окажется результат деятельности компании и меньше вероятность возникновения «внутрикорпоративных войн», противостояния и отстаивания интересов «своего» подразделения в ущерб интересам всей организации.

При этом значительная роль в построении и налаживании эффективных коммуникаций принадлежит генеральным директорам и другим представителям топ-звена управления.

На практике бывает часто так, что разрушают коммуникации внутри компании гендиректора с низким уровнем менеджерских навыков, не дающие четкого определения успеха, не рассказывающие о своем видении и не дающие сотрудникам ясно понять, что они от них ожидают, все это способствует развитию бессмысленной культуры. Дух компании является результатом коллективного стремления к успеху, а не к пикнику с коллегами. В успешных компаниях люди хотят приходить на работу не для того, чтобы с ними нянчились, а, чтобы связать свое имя с историей успеха компании.

В компаниях со здоровой культурой сотрудников не держат в неведении, а поддерживают в убеждении, что каждый из них является частью волнующего будущего. Они приходят на работу, и у них внутри работает набор мотиваторов, результат ясно изложенной позиции лидера и методов ведения бизнеса, понятных всем. Каждый сотрудник компании знает, как лично ему внести вклад в будущее.

Самые эффективные лидеры, генеральные директора, которые понимают, что риск ошибок коммуникаций слишком высок, задают себе следующие вопросы в процессе работы: «Как нам сегодня добиться задуманного? Какие вопросы остаются неясными в компании? Какое утверждение или понятие я могу разъяснить или разоблачить сегодня? Какую мысль я не передал полностью или четко? Какого рода вещи люди воспринимают как должное?» В конце концов, сила ясных коммуникаций состоит в их умелом применении. Генеральный директор, общающийся понятным языком с 10 (к примеру) непосредственными подчиненными, каждый из которых общается также ясно с 40 другими подчиненными, эффективно направляет энергию организации в нужное русло и обеспечивает понимание реальных целей, приоритетов и возможностей компании. Он экономит время, деньги и ресурсы, и помогает творить чудеса.

Ясность, нейтральность, сдержанность всегда являются элементами хороших коммуникаций. Очень часто во время сложных разговоров люди полагаются на свои намерения. По мере того как температура на шкале эмоций повышается, одни считают, что другие автоматически понимают, то, что им хотят сказать. Исследования показывают, что в сложных разговорах большинство людей считают, что собеседник верит в их добрые намерения, независимо от их конкретных слов, но намерения никогда не играют заметной роли в коммуникациях, и уж точно не в сложных переговорных процессах. Поэтому, когда речь идет о людях, участвующих в сложных коммуникациях, в действительности говорится о коммуникациях между людьми. Другими словами, «наш бизнес – это люди, которым мы подаем кофе, а не кофе, который мы подаем людям» [5, с.43].

Таким образом, благодаря развитию системы внутренних коммуникаций возможно улучшение (совершенствование) взаимоотношений между сотрудниками, достижение взаимопонимания, уменьшение количества конфликтов, претензий, противостояний между отдельными подразделениями компании. В свою очередь, отлаженная система внутренних коммуникаций, по нашему мнению, будет только способствовать повышению эффективности рабочего процесса и большей вовлеченности и лояльности персонала, значительно улучшит моральный климат в коллективе, и как следствие сформирует инструменты корпоративной культуры, ориентированную на сотрудничество ради достижения общих целей, а все это вместе даст совокупный эффект по улучшению качества жизни каждого из работающих в компании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мотивация персонала. Ключевой фактор менеджмента: Под ред. Ёосио Кондо. Пер. с англ. Е.П. Марковой / Научное редактирование В.А. Лapidус, М.Е. Серов. – Нижний Новгород, ООО СМЦ «Приоритет», 2007. – 206 с.
2. Уильямс Г., Миллер Р. Эффективные коммуникации / Пер. с англ. – М.: Альпина Паблишер, 2018. – 200 с.
3. B. Kriechel, S. Muehlemann, H. Pfeifer, M. Schütte. Works councils, collective bargaining, and apprenticeship training—evidence from German firms. *Industrial Relations: A Journal of Economy and Society*, 2014. - 53 (2). - 199-222
4. Аристотель. Поэтика / Пер. М. Л. Гаспарова. – Аристотель. Сочинения: В 4-х т.. – М.: Мысль, 2003. – Т. 4.– 830 с
5. Управление персоналом / Пер. с англ. – 2-е изд. – М.: Альпина Паблишер, 2017. – 242 с.

BIBLIOGRAPHY

1. Motivation of staff. Key management factor: Ed. Yoshio Kondo. Per. from English E.P. Markova / Scientific Editing V.A. Lapidus, ME Serov. - Nizhny Novogorod, LLC SMC "Priority", 2007. - 206 p.
2. Williams G., Miller R. Effective communication / Per. from English - M .: Alpina Publisher, 2018. - 200 p.
3. B. Kriechel, S. Muehlemann, H. Pfeifer, M. Schütte. Works councils, collective bargaining, and apprenticeship training evidence from German firms. *Industrial Relations: A Journal of Economy and Society*, 2014. - 53 (2). - 199-222
4. Aristotle. Poetics / Trans. M.L. Gasparov. - Aristotle. Works: In 4 t. - M .: Thought, 2003. - Т. 4.– 830 p.
5. Human resource management / Per. from English - 2nd ed. - M .: Alpina Publisher, 2017. - 242 p.

REFERENCES

1. Motivatsiya personala. Klyuchevoy faktor menedzhmenta: Pod red. Yosio Kondo. Per. s angl. Ye.P. Markovoy / Nauchnoye redaktirovaniye V.A. Lapidus, M.Ye. Serov. – Nizhniy Novogorod, ООО SMTS «Prioritet», 2007. – 206 s.
2. Uil'yams G., Miller R. Effektivnyye kommunikatsii / Per. s angl. – М.: Al'pina Pablsher, 2018. – 200 s.
3. B. Kriechel, S. Muehlemann, H. Pfeifer, M. Schütte. Works councils, collective bargaining, and apprenticeship training—evidence from German firms. *Industrial Relations: A Journal of Economy and Society*, 2014. - 53 (2). - 199-222
4. Aristotel'. Poetika / Per. M. L. Gasparova. – Aristotel'. Sochineniya: V 4-kh t.. – М.: Mysl', 2003. – Т. 4.– 830 s
5. Upravleniye personalom / Per. s angl. – 2-ye izd. – М.: Al'pina Pablsher, 2017. – 242

PROBLEMS OF INTERNAL COMMUNICATIONS IN THE ORGANIZATION

D.K.Nimatova¹

¹Educational Institution "Almaty Management University", Almaty, Kazakhstan

Abstract. The article addresses such issues as effective communication in an organization and what problems arise in cases where it is impossible to achieve such. The author notes that these violations can manifest themselves in the following: excellent specialists, becoming managers, do not cope well with their new functions due to underdeveloped management skills. Leaders have difficulties in relations with subordinates, they do not feel themselves as part of a team, they do not know their interests and internal problems. As a result, the organization falls into parts that are not interconnected and do not become one. The author of the article pays special attention to the fact that the construction of a system of intra-organizational communications must begin with the creation of an effective system of information exchange in the company.

Keywords: development, communication, system, management, organization, increases in labor productivity, efficiency, employee, problem, communication.

ҰЙЫМДАСТЫРУДА ІШКІ КОММУНИКАЦИЯ МӘСЕЛЕЛЕРІ

Д.К. Ниматова¹

¹«Алматы Менеджмент Университеті» оқу орны, Алматы, Қазақстан

Аннотация. Мақалада ұйымдағы тиімді қарым-қатынас және осындай жетіспеушіліктер болмаған жағдайда қандай мәселелер туындайды деген мәселелер қарастырылады. Автордың айтуы бойынша, бұл бұзушылықтар төменде көрсетілген: тамаша мамандар, менеджерлер болып, басқарушылық дағдылары жеткіліксіз болғандықтан, олардың жаңа функцияларымен жақсы жұмыс істемейді. Көшбасшылар бағыныстағы адамдармен қарым-қатынаста қиындықтарға тап болады, олар өздерін топтың бір бөлігі ретінде сезінбейді, өздерінің мүдделері мен ішкі мәселелерін білмейді. Нәтижесінде, ұйым бір-бірімен байланысы жоқ және біреу болмайтын бөліктерге түседі. Мақаланың авторы ішкі ұйымдастыру жүйелерінің құрылысы компанияда ақпарат алмасудың тиімді жүйесін құрудан бастау керек екеніне ерекше назар аударады.

Түйінді сөздер: даму, қарым-қатынас, жүйе, менеджмент, ұйымдастыру, еңбек өнімділігін арттыру, тиімділік, қызметкер, проблема, байланыс.

И.Э. Сулейменов¹, З. Егембердиева^{1,2}, Д.Б. Шалтыкова²

¹Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, Казахстан

²Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, г. Алматы, Казахстан

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ: ОБРАЩЕНИЕ К НАСЛЕДИЮ ЗОЛОТОГО ВЕКА ИСЛАМА

Аннотация. Обсуждается значение научного наследия Золотого века ислама для развития современной науки и образования. Утверждается, что это наследие представляет собой ресурс, неиспользуемый пока, для совершенствования цифровых образовательных технологий. Показано, что одним из инструментов цифровизации высшего образования может и должна стать такая форма учебной работы как составление комментариев к конкретным научным публикациям по аналогии с тем, как составлялись комментарии такими классиками науки как аль-Фараби, ибн Рушд и др. Доказано, что в современных условиях эти комментарий (в классическом смысле этого слова) может и должен заменить такую форму учебной работы как реферат. Доказывается, что схема составления комментариев не требует дополнительной проработки, так как можно и нужно использовать как приемлимые классические образцы, в частности, комментарии ибн Рушда (Аверроэса).

Ключевые слова: Искусственный интеллект, цифровые образовательные технологий, Золотой век.

«Новое – это хорошо забытое старое»
Поговорка

Цифровые образовательные технологии в настоящее время успешно развиваются в Казахстане [1,2]. Как справедливо отмечается в, развитие Интернет-технологий и их использование в повседневной жизни человека открывают широкие возможности для профессионального и личностного роста [1]. Существование большого количества дистанционных курсов, созданных преподавателями ведущих университетов мира, а также центров дистанционного обучения значительно расширяют возможности для самосовершенствования и самообразования студентов. Это представляется весьма важным в современных условиях, когда по объективным причинам, проанализированным в [3,4], качество значительной части лекционных курсов в казахстанских университетах оставляет желать лучшего.

Такое положение дел не могло не привести к возникновению различных разновидностей дистанционной учебной работы, формы которой в настоящее время отличаются большим разнообразием. В [1] отмечается, что для контроля знаний студентов используются задания в виде ответов на вопросы, написания эссе, различные виды тестирования: тесты с множественным выбором, альтернативным вопросом, числовым вопросом, вычисляемым вопросом, вложенными вопросами, вопросами в открытой форме и др. Для организации взаимодействия с преподавателем создаются вики, чаты, форумы. Например, университеты уже используют зарождающуюся форму искусственного интеллекта, суперкомпьютер IBM Watson. Это решение предоставляет студенческие консультации для Университета Дикин в Австралии в любое время дня в течение 365 дней в году (Deakin University). Машины собирают данные о том, как учащиеся выполняют такие формы работы как эссе и т.д [5].

Вопрос об использовании ИИ в сфере высшего образования уже достаточно давно обсуждается в текущей литературе [5]. Следовательно, представляется целесообразным

изначально ориентироваться на те инструменты обучения и контроля знаний, которые могут быть сопряжены с системами на основе ИИ.

Может показаться странным, но такого рода инструменты могут быть созданы на основе «хорошо забытого старого», а именно на основе той системы организации науки и подготовки кадров высшей квалификации, которая существовала в период Золотого века ислама. Впрочем, уместно подчеркнуть, что тенденция на обращение к наследию ученых периода расцвета науки исламского мира в Казахстане также наблюдается достаточно давно, примером является работа [6].

Центром научной деятельности в этот период был Дом мудрости (“Бейт аль-хикма”) в Багдаде, основанный халифом Харуном ар-Рашидом (ум. 809) и достигший наивысшего расцвета при его сыне, халифе ал-Мамуне (ум. 833). Дом мудрости представлял собой самое настоящее научное учреждение (как бы мы сказали сейчас – с государственным финансированием), обладавшее штатом переводчиков и ученых, библиотекой и обсерваторией. В нем на постоянной основе осуществлялись переводы иноязычных сочинений (преимущественно античных авторов). Более того, при ДOME мудрости возникла уникальная переводческая школа, вызывающая до сих пор неподдельный интерес у исследователей. Показательно, что первым главой Дома мудрости был именно высокообразованный переводчик Яхья ибн Масавейх, владевший сирийским, арабским, отчасти греческим языками [7].

Более того, по мнению автора [7], именно так называемое «переводческое движение», направленное на аккумуляцию и творческое развитие достижений предшествовавших культур, прежде всего — античного наследия дало мощный импульс Золотому веку мусульманской цивилизации. Дом мудрости в Багдаде, равно как и созданные по его образцу другие учреждения (Дома науки, представлявшие собой одновременно академию, библиотеку и переводческое бюро) транслировали не просто знания, но соответствующее мировоззрение в мусульманское общество. (В этой связи уместно подчеркнуть, что доступ к рукописям Дома мудрости читатели имели независимо от их сословия.)

История сохранила [7] имя «Шейха переводчиков», Хунайн ибн Исхак ал-Ибади (ум. 873), владевшего арабским, сирийским, персидским, греческим языками и прославившегося переводами сочинений античных авторов («Начал» Евклида, «Алмагеста» Птолемея, «Сферики» Менелая, произведений Платона, Аристотеля и других). Им и его прямыми учениками также было полностью переведены все медицинские сочинения из наследия Александрийской школы. По преданию, халиф заплатил Хунайну ибн-Исхакуза его работу столько золота, сколько весили переведенные им сочинения, «а их было не так уж и мало».

Столь впечатляющих результатов невозможно было бы добиться без создания высочайшей техники перевода, кроме того, таким мыслителям как Хунайн ибн Исхак де-факто пришлось в значительной степени реформировать сам арабский язык, разрабатывать понятийный аппарат, который позволил бы передать термины, использовавшиеся античными авторами.

Разумеется, для возникновения столь мощных движений как упомянутое выше «движение переводчиков», существовали вполне определенные объективные предпосылки. Уже в V - VII в. в Сирии, Иране, Персии и Египте сложилась определенная традиция перевода (с греческого на сирийский) и комментирования (например, были переведены отдельные сочинения Аристотеля). Как отмечается в [8], этому способствовал раскол христианской Церкви, вследствие которого сирийские христиане начали дистанцироваться от официальной Церкви Византии, создавая при этом собственную теологическую и научную литературу, обращаясь к сочинениям греческих авторов. Перемещению научной мысли на Восток способствовала также ликвидация по распоряжению императора Юстиниана (483–565) в Афинах и других городах философских школ (академия Платона была закрыта в 529 г.).

Уместно отметить, что переводческая школа, созданная при Доме мудрости, ориентировалась далеко не только на античные источники. Так, аль-Мукаффа (по данным [8] он был первым, кто перевел на арабский язык отдельные труды Аристотеля) перевел с языка пехлеви на арабский древнеиндийский цикл дидактических сказок “Панчатантра” (известен под названием “Калила и Димна”). Текст “Калилы и Димны”, переписанный в начале XIV в. хранится в рукописном фонде Института востоковедения АН Узбекистана.

Несколько забегаая вперед, подчеркнем, что краткое рассмотрение исторического фона, на котором расцвел Дом мудрости в Багдаде, исключительно важно для понимания основной идеи данной статьи. А именно, приведенные факты наглядно иллюстрируют следующее положение, обоснованное в [9]. Высшее образование является социальной институцией и в качестве таковой оно, помимо прочего, выполняет еще одну важнейшую функцию: оно является транслятором передовых достижений науки (и научных взглядов) в общество. В частности, именно система высшего образования выступает одним из наиболее важных связующих звеньев между наукой (как социальной институцией) и элитами.

Изучение наследия Золотого века ислама также представляет более чем существенный интерес. Более того, сделанный вывод является основой для создания важных инструментов цифровых образовательных технологий, сопрягаемых с системами ИИ, как это будет ясно из дальнейшего.

Тот факт, что становление науки в период зарождения мусульманской науки было теснейшим образом связано именно с такой функцией образования как трансляция научных идей в общество, подтверждается и другими известными историческими фактами.

Так, в [7] подчеркивается, что христианин-яковит Йахья ибн Ади, глава багдадской школы аристотеликов, был учеником мусульманина Абу-Насра ал-Фараби, который, в свою очередь, изучал науки под руководством христианина-несторианца Йуханны ибн Хайляна, а в духовном родстве с этими мыслителями находились такие иудейские философы, как Вахб ибн Йаиш и Абу-л-Хайр Дауд ибн Музадж.

В цитированной работе также отмечается, что в зарождающемся арабском научном мире впервые в истории встретились две ведущие культурные традиции — античная, языческая научно-философская, с одной стороны, и авраамическая, монотеистическая — с другой. Возникший синтез, в результате которого греческая философия подверглась культурной переработке исламской цивилизацией, оказался весьма жизнеспособным, вдохновив, в частности, таких христианских мыслителей как Фома Аквинский.

Далеко не случайно, практически все учебники по истории и философии науки подчеркивают, что наследие античности было спасено во многом благодаря усилиям мусульманских ученых. Как подчеркивается в [7] значительную роль в этом сыграли представители фальсафы — крупнейшей школы философской мысли классического ислама, ориентированной на античные модели философствования, прежде всего на Аристотеля и Платона. Собственно, сам термин «фальсафа» происходит от греческого слова *philosophia*, а «фалясифа» и означает «философ».

Важнейшим направлением деятельности Дома мудрости в Багдаде (и Домов науки в других городах исламского мира) было составление комментариев (также преимущественно к трактатам античных авторов). Именно это обстоятельство – точнее, характер осуществления научной деятельности в форме комментария – представляет основной интерес с точки зрения возможности совершенствования цифровых образовательных технологий.

Если учесть количество комментариев к различным трудам, составленное мусульманскими учеными рассматриваемого исторического периода, то нельзя не прийти к выводу, что составление комментария в то время было распространённой и общепринятой формой выполнения научной работы, т.е. выполняло ту же функцию, что сегодня выполняют научные статьи и монографии.

При этом следует принять во внимание, что Дома мудрости и Дома науки существовали далеко не только в Багдаде, но и в других крупных центрах мусульманского мира. Так, в Кордове (современная Испания) блистала библиотека, собранная эмиром аль-Хакамом II в. Ее каталог, в котором указываются только заглавия и имена авторов, составляет 44 тома по 50 листов в каждом. В Каире, Мосуле, Халебе, Дамаске и других городах были свои Дома науки. В частности, Дом науки в Мосуле, основанный в IX веке астрономом Джафаром аль-Мавсилиаш-Шахамом, получил известность благодаря собранию рукописей по астрономии и древнегреческой философии.

По существу, наука Золотого века ислама знает только две базовые формы осуществления научной деятельности: написание комментария и написание трактата. Именно эти формы и усвоила впоследствии западноевропейская наука, причем со временем доминировать стали именно те формы научной деятельности, которые восходят к трактатам. Именно из этой формы впоследствии развились такие разновидности научной деятельности как написание диссертаций (позже – монографий), научных статей и т.д. Такая форма научной деятельности как комментарий оказалась незаслуженно забытой. Но, с учетом характера развития цифровых образовательных технологий, к ней имеет прямой смысл вернуться снова.

Как известно, все области знания, так или иначе связанные с информационными технологиями, в настоящее время развиваются очень бурно. Генерируется огромный поток информации, непрерывно возникают новые научные направления. Создать адекватную учебную программу (по тем схемам, которые существуют в настоящее время и которые фактически остались неизменными со времен «Дидактики» Яна Амоса Коменского) в таких условиях более чем сложно. Отраженные в ней сведения могут устареть еще до того, как программа пройдет все стадии утверждения в соответствующих инстанциях. Существует также и такой фактор как повышенная загруженность преподавателей (в том числе, и бюрократической отчетностью), вследствие которой подавляющее большинство преподавателей казахстанских университетов имеет весьма ограниченные возможности для занятий наукой и работы с периодикой.

В таких условиях составление комментария студентом к конкретной научной публикации становится более чем перспективной формой обучения, во всяком случае, для обучающихся в магистратуре. Точнее, в сложившихся условиях эта форма может и должна изменить такую форму учебной работы как реферат. Для такого вывода есть следующие основания.

1. Составляя именно комментарий (в классическом смысле, то есть по образцам Золотого века ислама) магистрант учится работать с периодикой, то есть понимать и ассимилировать смысл узкоспециальных работ. Этим навыком большинство из современных магистрантов не обладает, так как у них в подавляющем большинстве случаев отсутствует стимул получать именно что глубокие знания, позволяющие активно работать с научной периодикой.
2. Составление рефератов давно превратилось в профанацию, так как существующие информационные ресурсы позволяют быстро и просто составлять компиляции, не вникая в суть рассматриваемой проблемы. Кроме того, существуют многочисленные информационные ресурсы, предоставляющие возможность получить реферат за вполне умеренную (доступную студенту и магистранту) плату.
3. Составляя комментарий к конкретной научной статье, магистрант будет вынужден реально работать с научной периодикой и разобраться в сути проблемы, причем оценка того, насколько активно он работал с периодикой, какие информационные ресурсы использовал и т.д. может быть произведена при помощи простейших систем искусственного интеллекта, что обеспечивает объективность контроля и снижает нагрузку на преподавателей.

4. Комментарии к научным работам, созданные студентами и магистрантами, могут и далее использоваться в учебном процессе. Например, с их использованием могут создаваться новые учебные пособия (отчасти работа с комментариями студентов и магистрантов может заменить преподавателю собственно работу с периодикой, точнее она тогда автоматически включается в учебный процесс). Более того, на этой основе существует возможность реализовать механизмы горизонтального обучения через формы групповой работы. В соответствии с одним из таких механизмов обучающимся предлагается оценить комментарий сокурсника по уровню адекватности и понятности изложения, что автоматически подразумевает обсуждение материалов комментируемых статей обучающимися.
5. Составление комментария может быть полностью переведено в цифровую форму (информация загружается на сайт), допускающую, в том числе, и последующую обработку системами ИИ. Парадоксально, но сам формат составления комментария по классическим схемам (пример рассматривается ниже) идеально сочетается с цифровыми образовательными технологиями.
6. В современной научной периодике существует огромный массив статей и существует возможность для выбора; в том числе, существует возможность для составления критических комментариев. Уместно подчеркнуть, что именно критика существующих воззрений всегда оставалась одним из наиболее важных элементов научного творчества.

Таким образом, возврат к такой форме учебно-научной работы как составление комментариев к научным трудам, представляется более чем перспективным. Более того, для этой цели могут быть использованы классические образцы, один из которых для примера рассматривается ниже. Подчеркиваем еще раз, что даже только этот отрывок показывает, насколько перспективными являются классические образцы для совершенствования цифровых технологий – именно по такой схеме студенты и магистранты могут составлять комментарии к современным трудам. Конкретно, ниже представлен отрывок из [10], содержащий перевод фрагмента из комментария ибн Рушда (в западноевропейской традиции – Аверроэса) к третьей книги трактата Аристотеля «О душе».

Ибн Рушд – исламский философ, богослов и ученый родился в Кордове в 1126 году. Он считается самым плодовитым автором и наиболее глубоким комментатором трудов Аристотеля [11]. До сих пор в философской и политической литературе обсуждается его политическая концепция, основанная на теории «двух истин», согласно которой философия и религия сосуществуют, причем философии отводится более высокая роль по сравнению с богословием, поскольку «просвещенный разум выше слепой веры». Уместно также подчеркнуть, что в философской литературе существует такой термин как аверроизм [12] – настолько велико влияние этого мыслителя на последующие поколения.

Перевод [10] выполнен по изданию F.S. Crawford'a: *Averrois Cordubensis Commentarium Magnum De Anima Libros* (Cambridge, Massachusetts: Mediaeval Academy of America, 1953. P. 383–413). Аристотелевский текст выделен курсивом и воспроизводится по переводу П.С. Попова (Аристотель. Сочинения. Т. 1. Москва: «Мысль», 1976).

Текст Аристотеля:

Таким образом, ум по природе не что иное, как способность. Итак, то, что мы называем умом в душе до того, как оно мыслит, не есть что-либо действительное из существующего (я разумею под умом то, чем душа размышляет и судит о чем-то) [III 5, 429 а 21–24¹].

Комментарий ибн Рушда:

¹ Ссылка на сочинение Аристотеля дана так же, как в оригинале.

[Материальный ум как потенция всех понятий]

Показав, что материальный ум не содержит чего-либо из форм материальных вещей, Аристотель приступает к определению его следующим образом. Этот ум, говорит он, не имеет иной природы, кроме способности к принятию материальных интеллигибельных форм. Его слова таким образом, ум по природе не что иное... означают, что та часть души, каковую мы называем материальным умом, не имеет иной природы или сущности, через которую она конституируется как материальная, разве что природы потенции, ибо она свободна от всех материальных и интеллигибельных форм.

