



Алматы энергетика және
байланыс университетінің
ХАБАРШЫСЫ



ВЕСТНИК
Алматинского университета
энергетики и связи

4

2016



*Жаңа
жылыңызбен!*

С Новым годом!



**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
«ВЕСТНИК АЛМАТИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»**

Издаётся с июня 2008 года

УЧРЕДИТЕЛЬ

Алматинский университет энергетики и связи (АУЭС)

Главный редактор - Соколов С. Е., д-р техн. наук

Зам. главного редактора - Стояк В. В., канд. техн. наук

Редакционная коллегия:

Акопьянц Г. С., канд. техн. наук (Казахстан);

Андреев Г. И., канд. техн. наук (Казахстан);

Беляев А. Н., канд. техн. наук (Россия);

Бильдюкевич А. В., Академик НАН, д-р хим. наук (Беларусь);

Кузлякина В. В., академик РАН, д-р техн. наук (Россия);

Маданова М. Х., д-р фил. наук (США);

Михайлова Н. Б., д-р фил. наук (Германия);

Пирматов Н. Б., д-р техн. наук (Узбекистан);

Раджабов Т. Д., Академик НАН, д-р физ.-мат. наук (Узбекистан);

Сулейменова К. И., д-р экон. наук (Великобритания);

Фикрет Т., д-р фил. наук (Турция);

Фишов А. Г., д-р техн. наук (Россия).

С содержанием журнала можно ознакомиться на веб-сайте АУЭС www.aipet.kz

Подписаться на журнал можно в почтовых отделениях связи по объединённому каталогу Департамента почтовой связи. Подписной индекс – **74108**.

В редакции можно подписаться на журнал и приобрести отдельные номера.

Адрес редакции: 050013, г. Алматы, Некоммерческое АО «Алматинский университет энергетики и связи», ул. Байтурсынова 126, офис А326,
тел.: 8(727) 2784536, 2925048. Факс: 8(727) 2925057 и E-mail: aipet@aipet.kz (с пометкой для редакции журнала).

Ответственный секретарь Садикова Г.С.
Технический редактор Поляк Д.М.

Сдано в набор 16.12.2016 г. Подписано в печать 26.12.2016 г. Формат А4
Бумага офсетная № 80 г/м² Печать офсетная. Печ.л. 13,5
Цена свободная. Тираж 350 экз. Зарегистрирован Комитетом информации и архивов
Министерства связи и информации РК, регистрационный № 11124-Ж от 02.09.2010 г.

Макет выполнен и отпечатан в типографии «ИП Волкова»
Райымбека 212/1, оф. 104.

В Е С Т Н И К

**АЛМАТИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ**

№ 4 (35)

2016

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

Алматы

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЯ

**Орумбаев Р. К., Волков А.Ф.,
Кибарин А. А., Коробков М. С.**
Результаты исследований водогрейного котла КВа-1,0
с коаксиальным двусветным экраном5

Ибрагимова М. В., Стояк В. В., Кумызбаева С. К.
Динамическая модель влияния климатических
параметров на энергобаланс зданий14

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯ

Жумагулов К. К., Оржанова Ж. К.
Экспериментальное исследование внешнего
магнитного поля машин постоянного тока.....27

**Тергемес К. Т., Шадхин Ю. И.,
Омаров С. Т., Бердибеков А. О.**
Моделирование многодвигательного асинхронного
электропривода чесальных аппаратов
с преобразователями частоты33

АВТОМАТИКА, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Чернов Б. А., Чернова Н. Б.
Получение информации о скорости звука
в контролируемой среде при наладке
ультразвуковых расходомеров39

**Сулейменов И. Э., Игликов И. В.,
Семенякин Н. В., Тасбулатова З. С.**
Системы ввода информации на основе солнечных
фотоэлектрических панелей.....45

**Федоренко И. А., Колесников В. А.,
Буравов А. А., Дроздов Д. А.**
Волновой алгоритм поиска кратчайшего пути
к движущимся объектам.....52

Дайнеко Е. А., Ипалакова М. Т., Юнникова М. В., Бродягина М. А. Виртуальная лаборатория «Опыт Франка и Герца» с элементами 3D компьютерного моделирования	60
Казахбаева Г. У., Абсатарова Б. Р. Задача оптимизации распределения заказов и реализация ее в MS EXCEL	67
ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЯ	
Сулейменов И. Э., Кабдушев Ш. Б., Сулейменова Р. Н., Бакиров А. С. Средства индивидуального мониторинга негативного влияния факторов окружающей среды в г. Алматы	76
ИННОВАЦИИ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ, ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И СОЦИАЛЬНО- ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ	
Зияханов М. У., Калышев Н. Н., Ибрашева А. Т. Моделирование уравнения четвертого порядка неразрешенного относительно старших производных по времени.....	84
Нурпеисов С. А., Есботаева Э. С., Жанузакова Д. Т. О стабилизации нелинейной управляемой системы в критическом случае «n» пар чисто мнимых корней	90
Дуйсек А. К. Оценки сходимости локальными сплайнами пятой степени	96
Искакова А. Қ., Бексултанова А. М. Математикалық пәндерді ағылшын тілінде оқытудың кейбір мәселелері	101
Курманбаева Т. С., Жуанганова С. Е. Ғылым терминологиясын заманауи зерттеудің аспектілері (орыс және қазақ тілдерінің материалында).....	107

**№ 4 (35)
2016**

**ВЕСТНИК АЛМАТИНСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ**

Шаракпаева Г. Д.
Казахский героический эпос.....113

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

Хожин Гамиль Хожаұлы.....118
Соколов Сергей Евгеньевич119
Козлов Владимир Сергеевич120

МРНТИ 620.9:662.92;621.18.01

Р. К. Орумбаев¹, А. Ф. Волков², А. А. Кибарин¹, М. С. Коробков¹

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

²ТОО «Казкотлосервис», г. Алматы, Казахстан

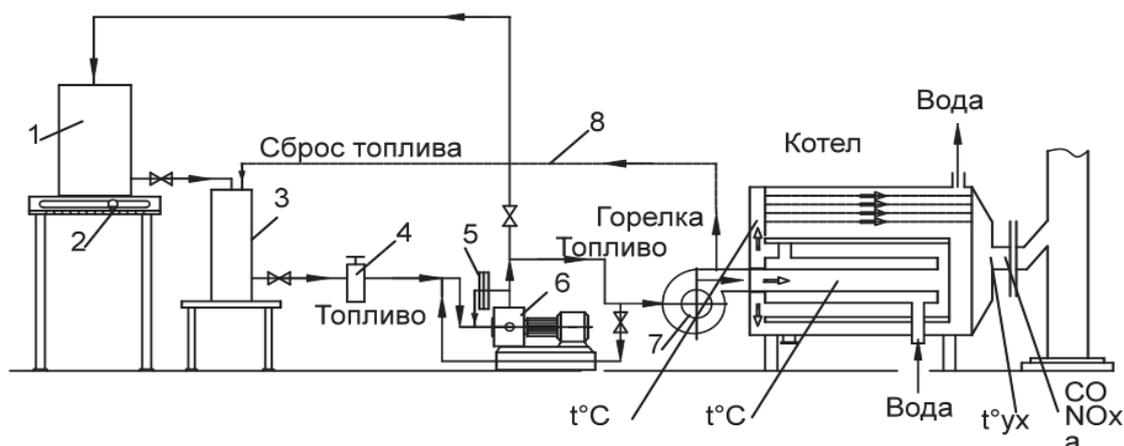
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА КВа-1,0 С КООКСИАЛЬНЫМ ДВУСВЕТНЫМ ЭКРАНОМ

Аннотация. В данной статье представлен анализ тепловых испытаний водогрейного котла КВа-1,0 тепловой мощностью 1 МВт с коаксиальным двусветным экраном, которые проводились на специализированном испытательном стенде ТОО «Казкотлосервис». Произведена экспериментальная и расчетная оценка тепловой эффективности двусветных экранов, выполненных по форме коаксиальных цилиндров при сжигании дизельного топлива. Показано, что использование коаксиальных двусветных экранов, позволяет существенно снизить температуры дымовых газов в районе передней трубной доски, увеличить долю радиационного теплообмена до уровня 70 %, повысить коэффициент полезного действия (КПД) котла при расчетных условиях до уровня 92 % при сжигании дизельного топлива. Расчетные исследования котла КВа-1,0, которые проводились в программе BOILER DESIGNER, показали, что результаты расчетов хорошо согласуются с данными натурных испытаний.

Ключевые слова: водогрейный котел, тепловые испытания, коаксиальный двусветный экран, радиационный и конвективный теплообмен, эффективность работы.

Теплотехнические испытания водогрейного жаротрубного котла КВа-1,0 с двусветным экраном проводились группой исполнителей работы на оборудованном испытательном стенде ТОО «Казкотлосервис». Испытания проводились при нагрузках 75 % и 100 %, кратковременно водогрейный котел испытывался на нагрузке 115 %.

Оснащение водогрейного котла КВа-1,0 измерительными приборами, тепловыми датчиками приведено на рисунке 1.



1-расходный бак; 2- весы; 3- промежуточный бак; 4-фильтр; 5-переключательный клапан; 6-насос; 7-форсунка; 8-линия сброса топлива; t – измерение температур газов, состава газов и коэффициента избытка воздуха.

Рисунок 1 - Схема установки для измерения расхода дизельного топлива

Приведенная на рисунке 1 схема испытательного специализированного стенда при сжигании дизельного топлива включает водогрейный котел КВа-1,0 в комплекте с автоматизированной горелкой, емкости и дымовую трубу. Схема питания дизельным топливом специализированного стенда состоит из емкости – расходный бак с указателем уровня, весов с минимальной градуировкой (бак емкостью 200 литров устанавливался на весах), вентиля для отбора пробы топлива, перепускного клапана, термометра, манометра и дренажного крана.

По водяной стороне питание котла осуществляется сетевыми насосами IRG 65-200А с подачей 23,5 м³/час, напором 44 м и мощностью каждого из электродвигателей по 5,5 кВт. Циркуляция воды через две промежуточные емкости по 50 м³, позволяла при проведении испытаний обеспечивать длительную продолжительность опыта при постоянной температуре воды на входе.