Далее говорится: я разумею под умом..., т.е. под «умом» я имею в виду способность души, подлинно именуемую умом, а не ту ее способность, которую на греческом называют «разумом» в общем смысле, т.е. имагинативную способность, но я имею в виду способность, посредством коей мы различаем теоретические вещи и размышляем о вещах, которые предстоит осуществить в будущем. Слова до того, как оно мыслит, не есть что-либо действующее из существующего означают, что таково определение материального ума: это потенция всех интенций универсальных материальных форм, и до постижения [какой-либо из них] сие не есть актуально сущее.

Можно видеть, что схема, которую использовал ибн Рушд (равно как и другие классики) действительно может быть положена в основу составления комментариев к современным научным трудам, что позволяет применять ее в учебном процессе.

Однако, необходимо подчеркнуть, что данный шаг затрагивает только самый верхний пласт обширного наследия Золотого века ислама, к которому имеет смысл обратиться сегодня. Спираль истории делает очередной виток, и это наследие (как в том числе, показывает материал данной работы) снова оказывается востребованным. В частности, к этому наследию имеет смысл обратиться, рассматривая систему высшего образования как транслятор научных идей в общество. Однако, последующие шаги представляется делать уже после того, как общество ассимилирует саму мысль о том, что научное наследие Золотого века ислама действительно представляет собой кладезь идей, приобретающих современное звучание. В том числе, и этому служит тезис об использовании классических образцов в современном учебном процессе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Ахмед-Заки Д. Ж., и др. Использование средств e-Learning в сфере ИТ образования // Современные информационные технологии и ИТ-образование, 2011. – №. 7. – С.302-308.

[2] Нармагамбетов А.М., Саркенов М.Б. Анализ развития информационных технологий в Казахстане // Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки: сборник статей по материалам XV студенческой международной научно-практической конференции № 15. – С. 104-109. [http://sibac.info/archive/technic/9\(12\).pdf](http://sibac.info/archive/technic/9(12).pdf).

[3] Обухова, П. В., Гихард, Дж. П., Байкенов А. С., Сулейменов И. Е. Влияние массового сознания на качество высшего образования в Казахстане. Методика-Социально-вероисповедание, 2015. – №185. – С.172-178. (англ.)

[4] Сулейменова К., Обухова П., Шалтыкова Д., Сулейменов Е. Е. Период после перехода и качество высшего образования: пути преодоления кризисных явлений // Международные письма социальных и гуманитарных наук, 2013. –№ 8. – С.49-56. (англ.)

[5] Стефан А. Д. Попеничи и Шарон Керр. Изучение влияния искусственного интеллекта на преподавание и обучение в высшем образовании // Исследования и практика в области усовершенствования технологий. 2017. (Режим доступа - <https://doi.org/10.1186/s41039-017-0062-8>). (англ.)

[6] Бидайбеков Е.Ы., Гриншкун В.В., и др. О разработке и использовании образовательного портала по геометрическому наследию Аль-Фараби в качестве средства

информатизации обучения истории математики // Вестник Московского городского педагогического университета. – Москва: МГПУ, 2015. - №4(34). – С. 31-37.

[7] Ефремова Н. В. Универсалистская интенция фальсафы // Ислам в современном мире, 2018. – Т. 13. – №4. – С. 167-186. (Режим доступа - <https://islamjournal.idmedina.ru/jour/article/viewFile/545/342>).

[8] Алиев А. А. “Дома мудрости” Багдада и Гурганджа в эпоху Восточного Ренессанса (IX-XII вв.) // Вестник Кыргызско-Российского славянского университета, 2015. – Т. 15. – №2. – С. 31-33.

[9] И. Сулейменов, О. Габриелян и др. Организация и планирование научных исследований. – Алматы: Изд-во КазНУ, 2018, – 336 с.

[10] Ибн Рушд. Большой комментарий к сочинению Аристотеля «О душе» (фрагмент) // Ишрак: ежегодник исламской философии, 2012. – №3. – С. 380-408. (Перевод с латинского, предисловие и комментарий Н.В. Ефремовой).

[11] Якубенко К. Ю. Формирование арабо-исламской политической идеологии (VIII-XIV вв.) // Сибирский юридический вестник, 2008. – №4. – С.13-21.

[12] Ренан Э. Аверроэс и аверроизм. Исторический очерк, 2010. – 248 с.

REFERENCES

[1] Ahmed-Zaki D.Zh., et al. The use of e-learning tools in the field of IT education // Modern information technologies and IT education, 2011. - №. 7. - P.302-308. (in Russ.).

[2] Narmagambetov AM, Sarkenov MB Analysis of the development of information technologies in Kazakhstan // Scientific community of students of the XXI century. Technical Sciences: a collection of articles based on the materials of the XV International Scientific Practical Conference number №15. - P. 104-109. [http://sibac.info/archive/technic/9\(12\).pdf](http://sibac.info/archive/technic/9(12).pdf). (in Russ.).

[3] Obukhova, P.V., Gikhard, J.P., Baikenov A.S., Suleimenov I.Ye. The Impact of Mass Consciousness on the Quality of Higher Education in Kazakhstan. Methodology-Social Religion, 2015. - №185. - P.172-178.

[4] Suleimenova K., Obukhova P., Shaltykova D., Suleimenov E. Ye. The period after the transition and the quality of higher education: ways to overcome crisis phenomena // International Publications of Social and Human Sciences, 2013. -№ 8. - P. 49-56.

[5] Stephen A.D. Popenichi and Sharon Kerr. Studying the effect of artificial intelligence on teaching and learning in higher education // Research and practice in the field of technology improvement. 2017. (The access mode is <https://doi.org/10.1186/s41039-017-0062-8>).

[6] Bidaybekov E.Y., Grinshkun VV, and others. On the development and implementation of an educational portal on geographical heritage. Bulletin of the Moscow City Pedagogical University. - Moscow: Moscow State Pedagogical University, 2015. - №4 (34). - P. 31-37. (in Russ.).

[7] Efremova N.V. The Universalist Intention of Falsefs // Islam in the Modern World, 2018. - V. 13. - №4. - P. 167-186. (Access mode - <https://islamjournal.idmedina.ru/jour/article/viewFile/545/342>). (in Russ.).

[8] Aliyev A. A. “Houses of Wisdom” of Baghdad and Gurganj in the era of the Eastern Renaissance (IX-XII centuries) // Bulletin of the Kyrgyz-Russian Slavic University, 2015. - V. 15. - №2. - P. 31-33. (in Russ.).

[9] I. Suleimenov, O. Gabrielyan et al. Organization and Planning of Scientific Research. - Almaty: KazNU Publishing House, 2018, - 336 p. (in Russ.).

[10] Ibn Rushd. A great commentary on the work of Aristotle "On the soul" (fragment) // Ishrak: Yearbook of Islamic Philosophy, 2012. - №3. - P. 380-408. (Translation from Latin, introduction and commentary by N.V. Efremova). (in Russ.).

- [11] Yakubenko K.Yu. Formation of the Arab-Islamic political ideology (VIII-XIV centuries.) // Siberian Legal Bulletin, 2008. - №4. - P.13-21. (in Russ.).
- [12] Renan E. Averroes and averroism. Historical essay, 2010. – P. 248. (in Russ.).

САНДЫҚ БІЛІМ БЕРУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ЖЕТІЛДІРУ: ИСЛАМНЫҢ АЛТЫН ҒАСЫРЫНЫҢ МҰРАСЫН ЖАҢҒЫРТУ

И.Э. Сулейменов¹, З. Егембердиева^{1,2}, Д.Б. Шалтыкова²

¹Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан

²Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты КН МОН РК, г. Алматы, Қазақстан

Аңдатпа. Қазіргі ғылым мен білім берудің дамуындағы ислам алтын ғасырының ғылыми мұраларының маңызы талқыланады. Бұл мұралар сандық білім беру технологияларын жетілдіруде ресурс болып табылады, алайда ол қазірше пайдаланылмай жатқаны айтылады. Сандық жоғары білім беруде әл-Фараби, ибн Рушд және т. б. сол сияқты ғылым классиктерінің түсініктемелерінің түзілу тәсілдерінің аналогиясы сынды нақты ғылыми жарияланымдарға түсініктемелер құру оқу-әдістемелік жұмыстың бір формасы ретінде танылатыны көрсетілген. Қазіргі жағдайда ол түсініктемелер (бұл сөздің классикалық мәнінде) реферат сияқты оқу-әдістемелік жұмысты алмастыра алатыны дәйектеледі. Түсініктемелерді түзу схемасы қосымша бейімдеулерді қажет етпейтіні бағамдалынады, өйткені соның ішінде ибн Рушд (Аверроэса) комментарийлері. Олар классикалық үлгілер ретінде қабылдауға болатыны және солай ету керектігі тұжырымдалады.

Түйінді сөздер: жасанды интеллект, сандық білім беру технологиялары, Алтын ғасыр.

IMPROVEMENT OF DIGITAL EDUCATIONAL TECHNOLOGIES: A FOCUS ON THE HERITAGE OF THE GOLDEN AGE OF ISLAM

E. I. Suleimenov¹, Z. Yegemberdyeva^{1,2}, D. B. Shaltykova²

¹Almatinsky University of energy and communications, Almaty city, Kazakhstan

²Institute of information and computing technologies, The science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic Kazakhstan, Almaty city, Kazakhstan

Annotation. The importance of the scientific heritage of the Golden age of Islam for the development of modern science and education is discussed. It is shown that this heritage is a resource not yet used for the improvement of digital educational technologies. It is shown that one of the tools of digitalization of higher education can and should be such a form of educational work as the preparation of comments to specific scientific publications by analogy with the way comments were made by such classics of science as al-Farabi, Ibn Rushd, etc. It is proved that in modern conditions these comments (in the classical sense of the word) can and should replace this form of educational work as an abstract. It is shown that the scheme of drawing up comments does not require additional study, since it is possible and necessary to use as acceptable classical samples, in particular, Ibn Rushd (averroes) comments.

Key words: artificial intelligence, digital educational technologies, Golden age.

ГРНТИ 27.31.15

Khompyskh Kh.

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

UNIQUE SOLVABILITY OF THE INITIAL-BOUNDARY VALUE PROBLEM OF MAGNETOHYDRODYNAMICS FOR NON-NEWTONIAN FLUIDS

Abstract. In this paper we consider the nonlinear 2D initial-boundary value problem for the generalized magneto-hydrodynamics (MHD) equations with the presence of a relaxation term in the momentum equation. The presence of the relaxation term of third order in the momentum equation is not the just a generalization, in a physical sense. These equations describe the motion of the non-Newtonian fluids, in exactly, of the Kelvin-Voigt fluids. Here the space of (generalized) weak solution of the given magneto-hydrodynamic problem is defined. The first and second energy estimates for weak solution are obtained. For the generalized magneto-hydrodynamic problem with relaxation term, we prove the existence of weak solutions by using the Galerkin method, the method of a priori estimates and compactness theorems. Apply the a priori estimates by standard methods, the uniqueness of the weak solution also proved.

Key words: magneto-hydrodynamics, non-Newtonian fluids, weak solution, energy estimates.

The initial-boundary value problems for classical Kelvin-Voigt equations (equations describing the motion one of the non-Newtonian fluids) studied in [1-3], and the BVP in different statements for equations of the magneto-hydrodynamics (MHD) in [4-5] (see also references there in).

In this paper we consider the following system of the MHD for non-Newtonian fluids which consisting of the following equations

$$\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + \sum_{\kappa=1}^3 \nu_{\kappa} \frac{\partial \vec{v}}{\partial x_{\kappa}} - \frac{\mu}{\rho} \sum_{k=1}^3 H_k \frac{\partial \vec{H}}{\partial x_k} - \nu \Delta \vec{v} - \chi \frac{\partial \Delta \vec{v}}{\partial t} + \frac{1}{\rho} \text{grad} \left(p + \frac{\mu \vec{H}^2}{2} \right) = \vec{f}(x, t) \quad (1)$$

$$\text{div} \vec{v} = 0 \quad (2)$$

$$\mu \frac{\partial \vec{H}}{\partial t} + \frac{1}{\sigma} \text{rot rot} \vec{H} - \text{rot}[\vec{v}, \vec{H}] = \frac{1}{\sigma} \text{rot} \vec{j} \quad (3)$$

$$\text{div}(\mu \vec{H}) = 0. \quad (4)$$

Here \vec{v} is the velocity field, \vec{H} is the magnetic tension, p is the pressure, \vec{f} is the external hydrodynamic forces, \vec{j} is the given currents, μ is the magnetic permeability, σ is the conductivity, ρ is the density, ν is the viscosity cinematic coefficient, and, χ is the viscosity relaxation coefficient.

Let $\Omega \in R^2$ be a two dimensional bounded domain with smooth boundary $\partial\Omega$, and $Q_T = \Omega \times [0, T]$, $0 < T < \infty$ is the bounded cylinder, $\partial Q_T = \partial\Omega \times [0, T]$, and $t \in [0, T]$, $x = (x_1, x_2) \in \Omega$.

We study the system of equations (1)-(4) in Q_T with the following initial and boundary conditions:

$$\vec{v}|_S = 0, \quad \vec{H}_n|_S = 0, \quad \text{rot}_\tau \vec{H}|_S = 0 \quad (5)$$

$$\vec{v}|_{t=0} = \vec{v}_0(x), \quad \vec{H}|_{t=0} = \vec{H}_0(x) \quad (6)$$

The system of equations (1)-(4) modified with the regularization term $\chi \Delta \bar{v}_i(x, t)$ describes the motion of the Kelvin-Voigt fluids [2] in magnetic field.

Throughout this study, we use the definitions of functional spaces and the descriptions of their properties given by [4,6].

Definition 1. The functions $\bar{v}(x, t) \in \overset{\circ}{J}_1(Q_T)$, $\bar{H}(x, t) \in \overset{\circ}{J}_{1,n}(Q_T)$ are called a weak solution to problem (1)-(8), if:

- i) $\bar{v}(x, t)$ has the weak derivatives $\bar{v}_x, \bar{v}_t, \bar{v}_{xt} \in L_2(Q_T)$ in Q_T ;
- ii) $\bar{H}(x, t)$ has the weak derivatives $\bar{H}_x, \bar{H}_t, \bar{H}_{xt} \in L_2(Q_T)$ in Q_T ;
- iii) the initial conditions (8) hold a.e. in Ω ;
- iv) and for any $\phi(x, t) \in \overset{\circ}{J}_1(Q_T)$ and $\psi(x, t) \in \overset{\circ}{J}_{1,n}(Q_T)$ hold the following integral identities:

$$\int_0^T \int_{\Omega} \left(\frac{\partial \bar{v}}{\partial t} \phi - v_{\kappa} \bar{v} \frac{\partial \phi}{\partial x_{\kappa}} + \frac{\mu}{\rho} H_{\kappa} \bar{H} \frac{\partial \phi}{\partial x_{\kappa}} + v \frac{\partial \bar{v}}{\partial x_{\kappa}} \frac{\partial \phi}{\partial x_{\kappa}} + \chi \frac{\partial^2 \bar{v}}{\partial x_{\kappa} \partial t} \cdot \frac{\partial \phi}{\partial x_{\kappa}} - \bar{f} \phi \right) dx dt = 0, \quad (7)$$

$$\int_0^T \int_{\Omega} \left(\mu \frac{\partial \bar{H}}{\partial t} \psi + \left[\frac{1}{\sigma} \left(\frac{\partial H_2}{\partial x_1} - \frac{\partial H_1}{\partial x_2} \right) - \mu [v_1 H_2 - v_2 H_1] - \frac{\bar{j}}{\sigma} \right] \left(\frac{\partial \psi_2}{\partial x_1} - \frac{\partial \psi_1}{\partial x_2} \right) \right) dx dt = 0. \quad (8)$$

For the weak solution, let us introduce the following denotes:

$$\begin{aligned} \gamma^2(t) &= \rho \|\bar{v}(x, t)\|_{2,\Omega}^2 + \chi \rho \|\bar{v}_x\|_{2,\Omega}^2 + \mu \|\bar{H}(x, t)\|_{2,\Omega}^2, \\ \Phi^2(t) &= v \rho \|\bar{v}_x\|_{2,\Omega}^2 + \frac{1}{\sigma} \left\| \frac{\partial H_2}{\partial x_1} - \frac{\partial H_1}{\partial x_2} \right\|_{2,\Omega}^2, \\ \omega^2(t) &= \rho \|\bar{v}_t\|_{2,\Omega}^2 + \chi \rho \|\bar{v}_{xt}\|_{2,\Omega}^2 + \mu \|\bar{H}_t\|_{2,\Omega}^2, \\ F^2(t) &= v \rho \|\bar{v}_{xt}\|_{2,\Omega}^2 + \frac{1}{\sigma} \left\| \frac{\partial^2 H_2}{\partial t \partial x_1} - \frac{\partial^2 H_1}{\partial t \partial x_2} \right\|_{2,\Omega}^2. \end{aligned} \quad (9)$$

The main result of this work is the following theorem.

Theorem 1. If $\bar{f}, \bar{f}_t \in L_2(Q_T)$, $j, j_t \in L_2(Q_T)$ and $\bar{v}_0(x) \in \overset{\circ}{J}_1(\Omega)$, $\bar{H}_0(x) \in \overset{\circ}{J}_{1,n}(Q_T)$, then the initial-boundary value problem (1)-(6) has a unique weak solution in Q_T defined in Definition 1, and hold the following energy estimates

$$\frac{1}{2} \gamma^2(t) + \int_0^t \Phi^2(\tau) d\tau \leq C_1 < \infty, \quad \forall t \in [0, T], \quad (10)$$

$$\omega^2(t) + \int_0^t F^2(\tau) d\tau \leq C_2 < \infty, \quad \forall t \in [0, T], \quad (11)$$

where C_1 and C_2 are constants depending only on initial data of the problem.

Proof. The proof of the Theorem 1 is consists on several items. At first by Galerkin method we construct the approximate solutions. Then we obtain the energy estimates for approximated solutions. Due to obtained a priori estimates and compactness theorems we will proof the approximated solutions converge to the weak solution of the initial problem.

In order to proof the existence of the solution we will use the Galerkin method.

Let $\{\bar{\varphi}_k\}$, $k = 0,1,2,\dots$ be a fundamental system of $J_1(\Omega)$ and $\{\bar{\psi}_k\}$, $k = 0,1,2,\dots$ of $J_{1,n}(\Omega)$, and orthonormal in $L_2(\Omega)$, such that

$$\int_{\Omega} \varphi_k \varphi_l dx = \delta_k^l, \quad \int_{\Omega} \psi_k \psi_l dx = \delta_k^l, \quad k, l = 0,1,2,\dots, \quad (12)$$

We construct the solution of problem (1)–(6) as the limit of the sequences of Galerkin’s approximations

$$\bar{v}^n(x,t) = \sum_{k=0}^n c_{kn}(t) \bar{\varphi}_k(x), \quad \bar{H}^n(x,t) = \sum_{k=0}^n d_{kn}(t) \bar{\psi}_k(x). \quad (13)$$

According to the Galerkin method, the coefficients $c_{kn}(t)$, $d_{kn}(t)$ will define by the following system of ordinary differential equations

$$\int_{\Omega} \left(\frac{\partial \bar{v}^n}{\partial t} \bar{\varphi}_k - v_l^n \bar{v}^n \frac{\partial \bar{\varphi}_k}{\partial x_l} + \frac{\mu}{\rho} H_l^n \bar{H}^n \frac{\partial \varphi_k}{\partial x_l} + v \frac{\partial \bar{v}^n}{\partial x_l} \frac{\partial \varphi_k}{\partial x_l} + \chi \frac{\partial^2 \bar{v}^n}{\partial x_l \partial t} \cdot \frac{\partial \varphi_k}{\partial x_l} - \bar{f} \varphi_k \right) dx = 0, \quad (14)$$

$$\int_{\Omega} \left(\mu \frac{\partial \bar{H}^n}{\partial t} \bar{\psi}_k + \frac{1}{\sigma} \left(\frac{\partial H_2^n}{\partial x_1} - \frac{\partial H_1^n}{\partial x_2} \right) \text{rot} \bar{\psi}_k - \mu \left(v_l^n \bar{H}^n - \bar{v}^n H_l^n \right) \bar{\psi}_{kx_l} - \frac{\bar{j}}{\sigma} \text{rot} \bar{\psi}_k \right) dx = 0, \quad (15)$$

with the following initial conditions

$$c_{kn}(0) = c_k, \quad d_{kn}(0) = d_k \quad k = 1,2,3,\dots,n, \quad (16)$$

where

$$c_k = \int_{\Omega} \bar{v}_0 \varphi_k dx, \quad d_k = \int_{\Omega} \bar{H}_0 \psi_k dx.$$

The initial conditions (16) obtained such that as $t = 0$

$$\|\bar{v}^n\|_{2,\Omega} \rightarrow \|\bar{v}_0\|_{2,\Omega}, \quad \|\bar{H}^n\|_{2,\Omega} \rightarrow \|\bar{H}_0\|_{2,\Omega} \quad \text{as } n \rightarrow \infty.$$

The problem (14)–(16) is the Cauchy problem for the system of ordinary differential equations. By the theory of ODE, it is easy to prove that the Cauchy problem (14)–(16) has a local solution $c_{kn}(t)$, $d_{kn}(t)$ $k = 1,2,3,\dots,n$, in the interval $(0, T_n) \subset [0, T]$ for each n. At the next step, we obtain a priori estimates which prove that the Cauchy problem (19)–(20) has the global solution in the interval $[0, T]$.

Lemma 1. If $f(x,t) \in L_2(Q_T)$, $j(x,t) \in L_2(Q_T)$, and $\bar{v}_0(x) \in \mathring{J}_1(\Omega)$, $\bar{H}_0(x,t) \in L_2(Q_T) \cap \mathring{J}_n(Q_T)$ then hold the first energy estimates

$$\text{vrajmax}_{t \in [0,T]} \gamma_n^2(t) \leq e^T \left[\gamma(0) + \int_0^t \left(\frac{\sqrt{2}}{\rho} \|f\|_{2,\Omega}^2 + \frac{1}{2\sigma\mu} \|\bar{j}\|_{2,\Omega}^2 \right) d\tau \right] \equiv C_3, \quad (17)$$

$$\frac{1}{2} \gamma_n^2(t) + \int_0^t \Phi_n^2(\tau) d\tau \leq \sqrt{C_3} \int_0^t \left(\sqrt{\rho} \|f\|_{2,\Omega} + \frac{1}{\sigma} \|\bar{j}\|_{2,\Omega} \right) d\tau + \frac{1}{2} \gamma^2(0) \equiv C_4. \quad (18)$$

Here $\gamma_n(t)$ and $\Phi_n(t)$ are the functions defined in (11), but for Galerkin’s approximations.

Proof. Multiplying the equation (14) by $\rho c'_{kn}(t)$ and the (15) by $d_{kn}(t)$, and summing by k from 1 until n . Add the results we obtain

$$\frac{1}{2} \frac{d}{dt} \gamma_n^2(t) + \Phi_n^2(t) = \rho \int_{\Omega} \bar{f} \bar{v}^n dx + \frac{1}{\sigma} \int_{\Omega} \bar{j} \cdot \text{rot} \bar{H}^n dx. \quad (19)$$

At first omit the second term on left hand side of (19) and use the Hölder and Cauchy inequalities to the right hand side. Then, we have from (19)

$$\frac{d}{dt} \gamma_n^2(t) \leq \gamma_n^2(t) + \rho \|f\|_{2,\Omega}^2 + \frac{1}{\sigma} \|\bar{j}\|_{2,\Omega}^2. \quad (20)$$

By Gronwall's lemma [6], we get from (20) the estimate (17) for approximation solution. Next, using the estimate (17), we integrate the (19) by τ from 0 to t for to obtain (18). The proof of the Lemma 1 is completed.

It follows from (18) and orthonormality of the systems $\{\varphi_\kappa\}$ and $\{\psi_\kappa\}$ in $L_2(\Omega)$, that the following estimate for the solution of the Cauchy problem (14)-(16)

$$\sum_{k=0}^n (c_{kn}^2(t) + c_{kn}^2(t)) \leq C,$$

which guarantees the unique solvability of the Cauchy problem (19)-(20) in $[0, T]$.

Lemma 2. If $\bar{f}, \bar{f}_t \in L_2(Q_T)$, $j, j_t \in L_2(Q_T)$ and $\bar{v}_0(x) \in J_1(\Omega)$, $\bar{H}_0(x) \in J_{1,n}(Q_T)$, then holds the second energy estimate

$$\omega_n^2(t) + \int_0^t F_n^2(\tau) d\tau \leq C_5 = const, \quad (21)$$

where C_5 is does not depends on n .

Proof. In order to get the estimate (21), we multiply (14) by $\rho c'_{kn}(t)$ and (15) by $d'_{kn}(t)$, and summing by k from 1 to n . Add the results, we get the following integral identity

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \frac{d}{dt} \omega_n^2(t) + F_n^2(\tau) &= \frac{1}{\sigma} \int_{\Omega} \bar{j}_t \text{rot} \bar{H}_t^n dx + \int_{\Omega} \rho \bar{f}_t \bar{v}_t^n dx + \\ &+ \int_{\Omega} \left((\mu H_{tt}^n \bar{H}_t^n - \rho v_{tt}^n \bar{v}_t^n) \bar{v}_{x_k}^n + \mu (H_{tt}^n \bar{v}_t^n - \rho v_{tt}^n \bar{H}_t^n) \bar{H}_{x_k}^n \right) dx. \end{aligned} \quad (22)$$

Estimate the terms on right hand side using the Hölder's, Cauchy's inequalities and the inequality (see [6])

$$\int_{\Omega} u^4 dx \leq 2 \|u\|_{2,\Omega}^2 \|u_x\|_{2,\Omega}^2, \quad \forall u \in \overset{\circ}{W} \frac{1}{2}(\Omega), \quad n = 2, \quad (23)$$

we obtain

$$\rho \|\bar{v}_t^n\|_{2,\Omega}^2 + \chi \rho \|\bar{v}_{xt}^n\|_{2,\Omega}^2 + \mu \|\bar{H}_t^n\|_{2,\Omega}^2 + \int_0^t \left(\nu \rho \|\bar{v}_{xt}^n\|_{2,\Omega}^2 + \frac{1}{\sigma} \left\| \frac{\partial^2 H_2^n}{\partial t \partial x_1} - \frac{\partial^2 H_1^n}{\partial t \partial x_2} \right\|_{2,\Omega}^2 \right) dt \leq C_3. \quad (24)$$

Next, due to the a priori estimates (18), (24) and by means of separability and reflexivity, there exists a subsequences $\{\bar{v}^{n_i}\}$ and $\{\bar{H}^{n_i}(x)\}$ and there exists a functions \bar{v}, \bar{H} , such that the subsequences $\{\bar{v}^{n_i}\}, \{\bar{v}_x^{n_i}\}, \{\bar{v}_t^{n_i}\}, \{\bar{v}_{xt}^{n_i}\}$ and $\{\bar{H}^{n_i}(x)\}, \{\bar{H}_x^{n_i}\}, \{\bar{H}_t^{n_i}\}, \{\bar{H}_{xt}^{n_i}\}$ converge weakly in

$L_2(Q_T)$ to \bar{v} , \bar{v}_x , \bar{v}_t , \bar{v}_{xt} and \bar{H} , \bar{H}_x , \bar{H}_t , \bar{H}_{xt} , respectively as $n_i \rightarrow \infty$. Moreover \bar{v} , \bar{v}_x , \bar{H} and \bar{H}_x are continuous by $t \in [0, T]$ in the sense of a strong topology in $L_2(\Omega)$.

The above properties of convergence $\{\bar{v}^{n_i}\}$, $\{\bar{H}^{n_i}(x)\}$ to the limit functions \bar{v} and \bar{H} allow us to conclude that the estimates (10), (11) hold also for \bar{v} and \bar{H} . Moreover by the virtue compactness lemmas [1], the sequences $\{\bar{v}^{n_i}\}$ and $\{\bar{H}^{n_i}(x)\}$ are strong converge to \bar{v} and \bar{H} in $L_2(Q_T)$. Using these convergences and passing to the limit in (14) and (15) as $n_i \rightarrow \infty$, we see that the limit functions \bar{v} and \bar{H} satisfy the integral identities (7) and (8), it means that they are the weak solution of the initial-boundary value problem (1)-(6). The proof of the Theorem 1 is completed.

REFERENCES

1. Oskolkov A.P. O nekotorykh model'nykh nestatsionarnykh sistemakh v teorii nen'yutonovskikhzhidkosey. –zap.naun. sem. LOMI, t. 84, 1979.
2. Oskolkov A.P. Nonlocal problems for the equations of the Kelbin-Voight fluids, -zap. naun. seminarov LOMI, t. 197, 1991.
3. Oskolkov A.P., Shadiyev R.D. Nelokal'nyye problemy teorii uravneniy zhidkostey Kel'vina-Foygta., -zap. nauch. sem. LOMI, t. 181, 1990.
4. Ladyzhenskaya O.A., Solonnikov V.A. «Resheniye nekotorykh nestatsionarnykh zadach magnitnoy gidrodinamiki dlya vyazkoy neszhimayemoy zhidkosti». Trudy MIAN SSSR 1960. t.59, st 115-172.
5. Sakhaev S.Sh. Razreshimost' odnoy nelineynoy nestatsionarnoy krayevoy zadachi magnitnoy gidrodinamiki v prostranstvakh $W_p^{2,1}(Q_T)$, $p > 1$, $C_{x,t}^{2+\alpha, \alpha/2+1+\alpha/2}(Q_T)$, - Doklady Akademii nauk, 1973
6. Ladyzhenskaya O.A. Matematicheskiye voprosy dinamiki vyazkoy neszhimayemoy zhidkosti. «Nauka», M., 1970, 288 s.

ЛИТЕРАТУРА

1. Осколков А.П. О некоторых модельных нестационарных системах в теории неньютоновских жидкозей. - Зап.наун. Сем. ЛОМИ, т. 84, -1979.
2. Oskolkov A.P. Nonlocal problems for the equations of the Kelbin-Voight fluids, -Зап. наун. семинаров ЛОМИ, т. 197, 1991.
3. Осколков А.П., Шадиев Р.Д. Нелокальные проблемы теории уравнений жидкостей Кельвина-Фойгта., - зап. науч. сем. ЛОМИ, т. 181, 1990.
4. Ладыженская О.А., Солонников В.А. Решение некоторых нестационарных задач магнитной гидродинамики для вязкой несжимаемой жидкости. Труды МИАН СССР, - 1960. т.59, ст 115-172.
5. Ш.Сахаев, Разрешимость одной нелинейной нестационарной краевой задачи магнитной гидродинамики в пространствах $W_p^{2,1}(Q_T)$, $p > 1$, $C_{x,t}^{2+\alpha, \alpha/2+1+\alpha/2}(Q_T)$, Доклады Академии наук 213 (4), 815-818.
6. Ладыженская О.А. Математические вопросы динамики вязкой несжимаемой жидкости. - М.: Наука, -1970, 288 с.

**НЬЮТОНДЫҚ ЕМЕС СҰЙЫҚТАР ҮШІН БАСТАПҚЫ-ШЕТТІК
ГИДРОДИНАМИКА ЕСЕБІНІҢ БІРМӘНДІ ШЕШІМДІЛІГІ**

Хомпыш Х.

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті

Аңдатпа. Бұл мақалада импульс теңдеуіне релаксациялық мүше қосылып жалпыланған магниттік гидродинамика (МГД) теңдеулері үшін сызықтық емес екі өлшемді бастапқы-шеттік есебі қарастырылады. Импульс теңдеуіне үшінші ретті аралас туындылы релаксациялық мүшенің қосылуы оны тек жалпылауында емес, оның физикалық мағынасында. Мұндай теңдеулер ньютондық емес сұйықтардың қозғалысын, дәлірек айтқанда Кельвин-Фойгт сұйықтарының қозғалысын сипаттайды. Мұнда қойылған жалпылама магниттік гидродинамика есебінің жалпылама әлсіз шешімнің кеңістігін анықталды. Жалпылама әлсіз шешімдер үшін бірінші және екінші энергетикалық бағалаулар алынды. Галеркин әдісі, апрорлық бағамдар әдісі және компакттылық теоремаларын қолданып бұл релаксациялық мүшесі бар жалпыланған магниттік гидродинамика есебінің әлсіз шешімінің болуы дәлелденді. Алынған априорлық бағалауларды қолданып стандартты әдістермен әлсіз шешімдердің жалғыздығыда дәлелденді.

Түйінді сөздер: магниттік-гидродинамика, ньютон емес сұйықтықтар, жалпылама шешім, энергетикалық бағалау.

**ОДНОЗНАЧНАЯ РАЗРЕШИМОСТЬ НАЧАЛЬНО-КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ
МАГНИТНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ ДЛЯ НЕНЬЮТОНОВСКОЙ ЖИДКОСТИ**

Хомпыш Х.

Казахский национальный университет имени аль-Фараби

Аннотация. В данной статье рассматривается нелинейная двумерная начально-краевая задача для обобщенных уравнений магнитной гидродинамики (МГД) с наличием релаксационного члена в уравнении импульса. Наличие релаксационного члена третьего порядка в уравнении импульса - не просто его обобщение, а в физическом смысле. Эти уравнения описывают движение неньютоновских жидкостей, а именно, движение жидкостей Кельвина-Фойгта. Здесь определено пространство (обобщенного) слабого решения поставленной обобщенной задачи магнитной гидродинамики. Получены первая и вторая энергетические оценки для слабого решения. Для обобщенной задачи магнитной гидродинамики с релаксационным членом доказано существование слабых решений, используя метод Галеркина, метод априорных оценок и теоремы компактности. Применяя априорные оценки, стандартными методами, также доказана единственность слабого решения.

Ключевые слова: магнитная гидродинамика, неньютоновские жидкости, слабое решение, энергетические оценки.

Г. А. Мун¹, Е. С. Витулёва², И. Э. Сулейменов²

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан
Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Казахстан

К ТЕОРИИ РЕШЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ЗАДАЧ

Аннотация. Показано, что одним из наиболее значимых факторов, сдерживающих ускоренное индустриально-инновационное развитие РК, является инерционность массового сознания отечественного научно-педагогического сообщества. Установлено, что в существующих конкретно-исторических условиях для обеспечения системной генерации инноваций, необходимой для становления экономики знаний, жизненно важно переориентироваться на генерацию дешевых инноваций, совокупная стоимость реализации которых не превышает 10 миллионов тенге. Попытки системно реализовать инновации, требующие более высоких затрат заведомо обречены на неудачу в силу невысокого совокупного объема внутреннего рынка РК. Однако, инерция массового сознания заставляет потенциальных инноваторов ориентироваться на реализацию масштабных проектов, что и приводит к весьма низкому уровню внедрения перспективных отечественных разработок в практику. Показано, что для реального становления экономики знаний эту тенденцию следует преломить в первую очередь.

Ключевые слова: экономика инноваций, государственно-частное партнерство, массовое сознание, научно-преподавательское сообщество, индустриально-инновационное развитие.

Необходимость становления экономики знаний в РК является весьма острой, в том числе, в силу причин геополитического характера. Высшим руководством страны неоднократно ставились задачи по обеспечению ускоренного индустриально-инновационного развития Казахстана. В частности, была принята Госпрограмма индустриально-инновационного развития РК на 2015–2019 годы, которая была утверждена Указом Президента Республики Казахстан №874 от 1 августа 2014 года.

Ключевым для становления экономики знаний, в свою очередь, является вопрос о *системной* генерации инноваций, причем в силу объективных причин, данная задача оказывается во многом связанной с процессами модернизации высшей школы [1].

Значительные трудности, которые возникают на пути ускоренного инновационного развития Казахстана, во многом связаны с тем, что отечественное научно-педагогическое сообщество слабо ориентируется в вопросах теории инноваций, что не позволяет обеспечить адекватную постановку инновационных задач. В частности, значительная часть научных работников (равно как и сотрудников университетов) ставит перед собой научно-технические задачи, характер которых определяется их собственной областью научных интересов, не учитывая при этом ни специфику инновационно-инвестиционного климата в РК, ни существенное изменение экономических условий в течение последних десятилетий. Упрощая, существует значительная часть научных коллективов, которые, с упорством, достойным лучшего применения, продолжают решать те же самые научно-технические проблемы, которые они решали во времена существования СССР [2].

Именно этот фактор приводит к весьма негативным последствиям, о которых, в частности, говорилось в [3], авторы которой констатировали низкую активность частного сектора в инновационном процессе страны и особенно отстраненность малого и среднего предпринимательства (МСП). Там же отмечалось, что многие хозяйствующие субъекты, считая отечественную инновационную среду низко конкурентной, довольствуются лишь трансфертом технологий, оборудования и т.д.

Уместно подчеркнуть, что проблема стимулирования инноваций в постсоветских странах достаточно подробно проанализирована в текущей литературе, например, в [4-6]. Однако, авторы подавляющего большинства работ ограничиваются рассмотрением сугубо экономических факторов, конкретно, вопрос о влиянии факторов психологического

характера (к которым, несомненно, относится инерция массового сознания научно-преподавательского сообщества) изучен недостаточно.

Исходя из этого, в данной работе предлагается использовать несколько другой подход к изучению вопроса о стимулировании инноваций. Конкретно, в работе показано, что в сложившихся условиях в РК существуют ограничения вполне определенного характера на *стоимость инноваций*. Иначе говоря, существуют вполне определенные рамочные ограничения, которые, в частности, показывают, что существует обширный класс потенциально привлекательных инноваций, попытки реализовать которые на практике в сложившихся в РК условиях *заведомо бесперспективны*.

Доказательство существования такого класса потенциальных разработок, представленное в данной работе, позволяет утверждать, что наряду с термином «теория решения изобретательских задач» [7] целесообразно использовать термин «теория решения инновационных задач». Ее назначением, в частности, является поиск ответов на вопросы, связанные с выбором направления деятельности потенциальными инноваторами, а также определение того класса инноваций, которые имеет смысл стимулировать в заданных конкретно-исторических условиях. Тезис о связи выбора характера стимулируемых инноваций с конкретно-историческими условиями представляется в настоящее время исключительно важным, так как значительная часть научно-образовательного сообщества таких стран как Казахстан продолжает ориентироваться на примеры успешных разработок, реализованных в странах ядра мировой экономической системы.

Такая практика также является одним из факторов, создающих препятствия для индустриально-инновационного развития РК, что и заставляет ставить вопрос о необходимости скорейшего развития теории решения инновационных задач, создание основ которой составляет цель данной работ.

В работе [6] отмечается, что одна из наиболее серьезных проблем, стоящих на пути ускоренного инновационного развития постсоветских стран, связана с существованием так называемой «долины смерти» (рисунок 1). А именно, на начальном этапе создания инновации (этапе генерации идеи) превалируют в основном государственные инвестиции в фундаментальные исследования (левая спадающая кривая на рисунке 1), в то время как в на завершающих этапах внедрения (правая растущая кривая на рисунке 1) имеет место высокий уровень частных инвестиций, направленных на реализацию заключительных стадий инновационного процесса. Значительное падение объема поступающих инвестиций на этапе демонстрации и усовершенствования нововведения и называется «долиной смерти» (центральная часть на рисунке 1), [6].

На данном этапе инновационного процесса многие потенциально привлекательные новшества «сходят с дистанции» из-за недостатка ресурсов для развития их до уровня, когда инвесторы смогут убедиться в том, что инновация действительно обладает коммерческим потенциалом и оценить риск, связанный с внедрением этих решений в производство и затем на рынок [6].

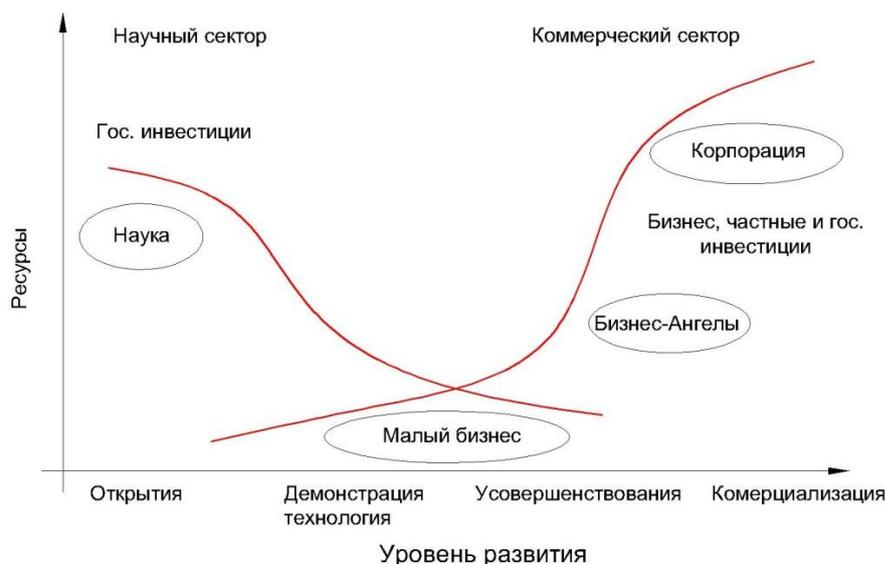


Рисунок 1 – Процесс создания и коммерциализации инновации [6]

«Долина смерти» действительно представляет собой одно из важнейших препятствий для реализации инноваций. Даже в странах ядра мировой экономической системы при профессиональном формировании тактики внедрения инноваций только порядка 10% из всех проектов венчурных инвесторов способны стать успешными [8].

Точнее, для стран ядра мировой экономической системы характерны следующие оценочные показатели [6]. Около 50% инвестиций венчурных капиталистов терпят неудачу, 30% – не терпят неудачу, однако и не дают большой рост, 10% – дают рост на уровне, не превышающем 20% в год, и только 10% – дают практически экспоненциальный рост на уровне от 100 до 1000% в год. Венчурные капиталисты считают инвестиции в проект успешными, только если коэффициент возврата инвестиций (ROI) превышает значение 10. Причиной этому является желание инвесторов гарантировать возврат инвестиций в другие неуспешные проекты (которыми являются 9 из 10 проектов). Очевидно, что если говорить о системном внедрении инноваций применительно к РК в целом, то имеет смысл ориентироваться на аналогичные показатели.

Можно предложить следующую простую оценку. Средняя заработная плата по Казахстану (здесь и далее использованы данные официальной государственной статистики Комитета по статистике МНЭ РК, <http://stat.gov.kz>) составляет 174 642 тенге в месяц. Численность населения, получающего заработную плату, составляет 9,2 млн человек. Следовательно, объем денежных средств, которые казахстанцы совокупно могут потратить на приобретение товаров и услуг (включая приобретение жизненно необходимых продуктов) составляет $1,6 \cdot 10^{12}$ тенге в месяц.

Оттолкнемся от объема средств, вкладываемых в создание инновационного продукта, в 300 миллионов тенге. Примерно такой объем финансирования (по максимуму) выделяется на создание инновационного продукта в соответствии с условиями типовых конкурсов Фонда науки МОН РК.

Примем, что данные средства расходуются на создание демонстрационного образца: государственные средства, выделяемые по условиям данного конкурса де-факто и предназначены для того, чтобы пройти «долину смерти», т.е. обеспечить создание первичных продуктов (демонстрационных образцов), которые далее могли бы тиражироваться уже с привлечением частных инвестиций.

По имеющимся заниженным оценкам [1], тиражирование типовых инноваций (т.е. инноваций, которые представляют собой усовершенствование уже имеющихся продуктов без существенного изменения принципа их работы или использования) требует привлечения дополнительного объема средств, как минимум в четырёхкратном объеме по

сравнению с созданием действующего образца. Эти расходы связаны с модернизацией производственных линий, административным и юридическим сопровождением, получением соответствующих сертификатов и т.д. Подчеркиваем, что данная оценка является весьма заниженной, так как во многих случаях расходы на организацию серийного производства оказываются во много раз больше расходов на изготовление демонстрационного образца, поскольку это не требует модернизации производственных линий.

Далее, существует такой показатель как доля наукоемкой [1] составляющей в оптовой цене изделий, направляемых на реализацию. Для типовых инноваций указанного выше характера весьма хорошим показателем считается [1], когда указанная доля составляет 10%. Остальные расходы связаны непосредственно с производством изделий (закуп материалов и комплектующих изделий, оплата труда работников и т.д.). Кроме того, существуют весьма значительные расходы, связанные с розничной реализацией изделий, его рекламой и т.д. Маржа торговых организаций по г. Алматы, осуществляющих реализацию импортной продукции, оценивается через коэффициент равный 2 (сюда входят, в том числе, и расходы, связанные с теневым фактическим налогообложением). Иначе говоря, розничная цена инновационного продукта должна примерно в 2 раза превышать оптовую, так как отечественные торговые организации не откажутся от сложившейся практики, а организация самостоятельных продаж является еще более затратной.

Следовательно, коэффициент, который связывает розничную цену изделия и долю прибыли, приходящейся на наукоемкую составляющую, де-факто оценочно равен 20 (точнее, это заниженное значение, отвечающее весьма удачно внедренной инновации типового характера). Учитывая также коэффициент риска, равный 10, и коэффициент затрат при переходе к серийному производству, получаем, что для типовых успешных инноваций объем продаж за трехлетний период в финансовом выражении должен как минимум в 1000 раз превосходить объем затрат, связанных прохождением через «долину смерти». Трехлетний период окупаемости также взят в качестве типового показателя. В противном случае частный бизнес, скорее всего, откажется принимать участие в финансировании инновационной деятельности.

Таким образом, если стоимость демонстрационного образца, точнее стоимость прохождения через «долину смерти» составляет 1 миллион долларов США, то расчетный объем продаж должен составлять не менее 1 *миллиарда* (!) долларов США или приблизительно $3,8 \cdot 10^{11}$ тенге.

Очевидно, что если говорить о продажах, ориентированных на конечного потребителя (на товары массового спроса), то инновационное развитие, ориентирующееся на типовые инновации (усовершенствования существующих технологий, их модернизацию и т.п.) для такой страны как Казахстан заведомо является более чем проблематичным. Действительно, совокупный доход населения РК за три года составляет примерно $36 \times 1,6 \cdot 10^{12} = 5,8 \cdot 10^{13}$ тенге, то есть на отечественном рынке есть место только для порядка **153** (!) инноваций указанного выше типа, и то при условии, что население Казахстана перестанет потреблять какие-либо иные товары или услуги (в частности, перестанет потреблять продукты питания).

Следовательно, научно-техническому сообществу Казахстана необходимо *отказаться от любых попыток* реализовать *дорогостоящие* инновации (например, инновации в энергетическом секторе). Такие попытки в силу причин только лишь экономического и *демографического* характера *заведомо обречены на неудачу*. Объем внутреннего рынка РК слишком мал, чтобы Казахстан мог позволить себе *системно* поддерживать и стимулировать дорогостоящие инновации, точнее те инновации, для которых переход через «долину смерти» имеет высокую стоимость. *Отдельные* исключения, конечно, могут быть, но они не в состоянии оказать *системного* воздействия на становление экономики знаний, экономики, которая ориентируется преимущественно

на создание продуктов с высокой добавленной стоимостью.

Сделаем теперь оценку приемлемой стоимости инновации, точнее оценку приемлемых затрат на прохождение «долины смерти». Оттолкнемся от показателя объема продаж в 3 миллиарда 640 миллионов тенге за три года.

Данный показатель взят из следующих соображений. Доход за налоговый период (полгода) субъектов малого бизнеса, для которого применим специальный налоговый режим (на основе упрощенной декларации) не должен превышать 24 038-кратного размера месячного расчетного показателя (МРП), установленного законом о республиканском бюджете и действующего на 1 января соответствующего финансового года. МРП на начало 2019 г. составляет 2 525 тенге. Для оценки можно принять, что доходность составляет 10% от объема продаж, что и приводит к указанному выше показателю.

Иначе говоря, рассматривается весьма успешная компания малого бизнеса, которая реализует продукт с уровнем доходности, который считается достаточно высоким, по крайней мере, именно для малого бизнеса. Уместно подчеркнуть еще раз, что в соответствии с базовыми положениями теории инноваций [1], системная генерация инноваций возможна только при условии вовлечения в нее большого числа предприятий именно малого бизнеса. В противном случае количество внедряемых инновационных продуктов оказывается слишком малым для того, чтобы сделать целесообразным существование государственных институций, обеспечивающих поддержание и стимулирование инновационной деятельности (от университетов до венчурных фондов). Именно поэтому здесь рассматривается предельно допустимая (по законодательным ограничениям) доходность субъекта малого бизнеса, начинающего свою деятельность (что подразумевает использование упрощенной схемы налоговой отчетности).

Если считать, что такая компания реализует продукт, представляющий собой типовую инновацию, то остается в силе сделанный выше вывод, и коэффициент, связывающий затраты на прохождение «долины смерти» и ожидаемую прибыль за трехлетний период, также будет равен примерно 1000. Следовательно, стоимость типовой инновации (точнее, затраты на прохождение «долины смерти») для такой компании должна составлять примерно 3,6 миллиона тенге, причем с учетом административных и прочих косвенных расходов.

Из этой простой оценки вытекает весьма важный вывод. В сложившихся условиях в РК о *системной* генерации типовых инноваций можно будет говорить тогда и только тогда, когда научно-техническое сообщество, наконец, избавится от унаследованной от советских времен *гигантомании* и переориентируется исключительно только на *дешевые* инновации.

Подчеркнем, что в соответствии с результатами [9], полученный показатель в 3,6 миллиона тенге отвечает весьма скромным усилиям, реально затрачиваемым на создание инноваций. Фактически, он отвечает тому, что коллектив не более трех человек работает с *полной занятостью* в течение года.

Уместно также подчеркнуть, что именно рассматриваемый в данной работе фактор (объем затрат, связанных с прохождением «долины смерти») определяет относительную успешность IT-компаний, оперирующих на казахстанском внутреннем рынке (подавляющее большинство успешных стартаповских компаний в РК относится именно к этой области деятельности). В данной сфере объем вложений относительно мал (иногда достаточно только усилий коллектива разработчиков программного обеспечения), т.е. именно они и удовлетворяют сформулированному выше критерию. Для инноваций в подавляющем большинстве других отраслей данный критерий не выполняется, что и определяет весьма скромные успехи РК в области создания инновационных продуктов. Здесь, подчеркнем еще раз, в первую очередь, сказывается инерционность массового сознания отечественного научно-педагогического сообщества, которое полагает, что создание дешевых инноваций недостаточно серьезное дело, чтобы им заниматься на даже

на уровне отдельного университета.

Следовательно, для создания приемлемого инвестиционного климата на данном этапе необходимо обеспечить, прежде всего, системную генерацию именно *дешевых* инноваций.