С фронтальной стороны котлов установлены датчики, регистрирующие погасание факела. В топке котла две платиновые термопары измеряли температуру в двухцветном экране и перед входом в конвективную часть в пространстве между фронтальной трубной доской и передней крышкой. Для измерения температуры уходящих газов использовался измеритель температуры 2ТРМ1 с датчиком 50М с диапазоном от -50 до +300 °С. Для измерения температуры воды на входе и выходе из котла использовались измеритель температуры 2ТРМ1 с датчиком 50М с диапазоном от -50 до +200 °С. В камере горения и в поворотной камере использовались измеритель температуры 2ТРМ1 с датчиком РТ 100 с диапазоном от 50 до +500 °С и два измерителя температуры 2ТРМ1 с двумя датчиками ХА-68 с диапазоном от 0°С до +1300 °С.

Расход воды измерялся счетчиком-расходомером, предварительно прошедшим тарирование весовым методом, точность которого удовлетворяет требованиям, предъявляемым к тепловым испытаниям [1]. Дополнительные средства измерения и контроля –газоанализатор промышленный Testo-350, измеритель сажевого числа Testo-308 и секундомер – предварительно прошли поверку.

Потери тепла в окружающую среду определялись путем измерения температур внешних поверхностей котла отдельно по участкам, имеющим примерно равные значения температуры. Отдельно измерялись температуры по двум боковым теплоизолированным внешним поверхностям котла. По фронтальной части котла в нескольких точках тепловым оптическим датчиком. Отдельно измерялись температуры с тыльной стороны котла в нескольких точках газосборной камеры и отдельно газохода котла, расположенного между котлом и между дымовой трубой.

Температура окружающей среды при вычислении потерь тепла отдельными участками поверхности котла измерялись в точках, лежащих на расстоянии 1 м от боковой поверхности котла на высоте, соответствующей положению центра измеряемого участка.

Температуру воздуха, поступающего в топку, измеряли термометром, установленным на расстоянии не более 0,5 м от всасывающего патрубка дутьевого вентилятора (места поступления воздуха в топку).

Гидравлическое сопротивление котла, при величине более 30 кПа (0,3 кгс/см²), определялось измерением давления воды пружинными манометрами.

Перед тепловыми испытаниями жаротрубный водогрейный котел КВа-1,0 проработал на испытательном стенде, на дизельном топливе более 8 часов и прошел достаточный период температурной стабилизации.

Стальной водогрейный котел КВа-1,0 рисунок 2 является цилиндрическим жаротрубным котлом с наружным прямоугольным кожухом. С диаметром обечайки корпуса Ø1330 мм с толщиной стенки 4мм, длиной 1800 мм, выполненной из стали ст.3 ГОСТ 19903-74. К обечайке корпуса с двух сторон приварены трубные доски диаметром Ø1330 мм и толщиной стенки 8 мм, выполненные из стали ст.3 ГОСТ-19903-74, образуя корпус котла, который заполняется водой. С верхней стороны и по бокам корпуса, над цилиндрической топкой расположены 64 трубы Ø57×3,5 мм длиной 1700 мм, выполненные из ст.20 по ГОСТ 8731.



Рисунок 2 - Общий вид котла водогрейного КВа-1,0

Далее в корпусе котла, ниже жаровых 64-х труб в котле КВа-1,0 расположен корпус обечайки топки диаметром $\varnothing 820$ мм, длиной 1610 мм, с толщиной стенки 6 мм, выполненной из стали ст.20 по ГОСТ 8696-74. Причем продольная ось корпуса обечайки топки расположена на 150 мм ниже продольной оси обечайки корпуса котла. С фронтальной стороны котла КВа-1,0, корпус обечайки топки приварен по всему периметру к фронтальной трубной доске. Фронтальная трубная доска смещена внутрь котла от фронтального торца обечайки корпуса на 120 мм. Тем самым с фронтальной стороны обечайки корпуса образуется зазор между фронтальной трубной доской и теплоизолированной фронтальной крышкой котла для перепуска высокотемпературных газов, выходящих между наружным корпусом камеры горения и внутренним пространством корпуса обечайки топки.

На одной оси, внутри корпуса обечайки топки расположена двусветная камера горения. Выполнена камера горения таким образом, что две ее стенки (внутренняя и наружная) с двух сторон совместно с внутренней стенкой топки работают как поверхности, получающие лучистую составляющую энергии от яркого факела, при сжигании дизельного топлива. Причем, основная часть восприятия лучистой составляющей энергии приходится на внутреннюю стенку и далее, после разворота факела на кольцевой канал, образованный наружной стенкой камеры горения и внутренней стенкой топки. Камера горения выполнена коаксиально из наружной трубы диаметром $\varnothing 630$ мм, длиной 1420 мм, с толщиной стенки 4 мм, из стали ст.3 по ГОСТ 19903-74 и внутренней трубы диаметром $\varnothing 530$ мм, длиной 1420 мм, с толщиной стенки 9 мм, из стали ст.20 по ГОСТ 8732-78. С двух сторон камеры горения коаксиально расположенные трубы одинаковой длины проварены двумя кольцами, соответственно наружным диаметром $\varnothing 630$ мм и внутренним диаметром $\varnothing 530$ мм, выполненными из стали ст.3 по ГОСТ 19903-74.

Результаты тепловых испытаний котла КВа-1,0 на нагрузках 75 и 100 % представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 - Результаты теплотехнических испытаний на котле КВа-1,0 при нагрузке 1000 кВт

№ п./п.	Измеряемый параметр	Ед. изм.	опыт №1 (5 мин)	опыт №2 (5 мин)	опыт №3 (5 мин)
1	Температура теплоносителя на выходе из котла	°С	52,40	52,30	52,20
2	Температура теплоносителя на входе в котёл	°С	31,00	31,50	31,40
3	$\Delta t^{\circ}\text{C}$ - подогрев сетевой воды	°С	21,40	20,80	20,80
4	Содержание кислорода в дымовых газах	%	3,30	3,20	3,40
5	Температура уходящих газов в дымовой трубе	°С	208,00	215,20	205,20
6	Коэффициент избытка воздуха в уходящих газах	-	1,19	1,18	1,19
7	Потери теплоты с уходящими газами	%	7,3	7,6	7,2
8	Потери теплоты в окружающую среду	%	0,3	0,3	0,3
9	Температура теплоносителя в двухцветном экране	°С	43,00	43,00	44,00
10	Температура уходящих газов в двухцветном экране	°С	817,00	830,00	845,00
11	Температура газов в конвективной части	°С	528,00	514,00	514,00
12	Показание счётчика по воде	м ³	315,55	319,40	323,30
13	Расход теплоносителя	м ³ /час	46,20	46,20	46,80
14	Расход топлива (дизельное, показание весов)	кг	90,10	81,50	72,90
15	Расход топлива	кг/ч	104,40	103,20	103,20
16	Давление топлива	Bar	13,00	13,00	13,00
17	Температура наружного воздуха	°С	34,50	34,50	34,50
18	Полученная мощность по расходу топлива	кВт	1226,31	1212,22	1212,22
19	Полученная мощность по расходу теплоносителя	кВт	1149,83	1117,60	1132,11
20	КПД по прямому балансу	%	93,76	92,19	93,39
21	КПД по обратному балансу	%	92,40	92,10	92,5

Таблица 2 - Результаты теплотехнических испытаний на котле КВа-1,0 при нагрузке 750 кВт

№ п./п.	Измеряемый параметр	Ед. изм.	опыт №1 (5 мин)	опыт №2 (5 мин)	опыт №3 (5 мин)
1	Температура теплоносителя на выходе из котла	°С	65,10	48,40	48,40
2	Температура теплоносителя на входе в котёл	°С	31,00	31,00	31,00
3	$\Delta t^{\circ}\text{C}$ - подогрев сетевой воды	°С	34,10	17,40	17,40
4	Содержание кислорода в дымовых газах	%	4,1	4,2	3,6
5	Температура уходящих газов в дымовой трубе	°С	201,00	197,00	201,00
6	Коэффициент избытка воздуха в уходящих газах	-	1,243	1,250	1,207
7	Потери теплоты с уходящими газами	%	7,2	7,1	6,6
8	Потери теплоты в окружающую среду	%	0,3	0,3	0,3
9	Температура теплоносителя в двухцветном экране	°С	46,50	44,00	47,00
10	Температура уходящих газов в двухцветном экране	°С	785,70	792,70	788,70
11	Температура газов в конвективной части	°С	433,50	435,10	435,10
12	Показание счётчика по воде	м ³	306,56	309,60	312,60
13	Расход теплоносителя	м ³ /час	16,92	36,48	36,00
14	Расход топлива (дизельное, показание весов)	кг	107,40	101,80	96,30
15	Расход топлива	кг/ч	61,20	67,20	66,00
16	Давление топлива	Bar	14,00	14,00	14,00
17	Температура наружного воздуха	°С	34,50	34,50	34,50
18	Полученная мощность по расходу топлива	кВт	718,87	789,35	775,26
19	Полученная мощность по расходу теплоносителя	кВт	671,02	738,22	728,50
20	КПД по прямому балансу	%	93,34	93,52	93,97
21	КПД по обратному балансу	%	92,5	92,6	93,1

Результаты испытаний водогрейного котла КВа-1,0 показали, что при работе на нагрузке 1150 кВт, максимальный достигнутый КПД составляет 93,76 %, при расчетной нагрузке значение КПД будет несколько выше. При нагрузке 750 кВт КПД во время испытаний составил 93,97 %, при этом максимальный КПД был отмечен на уровне 95 %. С учетом конструктивных характеристик тепловое напряжение объема топки котла составило $Q/V_T = 1,39 \times 10^6$ ккал/м³, тепловое напряжение конвективной поверхности нагрева с витыми вставками составило $q_k = 17317$ ккал/м², удельная общая поверхность нагрева $\Sigma H/N$ составила 27,74, отношение конвективной поверхности нагрева к радиационной поверхности нагрева H_k/H_r составило 1,6. Доля радиационной составляющей теплообмена за счет применения двусветных экранов доведена до уровня 70-72 %. Аэродинамическое и гидравлическое сопротивление котла КВа удовлетворяет расчетным значениям и на всех режимах работы котла во время теплотехнических испытаний не превышало расчетные показатели.

По сравнению с котлами КВа с реверсивной топкой, а также серийно выпускаемыми зарубежными жаротрубными котлами с реверсивной топкой, котлы КВа с двусветными экранами имеют на 15-20 % большую тепловую мощность при тех же габаритах и более высокий на 1-2 % КПД [2, 3]. Кроме того, при испытаниях котлов КВа с реверсивной топкой, наблюдался значительный перегрев торцевой стенки топки и пристенное кипение в отдельных зонах жаровой трубы, это отмечается и в данных других исследователей [2, 4, 5]. Сравнительный анализ также показал, что температура газов на входе в конвективную часть при использовании двусветных экранов снижается минимум на 70-90 °С, тем самым подтверждая предварительные выводы о высокой эффективности двусветных экранов.

Кроме натурных были проведены расчетные исследования котла КВа-1,0 тепловой мощностью 1,0 МВт. Для этого была собрана расчетная модель котла в программе BOILER DESIGNER [6]. Расчетная модель котла КВа-1,0 с двусветным экраном, с результатами расчетов при работе на дизельном топливе на номинальной нагрузке представлена на рисунке 3.

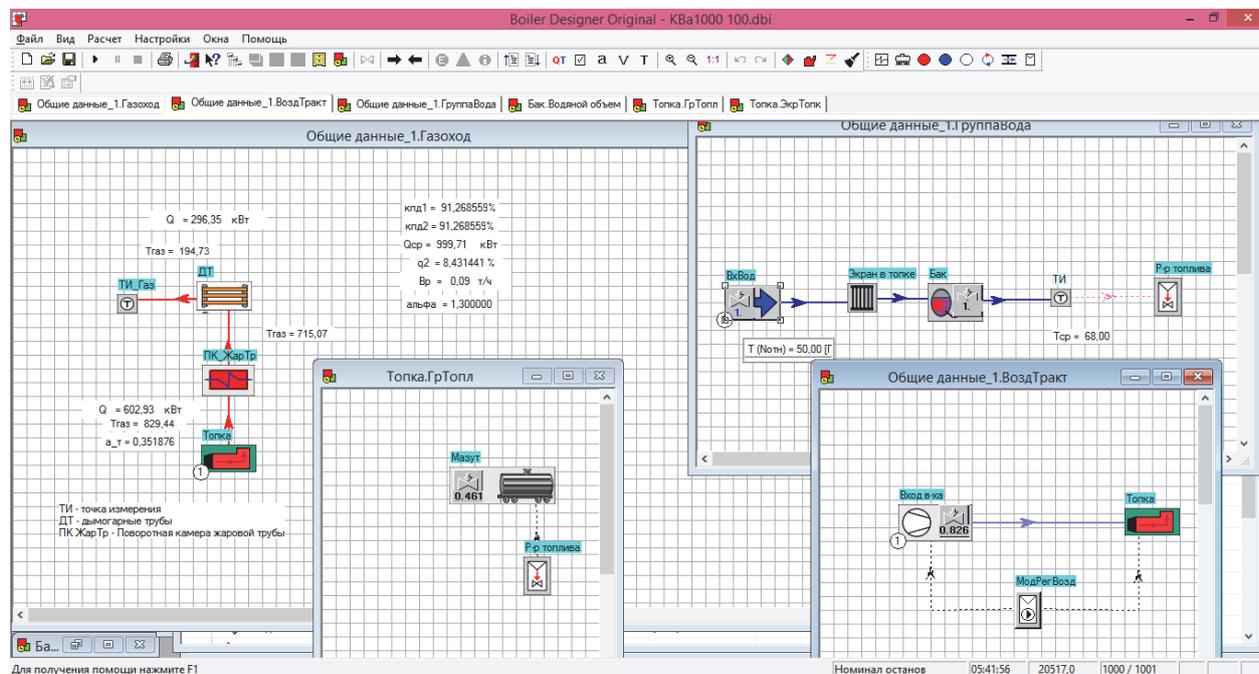


Рисунок 3 - Расчетная модель котла КВа-1,0 с двусветным экраном

Сводные результаты теплового и гидравлического расчета котла КВа-1,0 с двухцветным экраном на дизельном топливе на различных нагрузках представлены в таблице 3. При моделировании принималась температура воды на входе в котел 50° С и расчетный (паспортный) расход теплоносителя 48 т/ч, для сравнения в таблице представлен расчет котла при параметрах физического эксперимента.

Таблица 3 - Основные расчетные характеристики котла КВа-1,0

Наименование показателя	КВа-1,0 номинальная нагрузка	КВа-1,0 нагрузка 75 %	КВа-1,0 условия испытаний
1. Тепловая мощность, МВт	1,0	0,75	1,15
2. Рабочее давление воды, МПа	0,45	0,45	0,45
3. Температура воды на входе, °С	50	50	31
4. То же на выходе из котла, до °С	68	63,5	52,43
5. Перепад температур воды, °С	18	13,5	21,43
6. Гидравлическое сопротивление котла, МПа	0,12	0,12	0,12
7. Температура газов на выходе из топки, °С	829	737	837
8. Коэффициент избытка воздуха	1,3	1,3	1,2
9. Температура уходящих газов, °С	194	151,6	189
10. Расчетная температура воздуха, °С	10	10	34
11. Расход воды через котел, т/ч	48	48	46,2
12. Объем топки котла, м ³	0,68	0,68	0,68
13. Поверхность стен топки, м ²	10,66	10,66	10,66
14. Конвективная поверхность, м ²	17,09	17,09	17,09
15. Теплота сгорания топлива, ккал/кг	10200	10200	10200
16. Расход топлива на котел, т/ч	0,09	0,07	0,1
17. Потери теплоты q ₂ , %	8,43	6,35	7,01
18. Потери теплоты q ₃ , %	0	0	0
19. Потери теплоты q ₅ , %	0,3	0,3	0,3
20. КПД котла, %	91,27	93,35	92,69

Как видно из представленных расчетных и конструктивных данных, котлы КВа-1,0 характеризуются развитой радиационной поверхностью нагрева, имеют высокий КПД, расчетный КПД хорошо согласуется с данными натурных испытаний.

Как видно из представленных данных, водогрейный котел КВа-1,0 характеризуется большим теплонапряжением топочного объема и значительной долей радиационных поверхностей нагрева, которая достигает 40 % от общей поверхности теплообмена. Общая доля радиационного теплообмена превышает 70 %. Фактическая величина радиационного теплообмена, полученная в эксперименте, находится на уровне 65-72 %, что хорошо согласуется с расчетными данными.

Выводы

1. Коаксиально выполненная топочная камера (топка) воспринимает лучистое тепло с двух сторон, существенно увеличивая теплосъем в топочном пространстве, а реверсное движение высокотемпературных газов по развитой поверхности коаксиального канала, образованного внешней стенкой топочной камеры и внутренней стенкой обечайки топки (жаровой трубы) приводит к росту доли конвективной составляющей.

2. Трехходовое движение газов в котле с эффективной теплоотдачей в топочном пространстве (двухсветный экран топки с коаксиальным каналом), а в конвективной части котла с витыми ленточными вставками, является наиболее эффективным из известных конструктивных решений.

3. Проведенные теплотехнические испытания водогрейного котла КВа-1,0 изготовленного в ТОО «Казкотлосервис», и проведенные тепловые, гидравлические расчеты позволяют сделать вывод о том, что все основные теплотехнические показатели котла совпадают. Подтверждена эффективность двухсветных экранов (повысилась надежность работы топочной камеры, увеличилась доля радиационного теплообмена, снизились затраты металла).

Работа выполнена в рамках грантового финансирования по теме 3241ГФ4.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Методика определения номинальной теплопроизводительности отопительных котлов теплопроизводительностью от 0,1 до 3,15 МВт. М., НИИ Сантехники, 1983г. - 76 с.

[2] С.А.Цейтлин О развитии котлостроения для промышленных и отопительных котельных малой мощности// Журнал «Новости теплоснабжения» №01, 2001г.; <http://www.ntsnn.ru>

[3] П.А. Хаванов Теплотехнические особенности применения водогрейных котлов малой мощности//Вестник МГСУ. -2011. -№7. – С. 429-434

[4] Хаустов С.А., Заворин А.С. Дальнобойкость факела в жаровых трубах котлов //Промышленная энергетика. – 2014. – №. 10. – С. 16-20.

[5] Хаустов С.А., Заворин А.С. Современные тенденции проектирования жаротрубных котлов //Вестник науки Сибири. 2014. № 2 (12) С.21-28

[6] Расчет котельных агрегатов с использованием современных программных продуктов: Учеб. пособие /Г.И. Доверман, А.В. Мошкарин, Б.Л. Шельгин, Ю.В. Мельников / ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина». – Иваново, 2007.

REFERENCES

- [1] Method for determining the nominal heat output of heating boilers, heating performance from 0,1 to 3,15 MW. M., Institute of Plumbers, 1983. – 76 S.
- [2] Tseytlin S.A. On the development boiler for industrial and heating boilers of low power // Magazine "heat News» №01, 2001.; <http://www.ntsru.ru>
- [3] Khavanov P.A. Thermal boilers features the use of low power // Herald MSUCE. - 2011. - №7. - S. 429-434
- [4] Khaustov SA, Zavorin A.S. Dalnobykost Torch flame tubes // Industrial power boilers. - 2014. - №. 10. - C. 16-20.
- [5] Khaustov S.A., Zavorin A.S. Modern trends in designing fire-tube boilers Siberia // Bulletin of Science. 2014. №2 (12) S.21-28
- [6] Calculation of boilers using advanced software products: Proc. Benefit /G.I. Doverman, A.V. Moshkarin, B.L. Shelygin, Y. Melnikov / VPO "Ivanovo State Power University. IN AND. Lenin. " - Ivanovo 2007.

КОАКСИАЛДЫ ЕКІ ТҮСТІ ҚАЛҚАНЫ БАР КВА-1,0 СУ ҚЫЗДЫРҒЫШ ҚАЗАНЫН ЗЕРТТЕУДІҢ НӘТИЖЕЛЕРІ

Р. К. Орумбаев¹, А. Ф. Волков², А. А. Кибарин¹, М. С. Коробков¹

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

²«Казкотлосервис» ЖШС, Алматы қ., Қазақстан

Аңдатпа. Бұл мақалада «Казкотлосервис» ЖШС-ң арнайы тәжірибелік стендінде жүзеге асырылған коаксиалды екі түсті қалқаны бар, жылулық қуаты 1 МВт КВа-1,0 су қыздырғыш қазанының жылулық тәжірибесі ұсынылған. Дизель отынын жағу кезінде коаксиалдық цилиндр түрінде орындалған екі түсті қалқандардың жылулық тиімділігінің тәжірибелік және есептік бағасы жүргізілген. Коаксиалды екі түсті қалқандарды зерттеу алдыңғы құбыр тақтайының аймағындағы түтін газдарының температурасын мағыналы төмендетуге, радиациялық жылуалмасу бөлігін 70% деңгейіне дейін жоғарылатуға, дизель отынын жаққан кезде есептік шарттарда қазан ПӨЕ-ін 92% деңгейіне дейін жоғарылатуға мүмкіндік береді. BOILER DESIGNER бағдарламасында жүргізілген КВа-1,0 қазанының есептік зерттеулерінің нәтижесінде, есептеулердің мәндері ғылыми сынақтардың мәндерімен жақсы келісетіндігін көрсетті.