Это, в частности, возвращает к тезису об экономике знаний. Конкретно, за системную генерацию *дешевых* инноваций должны отвечать именно казахстанские университеты, поскольку именно они могут задействовать такой ресурс как выполнение диссертационных работ магистрантов и т.д.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Сулейменов И.Э., Габриелян О.А., Мун Г.А. и др. Некоторые вопросы современной теории инноваций. Алматы – Симферополь, 2016, 217 с.

2 Мун Г. А., Жанбаев Р. А. Фантомные боли мировой науки // Вестник АУЭС, 2018, спец. выпуск (мат. конф. «Роль молодежи в становлении экономики знаний»), С. 24

3 Алиев У. Ж., Шимшиков Ж. Е. Конкурентные факторы индустриально-инновационного развития национальной экономики Казахстана // Теоретическая экономика. – 2015. – №. 1 (25), С.73-75.

4 Каранатова Л. Г., Кулев А. Ю. Современные подходы к формированию инновационных экосистем в условиях становления экономики знаний // Управленческое консультирование. – 2015. – №. 12 (84).

5 Рудской А. И., Туккель И. Л. Инноватика: вопросы теории и кадрового обеспечения инновационной деятельности // Инновации. – 2015. – №. 11 (205).

6 Ахмадеев Б. А., Моисеев Н. А. Инновационная экосистема как ключевой фактор для экономического роста региона // Вестник Российского экономического университета им. ГВ Плеханова. – 2016. – №. 4 (88), С.145.

7 Альтшуллер Г. С. Теория решения изобретательских задач. – Новосибирск: Наука, 1986.

8 Carson R. Improve Venture Capital Returns with IP Portfolio Management. Ezine Articles. Available at: <http://ezinearticles.com/?Improve-Venture-Capital>Returns-With-IP-Portfolio-Management&id=1420039> (accessed 25.05.2014).

9 Фалалеев А. П., Шалтыкова Д. Б., Байпакбаева С. Т., Колдаева С. Н. Некоторые социоэкономические аспекты инновационной деятельности на современном этапе // Вестник АУЭС, 2018, спец. выпуск (мат. конф. «Роль молодежи в становлении экономики знаний»), С. 48-55.

REFERENCES

1 Suleymenov I.E., Gabrielyan O.A., Mun G.A. i dr. Nekotoryie voprosyi sovremennoy teorii innovatsiy. Almatyi – Simferopol, 2016, 217 s.

2 Mun G. A., Zhanbaev R. A. Fantomnyie boli mirovoy nauki // Vestnik AUES, 2018, spets. vyipusk (mat. konf. «Rol molodezhi v stanovlenii ekonomiki znaniy

3 Aliev U. Zh., Shimshikov Zh. E. Konkurentnyie faktoryi industrialno-innovatsionnogo razvitiya natsionalnoy ekonomiki Kazahstana // Teoreticheskaya ekonomika. – 2015. – #. 1 (25), S.73-75.

4 Karanatova L. G., Kulev A. Yu. Sovremennyye podhodyi k formirovaniyu innovatsionnyih ekosistem v usloviyah stanovleniya ekonomiki znaniy // Upravlencheskoe konsultirovanie. – 2015. – #. 12 (84).

5 Rudskoy A. I., Tukkel I. L. Innovatika: voprosyi teorii i kadrovogo obespecheniya innovatsionnoy deyatelnosti // Innovatsii. – 2015. – #. 11 (205).

6 Ahmadeev B. A., Moiseev N. A. Innovatsionnaya ekosistema kak klyuchevoy faktor dlya ekonomicheskogo rosta regiona //Vestnik Rossiyskogo ekonomicheskogo universiteta im. GV Plehanova. – 2016. – #. 4 (88), S.145.

7 Altshuller G. S. Teoriya resheniya izobretatelskikh zadach. – Novosibirsk: Nauka, 1986.

8 Carson R. Improve Venture Capital Returns with IP Portfolio Management. Ezine Articles. Available at: <http://ezinearticles.com/?Improve-Venture-Capital>Returns-With-IP-Portfolio-Management&id=1420039> (accessed 25.05.2014).

10 Falaleev A. P., Shaltyikova D. B., Baypakbaeva S. T., Koldaeva S. N. Nekotoryie sotsioekonomicheskie aspekty innovatsionnoy deyatel'nosti na sovremennom etape // Vestnik AUES, 2018, spets. vyipusk (mat. konf. «Rol molodezhi v stanovlenii ekonomiki znaniy S 48-55.

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕОРИЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ

Г.А. Мун¹, Е.С. Витулова², И.Э. Сулейменов²

¹Өл – Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ, Алматы, Қазақстан

²University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan

Аңдатпа. Қазақстан Республикасының үдемелі индустриялық-инновациялық дамуына кедергі келтіретін маңызды факторлардың бірі отандық ғылыми-педагогикалық қоғамдастықтың жаппай сана-сезімінің инерциясы болып табылатындығы көрсетілген. Қолданыстағы нақты тарихи жағдайда білім экономикасын дамыту үшін қажетті инновацияларды жүйелі түрде қалыптастыруды қамтамасыз ету үшін, жалпы құны 10 млн теңгеден аспайтын арзан инновацияларды қалыптастыру үшін өте маңызды болып табылады. Қазақстандық ішкі нарықтың жалпы көлемінің төмен болуына байланысты жоғары шығынды талап ететін инновацияларды жүйелі түрде енгізу әрекеттері, әрине, сәтсіздікке ұшырайды. Дегенмен, жаппай сананың инерциясы әлеуетті жаңашылдарды ауқымды жобаларды жүзеге асыруға жұмылдырады, бұл тәжірибеде перспективалық отандық әзірлемелерді енгізудің өте төмен деңгейіне алып келеді. Білім экономикасының шынайы дамуы үшін бұл үрдіс бірінші кезекте сындыруға алынуы тиіс екендігі көрсетілген.

Кілттік сөздер: инновациялық экономика, мемлекеттік-жекеменшік әріптестік, жаппай сана, ғылыми-педагогикалық қоғамдастық, индустриялық-инновациялық даму.

TO THE THEORY OF SOLVING INNOVATIVE PROBLEMS

G.A. Mun¹, E. S. Vituyova², I.E. Suleimenov²

¹Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

²Алматинский университет энергетики и связи, г.Алматы, Казахстан

Abstract. It is shown that one of the most significant factors constraining the accelerated industrial and innovative development of the Republic of Kazakhstan is the inertia of the mass consciousness of the domestic scientific and pedagogical community. It has been established that in the existing specific historical conditions to ensure the systemic generation of innovations necessary for the development of the knowledge economy, it is vital to reorient to the generation of cheap innovations, the total cost of which does not exceed 10 million tenge. Attempts to systematically implement innovations that require higher costs are knowingly doomed to failure due to the low total volume of the domestic market of the Republic of Kazakhstan. However, the inertia of the mass consciousness forces potential innovators to focus on the implementation of large-scale projects, which leads to a very low level of implementation of promising domestic developments in practice. It is shown that for the real development of the knowledge economy this trend should be refracted in the first place.

Key words: innovation economy, public-private partnership, mass consciousness, scientific and pedagogical community, industrial-innovative development.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

МРНТИ 50.41.25

С.М.Сарсимбаева¹, Э.М.Ауезова¹

¹Актюбинский региональный государственный университет имени К.Жубанова, г.Актобе, Казахстан

РАЗРАБОТКА ГИБРИДНЫХ OLAP СИСТЕМ МНОГОМЕРНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ НА ОСНОВЕ MICROSOFT ANALYSIS SERVICES

Аннотация: В статье рассмотрены проблемы разработки гибридных систем для многомерного анализа данных на основе технологии OLAP. Выявлена и обоснована необходимость использования программного обеспечения Microsoft Analysis Services, инструмента семейства Business Intelligence, входящий в состав Microsoft SQL Server, позволяющий разрабатывать гибридные системы для проведения многомерного анализа данных. Рассмотрены системы хранения данных, архитектура OLAP и определены типы бизнес-структур, которые существенно выигрывают от применения возможностей OLAP. На основе проведенного исследования авторами разработано программное обеспечение с использованием MS Analysis Services - система многомерного анализа на основе OLAP технологии с целью унификации процесса управления торговой сетью, оптимизации процесса работы работников розничной сети. Разработанное приложение позволяет оптимизировать работу менеджеров, бизнес-аналитиков компании сети магазинов бытовой и электронной техники по закупке товаров на основе многомерного анализа проданных товаров в определенный период.

Ключевые слова: Holap, гибридная OLAP система, OLAP технология, многомерный анализ данных, Microsoft Analysis Services.

Введение

На сегодняшний день разработано множество продуктов, реализующих технологию оперативной аналитической обработки данных OLAP (OnLine Analytical Processing). В свою очередь, существуют разнообразные модели OLAP, число которых с каждым годом увеличивается. Модели OLAP обретают свойства, изменяющие их особенности, достоинства и недостатки. По архитектуре OLAP-системы делятся на реляционный OLAP - ROLAP, многомерный OLAP – MOLAP и гибридный OLAP – HOLAP. Эти системы едины как OLAP-системы на основе извлечения данных из многомерных построений, но с другой стороны, различны по функциональным особенностям [1]. В зависимости от особенностей архитектуры этих систем делается выбор при разработке OLAP-системы.

В гибридных OLAP системах сочетаются черты ROLAP и MOLAP, отсюда и название – гибридный. В моделях HOLAP используются преимущества и минимизируются недостатки обеих архитектур [3,5-8]. В HOLAP-системах структура куба и предварительно обработанные агрегаты хранятся в многомерной базе данных. Это позволяет обеспечить быстрое извлечение агрегатов из структур MOLAP. Значения нижнего уровня иерархии в HOLAP остаются в реляционной витрине данных, которая служит источником данных для куба. HOLAP не требует копирования листовых данных из витрины, хотя это и ведет к увеличению времени доступа при обращении к листовым данным. Данные в витрине доступны аналитику сразу после обновления. Таким образом, HOLAP-системы не вносят запаздывания в работу с данными нижнего уровня иерархии. По сути, HOLAP жертвует скоростью доступа к листовым данным ради устранения запаздывания при работе с ними и ускорения загрузки данных. В связи с этим HOLAP проигрывает по скорости MOLAP. К достоинствам подхода можно отнести комбинирование технологии ROLAP для разреженных данных и MOLAP для плотных областей, а к недостаткам – необходимость поддерживания MOLAP и ROLAP.

Одним из представителей гибридных OLAP систем являются Microsoft Analysis Services на основе которого построена рассматриваемая работа.

Существует множество средств для проведения многомерного анализа данных, но большинство из них не способны предоставить разработчикам инструменты для решения подавляющего большинства стоящих перед ним задач. При разработке приложения для многомерного анализа данных, необходимо было из всех современных технологий, выбрать наиболее подходящие для выполнения поставленных задач. Мы остановились на гибридной схеме архитектуры приложения – HOLAP, которая позволяет использовать реляционные таблицы для хранения базовых данных и многомерные таблицы для агрегатов.

При использовании такой архитектуры речь не идет о противопоставлении или взаимной конкуренции реляционного и многомерного подходов. Правильнее сказать, что эти два подхода взаимно дополняют друг друга. Как отметил Э. Кодд [1], реляционный подход никогда не предназначался для решения на его основе задач, требующих синтеза, анализа и консолидации данных. И изначально предполагалось, что такого рода функции должны реализовываться с помощью внешних по отношению к реляционным СУБД, инструментальных средств. Именно на решение таких задач и ориентированы многомерные СУБД. Область, где они наиболее эффективны, это хранение и обработка высоко агрегированных и стабильных во времени данных. И их применение оправдано только при выполнении двух требований. Уровень агрегации данных в базе данных достаточно высок, и, соответственно, объем баз данных не очень велик, не более нескольких гигабайт. В качестве граней гиперкуба выбраны достаточно стабильные во времени Измерения, с точки зрения неизменности их взаимосвязей, и, соответственно, число несуществующих значений в ячейках гиперкуба относительно невелико. Поэтому сегодня использование гибридной архитектуры для организации многомерного анализа данных на основе OLAP технологии все чаще используется как аналитические средства переднего плана.

Разработка гибридных систем

Одной из ведущих видов программного обеспечения по использованию Business Intelligence является Microsoft Analysis Services, входящий в состав Microsoft SQL Server [3,4,6,7]. Службы Microsoft SQL Server Analysis Services (SSAS) позволяют анализировать большие объемы данных. С их помощью можно проектировать, создавать и управлять многомерными структурами, которые содержат подробные статистические данные из нескольких источников данных. Для управления кубами OLAP и работы с ними используется среда SQL Server Management Studio. Для создания новых кубов OLAP используется среда Business Intelligence Development Studio. Экземпляр служб SSAS может содержать несколько баз данных, а в базе данных могут одновременно присутствовать объекты OLAP и объекты интеллектуального анализа данных

На основе данной технологии разработано приложение для анализа данных магазина бытовой техники. Для разработки были использованы инструментальные средства Microsoft SQL Server 2012, Visual Studio 2012.

Основной задачей компонентов интеллектуальной обработки данных в SQL Server 2012 является поддержка разработки и использования систем интеллектуальной обработки данных на предприятиях любого размера и всеми сотрудниками - не только менеджерами и аналитиками, но и руководителями оперативных подразделений и партнерами. Для выполнения этой задачи в SQL Server 2012 создана полноценная, интегрированная, легкая в использовании система, которая публикует данные в виде веб-служб, обеспечивает высокую производительность на обычном аппаратном обеспечении и содержит множество возможностей, которые можно использовать для разработки инновационных аналитических приложений. В SQL Server 2012 входит компонент SQL

Server Business Intelligence Dev Studio. Business Intelligence Dev Studio - это интегрированная среда разработки, созданная для разработчиков систем интеллектуальной обработки данных. Основанная на Visual Studio, Business Intelligence Dev Studio представляет собой мощную, интегрированную, профессиональную платформу разработки для разработчиков систем интеллектуальной обработки данных. Отладка, контроль исходного кода, разработка скриптов и кода доступны во всех компонентах приложения интеллектуальной обработки данных.

Перечисленный набор служб в SQL Server, связанные с бизнес-анализом и хранением данных называется Microsoft Analysis Services. Эти службы включают в себя службы интеграции - Integration Services и службы анализа - Analysis Services. Analysis Services, в свою очередь, включают в себя набор средств для работы с OLAP и интеллектуальным анализом данных. Главным компонентом Analysis Services является Business Intelligence Development Studio - инструмент управления, который предоставляет единую платформу разработки для Integration Services, извлечения данных Reporting Services и Analysis Services. Созданный в Visual Studio, Business Intelligence Development Studio поддерживает интегрированную платформу разработки для системных разработчиков в области бизнес-аналитики. Средства отладки, управление источниками данных и разработка кода доступны во всех компонентах приложения бизнес-аналитики. Использование Business Intelligence Development Studio позволяет создавать и управлять многомерными кубами.

К примеру, в магазинах бытовой техники ведется постоянная работа по формированию информационной картины, используется база данных по приходу и реализации каждого отдельно взятого товара. Существует множество видов анализируемой информации, важнейшими из которых являются: данные об итогах и масштабах продаж конкретного товара определенного производителя.

Учитывая набор перечисленных выше требований, было принято решение о разработке системы на принципах технологий семейства Business Intelligence - средств анализа и обработки данных масштаба определенной торговой сети, которая позволит эффективно решать широкий круг задач обработки информации и управления. Указанные возможности реализуются за счет использования методов и средств построения хранилищ данных, OLAP-технологий[5].

Разработка приложения по многомерному анализу данных по продажам бытовой и электронной техники позволило облегчить работу менеджеров, аналитиков компании по закупке товаров на основе анализа проданных товаров в определенный период. (Рисунок 1).

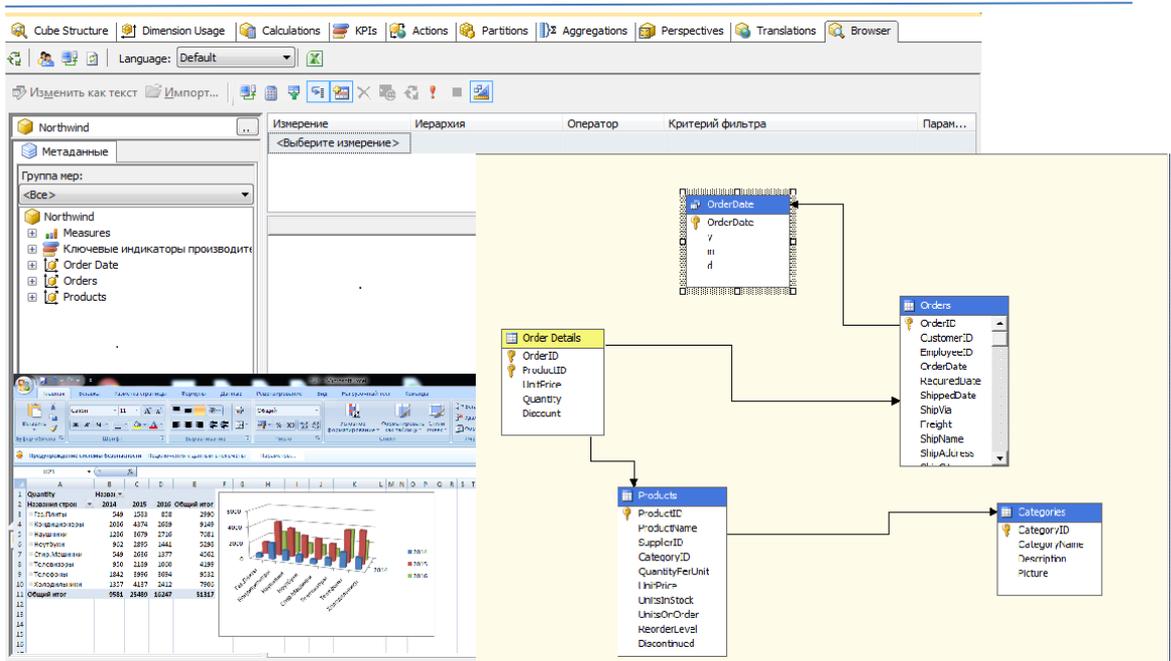


Рисунок 1. Многомерный куб и его виды через браузеры Visual Studio 2012 и MS Excel

Разработанная авторами гибридная OLAP система для многомерного анализа позволяет унифицировать процесс управления торговой сетью, оптимизировать процесс работы менеджеров, бизнес-аналитиков розничной сети. Решена задача внедрения системы Business intelligence в розничные сети бытовой и электронной техники для многомерного анализа данных по продажам.

На основе разработанного приложения был проведен анализ продаж сети магазинов бытовой и электронной техники по городу Актобе. Исходя из данных многомерного куба можем наблюдать, что наибольшей популярностью среди покупателей в 2016 году в категории кондиционеров лидерами продаж являются бренды Midea и Elenberg. (Рисунок 2.)

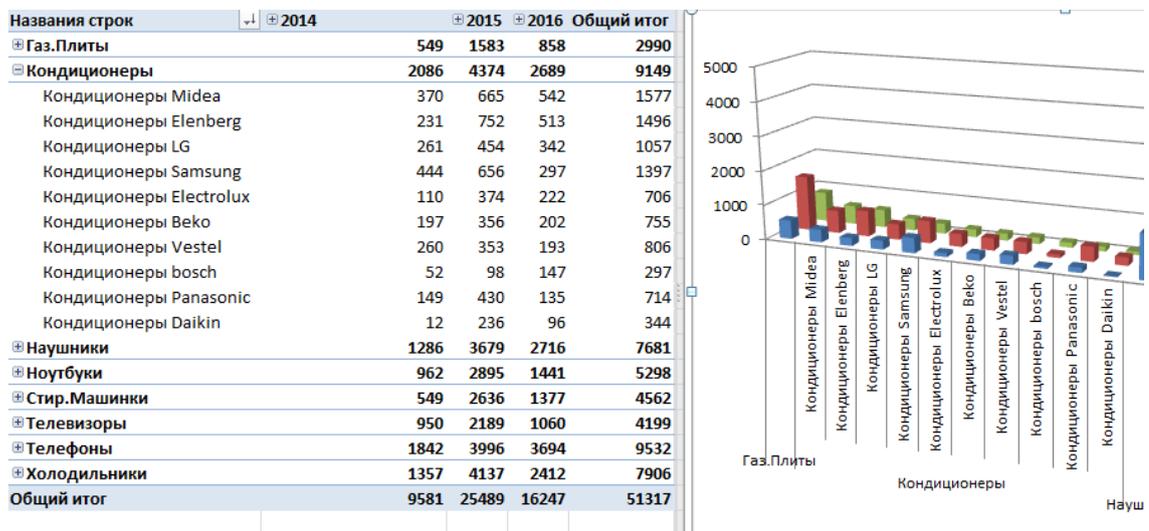


Рисунок 2. Анализ продаж кондиционеров по годам

При детальном анализе можно увидеть, что в последний месяц кондиционеры Elenberg опережают по продажам кондиционеры Midea. Исходя из этих данных при заказе товаров нужно сделать акцент на заказ кондиционеров Elenberg. (Рисунок 3). Такой анализ был проведен по товарам ноутбуки, газовые плиты, наушники и другим.

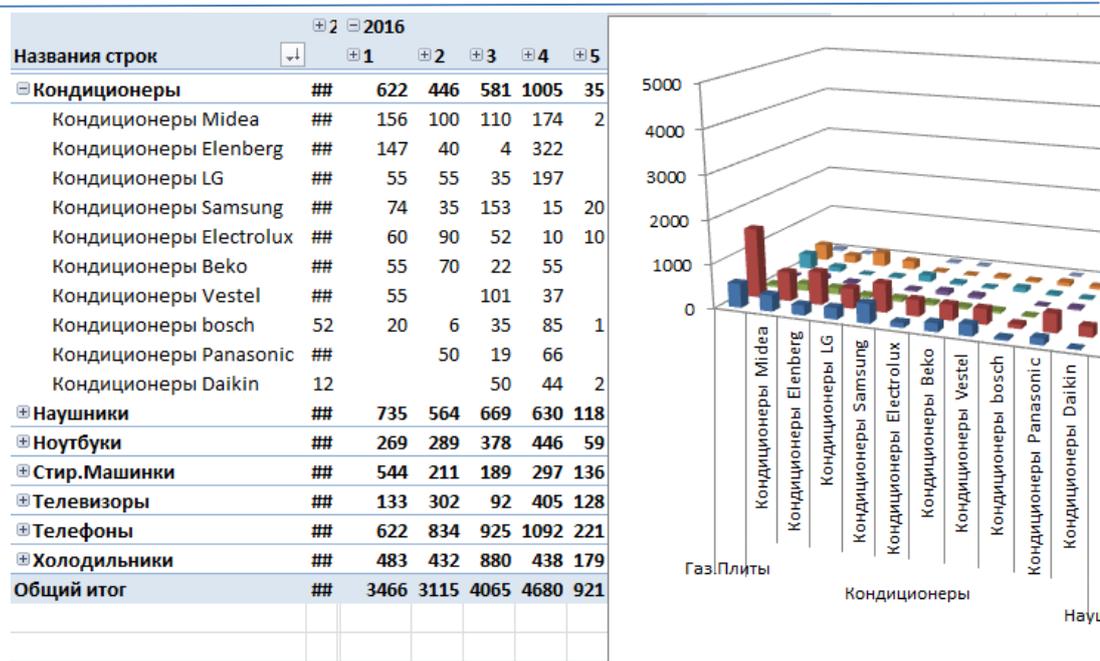


Рисунок 3. Анализ продаж кондиционеров по месяцам 2016 года

Выводы

Актуальность OLAP-технологий обусловлена их практической значимостью для анализа больших объемов данных. В связи с этим имеется проблема выбора оптимальных схем хранения и обработки OLAP данных. В работе исследованы вопросы использования Microsoft Analysis Services для разработки гибридных OLAP систем многомерного анализа данных и применения этой технологии для многомерного OLAP анализа продаж. Разработана и изучены возможности гибридной архитектуры системы, которая позволяет использовать реляционные таблицы для хранения данных и многомерные таблицы для агрегатов с целью проведения многомерного анализа с использованием OLAP технологии. Рассмотрены внутренние интерфейсы Microsoft Analysis Services, а также основные положения технологии бизнес интеллекта в Visual Studio. Разработанная гибридная система управления базами данных для многомерного анализа данных в сфере продаж розничной сети бытовой и электронной техники, увеличивает эффективность работы менеджеров, аналитиков компании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- [1] Codd E. F., Codd S. B., Salley C. T. Providing OLAP to User-Analysts: An IT Mandate. – Jena: Arbor Software Corp. Papers, 1996.– 24 p.
- [2] Paulraj Ponniah. Data Warehousing Fundamentals for IT Professionals. – New York / Chichester / Weinheim / Brisbane / Singapore / Toronto: John Wiley & Sons, Inc., 2011. – 518 p.
- [3] Vincent Rainardi. Building a Data Warehouse: With Examples in SQL Server 2nd. – CA: Apress Berkeley, 2014. – 540 p.
- [4] Д. Сарка, М. Лах, Г. Йеркич Microsoft® SQL Server® 2012. Реализация хранилищ данных: учебный курс Microsoft: пер. с англ. – М.: Издательство «Русская редакция», 2014. – 792 p.
- [5] Robert Wrembel, Christian Koncilia. Data warehouses and OLAP: concepts, architectures, and solutions // IRM Press. – 2007. – P. 1-26.
- [6] Celko Joe. Analytics and OLAP in SQL. Morgan Kaufmann, 2006. – 208 p.