Кілттік сөздер: су қыздырғыш қазан, жылулық тәжірибе, коаксиалды екі түсті қалқан, радиациялық және ағындық жылуалмасу, жұмыс тиімділігі.

RESEARCHES RESULTS OF KVA-1.0 HOT-WATER BOILER WITH COAXIAL DOUBLE-HEIGHT FURNACE SCREEN

R. K. Orumbaev¹, A. F. Volkov², A. A. Kibarin¹, M. S. Korobkov¹

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

²“Kazkotloservis” LLP, Almaty, Kazakhstan

Abstract. The Article describes the analysis of thermal tests of KVa-1.0 hot-water boiler with heat power of 1 MW and coaxial double-height furnace screen; thermal test were made on specialized test-bench of “Kazkotloservis” LLP. Worked on a diesel fuel were made the experimental and calculated estimations of the heat efficiency of made in form of coaxial cylinders double-height furnace screens. It is shown that using of coaxial double-height furnace screen can significantly reduce the flue gas temperature in front tube sheet, improve the part of radiation heat transfer up to level of 70%, increase the boiler efficiency up to 92% with rated conditions and working on a diesel. Calculated researches of kVa-1.0 boiler ware made in BOILER DESIGNER software and shows that the calculations’ results are consistent well with the results of test on actual unit.

Key words: hot-water boiler, thermal tests, coaxial double-height furnace screen, radiation and convection heat transfer, work efficiency.

М. В. Ибрагимова¹, В. В. Стояк¹, С. К. Кумызбаева¹

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

ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ЭНЕРГОБАЛАНС ЗДАНИЙ

Аннотация. Разработана динамическая имитационная модель здания как потребителя энергии, включающая в себя моделирование теплопоступлений/потерь здания в зависимости от комплексного влияния внешних и внутренних климатических параметров, для определения динамической нагрузки на систему энергоснабжения. Модель включает в себя функциональный блок расчета падения солнечного излучения на ограждающие конструкции и расчет тепловых процессов помещения. Модель позволяет варьировать параметры, учитывать, как условия окружающей среды, так и свойства конструкций здания или сооружения. Предложена новая методика динамического моделирования энергобаланса зданий и сооружений, основанная на применении типовых звеньев и имеющая ряд преимуществ по сравнению с существующими. Данная методика может быть применена в качестве инструмента при создании эффективных систем управления энергоснабжением, а также использоваться для интерпретации результатов энергетических исследований и энергоаудита жилых и общественных зданий.

Ключевые слова: динамическая имитационная модель, энергобаланс здания, динамическая нагрузка системы энергоснабжения, передаточные функции.

На сектор зданий приходится более 30% от общего мирового потребления энергии, где доля жилых домов составляет - 74% и нежилых зданий - 26% от мирового потребления энергии, приходящихся на здания [1]. Жилищный сектор Казахстана потребляет около 11 % электрической и 40 % отпускаемой тепловой энергии. По экспертным оценкам около 70 % зданий имеют теплотехнические характеристики, не отвечающие современным требованиям (особенно это касается зданий постройки 1950 - 1980 годов), вследствие чего теряют через ограждающие конструкции до 30 % местами и выше тепловой энергии [2]. Государство прилагает большие усилия и финансовую поддержку на снижение потребления топливно-энергетических ресурсов и повышение энергоэффективности зданий и сооружений, однако ситуация в большинстве случаев остается неизменной и требует кардинальных решений.

В настоящее время можно наблюдать, что в теплые солнечные дни отопительного периода жители жилых и общественных зданий вынуждены открывать окна, что ведет к большим теплопотерям. Такие ситуации возникают вследствие неэффективного регулирования системы теплоснабжения либо регулирования по упрощенной методике, не учитывающей изменение внешних и внутренних климатических параметров зданий в реальном масштабе времени.

Здание представляет собой сложную архитектурно-конструктивную систему с многообразием составляющих ее элементов, ограждающих конструкций и инженерного оборудования, в которых протекают различные по физической сущности процессы поглощения, превращения и переноса теплоты. Как известно, в помещениях различного назначения действуют две основные категории тепловых потоков [3]:

- тепловые потоки, возникающие снаружи помещения (телопоступления/потери за счет разности температур, от солнечного излучения, наружный проникающий воздух);
- тепловые потоки, возникающие внутри зданий (тепло, выделяемое людьми, осветительными приборами, электробытовыми приборами и др.).

Большинство факторов, влияющих на тепловой режим здания, в общем случае, определяются за счет априорной информации, однако лучисто-конвективный теплообмен здания с окружающей средой представляет собой сложный физический процесс и представляет значительный интерес для исследования.

Для оптимального управления энергоснабжением зданий и сооружений, в настоящей работе предлагается использовать динамическое имитационное моделирование, представляющее собой методологию, позволяющую оценить энергопотребление здания, определить динамику энергопотоков с учетом фактического и комплексного влияния внешних и внутренних климатических параметров, оценить действие мероприятий, направленных на повышение энергоэффективности зданий.

В последние годы, ряд исследователей обращает пристальное внимание на динамический характер процессов теплообмена зданий и сооружений как на фактор, позволяющий выявить резервы снижения энергозатрат здания. Так автор работы [4] утверждает, что при современном уровне развития науки, техники и технологии необходимо применять динамический подход к феномену теплопотерь и аккумуляции теплоты, позволяющий с помощью системного анализа и одновременного учета нестационарности теплофизических процессов, климатических воздействий на здание и математических методов, совместно описывающих эти явления, получить новые результаты для полной и развернутой оценки энергобаланса зданий. В указанной работе автор обращает особое внимание на тот факт, что большинство исследователей упрощают по умолчанию и не замечают следующие важные параметры: нестационарность воздействий температуры, а также ветра и радиации на здания и его ограждения.

По мнению авторов работ [5,6] важную роль при энергомоделировании зданий и сооружений играет учет заселенности зданий. Вместе с тем, такие известные программные продукты, как Energy Plus, IES и eQuest, являющиеся мощными средствами в моделировании технических характеристик и производительности систем энергоснабжения зданий, как правило, не учитывают влияние теплопоступлений от людей, и от интенсивности выполняемой работы, что может приводить к появлению ошибки вплоть до 100% в оценке энергопотребления здания [5].

Важность учета энергии солнечного излучения при исследовании климата помещений отмечается в работах [7,8]. В работе [7] авторы разработали математическую модель инсоляционных поступлений на базе Simulink и подтвердили, что учет инсоляционных теплопоступлений позволяет снизить потребление тепловой энергии до 14,3% на теплоснабжение одного помещения за сутки. Разработанную модель авторы анонсируют как комплексную имитационную модель здания, однако основанная на этой модели программа рассчитывает только инсоляционные теплопоступления, не учитывая влияние многих других немаловажных факторов (температура наружного воздуха, скорость ветра, влажность и вентиляция воздуха, теплопоступления от людей и др.).

В работе [9] отмечается, что динамическое моделирование энергопотребления и теплопотерь зданий позволяет проводить более реалистичные и точные исследования. Так, авторы, сравнивая полученные результаты динамического моделирования с соответствующими показателями стандартов EN ISO 13790 и EN 15316, выявили значительные отличия в определении ежегодной поставляемой энергии системами отопления от требуемой на 33%.

Настоящая работа посвящена исследованию и разработке динамической имитационной модели комплексного учета теплопоступлений/потерь от климатических параметров в общем тепловом балансе зданий и сооружений для получения достаточно точной информации о потребности зданий в энергии (тепло/холод) на основе метеорологических наблюдений и приборных измерений внутренних энергопоступлений, оптимизации управления энергоснабжением здания за счет суточного регулирования графика нагрузки.

Моделирование и исследование влияния солнечной радиации на тепловой баланс

Как известно, солнечное излучение – одно из основных факторов, оказывающих влияние на тепловой режим здания. В ряде случаев тепловая нагрузка от солнечного излучения в жилых и административных зданиях может составлять до 50% в общем балансе теплопоступления [3].

В настоящее время имеется большое количество методик и астрономических алгоритмов, определяющих пространственное расположение Солнца в любое время суток. Однако большинство методов являются устаревшими и имеют большую погрешность, или являются сложными в расчетах и требуют значительных допущений. В результате литературного анализа, в качестве алгоритма расчета траектории движения Солнца в течение суток был выбран наиболее подробный, доступный и понятный для программирования алгоритм, описанный шведским исследователем Paul Schlyter, Stockholm, Sweden [10]. Автор утверждает, что его методика позволяет проводить расчеты с погрешностью, не превышающей одной угловой минуты для дат в диапазоне 1900 – 2100. Методика сводится к расчету Азимута (α) и высоты Солнца (β) над горизонтом:

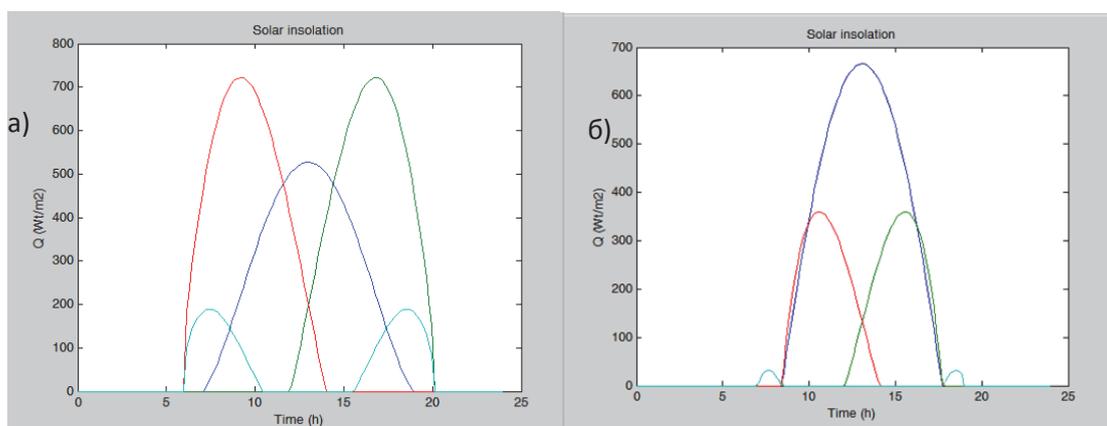
$$\alpha = \text{atan2}(y_{hor}, x_{hor}) + 180_deg \quad (1)$$

$$\beta = \text{asin}(z_{hor}) = \text{atan2}(z_{hor}, \text{sqrt}(x_{hor}^2 + y_{hor}^2)) \quad (2)$$

Для практического применения в настоящей работе была разработана подпрограмма по моделированию траектории движения Солнца в течение суток, результаты которой были сопоставлены с данными онлайн-приложений и получены погрешности, не превышающие одного градуса, что свидетельствует о достаточной точности принятого метода. В последующем данная подпрограмма будет применена для расчета инсоляционных теплопоступлений на произвольно ориентированную поверхность.

Большинство существующих методик расчета солнечной радиации на наклонную поверхность используют табличные значения интенсивности солнечного излучения и не позволяют рассчитывать мгновенные поступления тепла на поверхность. На основании литературного анализа мы выбрали наиболее подходящую на наш взгляд методику, предложенную автором в работе [11], позволяющая вычислять мгновенное поступление суммарной энергии солнечной радиации с учетом облачности на наклонную плоскость, расположенную на поверхности Земли под любым углом к горизонту и ориентированную в любом направлении, в любой день года.

На основании вышеописанных методик была разработана подпрограмма в среде MATLAB, рассчитывающая положение Солнца в зависимости от географических характеристик местности и даты, а также динамические поступления суммарной солнечной радиации на произвольно ориентированную поверхность. В качестве примера расчета инсоляционных теплопоступлений была принята вертикальная ограждающая конструкция, находящаяся в городе Алматы (рисунок 1). Временной промежутком принят 1 сутки (20 июля 2015 года – летом и 20 января 2015 года – зимой).



синяя линия – теплопоступления на южную, красная линия – теплопоступления на восточную, зеленая линия – теплопоступления на западную, голубые линии – теплопоступления на северную стены

Рисунок 1 – Инсоляционные теплопоступления на стену летом (а) и зимой (б)

Разработка динамической модели учета теплопоступлений в результате лучисто-конвективного теплообмена в тепловом балансе помещения

Динамическое исследование теплопоступлений от солнечного излучения, а также учет конвективного теплообмена между наружным воздухом и ограждающими конструкциями, позволит оценить потенциал энергосбережения в зданиях, повысить эффективность системы управления энергоснабжения, прогнозировать энергетические нагрузки, поддерживать оптимальный и комфортный тепловой режим в помещениях.

Разработанная модель комплексного учета лучисто-конвективного теплообмена на тепловой баланс помещения включает в себя следующие математические модели:

- учета теплопоступлений через непрозрачную ограждающую конструкцию;
- учета теплопоступлений через прозрачные ограждающие конструкции;
- учета лучистого теплопоступления, проникающего через прозрачную конструкцию во внутрь помещения.

В реальных условиях любой теплообмен носит динамический характер и для повышения точности разрабатываемой модели решается задача нестационарного теплообмена.

Математическая модель учета теплопоступлений в результате лучисто-конвективного теплообмена через непрозрачную ограждающую конструкцию приведена ниже. Приведем полное описание и обозначения уравнений.

Таким образом, *начальные условия*, определяющие распределение температуры в толще и на границах ограждения в начальный момент времени:

$$T_{init}=T(x,0) \quad (3)$$

Уравнение теплопроводности, используемое для решения задачи, описывающие процесс передачи тепла через толщу конструкции:

$$cp(x) \frac{dt}{dz} = \frac{d}{dx} \left[\lambda(x) \frac{dt}{dx} \right], \quad (4)$$

Граничные условия на внутренней стороне стены (т.е. при координате $x=0$):

$$-\lambda \left. \frac{dt}{dx} \right|_{x=0} = \alpha_1 * (T_1 - T(x = 0, \tau)) \quad (5)$$

Граничные условия на внешней стороне стены (т.е. при координате $x=L$):

$$-\lambda \left. \frac{dt}{dx} \right|_{x=L} = \alpha_2 * (T(x = L, \tau) - T_H) + p * Q_{solar}, \quad (6)$$

где Q_{solar} – суммарные инсоляционные теплопоступления на стену;

p – коэффициент поглощения поверхности ограждения.

Далее приведем параметры, которые были учтены в разрабатываемой модели, и все принятые допущения.

Учитываемые параметры в модели:

- теплопоступления от солнечного излучения на ограждающую конструкцию поступают в зависимости от времени года, даты, положения Солнца, облачности и прозрачности атмосферы и др.;
- многослойная стенка, в качестве ограждающей конструкции;
- наклон и произвольную ориентацию ограждающей конструкции.

Принятые допущения:

- в пределах каждого слоя (стены) коэффициент теплопроводности постоянный и не учитывается его зависимость от температуры и влажности;

- температура внутри помещения принимается постоянной, что является допустимым для задачи поддержания комфортных условий помещений;
- температура наружного воздуха изменяется по гармоническому закону, т.к. реальные колебания температуры наружного воздуха сложно спрогнозировать;
- рассмотрены решения для трех солнечных, безоблачных дней;
- в течение трех дней среднесуточная температура принята постоянной;
- начальные условия принимаются так, что температура стены является постоянной.

В качестве примера и с целью проверки работоспособности разработанной подпрограммы и иллюстрации результатов расчета рассмотрим решение задачи нестационарной теплопередачи через непрозрачную ограждающую конструкцию (кирпичная стена толщиной 0,4м), для здания в г. Алматы, имеет ориентацию на юг и расположена строго вертикально. Моделирование рассматривается в летнее время года. Для решения описанной задачи используется функции ядра MATLAB – PDEPE-функция, которая применяется для решения одномерных нестационарных дифференциальных уравнений.

Колебания температуры наружного воздуха вызывают изменения температуры и тепловых потоков на поверхности и в толще ограждения. Амплитуды колебаний температуры в толще ограждения уменьшаются по мере удаления от наружной поверхности к внутренней стене.

На рисунке 2 представлены температурные колебания наружной стороны стены (синяя линия), температуры наружного воздуха (зеленая линия).

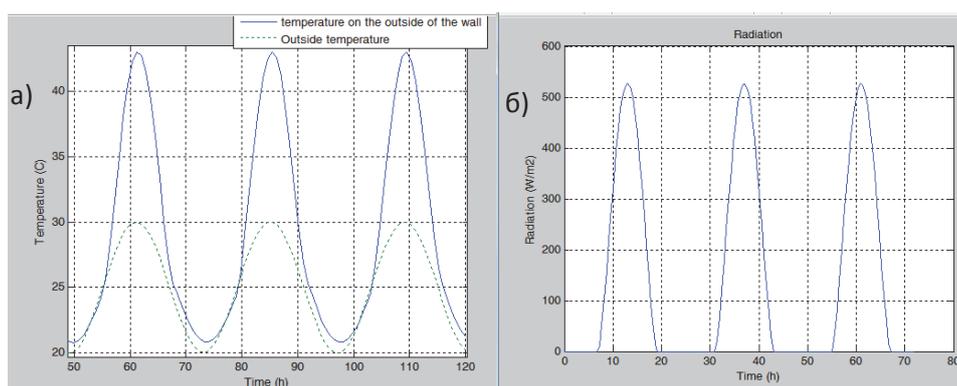


Рисунок 2 – Сравнительная характеристика температурных колебаний (а) и инсоляционные теплоступления на стену (б)

Инсоляционные теплоступления через светопрозрачные конструкции можно представить в виде суммы

$$Q_{wn} = Q_k + Q_l \quad (7)$$

где Q_k – конвективная составляющая;

Q_l – лучистая составляющая этого потока (проникающая радиация).

Величина Q_k является собирательной, в нее входит передача тепла за счет конвективного теплообмена и через полость окна посредством теплопроводности.

Конвективный теплообмен Q_k через светопрозрачные конструкции равен

$$Q_k = \alpha_1 * (T_1 - T(x = 0, \tau)), \quad (8)$$

где α_1 – коэффициент теплоотдачи внутренней стороны окна, Вт/м²*°C;

T_1 – температура воздуха внутри помещения, °C;

$T(x=0, \tau)$ – температура внутренней стороны окна, °C.

Лучистую (проникающую) составляющую теплопередачи можно представить в виде:

$$Q_l = Q_{solar} * \tau * k, \quad (9)$$

где τ – коэффициент учета затенения непрозрачными элементами окна;

k – коэффициент относительного проникновения солнечной радиации через прозрачную часть окна.

В качестве примера был принят однокамерный стеклопакет (пластиковое окно с коэффициентом теплопередачи - $0.32 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$), с ориентацией на юг и расположенный в городе Алматы.

Результаты расчета подпрограммы представлены на рисунке 3.

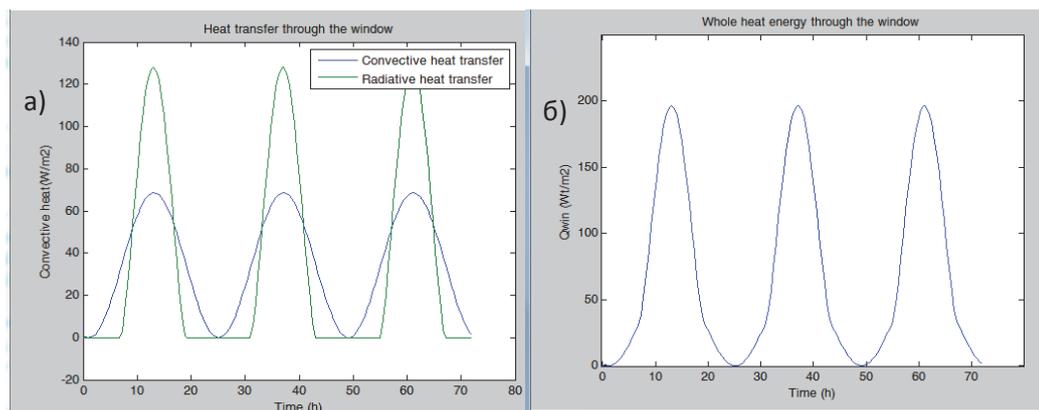


Рисунок 3 – Лучистый и конвективные составляющие теплоступлений (а) и суммарные теплоступления (б) через светопрозрачную конструкцию

Метод решения задач расчета теплоступлений/потерь

В настоящее время для решения задач динамического моделирования используют решение дифференциальных уравнений с помощью численных методов, что является долгим и сложным процессом, который занимает длительное машинное время. В настоящей работе мы предлагаем новый приближенный метод – применение решения передаточных функций вместо дифференциальных уравнений. Данный подход позволяет в несколько раз упростить процедуру решения задачи теплообмена, не требует высокой подготовки персонала, наличие вычислительных машин, и соответственно позволит создавать встроенные системы управления и автоматизировать процесс оптимального управления тепло(-хлад)снабжением зданий и сооружений и повысить качество переходных процессов.