- [7] Ларсон Б. Разработка бизнес-аналитики в Microsoft SQL Server 2005. – СПб.: Питер, 2008. – 684 с.
- [8] T.S. Jung, M.S. Ahn, W.S. Cho. An Efficient OLAP Query Processing Technique Using Measure Attribute Indexes // WISE. – 2004. – P. 218-228.
- [9] Rob Mattison. Web Warehousing and Knowledge Management. Mcgraw-Hill, 1999. – 576 p.

REFERENCES:

- [1] Codd E. F., Codd S. B., Salley C. T. Providing OLAP to User-Analysts: An IT Mandate. – Jena: Arbor Software Corp. Papers, 1996.– 24 p.
- [2] Paulraj Ponniah. Data Warehousing Fundamentals for IT Professionals. – New York / Chichester / Weinheim / Brisbane / Singapore / Toronto: John Wiley & Sons, Inc., 2011. – 518 p.
- [3] Vincent Rainardi. Building a Data Warehouse: With Examples in SQL Server 2nd. – CA: Apress Berkeley, 2014. – 540 p.
- [4] D. Sarka, M. Lah, G. Yerkich Microsoft® SQL Server® 2012. Realizatsiya hranilisch danyih: uchebnyiy kurs Microsoft: per. s angl. – M.: Izdatelstvo «Russkaya redaktsiya», 2014. – 792 p. (in Russ)
- [5] Robert Wrembel, Christian Koncilia. Data warehouses and OLAP: concepts, architectures, and solutions // IRM Press. – 2007. – P. 1-26.
- [6] Celko Joe. Analytics and OLAP in SQL. Morgan Kaufmann, 2006. – 208 p.
- [7] Larson B. Razrabotka biznes analitiki v Microsoft SQL Server 2005. – SPb: Piter, 2008. – 684 s. (in Russ)
- [8] T.S. Jung, M.S. Ahn, W.S. Cho. An Efficient OLAP Query Processing Technique Using Measure Attribute Indexes // WISE. – 2004. – P. 218-228.
- [9] Rob Mattison. Web Warehousing and Knowledge Management. Mcgraw-Hill, 1999. – 576 p.

MICROSOFT ANALYSIS SERVICES ЖҮЙЕСІНЕ НЕГІЗДЕЛГЕН МӘЛІМЕТТЕРДІ КӨПӨЛШЕМДІ ТАЛДАУДЫҢ ГИБРИДТІ OLAP ЖҮЙЕЛЕРІН ҚҰРУ

С.М.Сарсимбаева¹, Э.М.Әуезова¹

¹Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті, Ақтөбе қ., Қазақстан

Аңдатпа. Мақалада OLAP технологиясына негізделген мәліметтерді көпөлшемді талдаудың гибридті жүйелерін құру мәселелері қарастырылады. Business Intelligence құралының бірі, Microsoft SQL Server құрамына кіретін - Microsoft Analysis Services бағдарламалық жасақтамасын пайдалану қажеттілігі, мәліметтерді көпөлшемді талдауды жүргізу үшін гибридті жүйелерді құруға мүмкіндік беретіні анықталды. OLAP мүмкіндіктерін қолданудан пайда келтіретін мәліметтерді сақтау жүйесі, OLAP архитектурасы және бизнес-құрылымдардың түрлері қарастырылды. Зерттеу негізінде авторлармен Microsoft Analysis Services пайдалана отырып сату желісінің басқару процесін бірегейлендіруге және бөлшек сауда қызметкерлерінің жұмысын оңтайландыру мақсатында OLAP технологиясына негізделген көпөлшемді талдау жүргізетін гибридті жүйесінің бағдарламалық жасақтамасы құрылды. Өзірленген бағдарлама үй шаруашылықтары мен электронды жабдықтар дүкендерінде сатылатын тауарларды белгілі бір кезеңде көпөлшемді талдау нәтижесінің арқасында желі менеджерлерінің, бизнес талдаушыларының жұмысын оңтайландыруға мүмкіндік береді.

Кілттік сөздер: Holap, гибридті OLAP жүйесі, OLAP технологиясы, мәліметтерді көпөлшемді талдау, Microsoft Analysis Services.

DEVELOPMENT OF HYBRID OLAP SYSTEMS OF MULTIDIMENSIONAL ANALYSIS OF DATA BASED ON MICROSOFT ANALYSIS SERVICES

S.M. Sarsimbaeva¹, E.M. Auyezova¹

¹Aktobe Regional State University named after K.Zhubanov, Aktobe, Kazakhstan

Abstract: The article discusses the problems of development hybrid systems for multidimensional analysis of data based on OLAP technology. The necessity of using Microsoft Analysis Services software, a tool of the Business Intelligence classes that is included in Microsoft SQL Server, which allows development hybrid systems for multidimensional analysis of data, is identified and justified. The data storage systems, the OLAP architecture and the types of business structures that benefit greatly from the application of OLAP capabilities are considered. Based on the research, the authors developed software using Microsoft Analysis Services - the multidimensional analysis system based on OLAP technology in order to unify the retail chain management process and optimize the retail network employee work process. The application allows you to optimize the work of managers, business analysts of the company network of stores of household and electronic equipment based on a multidimensional analysis of data in a certain period.

Keywords: Holap, hybrid OLAP system, OLAP technology, multidimensional analysis of data, Microsoft Analysis Services.

А.А. Благов¹

¹Учреждение Образования «Алматы Менеджмент Университет», г. Алматы, Казахстан

ПРИМЕНЕНИЕ АУТСОРСИНГА В КОММЕРЧЕСКОМ БАНКЕ: ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ И АНАЛИЗ РИСКОВ

Аннотация. В статье рассмотрены некоторые аспекты применения аутсорсинга в коммерческом банке. Исследуются этапы принятия решения о применении ИТ-аутсорсинга. Автором отмечается, что главными причинами применения аутсорсинга в банковской сфере являются заинтересованность банка в экономии затрат, повышении качества услуг, необходимости применения революционных технологий и опыта других компаний, нивелировании рисков, которыми сопровождается претворение бизнес-процессов в жизнь, освобождении ресурсов, необходимых для других направлений деятельности, уменьшении временных затрат, получении доступа к новым рыночным сегментам.

Особое внимание автор статьи уделяет тому, что использование аутсорсинга имеет свои достоинства (плюсы), но и недостатки (минусы). Поэтому, чтобы банком было принято решение об использовании аутсорсинга рассмотреть не только достоинства (плюсы), а в равной степени и недостатки или риски, которые влечет за собой использование аутсорсинга.

Ключевые слова: аутсорсинг, коммерческий банк, деятельность, риски, казахстанский рынок, информационные технологии, ИТ-аутсорсинг, бизнес-процессы, компания-аутсорсер.

Аутсорсинг в области информационных технологий в коммерческом банке в условиях рыночной экономики включает в себя комплексную научную систему методов, принципов хозяйствования и развития на основе инновационной политики, повышения эффективности, конкурентоспособности, гибкой адаптации к внешней среде. Система управления и планирования деятельности коммерческого банка постоянно совершенствуется и как наука на определенной ступени развития производительных сил и производственных отношений дополняется новыми целями, функциональными задачами.

Аутсорсинг позволяет снизить уровень необходимости инвестирования средств, которые нужны для того, чтобы осуществлять непрофильные и недостаточно значимые виды деятельности. А направлять высвобожденные средства в развитие основных фондов. Наряду с этим, аутсорсинг дает возможность повысить определенные финансовые результаты банка, так как становится не актуальным показывать отдачу от вложения капитала в отдельные направления деятельности финансовой организации. Таким образом, преимущества у банка есть по применению аутсорсинга в области информационных технологий и эти преимущества выражаются в снижении управленческих издержек (это может быть экономия на оплате труда сотрудников департамента бухгалтерии); в обеспечении предоставления высококачественных услуг посредством применения специального оборудования и технологий; в наличии ответственности за итоговый результат.

Современная мировая практика демонстрирует множество успешных примеров по применению аутсорсинга в финансовой сфере. При этом, казахстанский рынок недостаточно подготовлен к многим нововведениям такого рода, так как имеются объективные причины, препятствующие этому. В частности, такие, как внутренняя неготовность к переходу на данную модель деятельности, отсутствие достаточных знаний и навыков, отсутствие достаточного опыта. Так, решение сложившихся на данном этапе развития казахстанского коммерческого банковского сектора проблем позволит полнее и целесообразнее использовать аутсорсинговые технологии, которые могут стать наиболее эффективным путем снижения операционных издержек как в кассовой работе, так и в сфере наличного денежного обращения в целом.

Более того, повышение эффективности коммерческих банков является актуальной задачей, так как это вызвано изменением условий функционирования, переходом на новые технологии, повышением эффективности хозяйствования и использования инвестиций, прогнозированием потребительского спроса, конкуренцией. Все это очень четко отражено в Программе для реализации 5 институциональных реформ Назарбаева «100 конкретных шагов» [1].

Современная научная литература содержит значительное количество определений понятия «аутсорсинг» (outsourcing – в переводе с английского языка означает «заключение договора подряда с внешними фирмами»). Применительно к банковской сфере приведем только два основных определения:

1. Комиссией по Европейскому банковскому надзору (CEBS, Committee of European Banking Supervisors) дано следующее определение аутсорсинга, применяемое в банковской сфере в регуляторных целях: «Аутсорсинг – использование регулируемой организацией третьей стороны («провайдера услуг по аутсорсингу») для выполнения функций на продолжительной основе, которые могли бы быть осуществлены самой регулируемой организацией в настоящий момент или в будущем». Под «регулируемой организацией» понимается лицензируемый банковский институт. Аналогичное определение аутсорсинга представлено и Базельским комитетом по банковскому надзору в документе «Аутсорсинг в сфере финансовых услуг».

2. Научное определение представлено доктором экономических наук, профессором Г.Н. Белоглазовой: «Банковский аутсорсинг (или аутсорсинг в банковской сфере) – процесс полной или частичной передачи банком отдельных функций или бизнес-процессов для выполнения сторонней организации, которая выступает в качестве исполнителя услуг и осуществляет управление процессом реализации данной услуги или бизнес-процесса в рамках собственной деятельности».

Следует признать, что оба определения в полной мере раскрывают сущность банковского аутсорсинга, его участников и основные элементы. При этом Комиссия по Европейскому банковскому надзору указывает на продолжительную основу сотрудничества по договору аутсорсинга, исключая одноразовые контракты на покупку товара или услуги (например, услуги поставки мебели, оборудования, единовременные консультационные услуги и т. д.).

Необходимо согласиться с С.А. Волчинковым и Т.В. Никитиной в том плане, что главными причинами применения аутсорсинга в банковской сфере можно назвать экономию затрат, усиление эффективности, оптимальности предоставления и качества услуг, необходимость применения революционных технологий и опыта других компаний, нивелирование рисков, которыми сопровождается претворение бизнес-процессов в жизнь, освобождение ресурсов, необходимых для других направлений деятельности, уменьшение временных затрат, получение доступа к новым рыночным сегментам.

Процесс внедрения банковского аутсорсинга нашел свое закрепление в положении Outsourcing in Financial Services Базельского комитета по банковскому надзору. Данный документ содержит четкую регламентацию рекомендуемого перечня работ и услуг, которые могут быть переданы финансовыми организациями на аутсорсинг. Таковыми в данном перечне выступают: транспортные и ремонтные услуги; управление недвижимым имуществом; маркетинг; процессы, которые необходимы для претворения информационных и других передовых технологий; деятельность колл-центров; логистика; клининговая, охранная и аудиторская деятельность; деятельность по привлечению клиентов и обработке заявок; деятельность, связанная с работой по проблемной задолженности (передается на аутсорсинг коллекторским агентствам); процессинг банковских карт.

В эпоху экономического кризиса данный вид деятельности как аутсорсинг стал наиболее популярным в виду стремления всех компаний всеми способами уменьшить свои расходы. При этом компании стремятся также сохранить свои

высококвалифицированные кадры и свой производственный потенциал. В этой связи, передача функций на аутсорсинг казахстанскими банками позволило данным организациям сфокусировать свое пристальное внимание на исполнении своих функций, делегируя управление своими непрофильными направлениями другим дистанционным администраторам.

Передача функций на аутсорсинг – это достаточно ответственное решение, так как, несмотря на то, что, как правило, на аутсорсинг передаются непрофильные функции, тем не менее ряд определенных рисков все же существует. В этой связи должна быть четко обоснованная позиция по данному вопросу среди банковского топ-менеджмента, а также нормативно закрепленное и регламентированное внутренними документами банка описание самого процесса принятия решения об аутсорсинге и механизма передачи функций сторонним организациям.

Для того, чтобы состоялась передача определенных функций на IT-аутсорсинг необходимо принять многоэтапное решение (рисунок 1).



Рисунок 1 – Этапы принятия решения о применении IT-аутсорсинга в коммерческом банке

Примечание: составлено автором на основе данных источника [2, с.23-28]

Так, первый этап, отмечает в своих исследованиях Д.Ю. Сibaгатулина включает в себя формирование количественных и качественных целей по применению IT-аутсорсинга. К первым следует отнести: сокращение операционных расходов, повышение прибыльности и т.д. В качестве вторых выступают: достижение конкурентных преимуществ, доступ к новым технологиям [2, с.23-28].

На втором этапе необходимо осуществить анализ структуры стоимости работ и услуг, которые решено отдать на аутсорсинг. Так, если в рамках данного этапа появляется

возможность снизить издержки и достичь конкурентной стоимости работ и услуг, то значит аутсорсинг не нужен, потому что, несмотря на все его преимущества он также обладает и определенными рисками.

Третий этап – это анализ рыночной ситуации: рассматриваются и изучаются компании-аутсорсеры, их возможности, стоимость работ и услуг, одним словом все то, что банк предполагает передать на IT-аутсорсинг. В рамках этого этапа наряду с анализом финансовой отчетности потенциальных поставщиков следует также изучить качество их продукции или услуги, репутацию и имеющийся опыт в данной сфере.

На четвертом этапе осуществляется сравнение внутренних возможностей финансовой организации и того, что предлагает сторонняя организация. Именно в рамках указанного этапа заканчивается процесс накопления и обработки информации, которая была нужна для того, чтобы оценить насколько нужен аутсорсинг банку и окончательно выбрать компанию-исполнителя [2, с.23-28].

Далее осуществляется оценка экономической эффективности по делегированию отдельных бизнес-процессов сторонним организациям. При этом обязательно учитываются все возможные риски. Чтобы оценить экономическую эффективность применения IT-аутсорсинга банки используют метод сопоставления расходов банка на оплату услуг сторонней организации (аутсорсеру) и затрат банка на выполнение этих функций посредством своих внутренних сил. В рамках применения данного метода принимаются в расчет затраты финансовой организации, которая она может понести в связи с увольнением и приемом сотрудников, которые до обращения к компании-аутсорсеру выполняли эти функции.

Необходимо сделать акцент на том, что для каждого банка уровень и виды рисков индивидуальны, тем не менее можно выделить наиболее часто встречающиеся. Это: угроза нарушения конфиденциальности, затраты на возврат процесса, необходимость в новом контракте с компанией-аутсорсером, если с прежней необходимо разорвать отношения, зависимость от одного поставщика услуг; угроза банкротства исполнителя услуг. При этом современная наука позволяет как качественно, так и количественно оценить риски передачи бизнес-процесса на IT-аутсорсинг. Так, в случае, когда риск по передаче части функций очень значительный необходимо отказаться от решения нанимать аутсорсера. В обратном случае (когда риски незначительные) – принимается решение о возможности передачи определенных бизнес-процессов компании-аутсорсеру и заключения с ней договора.

Д.А. Хлебников считает целесообразным определять эффективность использования IT-аутсорсинга на основе сравнения затрат и результатов, т. е. по «приросту» значений оценочных показателей. Такое сравнение может быть выполнено в соответствии с принципами: «до» и «после» аутсорсинга «с использованием аутсорсинга» и «без реализации аутсорсинга» [3, с.12-17].

На заключительном этапе руководство компании, основанное на расчете экономической эффективности использования IT-аутсорсинга, сопоставлении выгод и возможных рисков, принимает решение о возможности аутсорсинга определенных функций. Чтобы количественно оценить эффективность делегирования банком отдельных бизнес-процессов для аутсорсинга, в настоящее время нет единого подхода. Более того, контент-анализ отдельных публикаций по теме исследования статьи показал, что банки не пытаются применять сложные математические модели для расчета эффективности передачи отдельных функций на IT-аутсорсинг.

Приоритетные направления для применения аутсорсинга в области информационных технологий следует определять с помощью анализа условий как внешних, так и внутренних посредством оптимизации расходов через аутсорсинг и аутстаффинг.

Для того чтобы использовать аутсорсинг или аутстаффинг, в первую очередь должны сложиться условия во внешней окружающей среде, а именно в сфере

информационных технологий. Согласно официальной статистики в Республике Казахстан наблюдается быстрый рост в сфере оказания услуг. А это означает, что, во-первых, в эту сферу начинает вовлекаться все больше рабочей силы, т.е. увеличивается количество кадров в этой сфере, а во-вторых, при росте числа специалистов в определенной области в силу конкуренции в этой отрасли начинает снижаться средняя заработная плата. Поэтому сам рынок создает внешние условия для использования аутсорсинга и аутстаффинга именно в сфере информационных технологий. Это позволяет оптимизировать управление Банком и тем самым усовершенствовать управление им. Для обоснования полученного утверждения приведем данные официальной статистики. Проанализируем динамику услуг в области телекоммуникационных технологий и общих затрат на телекоммуникационные технологии рынка Казахстана (рисунок 2).

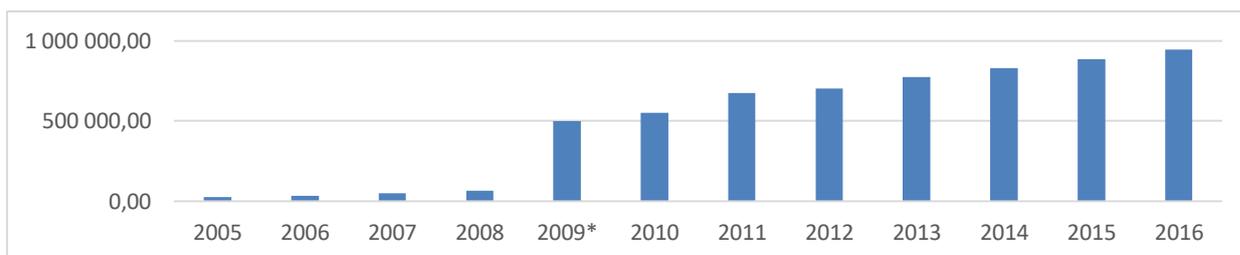


Рисунок 2 – Динамика роста объемов телекоммуникационных услуг (млн. тг)
Примечание: составлено автором на основе данных источника [4]

Под данным рисунка 2 можно увидеть устойчивый и постоянный рост объемов оказанных услуг в области телекоммуникационных услуг по Республике Казахстан, а также и то, что объемы выросли за 10 лет в 45 раз. Это положительно характеризует развитие экономики Казахстана в данной сфере. На рисунке 3 представлена динамика общих затрат на ИКТ РК.

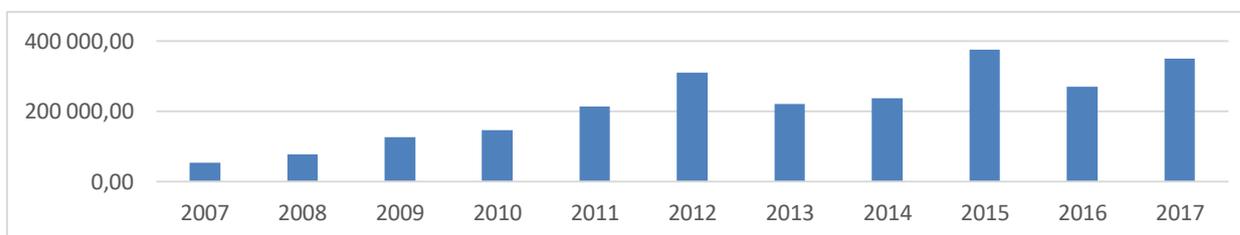


Рисунок 3 – Динамика общих затрат на ИКТ РК
Примечание: составлено автором на основе данных источника [4]

Как видно из рисунка 3 наблюдается положительный рост за период с 2007 года по 2017 год общих затрат на ИКТ РК.

Общие затраты в 2007 году составляли 53,5 млрд тенге, в 2015 году уже составляли 375,6 млрд тенге, а в 2017 году снизились до 350 000 млн. тенге, т.е. общие затраты на ИТ-технологии выросли более 6 раз, что говорит о динамичном росте данной сферы бизнеса.

Таким образом, рост сферы информационных технологий просто обязывает руководство Банка использовать результаты роста и усовершенствовать в первую очередь управление Банком (кадрами), а во вторую очередь необходимо постоянно принимать решения по оптимизации издержек на персонал.

Использование аутсорсинга имеет свои достоинства (плюсы), но и недостатки (минусы). Поэтому, чтобы банком было принято решение об использовании аутсорсинга рассмотреть не только достоинства (плюсы), а в равной степени и недостатки или риски,

которые влечет за собой использование аутсорсинга. В таблице 1 представлен SWOT-анализ использования (применения) аутсорсинга в банке.

Таблица 1 - SWOT-анализ использования (применения) аутсорсинга в банке

Сильные стороны	Слабые стороны
<ul style="list-style-type: none"> - Снижение расходов; - Повышение интенсификации труда; - Увеличение масштаба деятельности; - Увеличение прибыли; - Повышение концентрации на определенных функциях и задачах; - Углубление степени разделения труда в банковской сфере. 	<ul style="list-style-type: none"> - Низкая мотивация работников банка; - Снижение качества работы; - Отсутствие необходимых компетенций работников банка; - Слабые коммуникации между подразделениями и аутсорсинговой компанией. - Обучение чужих специалистов вместо своих (утрата сотрудниками банка компетентности)
Возможности	Угрозы
<ul style="list-style-type: none"> - Увеличение доли рынка; - Увеличение прибыли; - Повышение концентрации на определенных функциях или задачах; - Повышение квалификации банковских работников (обмен опытом); - Повышение уровня производительности труда банковских работников; - Повышение уровня интенсификации труда банковских работников; - Уменьшение издержек в банковской сфере; - Уменьшение расходов на заработную плату. 	<ul style="list-style-type: none"> - Утрата квалификации банковских работников; - Снижение уровня производительности труда работников банка; - Риск банкротства аутсорсинговой организации; - Нарушение конфиденциальности информации; - Снижение контроля над деятельностью компании; - Обострение конкуренции со стороны банков-конкурентов, в особенности крупных игроков
Примечание: составлено автором	

Таким образом, по результатам SWOT-анализа можно отметить, что аутсорсинг усиливает те риски, большинство которых присутствуют в деятельности компаний, в том числе и банка, и которые нельзя избежать, но есть риски, которые непосредственно порождает использование аутсорсинга. Говоря о рисках надо понимать, что аутсорсинг часто снижает способность организации оперативно реагировать на изменения на рынке. Аутсорсинг может вызвать внутренние проблемы (корпоративные, экономические). Это та цена, которую, возможно, придется платить организации за возможности и предполагаемые финансовые выгоды [5, с.12-17].

Основными рисками, которые можно рассмотреть в качестве основных при управлении Банком с использованием аутсорсинга, это:

- риск снижения квалификации собственных банковских работников;
- снижение уровня производительности труда собственных сотрудников;
- риск остановки бизнес процесса банка;
- риск снижения конфиденциальности коммерческой тайны (банковской информации).

Данные риски являются достаточно общими для каждого банка, который выводит свои процессы на аутсорсинг, но тем не менее, указанные риски продолжают оставаться в числе наиболее актуальных, а это значит, что еще не выработано достаточно полных и адекватных времени и сложности вопроса универсальных рекомендаций для всех банков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пошаговый план нации по реализации пяти институциональных реформ Главы государства Нурсултана Назарбаева // <http://www.kazpravda.kz>
2. Сibaгатулина Д.Ю. Бухгалтерское и аналитическое обеспечение реструктуризационного аутсорсинга // Вестник Челябинского государственного университета. Научный журнал. - 2017. - №5. – С.23-28
3. Хлебников Д.А. Аутсорсинг как инструмент снижения затрат и оптимизации бизнес-системы // Банковский вестник. – 2015. - №5. – С. 12-17
4. Данные сайта Комитета по статистике МНЭ РК / <http://stat.gov.kz>
5. Ушвицкий Л. И. Совершенствование методики анализа платежеспособности и ликвидности организаций / Л. И. Ушвицкий, А. В. Савцова, А. В. Малеева // Финансы и кредит. - 2016. - N 15. - С. 12-17.

BIBLIOGRAPHY

1. Step-by-step plan of the nation for the implementation of the five institutional reforms of the Head of State Nursultan Nazarbayev // <http://www.kazpravda.kz>
2. Sibagatulina D.Yu. Accounting and analytical support for restructuring outsourcing // Bulletin of Chelyabinsk State University. Science Magazine. - 2017. - №5. - p.23-28
3. Khlebnikov D.A. Outsourcing as a tool to reduce costs and optimize a business system // Bank Bulletin. - 2015. - №5. - p. 12-17
4. Data of the site of the Committee on Statistics of the MNE RK / <http://stat.gov.kz>
5. Ushvitsky L. I. Improving the methodology for analyzing the solvency and liquidity of organizations / L. I. Ushvitsky, A. V. Savtsova, A. V. Maleeva // Finance and Credit. - 2016. - N 15. - p. 12-17.