Метод заключается в представлении динамического процесса теплопереноса в результате лучистого и конвективного теплообмена в виде системы, состоящей из комбинации типовых динамических звеньев первого порядка.

Вычисление коэффициентов передаточной функции было проведено путем определения динамических свойств объекта, по переходной характеристике системы. Для определения коэффициентов передаточной функции на вход системы подавалось ступенчатое воздействие при определенных начальных условиях.

Известно, что динамическим коэффициентом усиления называется величина, показывающая, во сколько раз данное звено усиливает входной сигнал (в установившемся режиме), и равна отношению величины технологического параметра $X_{уст}$ в установившемся режиме ко входной величине Y :

$$k = \frac{X_{уст}}{Y} \quad (10)$$

Постоянная времени T – это время, за которое процесс бы завершился, если бы протекал с постоянной максимальной скоростью.

В настоящей работе для определения параметров передаточной функции была разработана подпрограмма, которая путем построения касательной в точке перегиба к переходной функции системы, вычисляет все необходимые коэффициенты.

В качестве примера рассмотрим кирпичную стену, на которую будем подавать ступенчатое воздействие в виде солнечного излучения, равного 500 Вт/м^2 .

Далее на переходной характеристике построена касательная для определения коэффициентов передаточной функции (рисунок 4).

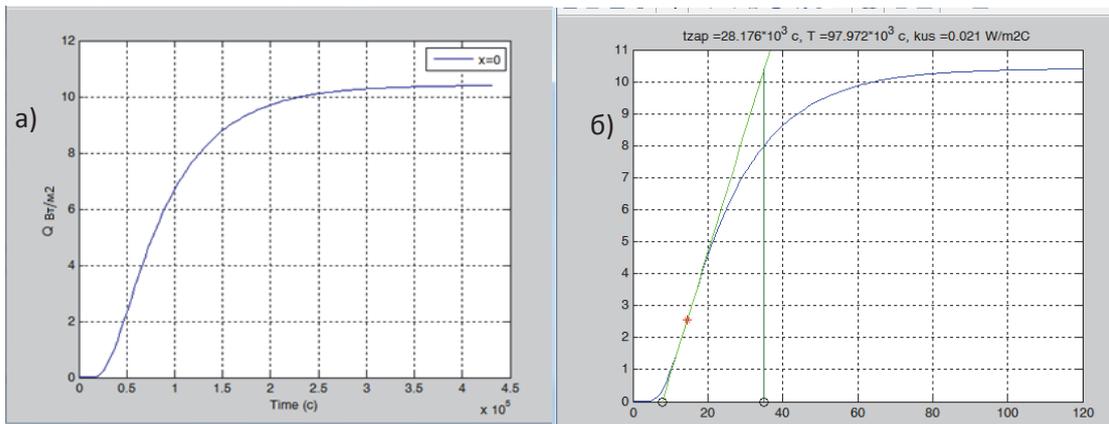


Рисунок 4 – Переходная характеристика кирпичной стены (а) и определение параметров передаточной функции (б)

Для рассматриваемого объекта получим передаточную функцию апериодического звена с запаздыванием первого порядка:

$$W(p) = \frac{k}{Tp + 1} e^{-\tau p} = \frac{0.021}{97.972 \cdot 10^3 p + 1} e^{-28.176 \cdot 10^3 p}$$

Используя инструмент Simulink, нами разработана комбинация передаточных функций для моделирования процесса инсоляционных тепlopоступлений в помещение через непрозрачную ограждающую конструкцию (рисунок 5). Схема состоит из подпрограммы расчета солнечного излучения на наклонную поверхность – 1, апериодического звена первого порядка – 2, звена запаздывания – 3 и графики для вывода результатов расчета – 4.

По результатам компиляции собранной схемы передаточной функции в Simulink и программы, разработанной в Matlab (рисунок 6) можно сделать вывод, что амплитуды колебаний и номинальные значения достаточно хорошо совпадают (отклонения не превышают 1 Вт).

Таким образом, доказана возможность использования предлагаемого нового метода расчета задач с теплообмена, путем замены трудоемких решений дифференциальных уравнений простыми и доступными передаточными функциями.

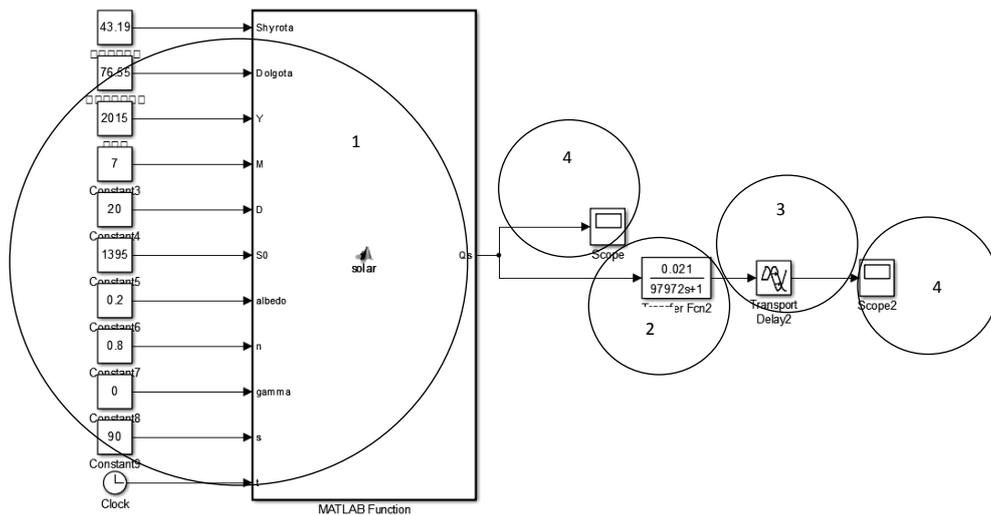


Рисунок 5 – Схема решения передаточной функции в программе Simulink

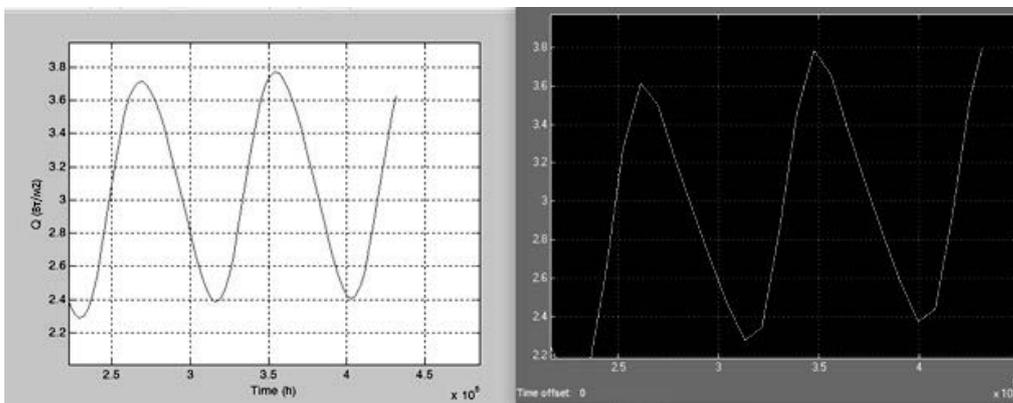


Рисунок 6 – Сравнение результатов инсоляционных поступлений

Моделирование расхода энергии на вентиляцию

Известно, что климатическое состояние внутри помещения зависит от температуры и относительной влажности воздуха, однако немаловажное значение играет подвижность воздуха. Причина неприятного самочувствия в плохо вентилируемом помещении объясняется тем, что при отсутствии движения воздуха вокруг тела человека образуется тонкая неподвижная воздушная оболочка, которая быстро насыщается парами воды, принимает его температуру и уменьшает теплоотдачу [3].

Вопросу расчета затрат энергии на вентиляцию воздуха в помещении посвящен ряд работ и в том числе [3]. Методика расчета расхода энергии на вентиляцию в рассмотренных работах и СНиП являются идентичными и сводятся к вычислению количества тепла Q_{vent} , Вт по формуле:

$$Q_{vent} = 0.28 * L * \rho * c * (t_p - t_{out}), \quad (11)$$

где L – расход приточного воздуха, м³/ч;

ρ – плотность воздуха, кг/м³, равная 1,2 кг/м³ при температуре воздуха 20 °С;

c – теплоемкость воздуха, равная 1 кДж/(кг*°С);

t_p , t_{out} – температуры воздуха, °С, соответственно в помещении наружного воздуха.

Однако в качестве исходных данных, используемых в расчетах, авторы рассмотренных работ принимают расчетные значения температур воздуха, нормируемые значения количества приточного воздуха, значения плотности и теплоемкости воздуха

принимаются постоянными величинами, что свидетельствует об отсутствии учета динамики влияния вентиляции на тепловой баланс здания в целом.

При построении блока специализированного программного обеспечения влияния вентиляции на тепловой баланс здания в составе разрабатываемой динамической имитационной моделью, мы предполагаем учитывать динамику влияния таких параметров как: изменение температуры и влажности окружающей среды, изменение влажности воздуха внутри помещения (поскольку это вызывает изменение теплоемкости воздуха), изменение условий эксплуатации здания.

В качестве примера рассмотрим помещение площадью 15 м^2 и высотой 3 м , в котором находится один человек. Результаты расчета показали, что для обеспечения свежим воздухом одного человека летом, необходимо затратить 150 Вт/м^2 энергии.

Следует отметить, что для данного примера расчет расхода энергии на вентиляцию проводился с учетом динамики изменения температуры наружного воздуха.

Метод моделирования и расчета суммарных теплопоступлений/потерь зданий

Рассмотрим расчет суммарных теплопоступлений летом и теплопотери зимой на примере помещения площадью 15 м^2 (рисунок 7), используя описанные выше подпрограммы. Считаем, что внешняя вертикальная стена помещения ориентирована на юг. Стены, потолок и пол внутри помещения имеют постоянную температуру – $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. В помещении находится один человек которому необходимо обеспечить комфортные условия: температура воздуха – $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, приток свежего воздуха объемом – $3\text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м^2 помещения. Принимаем, что светопрозрачные конструкции (окно) составляют 40% от внешней стены и соответственно 60% приходятся на нестепрозрачную конструкцию. В качестве исходных данных для стены, окна, расположения и климатических параметров в расчете были приняты в соответствии с описанными выше условиями.