REFERENCES

1. Poshagovyy plan natsii po realizatsii pyati institutsional'nykh reform Glavy gosudarstva Nursultana Nazarbayeva // <http://www.kazpravda.kz>
2. Sibagatulina D.YU. Bukhgalterskoye i analiticheskoye obespecheniye restrukturizatsionnogo aoutsorsinga // Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta. Nauchnyy zhurnal. - 2017. - №5. – S.23-28
3. Khlebnikov D.A. Aoutsorsing kak instrument snizheniya zatrat i optimizatsii biznes-sistemy // Bankovskiy vestnik. – 2015. - №5. – S. 12-17
4. Dannyye sayta Komiteta po statistike MNE RK / <http://stat.gov.kz>
5. Ushvitskiy L. I. Sovershenstvovaniye metodiki analiza platezhеспособности i likvidnosti organizatsiy / L. I. Ushvitskiy, A. V. Savtsova, A. V. Maleyeva // Finansy i kredit. - 2016. - N 15. - S. 12-17.

APPLICATION OF OUTSOURCING IN A COMMERCIAL BANK: THE ECONOMIC ESSENCE AND RISK ANALYSIS

A.A.Blagov¹

¹ “Educational Institution "Almaty Management University", Almaty, Kazakhstan

Annotation. The article discusses some aspects of the use of outsourcing in a commercial bank. The stages of decision making on the use of IT-outsourcing are investigated. The author notes that the main reasons for outsourcing in the banking sector are the interest of the bank in saving costs, improving the quality of services, the need to apply revolutionary technologies and the experience of other companies, leveling the risks that accompany the implementation of business processes, releasing resources needed for other areas. activities, reducing time costs, gaining access to new market segments. The author pays special attention to the fact that the use of outsourcing has its advantages (advantages), but also disadvantages (disadvantages). Therefore, in order for the bank to decide on the use of outsourcing, consider not only the advantages (advantages), but equally the disadvantages or risks that the use of outsourcing entails.

Keywords: outsourcing, commercial bank, activity, risks, Kazakhstan market, information technology, IT outsourcing, business processes, outsourcing company.

**ТҰТЫНУШЫЛЫҚ БАНКТИҢ ЭКСПОРТОРЫНЫҢ ҚОЛДАНЫЛУЫ:
ЭКОНОМИКАЛЫҚ МӘНІ ЖӘНЕ ТӘУЕКЕЛДІ ТАЛДАУ**

А.А. Благов¹

¹«Алматы Менеджмент Университеті» оқу орны, Алматы, Қазақстан

Аннотация. Мақалада коммерциялық банктегі аутсорсингтің кейбір аспектілері қарастырылады. IT-аутсорсингті пайдалану бойынша шешімдер қабылдау кезеңдері зерттелді. Авторлар басқа аймақтар үшін қажетті ресурстарды азаттық, банк секторындағы аутсорсинг пайдалану үшін негізгі себептері өмір бизнес үдерістерді іске асыруға ілесе тәуекелдерді теңестіру, қызмет көрсету сапасын, революциялық технология қажеттігін және басқа да компаниялардың тәжірибесін жетілдіру, шығындарды үнемдеуге Банктің пайыздық екендігін атап уақытты қысқарту, жаңа нарық сегменттеріне қол жеткізу.

Автор аутсорсингтің өз артықшылықтары (артықшылықтары) бар, сонымен қатар кемшіліктері (кемшіліктері) бар екеніне ерекше назар аударады. аутсорсинг пайдалану әкеп соғады, сондықтан, банкке ғана емес (профи) қадір-қасиетін қарастыру аутсорсинг пайдалану туралы шешім қабылдады және бірдей болып табылады және кемшіліктері немесе тәуекелдер.

Түйінді сөздер: аутсорсинг, коммерциялық банк, қызмет, тәуекелдер, қазақстандық нарық, ақпараттық технологиялар, АТ аутсорсинг, бизнес-процестер, аутсорсинг компаниясы.

МҒТАР 20.53.19, 20.51.19

К.М. Сагиндыков¹, А.Б. Оспанова¹, А.Т. Жаркимбекова¹

¹Л. Н. Гумилев атындағы Еуразиялық ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан

RASPBERRY PI МИКРОКОМПЬЮТЕРІ НЕГІЗІНДЕ ӘЗІРЛЕНГЕН ЖОБАЛАРДЫ ЖӘНЕ ҚОСЫМШАЛАРДЫ ҚОЛДАНУ МҮМКІНДІКТЕРІ

Аңдатпа. Мақалада әзірлеушілердің арасында аса танымал болып табылатын бір платалы Raspberry Pi (3 model B) микрокомпьютері қарастырылады. Raspberry Pi микрокомпьютеріне байланысты аса қызығушылық танытатын, сондай-ақ Интернет арқылы оңай қол жеткізу мүмкін бола бермейтін, материалдар мен әзірлемелерді қамтитын Raspberry Pi тақырыбына қатысты дереккөздеріне, сонымен қоса, басым көпшілігі ағылшын тілінде тараған осы тақырыпты қамтитын өзекті ақпараттарға шолу жасалған. Мұнымен қоса, осы жұмыста авторлармен орындалған және кейбірі ақпараттық технологиялар мен ақпараттық қауіпсіздік саласындағы пәндерді оқыту үрдісінде және зерттеу қызметінде сәтті қолданылып жүрген, Raspberry Pi негізінде жасалынған әзірлемелер және жобаларға сипаттама жасалған. Raspberry Pi-ға арналған жобалардың үлгілері мен мысалдары қарастырылған.

Кілтті сөздер: Микрокомпьютер, Raspberry Pi, микропроцессор, бір платалы компьютер, аппараттық модульдер

Raspberry Pi микропроцессоры дамыған елдердегі мектептерде информатика пәнін оқып үйрету үшін әзірленген шағын бір платалы компьютерлердің топтамасынан тұрады. Оның негізін қалаушы британдық программист, «Frontier Developments» компаниясының басшысы Дэвид Джон Брэбен. Бұл микрокомпьютердің перифериялық құралдары жоқ, түпнұсқалық моделі, күткендегіден әлдеқайда әйгілі болды. 2012 жылы ақпан айында Raspberry Pi-дің (1 Model B) алғашқы буынын сату басталды, содан соң 10 ай өткен соң алдыңғы модельге қарағанда аса қарапайым және арзан А моделі шығарыла бастады. Дизайны жақсартылған Raspberry Pi 1 Model B+ үшінші нұсқасы 2014 жылдың жазында шығарыла бастады. Ал төртінші буынға жататын жедел жадысы жақсартылған Raspberry Pi «2B» моделі 2015 жылдың ақпан айында жасап шығарыла басталды [1].

2015 жылдың аяғында жобаны әзірлеушілер жаңа микрокомпьютер Raspberry Pi Zero моделін, ал 2016 жылдың басында - Raspberry Pi 3 моделін жасап шығарды. Raspberry Pi Zero-ның негізгі айырмашылығы - құны бес доллар және GPIO құрастырылмаған жалғағышы болды, ал Raspberry Pi 3 моделінде - 64-биттік процессор, WiFi және Bluetooth болды. Raspberry Pi Zero және Raspberry Pi Zero W модельдерінің өлшемі банктік карточканың жартысындай ғана болады.

Жаңартылып 2018 жылы шыққан Raspberry Pi 3 Model B+ (Plus) моделінің алдыңғы Raspberry Pi 3 B моделінен айырмашылығы көп емес. Оның негізгі ерекшеліктері: 1) 1.4 ГГц тактілік жиілігі бар Broadcom BCM2837B0 жаңа бір кристалды жүйе; 2) кірістілген Wi-Fi адаптер 2.4 ГГц пен 5 ГГц-ті және IEEE 802.11.b/g/n/ac стандартын қолдайды; 3) Bluetooth 4.2/LE контроллерімен толықтырылған; 4) PXE (Preboot eXecution Environment) қолданған кезде анықталған қателіктер жойылды; 5) жылдамдығы 300 Мбит/сек-қа дейін артқан Gigabit Ethernet-ті (сондай-ақ, USB 2.0 арқылы) және жеке PoE NAT арқылы Power over Ethernet-ті (PoE) қолдайды; 6) SoC температурасын басқару жақсартылған.

Raspberry Pi тақырыбына арналған көптеген басылымдар, Интернет- жарияланымдар бар, дегенмен оларға оңай қол жеткізу мүмкін емес, сондай-ақ, олардың ішінде қазіргі таңда өзекті болып табылатын басылымдар ағылшын тілінде тараған. Олардың басым бөлігі осы микропроцессорды пайдалану бойынша, оған арналған бағдарламалау мен перифериялық құралдар жайында қызықты сұрақтарды және назар аударарлық тақырыптарды қамтиды. Осы мақалада осындай дереккөздерінің біразына шолу жасалмақ,

мұндағы басты мақсат әзірлеушілер үшін нұсқаулықты қалыптастыру болып саналады. Сонымен қатар, осы жұмыста авторлармен Raspberry Pi негізінде жасалған әзірлемелер ұсынылады.

Raspberry Pi микрокомпьютеріне аса толық техникалық сипаттама авторлардың алдыңғы жұмыстарында берілген [2]. Осы жұмыста оларға қысқаша тоқтала кетіп, олардың компьютер функционалдылығын арттыратын кейбір қосымша мүмкіндіктерін қарастырамыз. Мұнымен қоса, авторлармен орындалған алдыңғы жұмыстарда конфигурациясы әр түрлі құрылғылар жиналып, оларды жинау бойынша толық нұсқаулық берілді, орындалған программалық-аппараттық жұмыстар сипатталды, сондай-ақ көптеген әзірлеушілер тап болатын кейбір мәселелердің шешімі келтірілді [2-4].

Raspberry Pi негізіндегі зерттеулерді орындау барысында осы бір платалы компьютерге, сондай-ақ осы тақырыпты қозғайтын тақырыптарға арналған көптеген әдебиет көздері зерттелді. Әрі қарай, осы әдебиет көздерінде қарастырылатын Raspberry Pi микрокомпьютері негізінде әзірленген кейбір жобаларды және қосымшаларды қолдану мүмкіндіктері қарастырылады.

REX басқару жүйесімен басқарылатын Arduino және Raspberry Pi платаларынан тұратын платформа, нақты уақыт режимінде басқару алгоритмдерін орындауға арналған өте арзан, қарапайым және өте қуатты құрылғы ретінде сипатталады [5]. REX басқару жүйесі кіріктірілген басқару үшін сай келетін ашық және кеңейтілетін жүйе болып табылады. REX жүйесі C және C++ тілдерінің компиляторлары көмегімен, нақты уақыт режимінде басқарылатын мамандандырылған басқару платаларынан бастап, стандартты операциялық жүйелермен жабдықталған жұмыс станцияларына дейінгі әр түрлі платформаларға оңай көшіріле алады.

Easy JavaScript Simulations (EJS), Raspberry Pi және Node.js пайдаланып әзірленген жүйелік техниканы және автоматиканы басқару субъектілеріне арналған, алыстан басқарылатын лабораторияны әзірлеудің жаңа тәсілі ұсынылады [6]. Мұнда алғашқы элемент мобильдік құрылғымен және компьютермен қол жеткізуге болатын HTML5 + JavaScript интерфейсін модульдік әзірлеу үшін қолданылған. Екінші элемент бағасы арзан бір платалы компьютерде лабораториялық сервер мен контроллерді іске қосу мүмкіндігін берсе, ал үшінші элемент JavaScript лабораториясының веб-серверіне және интерфейс пен серверге қосылу мүмкіндігін береді. Осы әзірленген элементтерді біріктіре отырып қолдану келесі: білім алушылар өзімен бірге оңай алып жүретін смартфондар арқылы қол жеткізетін қолданушылардың графиктік интерфейсін әзірлеу; сервер мен контроллерді бір компьютерге орналастыра отырып, әр түрлі элементтер арасындағы байланыстың тоқтап қалуын азайту мүмкіндіктерін береді.

Ашық бастапқы кодпен арзан аппараттық құрылғыларды және программалық қамтамасыз етудің дайын пакеттерін, инженерлік білім беру саласында базалық концепцияларды енгізу үшін қолдануға болады [7]. Ол үшін ашық бастапқы кодпен жұмыс жасайтын арзан бір платалы компьютер Raspberry Pi (нақты Raspberry Pi model B+ моделі) платасын, ал модельдеу мен коммуникация есептерін орындау үшін программалық қамтамасыз ету ретінде SciPy, Matplotlib және NumPy библиотекаларымен бірге Python тілінде бағдарламалау тілі қолданылады. Осы барлық аппараттық және программалық құралдар, екі деңгейлі процеске негізделген, басқару бойынша толықтай білім беру жобасын ұсыну үшін, бар виртуалды және қашықтан басқарылатын зертханада біріктірілді және қолданылды. Осылайша, ұсынылып отырған жүйе архитектурасы студенттерге басқару бойынша базалық білімнен бастап нақты жүзеге асыруға дейінгі, басқару жүйесін жобалаудың барлық кезеңдерінен өту мүмкіндігін береді.

Ашық бастапқы кодпен берілген Arduino және Raspberry Pi аппараттық платформаларын пайдаланып әзірленген сымсыз сенсорлық желілік жүйені қоршаған орта мониторингісімен байланысты қосымшаларда қолдануға болады [8]. Жүйенің бірқатар ерекшеліктері бар, мысалы, құны арзан, көлемі шағын, оңай бапталады, оңай қызмет көрсетіледі және кеңейтіледі. Бұл конструкцияның басты артықшылықтарының бірі

сымсыз сенсорлық желінің шлюздік түйіндерін, мәліметтер қорының серверін және веб-серверді бір ғана шағын, энергияны ұтымды пайдаланатын Raspberry Pi компьютеріне шоғырландыру болып табылады. Аппараттық және программалық компоненттердің жалпы құрылымдық жүйесі мен дизайны осындай жүйенің пайдалы екендігін көрсетеді.

Raspberry Pi аппараты шағын өлшеу жүйелері үшін жаңа мүмкіндіктерді беретін үнемді компьютер ретінде де қолданылады [9]. Қазіргі таңда тек Raspberry Pi қолдайтын 5-мегапиксельді микрокамера басты элемент ретінде пайдаланылады. Мұнда бір платалы компьютер проектор суреттерін генерациялау үшін, проектор мен камераны басқару үшін және бейнелерді өңдеу үшін қолайлы құрал болып табылады.

Python негіздерін меңгеріп және PyGame пайдаланып, Raspberry Pi микрокомпьютері арқылы бірнеше қолданушыға арналған тамаша графикасы мен дыбысы бар жылдамдығы жақсы ойындарды құрастыруға болады [10]. Python, PyGame және Raspberry Pi қолданып ойындарды әзірлеу сіздің компьютеріңізде Python мен PyGame-ді қалай қолдану керектігін үйретеді. Сондай-ақ, осы әдебиет көзімен танысу барысында объектіге бағытталған бағдарламалау туралы, Model-View-Controller (MVC) сияқты жобалау шаблондары жайлы және (FSM) ақырғы автоматтар туралы мәліметтер алуға болады.

Raspberry Pi Zero-ның шығуы технологиялық қоғамға үлкен өзгерістер әкелді. Өзінің құнының, көлемінің және жоғары өнімділігінің арқасында - Raspberry Pi Zero – үйді автоматтандыру жобаларын қолдау үшін тамаша құрал болып табылды және ол IoT-ны одан да қолжетімді етті. Raspberry Pi Zero-ның көмегімен үйдегі автоматтандырылған интеллектуалдық құрылғыларды құруға, оны пайдаланып автоматтандыру жобаларын жасауға болады [11]. Сондай-ақ, үйдегі температураны автоматты түрде реттейтін термостатты құрастыруға, электрлік приборларды автоматты түрде басқаруға, жарықдиодты шамдарды және басқа да электрлік қосымшаларды басқаруға болады. Сонымен қатар, Raspberry Pi Zero-ны пайдаланып энергияны интеллектуалдық өлшеу құралын, қарапайым қауіпсіздік жүйесін құру жобаларын әзірлеуге болады.

Internet of Things — ол көптеген тұрмыстық техникалар және жүйелер Интернет арқылы басқарылатын «ақылды үй» концепциясы. Ол адамдар мен құрылғылар арасындағы өзара байланыс орнатылатын нақты және виртуалды әлемдердің тығыз интеграциясы. Әйгілі Arduino платоформасы мен Raspberry Pi микрокомпьютерін пайдаланып Интернет заттар концепциясы аясындағы қарапайым құрылғыларды әзірлеу мүмкіндігі бар [12]. Әзірленген жобаларды Интернет желісіне қосып, олар арқылы Narodmon, ThingSpeak, Xively, Weaved, Blynk, Wyliodrin және т.с.с. әйгілі IoT бұлттық сервистерін пайдаланып мәліметтер жіберуге және алуға болады. GPRS/GSM Shield платасының көмегімен мәлімет алмасу мүмкіндігі де бар. Arduino платформасындағы әр түрлі құрылғылармен желі бойынша мәліметтер жинау үшін арналған жеке серверді құру жобасын әзірлеуге болады.

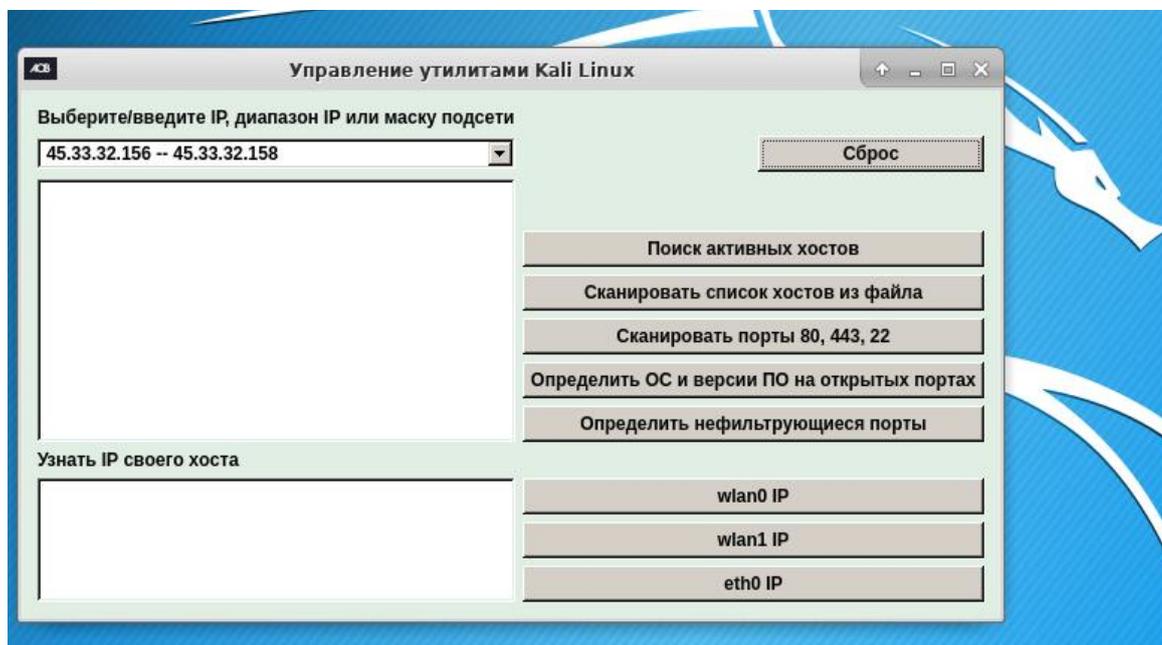
Python бағдарламалау тілі — әртүрлі мақсаттағы бағдарламаларды құрудың жаңа құралы. Ол әртүрлі типтегі есептерді шешу мүмкіндігін береді. Ал Raspbian үшін Python тілі аса қолайлы және аса әйгілі бағдарламалау ортасы болып табылады. Бастапқыда Python тілі Raspberry Pi үшін негізгі бағдарламалау тілі ретінде қолданылу керек болды. Raspberry Pi микрокомпьютерінде ол арнайы библиотекалардың көмегімен GPIO арқылы датчиктермен жұмыс істеу үшін қолданылады.

Алдыңғы мақалаларда Raspberry Pi негізінде әзірленген қызығушылық тудыратын жобалар, әр түрлі мақсатта қолданылатын бірнеше құрылғылар әзірленген болатын. Оның ішінде:

1) Желілік қауіпсіздікті тестілеуге арналған құрылғы – толыққанды Kali Linux операциялық жүйесі, сондай-ақ, утилиттер мен скриптерді басқаруға арналған авторлардың әзірлеген скриптері және қосымшалары (соның ішінде, қолданушының графиктік интерфейсі) орнатылған, шағын ғана портативті аппарат.

2) Криптография және криптодалдау бойынша зерттеулер мен тәжірибелік сабақтарды жүргізуге арналған құрылғы – портативті оқыту зертханасы. Құрылғы: а)

тестіленген программалық құралмен – GCC компиляторы, Python интерпретаторы және әр түрлі библиотекалармен (PoQT, Cryptography), криптографиялық библиотекалармен (Crypto++, libgcript және т.б.), үлкен сандармен жұмыс істеуге арналған библиотекамен, математикалық пакетпен, авторлық қосымшамен, б) файлдық менеджерге қосылған қызметтік құралмен, мәтіндік редактормен, әр түрлі пайдалы скриптармен, сондай-ақ в) зерттелетін тақырып бойынша электрондық библиотекамен.



1-сурет - Бағдарлама интерфейсі

Айта кететін жайт, басқа да қосымшалар мен құрылғыны жинау жұмыстары жүргізілді, мысалы маманның портативтік жұмыс орны, ақпараттармен сенімді алмасуға арналған құрылғы және т.с.с. Raspberry Pi микрокомпьютерін пайдаланудың кейбір келешегі жобалар түрінде ұсынылған [4].

Қазіргі таңда, зияткерлік талдаумен қауіпсіздікті тестілеуге арналған жүйені құру және шектеулі табиғи тілде есеп беруді қалыптастыру бойынша жұмыстар жүргізілуде.

Қорытындылай келе айтатынымыз, Raspberry Pi тақырыбын және осы микрокомпьютерді қолдану саласын қозғайтын замануи әдебиет көздерін талдай отырып, Raspberry Pi негізінде әзірленген және авторлармен орындалған және кейбірі ақпараттық технологиялар мен ақпараттық қауіпсіздік саласындағы пәндерді оқыту үрдісінде және зерттеу қызметінде сәтті қолданылып жүрген Raspberry Pi негізінде жасалынған әзірлемелерге сипаттама жасалды. Жұмыста ұсынылған және авторлардың көзқарасынша тиімді шешім болып табылатын жобалар мен қосымшалардың мысалдары қарастырылып отырған микрокомпьютерді практикалық тұрғыдан пайдаланудың кең мүмкіндіктерін көрсетеді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Официальный сайт Raspberry Pi // URL: <https://www.raspberrypi.org>.
2. Материалы по Raspberry Pi (обзоры, сборка, настройки, использование) // URL: www.ademi.online.
3. Оспанова А. Б. Инструменты сетевой безопасности на основе микрокомпьютера Raspberry Pi // Труды IV международной научно-практической конференции «Интеллектуальные информационные и коммуникационные технологии – средство осуществления третьей промышленной революции в свете стратегии «Казахстан-2050». – Астана. – С. 380-382.

4. Оспанова А. Б., Тулеуов Б. И. Перспективы использования микрокомпьютера Raspberry Pi в эффективной цифровизации на примере Казахстана // VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция «Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании». – Санкт-Петербург. – С.510-515.

5. Sobota Ja., Pisl R., Balda P., Schlegel M. Raspberry Pi and Arduino boards in control education // 10th IFAC Symposium Advances in Control Education. The International Federation of Automatic Control. – August 28-30, 2013. – Sheffield, UK. – P. 256-261.

6. Bermudez-Ortega J., Besada-Portas E., Lopez-Orozco J.A., Bonache-Seco J.A., J.M. de la Cruz. Remote Web-based Control Laboratory for Mobile Devices based on EJS, Raspberry Pi and Node.js // IFAC-PapersOnLine 48-29 (2015). – P. 158-163.

7. Hoyo, J.L. Guzman, Moreno J.C., Berenguel M. Teaching Control Engineering Concepts using Open Source tools on a Raspberry Pi board // IFAC-PapersOnLine 48-29 (2015). – P. 99-104.

8. Ferdoush Sh., Li X. Wireless Sensor Network System Design using Raspberry Pi and Arduino for Environmental Monitoring Applications // The 9th Int. Conf. on Future Networks and Communications (FNC-2014). – Procedia Computer Science. – 34. – 2014. – P. 103-110.

9. Schlobohm J., Pösch A., Reithmeier E. A Raspberry Pi Based Portable Endoscopic 3D Measurement System // Electronics. – 5 (43). – 2016.