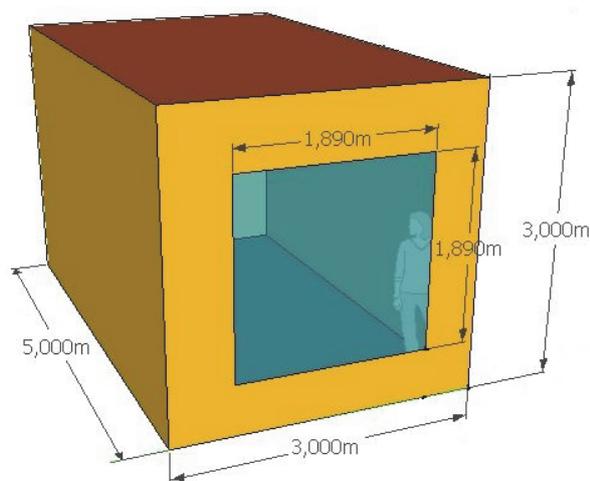


Рисунок 7 – Рассматриваемое для примера помещение

Результаты расчета теплопоступлений в помещение летом (20.07.2015 года) представлены на рисунке 8 (а). По полученным результатам можно сделать вывод, что большие теплопоступления были получены за счет проникающей составляющей, проходящей через окно (1150 Вт). Теплопоступления через стену составляют наименьшую долю (42 Вт). Таким образом максимальная суммарная нагрузка на систему кондиционирования летом для рассматриваемого помещения составляет – 1580 Вт.

Для поддержания климатических параметров в жилом помещении на уровне комфортных условий (температура воздуха – $20\text{ }^{\circ}\text{C}$) в летнем режиме необходимо обеспечить отвод тепла в соответствии с суммарным поступлением. Суточный график нагрузки на систему кондиционирования будет совпадать с графиком, представленным на рисунке 8 (б).

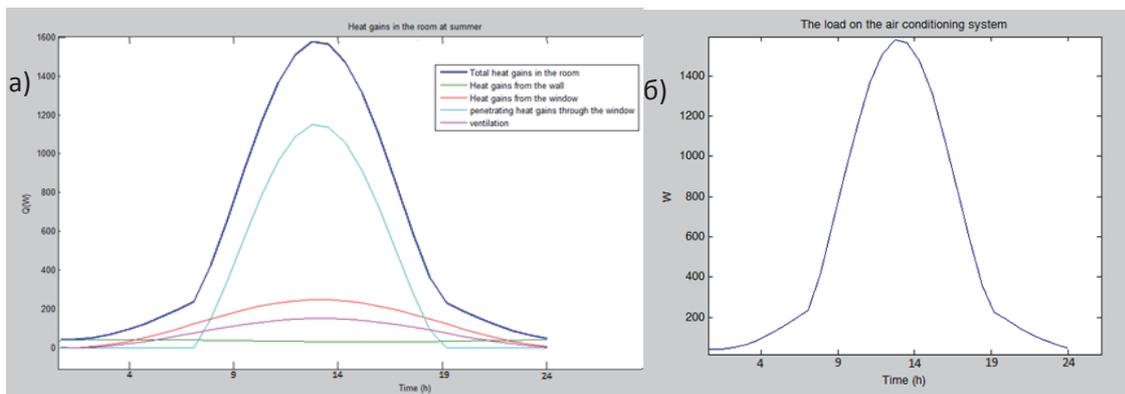


Рисунок 8 – Суммарные тепlopоступления (а) в комнату летом и требуемая нагрузка на систему кондиционирования (б)

На рисунке 9(а) представлены тепlopотери и тепlopоступления зимой. Согласно полученным результатам, максимальные тепlopотери в помещении приходятся на окна (-870Вт), минимальные через стену (-130 Вт). Тепlopоступления в комнату, возникающие за счет проникающей радиации, составляют – 1400 Вт.

В зимнем режиме для поддержания комфортных условий в помещении, необходимо обеспечить подвод тепла в помещение в соответствии с суточным графиком нагрузки, представленным на рисунке 9(б). Днем подача тепла может быть снижена до 80Вт, а ночью необходимо увеличить подвод тепла до 1900Вт.

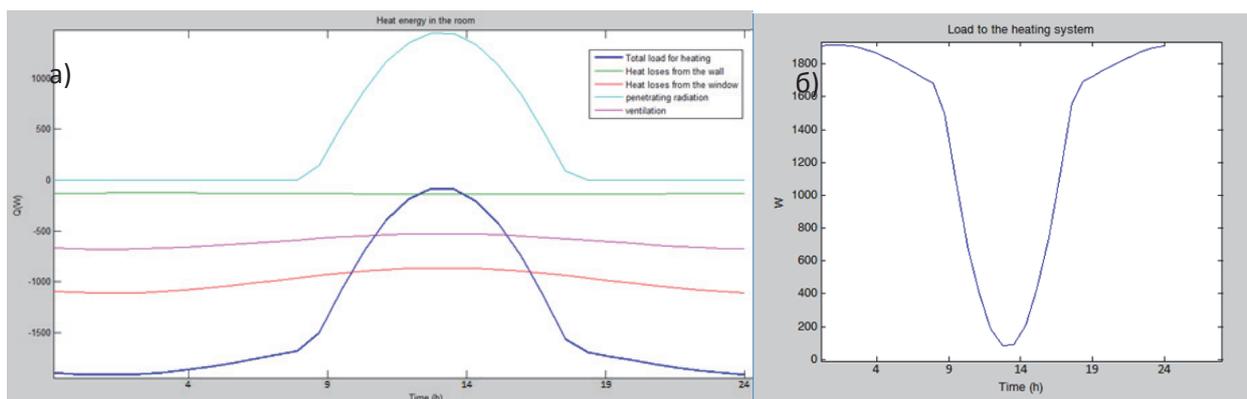


Рисунок 9 – Суммарные тепlopоступления и тепlopотери (а) в комнату зимой и требуемая нагрузка на систему отопления (б)

Очевидно, что при разработке эффективных систем управления энергоснабжением зданий, подача тепла/холода системы должна изменяться согласно представленным выше графикам нагрузки. При этом затраты ресурсов на системы отопления и кондиционирования будут минимизированы и обеспечено оптимальное энергоснабжение зданий.

В результате проведенных примеров расчета, т.е. исследования влияния лучисто-конвективного теплообмена на тепловой баланс помещения, отчетливо просматривается, что тепlopоступления в здания имеют нестационарный характер (максимум, минимум и т.д.) причем отношения максимума тепlopоступлений к минимуму составляет в 10 и более раз. Таким образом, результаты моделирования доказывают, при создании систем управления теплоснабжением помещения, важным аспектом является учет динамики энергопотоков в здании с учетом фактического и комплексного влияния внутренних и климатических параметров.

При разработке имитационной модели энергобаланса потребителя (здания) предложена новая методика динамического моделирования энергобаланса, позволяющая в несколько раз упростить процедуру решения задачи теплообмена, не требует высокой подготовки персонала, наличие вычислительных машин, полностью автоматизировать процесс системы оптимального управления энергообеспечением зданий и повысить скорость работы системы в целом.

Предложенные в данной работе методы динамического моделирования могут быть применены в качестве инструмента при создании эффективных систем управления энергообеспечением зданий и сооружений. Кроме того, могут успешно использоваться для интерпретации результатов энергетических исследований и энергоаудита жилых и общественных зданий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Stefanovic A., Gordic D. Modeling methodology of the heating energy consumption and the potential reductions due to thermal improvements of staggered block buildings // Elsevier. Energy and buildings. – 2016.– с. 244 – 253

[2] Об утверждении Программы "Энергосбережение - 2020". Постановление Правительства Республики Казахстан от 29 августа 2013 года № 904.

[3] Ананьев В.А., Балужева Л.Н., Мурашко В.П. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика. – М.: Евроклимат, 2008. – 516 с.

[4] Сотников А.Г. Теплотери и отопительная нагрузка зданий: комплексный физико-математический (динамический) подход. Теплоэнергоэффективные технологии. — № 4 (64). СПб.: 2011. — с.18-32

[5] Sokratis P., Elie A. Integrating building performance simulation in agent-based modeling using regression surrogate models: A novel human-in-the-loop energy modeling approach // Elsevier. Energy and buildings. – 2016. – с. 214 - 223

[6] Marshall E., Steinberger J., Dupont V., Foxon T. Combining energy efficiency measure approaches and occupancy patterns in building modelling in the UK residential context // Elsevier. Energy and buildings. – 2016.– с. 98 - 108

[7] Стрижак П.А., Морозов М.Н. Математическое моделирование теплового режима здания с учетом инсоляционных теплопоступлений. Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2015. – № 8 – с. 36–46

[8] Ким А.А., Смольянинова Т.А. Оценка инсоляции учебных аудиторий тихоокеанского государственного университета // Новые идеи нового века – 2014. Том 2. – с.119-123

[9] Horvat I., Dovic D. Dynamic modeling approach for determining buildings technical system energy performance // Elsevier. Energy conversion and management.–2016.– с. 154 -165

[10] Schlyter P. Computing planetary positions - a tutorial with worked examples. - Sweden. URL: <http://stjarnhimlen.se/comp/tutorial.html>

[11] Самойлов Д.В. Расчет величины поступления теплоты от солнечной радиации на поверхность Земли: Методические указания // Под ред. Ю.В. Пешти. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 20 с.

REFERENCES

[1] Stefanovic A., Gordic D. Modeling methodology of the heating energy consumption and the potential reductions due to thermal improvements of staggered block buildings // Elsevier. Energy and buildings. – 2016.– p. 244 – 253

[2] On the approval of "Energy Saving - 2020" Program. Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan from August 29, 2013 № 904.