10. Kelly S. Python, PyGame and Raspberry Pi Game Development. – Niagara Falls, Ontario, Canada, Apress, 2016.

11. Schwartz M. Building Smart Homes with Raspberry Pi Zero. – Birmingham-Mumbai, Packt, 2016.

12. Петин В. А. Arduino и Raspberry Pi в проектах Internet of Things. – СПб.: БХВ-Петербург, 2016.

REFERENCES

[1] Official website of Raspberry Pi // URL: <https://www.raspberrypi.org>.

[2] Materials on the Raspberry Pi (reviews, assembly, settings, use) // URL: www.ademi.online.

[3] Ospanova A. B. Network security tools based on the Raspberry Pi microcomputer // Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference «Intelligent Information and Communication Technologies - a tool for the third industrial revolution in the light of the Kazakhstan-2050 strategy». – Astana. – P. 380-382.

[4] Ospanova A., Tuleuov B. И. Perspectives of Usage of Microcomputer Raspberry Pi in Effective Digitalization on the Example of Kazakhstan. // VII International Scientific-Technical and Scientific-Methodical Conference «Actual Problems of Information Telecommunications in Science and Education» - St. Petersburg. – P.510-515.

[5] Sobota Ja., Pisl R., Balda P., Schlegel M. Raspberry Pi and Arduino boards in control education // 10th IFAC Symposium Advances in Control Education. The International Federation of Automatic Control. – August 28-30, 2013. – Sheffield, UK. – P. 256-261.

[6] Bermudez-Ortega J., Besada-Portas E., Lopez-Orozco J.A., Bonache-Seco J.A., J.M. de la Cruz. Remote Web-based Control Laboratory for Mobile Devices based on EJS, Raspberry Pi and Node.js // IFAC-PapersOnLine 48-29 (2015). – P. 158-163.

[7] Hoyo, J.L. Guzman, Moreno J.C., Berenguel M. Teaching Control Engineering Concepts using Open Source tools on a Raspberry Pi board // IFAC-PapersOnLine 48-29 (2015). – P. 99-104.

[8] Ferdoush Sh., Li X. Wireless Sensor Network System Design using Raspberry Pi and Arduino for Environmental Monitoring Applications // The 9th Int. Conf. on Future Networks and Communications (FNC-2014). – Procedia Computer Science. – 34. – 2014. – P. 103-110.

[9] Schlobohm J., Pösch A., Reithmeier E. A Raspberry Pi Based Portable Endoscopic 3D Measurement System // Electronics. – 5 (43). – 2016.

- [10] Kelly S. Python, PyGame and Raspberry Pi Game Development. – Niagara Falls, Ontario, Canada, Apress, 2016.
- [11] Schwartz M. Building Smart Homes with Raspberry Pi Zero. – Birmingham-Mumbai, Packt, 2016.
- [12] Petin V. A. Arduino and Raspberry Pi in Internet of Things projects. – SPb.: Petersburg, 2016.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОЕКТОВ И ПРИЛОЖЕНИЙ РАЗРАБОТАННЫХ НА ОСНОВЕ МИКРОКОМПЬЮТЕРОВ RASPBERRY PI

К. М. Сагиндыков¹, А. Б. Оспанова¹, А. Т. Жаркимбекова¹

¹Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева, Астана, Казахстан

Аннотация. В статье рассмотрен популярный среди разработчиков одноплатный микрокомпьютер Raspberry Pi (3 model B). Дан обзор источников посвященных Raspberry Pi, охватывающий значительную часть наилучших заслуживающих внимания материалов и разработок по Raspberry Pi, причем зачастую трудно доступных через Интернет. Кроме того, описаны проекты и приложения, разработанные на основе Raspberry Pi, выполненные авторами, часть из которых успешно применяется в исследовательской деятельности и в процессе преподавания в некоторых дисциплинах в области информационной технологий и информационной безопасности.

Ключевые слова: Микрокомпьютер, Raspberry Pi, микропроцессор, одноплатный компьютер, аппаратные модули.

POSSIBILITIES OF APPLICATION OF PROJECTS AND APPLICATIONS DEVELOPED ON THE BASIS OF RASPBERRY PI MICROCOMPUTERS

K. M. Sagindykov¹, A. B. Ospanova¹, A. T. Zharkimbekova¹

¹L. N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, The Republic of Kazakhstan

Abstract. The paper describes a single-board microcomputer Raspberry Pi (3 model B) that is popular among developers. An overview of the Raspberry Pi sources is given, covering a large part of the best noteworthy materials and developments on the Raspberry Pi, that are often difficult to access via the Internet (not to mention the fact that most of the relevant information is in English). In addition, there are described the developments on the basis of Raspberry Pi made by the authors, some of which are successfully used in research activities and in the process of teaching in certain disciplines in the field of information technology and information security.

Key words: microcomputer, Raspberry Pi, microprocessor, single-board computer, hardware moduls.

МРНТИ 27.43.17

А.С. Искакова¹, К.Х. Жунусов², Г.К. Жаксыбаева¹

¹Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

²Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Казахстан

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОЦЕНОК МАКСИМАЛЬНОГО ПРАВДОПОДОБИЯ БИНОМИАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОРЯДКА k

Аннотация. В данной работе рассматриваются оценки параметров биномиального распределения порядка k . Предлагается метод вычисления статистических точечных оценок максимального правдоподобия (ОМП) параметров биномиального распределения порядка k на основе независимых наблюдений или реализации выборки и метод оценки моментов (МОМ) параметров в биномиальных распределениях порядка k . Определено, что биномиальные распределения порядка k МОМ и ОМП априорны. Рассмотрены случаи, в которых значения асимптотической эффективности МОМ и ОМП близки к одному значению. В 2 разделе данной статьи изучена максимальная оценка правдоподобия в биномиальном распределении порядка k . В разделе 3 рассмотрен момент оценки p биномиального распределения порядка k . В 4 разделе получена оценка p на основе цензурированной выборки.

Ключевые слова: биномиальное распределение порядка k , оценка максимального правдоподобия, метод моментов, оценка параметра, цензурированная выборка.

1. Введение

Пусть k - положительное целое число. Предположим, что нам даны независимые исследования с вероятностью успеха p . Распределение количества вхождений последовательных k успехов до n -го испытания называется биномиальным распределением порядка k и обозначается через $B_k(n, p)$. Свойства данного распределения и отношения с другими распределениями и связи между ними часто изучались в литературе (например, в Хирано (1986), Филиппу (1986), Хирано и Аки (1987)) [9] – [11]. Однако не так много работ, которые рассматривают оценку параметров в распределениях порядка k , так как функции вероятности слишком сложны. Учитывая, что $P_k(\lambda)$ является одним из обобщенных распределений Пуассона, мы должны упомянуть Дугласа (1955), Шумвей и Гурланда (1960а, 1960b) [7]. Они обсуждали проблему вычисления МОП параметра некоторых обобщенных распределений Пуассона, таких как тип Неймана А, бинома Пуассона и Пуассона Паскаля соответственно.

В данной статье мы обсудим, как вычислить максимум оценки правдоподобия (ОМП) параметров в распределениях, основанных на независимых наблюдениях. Пусть X_1, X_2, \dots, X_n - независимые дискретные случайные величины с общей вероятностной функцией $f(x, \theta)$. Чтобы вычислить ОМП θ , мы должны решить уравнение правдоподобия итеративно

$$F(\theta) = \sum_{i=1}^n \frac{\partial f(X_i, \theta)}{f(X_i, \theta)} = 0 \quad (1.1)$$

Так как последовательность итераций θ_m определяется уравнением

$$\theta_{m+1} = \theta_m - \frac{F(\theta_m)}{F'(\theta_m)} \quad (1.2)$$

где

$$F'(\theta) = \sum_{i=1}^n \frac{\frac{\partial^2}{\partial \theta^2} f(X_i, \theta) \cdot f(X_i, \theta) - (\frac{\partial}{\partial \theta} f(X_i, \theta))^2}{(f(X_i, \theta))^2}$$

решение (1.2) можно получить, если $f(x, \theta)$, $(\frac{\partial}{\partial \theta}) f(x, \theta)$ и $(\frac{\partial^2}{\partial \theta^2}) f(x, \theta)$. Поэтому наиболее важной задачей для оценки максимального правдоподобия распределений порядка k является то, как быстро можно вычислить вероятностную функцию, первую и вторую производные от вероятностной функции по параметру.

2. Максимальная оценка правдоподобия биномиального распределения порядка k

Некоторые свойства биномиального распределения порядка k даны Феллером (1968), Хирано (1986), Филиппоу и Макри (1986), Аки и Хирано (1988). Как мы изложили в разделе 1, вычисление вероятностной функции, первая и вторая производные функции вероятности по параметру необходимы для получения ОМП на основе независимых наблюдений.

Хотя Хирано (1986), Филиппоу и Макри (1986) дали точную вероятностную функцию $B_k(n, p)$ [12]:

$$\sum_{m=0}^{k-1} \sum_{\sum_{i=1}^k x_i = n-m-kx} \frac{\left(\sum_{i=1}^k x_i + x\right)!}{x! \prod_{i=1}^k x_i!} p^n \left(\frac{q}{p}\right)^{\sum_{i=1}^k x_i}, \text{ для } x = 0, 1, \dots, \left[\frac{n}{k}\right], \quad (2.1)$$

где, $q = 1 - p$.

Аки и Хирано (1988) доказали, что имеет место следующее рекуррентное соотношение для вероятностной функции $B_k(n, p; x)$ [3]:

$$B_k(n, p; x) = B_k(n - 1, p; x) + p^k (B_k(n - k, p; x - 1) - q B_k(n - k - 1, p; x) - p B_k(n - k - 1, p; x - 1)) \quad (2.2)$$

Если $n > k$ и $x = 1, 2, \dots, \left[\frac{n}{k}\right]$,

$$B_k(n, p; 0) = B_k(n - 1, p; 0) + p^k q B_k(n - k - 1, p; 0), \text{ если } n > k \quad (2.3)$$

$$B_k(k, p; 0) = 1 - p^k, \quad B_k(k, p; 1) = p^k \quad (2.4)$$

$$B_k(k, p; 0) = 1, \text{ если } 0 \leq n < k \quad (2.5)$$

Дифференцируя обе части (2.2) - (2.5), имеем следующее рекуррентреляционное уравнение для $(\frac{\partial}{\partial p}) B_k(n, p; x) (\equiv B_k'(n, p; x))$ и $(\frac{\partial^2}{\partial \theta^2}) B_k(n, p; x) (\equiv B_k''(n, p; x))$

$$B_k'(n, p; x) = B_k'(n - 1, p; x) + k p^{k-1} \{B_k(n - k, p; x - 1) - (1 - p) B_k(n - k - 1, p; x) - p B_k(n - k - 1, p; x - 1)\} + p^k \{B_k(n - k, p; x - 1) + B_k(n - k - 1, p; x) - (1 - p) B_k(n - k - 1, p; x) - B_k(n - k - 1, p; x - 1)\}$$

$$-pB_k(n-k-1, p; x-1)\} \quad (2.6)$$

если $n > k$ и $x = 1, 2, \dots, \left\lfloor \frac{n}{k} \right\rfloor$,

$$B_k^{\dot{}}(n, p; 0) = B_k^{\dot{}}(n-1, p; 0) - p^{k-1}(kq-p)B_k^{\dot{}}(n-k-1, p; 0) - p^k q B_k^{\dot{}}(n-k-1, p; 0) \text{ если } n > k \quad (2.7)$$

$$B_k^{\dot{}}(k, p; 0) = -kp^{k-1}, \quad B_k^{\dot{}}(k, p; 1) = kp^{k-1} \quad (2.8)$$

$$B_k^{\dot{}}(n, p; 0) = 0, \text{ если } 0 \leq n < k \quad (2.9)$$

$$B_k^{\ddot{}}(n, p; x) = B_k^{\ddot{}}(n-1, p; x) + k(k-1)p^{k-2}\{B_k^{\dot{}}(n-k, p; x-1) - (1-p)B_k^{\dot{}}(n-k-1, p; x) - pB_k^{\dot{}}(n-k-1, p; x-1)\} + 2kp^{k-1}\{B_k^{\dot{}}(n-k, p; x-1) + B_k^{\dot{}}(n-k-1, p; x) - (1-p)B_k^{\dot{}}(n-k-1, p; x) - B_k^{\dot{}}(n-k-1, p; x-1) - pB_k^{\dot{}}(n-k-1, p; x-1)\} + p^k\{B_k^{\ddot{}}(n-k, p; x-1) + 2B_k^{\ddot{}}(n-k-1, p; x) - (1-p)B_k^{\ddot{}}(n-k-1, p; x) - 2B_k^{\ddot{}}(n-k-1, p; x-1) - pB_k^{\ddot{}}(n-k-1, p; x-1)\} \text{ если } n > k \text{ и } x = 1, 2, \dots, \left\lfloor \frac{n}{k} \right\rfloor \quad (2.10)$$

$$B_k^{\ddot{}}(n, p; 0) = B_k^{\ddot{}}(n-1, p; 0) - \{(k-1)p^{k-2}(k-(k+1)p) - (k+1)p^{k-1}\}B_k^{\dot{}}(n-k-1, p; 0) - 2p^{k-1}(k-(k+1)p)B_k^{\dot{}}(n-k-1, p; 0) - p^{k-1}(1-p)B_k^{\ddot{}}(n-k-1, p; 0) \text{ если } n > k \quad (2.11)$$

$$B_k^{\ddot{}}(k, p; 0) = -k(k-1)p^{k-2}, \quad (2.12)$$

$$B_k^{\ddot{}}(k, p; 1) = k(k-1)p^{k-2} \quad (2.13)$$

$$B_k^{\ddot{}}(n, p; 0) = 0, \text{ если } 0 \leq n < k \quad (2.14)$$

3. Момент оценки p биномиального распределения порядка k

Пусть X_1, X_2, \dots, X_m - независимые одинаково распределенные случайные величины с функцией вероятности $f(x; p)$. Если установить $\bar{X} = \left(\frac{1}{m}\right) \sum_{i=1}^m X_i$, из центральной предельной теоремы следует, что $\sqrt{m}(\bar{X} - f(p))$ сходится по распределению к распределению Гаусса со средним нулем и дисперсией $\sigma^2(p)$ при $m \rightarrow \infty$, где $f(p) = EX_i$ и $\sigma^2(p) = \text{Var}(X_i)$. Теперь определим моментную оценку \hat{p} для p решением уравнения $f(p) = \bar{X}$. Для удобства будем считать, что f - строго монотонна в p . Тогда, \hat{p} записывается в виде $f^{-1}(\bar{X})$ и, следовательно, означает, что $\sqrt{m}(\hat{p} - p)$ сходится по

распределению к распределению Гаусса со средним нулем и дисперсией $\sigma^2(p)/(f'(p))^2$ при $m \rightarrow \infty$.

Когда X распределены как $B_k(n,p)$, оценка момента намного проще, чем ОМП. Фактически, из утверждения Аки и Хирано (1988) [3], $f(p)$ можно записать как очень простой многочлен:

$$\sum_{j=1}^{\lfloor \frac{n}{k} \rfloor} \{(n - jk + 1)p^{jk} - (n - jk)p^{jk+1}\} \quad (3.1)$$

Очень легко решить численно уравнение $f(p) = \bar{X}$. Теперь мы увидим, что функция (3.1) монотонно возрастает относительно $p \in (0, 1)$, из чего следует, что оценка момента может быть определена однозначно. Хотя нам пока не удалось показать это аналитически для всех целых чисел n , мы можем дать алгоритм для доказательства этого для каждого заданного целого числа n . Поскольку функция (3.1) является полиномом с целыми коэффициентами, это можно точно доказать, используя классические результаты алгебры, такие как теорема Штурма, о том, что полином монотонно возрастает по $p \in (0, 1)$ [2].

Здесь мы даем алгоритм проверки достаточного условия для задачи. Этот алгоритм проще, чем у Аки (1987), и может быть более подходящим, в частности, для доказательства того, что функция (3.1) монотонно возрастает по $p \in (0, 1)$. Чтобы доказать проблему, достаточно показать, что производная (3.1) положительна для всех $0 < p < 1$.

$$f'(p) = \sum_{j=1}^{\lfloor \frac{n}{k} \rfloor} p^{jk-1} \{jk(n - jk + 1) - (jk + 1)(n - jk)p\} \quad (3.2)$$

Поскольку $f'(0) = 0$, рассмотрим полином, который получается в результате деления $f'(p)$ на p^{k-1} :

$$g(p) = \sum_{j=1}^{\lfloor \frac{n}{k} \rfloor} p^{(j-1)k} \{jk(n - jk + 1) - (jk + 1)(n - jk)p\} \quad (3.3)$$

Тогда достаточно доказать, что $p = 1$ является нижней границей для положительных корней $g(p) = 0$. Положив $r = \lfloor n/k \rfloor$, рассмотрим уравнение, полученное преобразованием уравнения $g(p) = 0$ с помощью $p = 1/x$

$$h(x) = \sum_{j=1}^r \{jk(n - jk + 1)x^{(r-j)k+1} - (jk + 1)(n - jk)x^{(r-j)k}\} = 0 \quad (3.4)$$

Тогда достаточно показать, что $x = 1$ является верхней границей для положительных корней $h(x) = 0$. Из теоремы Ньютона легко проверить, показывая, что $h(1), h^{(1)}(1), \dots, h^{((r-1)k)}(1) > 0$. На данный момент мы доказали, используя систему компьютерной алгебры REDUCE [8], что $f(p)$ монотонно возрастает при $k = 2, 3, \dots, 10$ и $n = k, k + 1, \dots, 100$.

4. Оценка p на основе цензурированной выборки

Биномиальное распределение порядка k тесно связано с надежностью системы, называемой последовательной системой k -out-of- n : F- системы (например, Аки(1985), Хирано (1986) и Филиппу (1986)). Система, которая была введена Чианг и Ниу (1981)[5] и была дополнительно изучена многими авторами [6], состоит из n компонентов в последовательности и дает сбой всякий раз, когда выходят из строя k последовательных компонентов. Предполагая, что все компоненты не работают независимо с одинаковой вероятностью p , вероятность $P\{X_i = 0\}$ ($P\{X_i \geq 1\}$) означает вероятность события, когда система функционирует (соответственно, произошел сбой). Предположим, что это можно

наблюдать только в случае сбоя системы или нет. Тогда это соответствует рассмотрению следующей цензуры.

Пусть X_1, X_2, \dots, X_m - независимые одинаково распределенные случайные величины с функцией вероятности $B_k(n, p, x)$. Пусть Y_1, Y_2, \dots, Y_m - случайные величины, определенные как

$$Y_i = \begin{cases} 0 & \text{если } X_i \geq 1, \\ 1 & \text{если } X_i = 0, i = 1, 2, \dots, m. \end{cases} \quad (4.1)$$

Предполагая, что наблюдаются только Y , рассмотрим оценку p на основе Y_1, Y_2, \dots, Y_m . Поскольку Y_i распределяется как биномиальное распределение $B(l, c(n))$, где $c(n) = B_k(n, p, 0)$, уравнение вероятности можно записать в виде $\bar{Y} = c(n)$, где $\bar{Y} = \sum_{i=1}^m Y_i$. Далее, мы имеем следующие рекуррентные соотношения для $c(n)$ и $c'(n)$ [3]:

$$c(n) = \begin{cases} 1 & \text{если } 0 \leq n < k \\ 1 - p^k & \text{если } n = k \\ c(n-1) - p^k(1-p)c(n-k-1) & \text{если } n > k \end{cases} \quad (4.2)$$

$$c'(n) = \begin{cases} 0 & \text{если } 0 \leq n < k \\ -kp^{k-1} & \text{если } n = k \\ c'(n-1) - (kp^{k-1} - (k+1)p^k)c(n-k-1) & \\ -p^k(1-p)c'(n-k-1) & \text{если } n > k \end{cases} \quad (4.3)$$

Где $c'(n) = \left(\frac{\partial}{\partial p}\right)c(n)$. Тогда процедура оценки возможна. Легко увидеть, что $\sqrt{m}(\hat{p}_c - p)$ сходится по распределению к распределению Гаусса со средним нулем и дисперсией $AV(p)$ как $m \rightarrow \infty$, где \hat{p}_c - ОМП, основанный на Y и $AV(p) = c(n) \frac{1-c(n)}{c'(n)^2}$.

Список использованной литературы

1. Aki, S. (1985). Discrete distribution of order k on a binary sequence, Ann. Inst. Statist. Math., 37, 205-224.
2. Aki, S. (1987). A method for proving inequalities of rational functions with rational coefficients and its statistical application, Research Memorandum No. 327, The Institute of Statistical Mathematics.
3. Aki, S. and Hirano, K. (1988). Some characteristics of the binomial distribution of order k and related distributions, Statistical Theory and Data Analysis II, (ed. K. Matusita), 211-222, North-Holland.
4. Charalambides, Ch. A. (1986). On discrete distributions of order k, Ann. Inst. Statist. Math., 38, 557-568.
5. Chiang, D. and Niu, S. C. (1981). Reliability of consecutive-k-out-of-n:F system, IEEE Transactions on Reliability, R-30, April, 87-89.
6. Derman, C., Lieberman, G. J. and Ross, S. M. (1982). On the consecutive-k-out-of-n:F system, IEEE Transactions on Reliability, R-31, April, 57-63.
7. Douglas, J. B. (1955). Fitting the Neyman type A (two parameter) contagious distribution, Biometrics, 11, 149-170.

К РЕТТІ БИНОМИАЛЬДЫ ТАРАТЫЛУДЫҢ МАКСИМАЛЬДЫ ШЫНДЫҚҚА ҰҚСАС БАҒАЛАУЫН АНЫҚТАУ

Искакова А.С.¹, Жунусов К.Х.², Жаксыбаева Г.К.¹

¹Л.Н.Гумилев атындағы Евразия Ұлттық Университеті, Астана, Қазақстан

²Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы, Қазақстан

Аңдтпа. Берілген жұмыста k ретті биномиальды таратылудың параметрлерінің бағалаулары қарастырылады. Биномиальды таратылудың k ретті параметрлерінің моменттерді бағалау әдістері (МБӨ) және таңдаулардың реализациялары немесе тәуелсіз бақылаудың негізінде k ретті биномиальды таратылудың параметрлерінің максималды шындыққа ұқсас бағалаулардың (МШБ) статистикалық нүктелерін есептеу әдісі көрсетіледі. Биномиальды таратылудың k ретті МБӨ мен МШБ априорлы екендігі анықталды. МБӨ мен МШБ мәндерінің асимптоталық эффектілігінің бір мәнге жақын жағдайы қарастырылды. Екінші бөлімде k ретті биномиальды таратылудың максималды шындыққа ұқсас бағалаулары қарастырылып зерттелді. Үшінші бөлімде k ретті биномиальды таратылудың p бағалаулар моменті қарастырылды. Төртінші бөлімде цензуранған таңдаулардың негізінде p бағалауы алынды.

DETERMINATION OF THE MAXIMUM LIKELIHOOD ESTIMATIONS FOR BINOMIAL DISTRIBUTION IN ORDER K

A.S. Iskakova¹, K.Kh. Zhunussov², G.K Zhaksybaeva¹

¹L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana

²Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty

Abstract. In this paper, estimates of the parameters of the binomial distribution of order k are considered. Methods for calculating the statistical point likelihood maximum likelihood estimates (MLE) of the parameters for the binomial distribution in order k based on independent observations or sampling and the method of estimating the moments (IOM) of parameters in the binomial distributions in order k are presented. It is determined that the binomial distributions of order k MOM and OMP are a priori. Cases are considered in which the values of the asymptotic efficiency of IOM and OMP are close to the same value. In Section 2 of this article, the maximum likelihood estimate in the binomial distribution in order k is studied. Section 3 considers the moment of estimating p of the binomial distribution of order k . In Section 4, an estimate of p on the basis of a censored sample is obtained.

МРНТИ 681.5

Г.А.Самигулина¹, Т.И.Самигулин²

¹Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК,

²Казахский Национальный Технический Университет им. К.И.Сатпаева
г. Алматы, Казахстан

РАЗРАБОТКА SMART - ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМ ОБЪЕКТОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМА МУРАВЬИНОЙ КОЛОНИИ

Аннотация. Исследования посвящены разработке Smart-технологии для управления сложными технологическими процессами в нефтегазовой отрасли на основе алгоритма муравьиной колонии (АСО). Показана актуальность применения подходов искусственного интеллекта при автоматизации современных технологических процессов и производств. Проведен аналитический обзор публикаций за последние годы по применению алгоритмов роевого интеллекта для управления сложными объектами, функционирующими в условиях неопределённости параметров для решения различных прикладных задач. В качестве объекта управления рассматривается процесс очистки газа в дистилляционной колонне. Представлена структурная схема системы управления и приведен алгоритм оптимизации параметров ПИД – регулятора с помощью АСО. Описано программное обеспечение «АССО (Ant colony for complex object)» для расчёта оптимальных коэффициентов ПИД-регулятора. Приведены результаты моделирования.

Ключевые слова: сложный объект управления, smart-технология, алгоритм муравьиной колонии, ПИД-регулятор.

В настоящее время подходы искусственного интеллекта играют ключевую роль при разработке современных инновационных Smart-технологий и систем управления сложными объектами, функционирующих в условиях неопределённости параметров в различных прикладных областях. Перспективным направлением при проектировании систем автоматического регулирования является применение подходов роевого интеллекта. Широко используются генетические алгоритмы (GA), алгоритмы колонии муравьев (АСО), алгоритмы роя частиц (PSO), искусственные иммунные системы (AIS) и др. Рассматриваемые алгоритмы имеют следующие отличительные особенности: высокую точность вычислений, быстроедействие, возможность работы алгоритмов при отсутствии полноты информации об объекте управления и т.д. Например, в исследованиях [1] рассматривается применение алгоритма колоний муравьев для оптимизации расположения проводки электрооборудования в зданиях, что позволяет сократить затраты на монтаж электрооборудования, контролировать падение напряжения и экономит финансовые затраты при строительстве. В статье [2] представлена интеллектуальная система для оптимизации процесса обслуживания газотурбинных установок при помощи генетических алгоритмов. Исследован процесс технического обслуживания газовой турбины Siemens SGT600. Разработан оптимальный план обслуживания установки, позволяющий сократить время простоя оборудования, что снижает уровень общих затрат на 80%. В работе [3] для решения задачи коммивояжера в нечеткой среде (mTSP) предложен генетический алгоритм с использованием алгоритма оптимизации колоний муравьев. В данном гибридном алгоритме используются преимущества обоих подходов. Каждый коммивояжер выбирает свой маршрут, используя АСО, а маршруты разных коммивояжеров (для создания полного решения) контролируются GA. Результаты моделирования показывают, что добавленные функции повышают эффективность работы алгоритма. В статье [4] исследовано влияние алгоритма роя частиц (PSO) на оптимизацию параметров ПИД-регулятора в системе автоматического регулирования напряжения

(AVR, Automatic voltage regulation). Произведен сравнительный анализ с настройкой системы при помощи GA. Результаты показали, что система AVR, оптимизированная при помощи PSO обладает большей стабильностью и надежностью. В статье [5] рассматриваются вопросы управления производственными линиями. Разработан новый подход для оптимизации параллельной сборки продукции на основе АСО и GA. Эксперименты доказывают, что применение предложенного алгоритма позволяет находить более качественные решения. Таким образом, анализ публикаций доказывает актуальность применения алгоритмов роевого интеллекта для решения сложных комбинаторных задач оптимизации в различных областях науки и техники.

В качестве объекта управления (ОУ) рассмотрим процесс очистки газа в дистилляционной колонне (ДК). Дистилляционные колонны состоят из нескольких компонентов [6], каждый из которых используется для передачи тепловой энергии или для увеличения массопереноса. Базовая ДК состоит из: вертикального аппарата, содержащего тарелки или плиты, которые предназначены для усиления процесса разделения компонентов; ребойлера (котла для повторного нагрева) для обеспечения тепловой энергии с целью достижения необходимого испарения в нижней части колонны; конденсатора для охлаждения и конденсации пара из верхней части колонны; рефлексной емкости (сборника орошения колонны) для удержания конденсированного пара, с целью возврата жидкости обратно из верхней части колонны. Большинство систем контроля процесса дистилляции, как обычных, так и современных предполагают, что колонна работает при постоянном давлении. Флуктуация давления делает контроль более гибким и обеспечивают его работоспособность. Структура L-V (L это скорость потока жидкости, V это скорость потока пара) может рассматриваться как стандартная структура управления для дистилляции с двойным контролем состава. В такой управляющей структуре скорость потока жидкости L и скорость потока пара V являются управляющими входами [1]. Задача регулятора состоит в том, чтобы поддерживать желаемые концентрации продуктов x_B, x_D на выходе агрегата.

Линейная модель объекта управления с уменьшенным порядком может быть представлена системой с двумя входами и двумя выходами [6]:

$$\begin{bmatrix} x_D \\ x_B \end{bmatrix} = \frac{1}{1 + 1.9588s} \begin{bmatrix} 0.0042 & -0.0062 \\ -0.0052 & 0.0072 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} L \\ V \end{bmatrix}. \quad (1)$$

Модель (1) может быть представлена моделью в пространстве состояний:

$$\begin{aligned} \dot{z}_r &= \begin{bmatrix} -0.5105 & 0 \\ 0 & -0.5105 \end{bmatrix} z_r(t) + \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} u(t), \\ y_r(t) &= \begin{bmatrix} 0.0021 & -0.0031 \\ -0.0026 & 0.0037 \end{bmatrix} z_r(t), \end{aligned} \quad (2)$$

Постановка задачи формулируется следующим образом: На основании исходной модели объекта управления (2) необходимо разработать Smart – технологию для системы управления процессом очистки газа в дистилляционной колонне и рассчитать оптимальные параметры ПИД-регулятора с применением алгоритма колонии муравьев с целью минимизации критерия качества (3).

$$J_i = \int_{t=0}^{\infty} e_i^2(t) dt, i = \overline{1,2}. \quad (3)$$

В результате необходимо получить два контура управления с ПИД-регуляторами:

$$u_i(t) = P_i e_i(t) + I_i \int_{t=0}^{\infty} e_i(t) dt + D_i \frac{de_i(t)}{dt}, i = \overline{1,2}, \quad (4)$$

где $P_i, I_i, D_i, i = \overline{1,2}$ – коэффициенты усиления ПИД-регулятора.

На рисунке 1 представлена структурная схемы системы автоматического управления на базе алгоритма АСО для многосвязного процесса очистки газа:

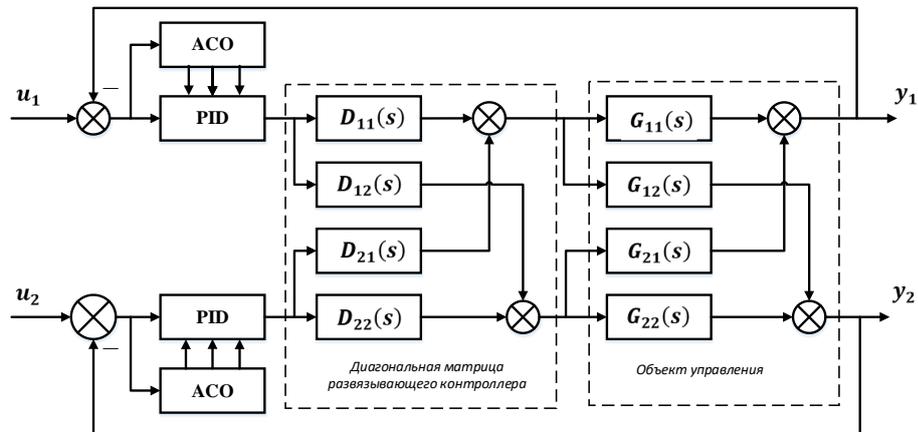


Рисунок 1 – Структурная схема системы управления с применением АСО

На рисунке 1 блоки $D_{11}, D_{12}, D_{21}, D_{22}$ являются элементами развязывающего контроллера (англ. Decoupling control). При полной развязке многопараметрическая система разделяется таким образом, чтобы в системе больше не было перекрёстных взаимодействий. Такая система представляется в виде нескольких независимых подсистем, которые могут управляться с помощью одномерных методов SISO (англ. Single input single output).

Для удовлетворения условия развязки, необходимо решить уравнения:

$$\begin{aligned} G_{11}(s)D_{11}(s) + G_{12}(s)D_{21}(s) &= P_{11}(s), \\ G_{11}(s)D_{12}(s) + G_{12}(s)D_{22}(s) &= 0, \\ G_{21}(s)D_{11}(s) + G_{22}(s)D_{21}(s) &= P_{22}(s), \\ G_{21}(s)D_{12}(s) + G_{22}(s)D_{22}(s) &= 0. \end{aligned} \tag{6}$$

$D(s)$ – передаточная функция развязывающего контроллера имеет вид:

$$D(s) = \begin{bmatrix} D_{11}(s) & D_{12}(s) \\ D_{21}(s) & D_{22}(s) \end{bmatrix}. \tag{7}$$

В результате вычислений (6), матрица развязки для объекта управления (1) принимает вид:

$$D(s) = \begin{bmatrix} 180 & 126 \\ 87.5 & 180 \end{bmatrix}.$$

Управление будет производиться по двум независимым контурам:

$$g_{11}^* = \frac{0.0042}{1 + 1.9588s}, \tag{8}$$

$$g_{22}^* = \frac{0.0072}{1 + 1.9588s}$$

Алгоритм оптимальной настройки ПИД-регулятора с АСО представлен на рисунке 2.

В качестве примера, было прописано 5000 узлов, каждый из которых представляет значение параметра K_p, K_i и K_d .

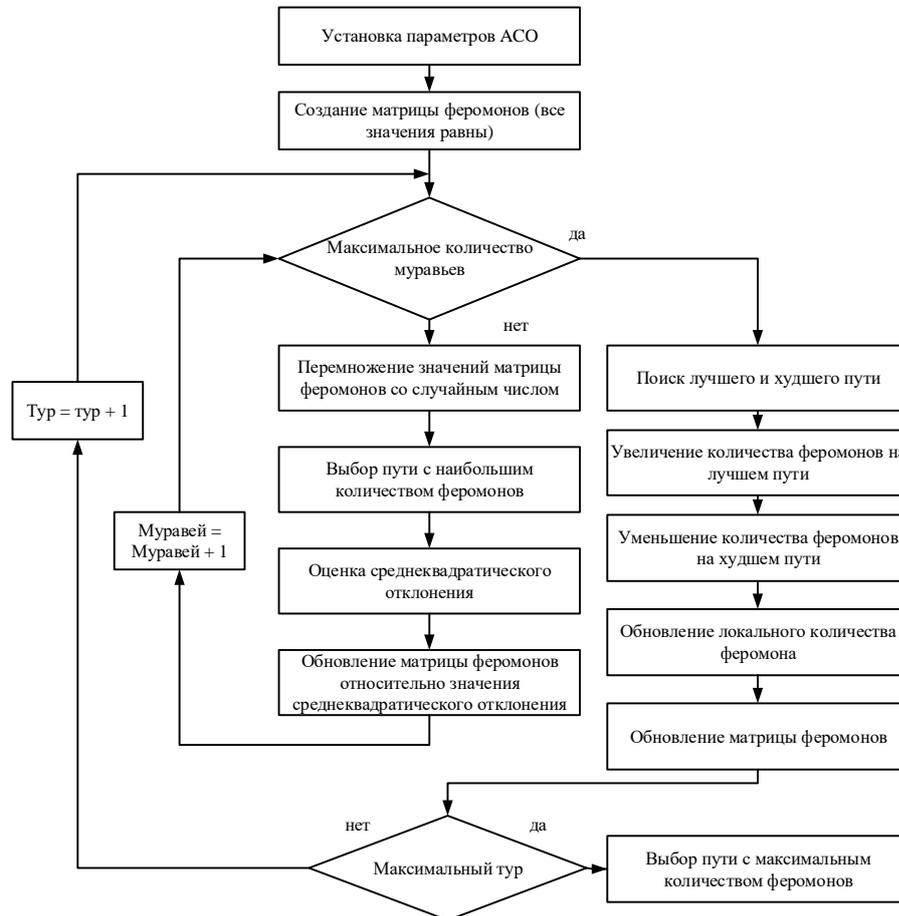


Рисунок 2 – Алгоритм оптимизации параметров ПИД-регулятора с помощью АСО

Алгоритм АСО является эволюционным метаэвристическим алгоритмом, основанным на представлении графами, который успешно применяется для решения различных сложных комбинаторных задач оптимизации [7]. Для реализации поставленной задачи разработано программное обеспечение с пользовательским интерфейсом, выполняющее роль быстрой настройки оптимальных коэффициентов ПИД-регулятора с применением алгоритма муравьиных колоний при наличии данных об объекте управления, ограничениях на коэффициенты регулятора и параметров АСО. В качестве среды разработки применено приложение Mathworks Matlab с библиотекой Simulink и системой создания графического интерфейса GUIDE. Программное обеспечение (ПО) Matlab от компании Mathworks является одновременно высокоуровневым языком программирования и визуальной средой разработки для выполнения вычислительных расчётов и представления результатов в графическом виде. Особенностью Matlab как языка программирования является то, что выполнение кода на данной платформе позволяет сократить временные расходы на создание типовых математических задач, методов и алгоритмов. Современная среда имитационного моделирования Matlab Simulink предоставляет широкие возможности в области построения дискретных,

непрерывных, линейных и нелинейных моделей технических систем. Пользователь ПО взаимодействует с графическим интерфейсом, разработанным с помощью Matlab GUIDE, где он определяет структуру объекта управления при помощи описания передаточной функции ОУ, задает параметры алгоритма, такие как количество муравьев, количество туров и т.д., а также определяет диапазон изменения коэффициентов K_p , K_i и K_d . Сразу же после запуска алгоритма включается симуляция модели системы, выполненной в среде Simulink, после чего компилятор Matlab начинает обработку скрипта m-файла `aco.m` и `aco_cost.m`. Алгоритм выполняется итерационно, после каждого шага обновляя коэффициенты блока PID (рисунок 3). Выходной сигнал (Output) поступает в Matlab Workspace который взаимодействует с m-файлами алгоритма АСО. В Workspace хранятся все входные и выходные переменные и параметры модели, которые при необходимости можно передать в базу данных.

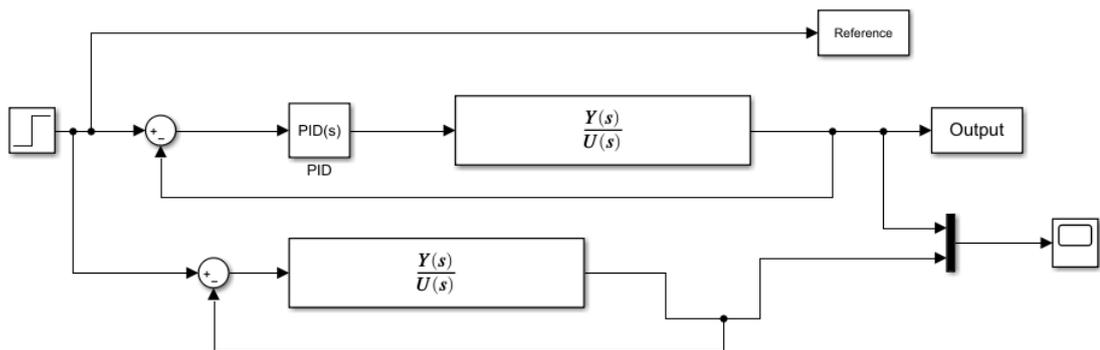


Рисунок 3 – Схема модели объекта управления в Matlab Simulink

Графический интерфейс представлен на рисунке 4. Следует отметить, что при заполнении текстовых блоков с десятичной составляющей необходимо отделять целую часть при помощи точек. Время выполнения программы зависит от диапазонов изменения параметров муравьиного алгоритма и ограничений на коэффициенты, а также от конфигурации персонального компьютера, на котором производится вычисления.

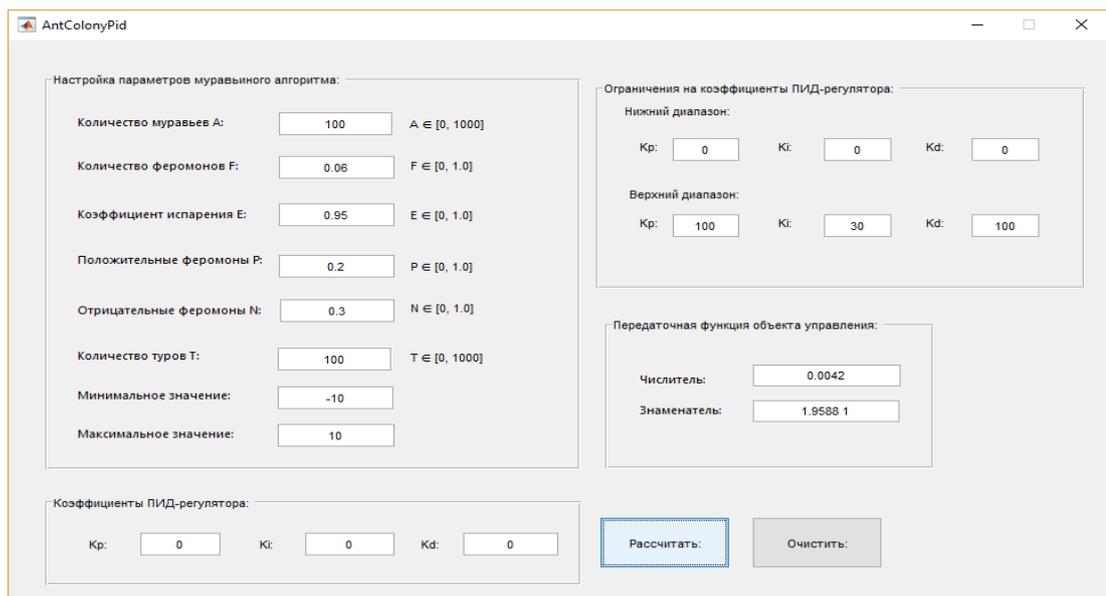


Рисунок 4 – GUI для программы «AntColonyPid»

Передаточная функция объекта заполняется по формуле (5):

$$G(s) = \frac{num(s)}{den(s)} = \frac{num(1)s^{nn-1} + num(2)s^{nn-2} + \dots + num(nn)s^{nn}}{den(1)s^{nd-1} + den(2)s^{nd-2} + \dots + den(nd)s^{nd}} \quad (5)$$

Для определения передаточной функции применяется два массива чисел «numerator» и «denominator». Порядок знаменателя должен быть больше или равен порядку числителя. Num (s) и den (s) содержат коэффициенты числителя и знаменателя в нисходящих степенях комплексной переменной s. Следует отметить, что слишком маленький коэффициент испарения (Evaporation coefficient) увеличивает время выполнения алгоритма. Верхние и нижние диапазоны коэффициентов усиления K_p, K_i, K_d определяются в зависимости от технических характеристик контроллера, выполняющего роль регулятора. Количество туров влияет на скорость сходимости алгоритма оптимизации и величину ошибки вычисления.

Системные требования, предъявляемые к персональному компьютеру для запуска программы: операционная система Windows 7, 8, 8.1, 10, процессоры Intel или AMD x86-64 с четырьмя логическими ядрами и поддержкой инструкций AVX2, 2 гигабайта свободного места на жёстком диске, 4 гигабайта оперативной памяти, видеокарта с поддержкой технологии OpenGL 3.3 с 1 гигабайтом видеопамяти.

Таким образом, разработанное программное обеспечение выполняет расчёт параметров ПИД-регулятора (пропорциональную, интегральную и дифференциальную составляющую) с применением алгоритма колонии муравьёв. Для расчёта достаточно знать передаточную функцию объекта управления, задать ограничения на коэффициенты и настроить параметры алгоритма колонии муравьёв в зависимости от выполняемой задачи. Графический интерфейс позволяет выбрать соответствующие параметры пользователем.

Работа выполнена по гранту Комитета Науки Министерства Образования и Науки Республики Казахстан (2018–2020 гг.), по теме «Разработка когнитивной Smart – технологии для интеллектуальных систем управления сложными объектами на основе подходов искусственного интеллекта».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Chinjiang Liu. Optimal design of high-rise building wiring based on ant colony optimization // Cluster Computing. – Springer, 2018. – P. 1-8.
- [2] Fatemeh Minian, Hamed Sabouhi, Jafar Hushmand, Ahmad Hallaj, Hiwa Khaledi, Mojtaba Mohammadpour. Gas turbine preventive maintenance optimization using genetic algorithm // International Journal of System Assurance Engineering and Management. – Springer, 2016. – Vol.8. – P. 594-601.
- [33] Chiranjit Changdar, Rajat Kumar Pal, G. S. Mahapatra. A genetic ant colony optimization based algorithm for solid multiple travelling salesman problem in fuzzy rough environment // Soft Computing. – Springer, 2017. – Vol. 21, Issue 16. – P. 4661-4675.
- [4] Jing Wang, Naichao Song, Enyu Jiang, Da Xu, Weihua Deng, Ling Mao. The Application of the Particle Swarm Algorithm to Optimize PID Controller in the Automatic Voltage Regulation System // Proceedings of International Conference on Intelligent Computing for Sustainable Energy and Environment. LSMS 2017, ICSEE 2017: Advanced Computational Methods in Energy, Power, Electric Vehicles and Their Integration. – Springer Singapore, 2017. – P. 529-536.
- [5] Ibrahim Kucukkoc. Integrating ant colony and genetic algorithms in the balancing and scheduling of complex assembly lines // [The International Journal of Advanced Manufacturing Technology](#). – Springer, 2016. – Vol. 82. – P. 265-285.
- [6] Minh, V.T., Rani, A.A. Modeling and control of distillation column in a petroleum process // Mathematical problems in engineering. – Perak.: Hindawi Publishing Corporation, 2009. - 14 p.

[7] Штовба С. Д. Муравьиные алгоритмы // Exponenta Pro. Математика в приложениях. – 2003. - №4. – С. 70-75.

REFERENCES

[1] Chinjiang Liu. Optimal design of high-rise building wiring based on ant colony optimization // Cluster Computing. – Springer, 2018. – P. 1-8. (in ing.).

[2] Fatemeh Minian, Hamed Sabouhi, Jafar Hushmand, Ahmad Hallaj, Hiwa Khaledi, Mojtaba Mohammadpour. Gas turbine preventive maintenance optimization using genetic algorithm // International Journal of System Assurance Engineering and Management. – Springer, 2016. – Vol.8. – P. 594-601. (in ing.).

[3] Chiranjit Changdar, Rajat Kumar Pal, G. S. Mahapatra. A genetic ant colony optimization based algorithm for solid multiple travelling salesman problem in fuzzy rough environment // Soft Computing. – Springer, 2017. – Vol. 21, Issue 16. – P. 4661-4675. (in ing.).

[4] Jing Wang, Naichao Song, Enyu Jiang, Da Xu, Weihua Deng, Ling Mao. The Application of the Particle Swarm Algorithm to Optimize PID Controller in the Automatic Voltage Regulation System // Proceedings of International Conference on Intelligent Computing for Sustainable Energy and Environment. LSMS 2017, ICSEE 2017: Advanced Computational Methods in Energy, Power, Electric Vehicles and Their Integration. – Springer Singapore, 2017. – P. 529-536. (in ing.).

[5] Ibrahim Kucukkoc. Integrating ant colony and genetic algorithms in the balancing and scheduling of complex assembly lines // [The International Journal of Advanced Manufacturing Technology](#). – Springer, 2016. – Vol. 82. – P. 265-285. (in ing.).

[6] Minh, V.T., Rani, A.A. Modeling and control of distillation column in a petroleum process // Mathematical problems in engineering. – Perak.: Hindawi Publishing Corporation, 2009. - 14 p. (in ing.).

[7] Htovba S. D. Ant algorithms // Exponenta Pro. Mathematics in applications. – 2003. - №4. – С. 70-75. (in russ.)

ҚҰМЫРСҚАЛАР КОЛОНИЯСЫНЫҢ АЛГОРИТМІН ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП КҮРДЕЛІ ОБЪЕКТІЛЕРДІ БАСҚАРУДЫҢ SMART – ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖАСАУ

Г.А.Самигулина¹, Т.И.Самигулин²

¹Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты РМК
²Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті
Алматы қ., Қазақстан

Аңдатпа. Зерттеулер мұнайгаз саласындағы күрделі технологиялық үдерістерді басқарудың құмырсқалар колониясының алгоритмі негізіндегі Smart-технологиясын жасауға арналған (АСО). Заманауи технологиялық үдерістерді және өндірістерді автоматтандыру кезінде жасанды интеллекті қолданудың өзектілігі көрсетілген. Әртүрлі қолданбалы есептерді шешу үшін параметрлері анықталмағандық шартында қызмет ететін күрделі объектілерді басқаруда үйірлі интеллект алгоритмін қолдану жайлы кейінгі жылдардағы жарияланымдарға сараптамалық талдау жасалды. Басқару объектісі ретінде дистилляциялау колоннасындағы газды тазарту үдерісі қарастырылған. Басқару жүйесінің құрылымдық сызбасы ұсынылған және АСО-ның көмегімен ПИД-реттеуішінің параметрлерін оңтайландыру алгоритмі келтірілген. ПИД-реттеуішінің тиімді коэффициенттерін есептеуге арналған «АССО (Ant colony for complex object)» бағдарламалық қамтуы сипатталған. Модельдеу нәтижелері келтірілген.

Кілттік сөздер: күрделі объектілерді басқару, smart-технология, құмырсқалар колониясының алгоритмі, ПИД-реттеуіші.

DEVELOPMENT OF SMART - TECHNOLOGY FOR COMPLEX OBJECT CONTROL USING THE ANT COLONY ALGORITHM

G.A.Samigulina¹, T.I.Samigulin²

¹Institute of Information and Computational Technologies CS MES RK
²Satpayev University Almaty, Kazakhstan

Abstract. Research is devoted to the development of Smart-technology for complex technological processes control in the oil and gas industry based on the ant colony algorithm (ACO). The urgency of applying the approaches of artificial intelligence in the automation of modern technological processes and production is shown. An analytical review of publications in recent years on the use of swarm intelligence algorithms for complex objects control operating in conditions of parameter uncertainty for solving various applied problems has been carried out. The process of gas purification in a distillation column is considered as the control object. A block diagram of the control system is presented and an algorithm for optimizing the parameters of the PID controller with the help of ACO is presented. The software "ACCO (Ant colony for complex object)" for calculating the optimal coefficients of the PID controller is described. The simulation results are given.

Keywords: complex control object, smart - technology, ant colony algorithm, PID controller.