- [3] Ananiev V.A., Balueva L.N., Murashko V.P. Ventilation and air-conditioning. Theory and practice. - M.: Euroclimate, 2008. - 516 p.
- [4] Sotnikov A.G. Heat loss and heating load of buildings: a comprehensive physics and mathematics (dynamic) approach. Energy effective technologies.- № 4 (64). SPb.: 2011.-p.18-32
- [5] Sokratis P., Elie A. Integrating building performance simulation in agent-based modeling using regression surrogate models: A novel human-in-the-loop energy modeling approach // Elsevier. Energy and buildings. – 2016. – p. 214 - 223
- [6] Marshall E., Steinberger J., Dupont V., Foxon T. Combining energy efficiency measure approaches and occupancy patterns in building modelling in the UK residential context // Elsevier. Energy and buildings. – 2016. – p. 98 - 108
- [7] Strizhak P.A. Morozov M.N. Mathematical modeling of the thermal regime of the building, taking into account insolyatsonnyh heat gain. Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Engineering georesources. - 2015. - № 8 - p. 36-46
- [8] Kim A.A., Smolyaninova T.A. Evaluation insolation classrooms Pacific State University // New ideas of the new century - 2014 Volume 2 - p.119-123
- [9] Horvat I., Dovic D. Dynamic modeling approach for determining buildings technical system energy performance // Elsevier. Energy conversion and management.– 2016.– p.154 -165
- [10] Schlyter P. Computing planetary positions - a tutorial with worked examples. - Sweden. URL: <http://stjarnhimlen.se/comp/tutorial.html>
- [11] Samoilov D. Calculation of heat proceeds from the solar radiation on the Earth's surface: Guidelines//Ed. Y. Pest. - M.: Publishing House of the MSTU. NE Bauman, 2006. - p.20

ҒИМАРАТТАРДЫҢ ЭНЕРГИЯ БАЛАНСЫНА КЛИМАТТЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРІ ӘСЕР ЕТЕТІН ДИНАМИКАЛЫҚ МОДЕЛІ

М. В. Ибрагимова¹, В. В. Стояк¹, С. К. Кумызбаева¹

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

Аңдатпа. Энергиямен жабдықтау жүйесіне динамикалық жүктемесін есептеуін және ішкі/сыртқы климаттық параметрлерінің әсеріне байланысты ғимараттың жылуының түсуін/жоғалтуын есептеуін қамтитын, энергетикалық тұтынушы ретінде ғимараттың динамикалық имитациялық моделі әзірленді. Сонымен қатар модель бөлменің жылу процестерін және құрылыс конструкциясына түсетін күн сәулесін есептеуге арналған функционалдық блогын қамтиды. Модель құрылыс конструкцияларының қасиеттерін және қоршаған ортаның шарттарын ескеруге, параметрлерін өзгертуге мүмкіндік береді. Қолданыстағындармен салыстырғанда бірқатар артықшылығы бар және типтік буындарымен негізделген ғимараттардың энергетикалық балансының динамикалық модельдеу үшін жаңа әдісі ұсынған. Тұрғын немесе қоғамдық ғимараттардың энергия ғылыми-зерттеу және энергетикалық аудит нәтижелерін интерпретациялау үшін пайдалану және тиімді энергетикалық басқару жүйесін дамыту құралы ретінде ұсынған динамикалық модельдеу әдістерін қолдануға мүмкін.

Кілттік сөздер: динамикалық имитациялық моделі, ғимараттың энергетикалық балансы, энергиямен жабдықтау жүйесінің динамикалық жүктемесі, беріліс функциялары.

DYNAMIC MODEL OF CLIMATIC EFFECT TO ENERGY BALANCE OF BUILDINGS

M. V. Ibragimova¹, V. V. Stoyak¹, S. K. Kumyzbayeva¹

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

Abstract. The dynamic model of building energy performance as an energy consumer has been developed, which includes calculating of heat gains/losses of buildings depending on combined effect of

external and internal climatic parameters and calculating of dynamic energy load to energy supply system. The model also includes functional block of solar radiation falling on the building envelope calculation and thermal processes in the room. The model allows to vary the parameters, to take into account both environmental conditions and properties of building structures. A new approach for dynamic simulation of the energy balance of buildings is proposed, based on the using of standard transfer function units and having a number of advantages. Proposed approaches of dynamic simulation may be used to create an effective energy supply control system, also can be used for the interpretation of the energy researches and energy audits of residential and public buildings.

Key words: dynamic simulation model, energy balance of building, dynamic load of energy supply system, transfer functions.



МРНТИ 621.3.13

К. К. Жумагулов¹, Ж. К. Оржанова¹

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

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВНЕШНЕГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ МАШИН ПОСТОЯННОГО ТОКА

Аннотация. В статье даны материалы исследования внешних магнитных полей машин постоянного тока. Освещены проблемы повышения качества, технического уровня, экономичности электрических машин при их проектировании и моделировании. Изложены общие положения, касающиеся вопросов разработки электрических машин с пониженным уровнем внешних магнитных полей (ВМП). При проектировании электрических машин (ЭМ) весьма важное значение, приобретает точность расчета и математического моделирования. Экспериментальные исследования, теоретическое обоснование физической картины поля были использованы в дальнейшем для разработки методики расчета ВМП и программы численных исследований, позволивших глубже изучить ВМП. Этот метод исследования послужил базой для разработки мероприятий по снижению уровня ВМП и научно-обоснованных рекомендаций по проектированию маломощных машин постоянного тока.

Ключевые слова: электрические машины, внешнее магнитное поле, холостой ход, испытательный стенд, погрешность, рассеяние.

Электромеханические преобразователи энергии (ЭМП) – основные силовые элементы электротехнических комплексов и систем, без которых не может существовать ни одно промышленное предприятие или отрасль производства. Создание современной, конкурентоспособной продукции напрямую связано с коренным повышением качества, технического уровня, экономичности, разработкой принципиально новых, соответствующих необходимому уровню технологии отраслей производства ЭМП.

Улучшение технических характеристик, создание электрических машин, полностью соответствующих технологическим требованиям, в значительной мере определяют пути технологического прогресса.

На современном этапе ЭМП электротехнических комплексов насыщаются системами автоматического управления на базе микроэлектронных управляющих устройств, микропроцессоров, электронно-вычислительной техники. Одновременно возрастают установленные мощности генерирующих и потребляющих объектов. Ведутся разработки по созданию электрических машин, трансформаторов, линий электропередач и других устройств со сверхпроводящими обмотками. Вокруг мощных электрических машин возникают внешние магнитные поля (ВМП), которые могут оказывать негативное воздействие на элементы систем управления, нарушая их нормальное функционирование. Проблемы электромагнитной совместимости силового оборудования и систем управления возникают и в таких автономных системах, как летательные аппараты, суда, средства оборонного назначения.

Помимо обычных требований, к ЭМП предъявляются еще и требования к уровню их ВМП, возникает необходимость разработки новых, уточненных методов и методик исследования и проектирования.

Под ВМП электрической машины понимают поле, создаваемое в окружающем ее пространстве. Условно ВМП ЭМП можно разделить на три составляющие: переменное внешнее магнитное поле, индуцированное магнитное поле и поле остаточного магнетизма; переменное ВМП электрической машины обусловлено полями рассеивания, создаваемыми токами, протекающими по ее обмоткам, напряженность его не постоянна и зависит от режима работы ЭМП; индуцированное магнитное поле (определяется полем

ферромагнитных масс ЭМП, находящихся в магнитном поле Земли), поле остаточного магнетизма обусловлено явлением гистерезиса в ферромагнитных телах.

Важнейшей производственной задачей настоящего времени является коренное повышение качества, технического уровня, экономичности электрических машин, разработка принципиально новых электрических машин (ЭМ), технологически соответствующих необходимым уровням специфичных отраслей производства, требующих особенных показателей. Насыщение технологических комплексов электронными средствами управления, также, как и увеличение мощности двигателей и генераторов, делают актуальными вопросы их электромагнитной совместимости. Если влияние режимов работы энергетических объектов и их электростатических полей на устройство релейной защиты изучены достаточно подробно, то в области изучения внешних магнитных полей электромеханических преобразователей отсутствуют единые методы их анализа и расчета. При проектировании весьма важное значение приобретает точность расчета и математического моделирования. Например, при разработке электрических машин с пониженным уровнем внешних магнитных полей (ВМП) возникла необходимость разработки электрических машин с пониженным ВМП по следующим причинам. Первая обусловлена тем, что современные электротехнические комплексы, оснащенные электрическими машинами, насыщены слаботочными управляющими устройствами, микропроцессорами, электронно-вычислительной техникой, также как и летательные аппараты, космическая техника и другие подобные автономные системы. В этих случаях ВМП рассеяния ЭМ электротехнических комплексов и систем могут оказывать негативное воздействие на элементы электроники, вычислительной техники и т.д., нарушая их нормальное функционирование. Вторая - обусловлена задачами оборонного характера: совершенствование неконтактных типов оружия (например, мин), чутко реагирующих на магнитное поле корабля и его оборудования.

В статье даны материалы исследования ВМП машин постоянного тока, которые проводились в направлениях: а) экспериментальные; б) аналитические; в) численные.

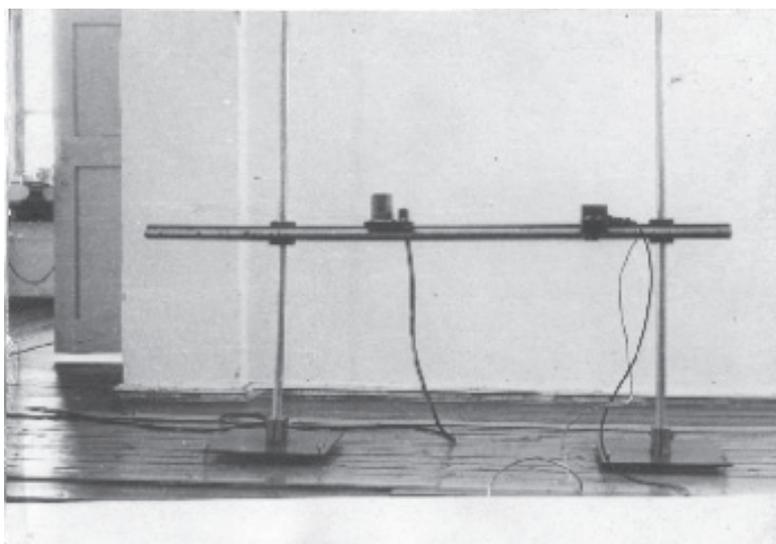
Первые два направления исследования проводились параллельно, уточняя и дополняя друг друга. Численные исследования ВМП начали развиваться в последние годы, после появления цифровых электронно-вычислительных машин, разработки методик и программ расчета для них.

Для исследования постоянного ВМП рассеяния использовались феррозондовые магнитометры типов ЛМ-45, СМ-45, ТМ-45, разработанные и изготовленные в ЦНИИ им. А.Н. Крылова [1]. На рисунке 1а представлен общий вид испытательного стенда с координатором, на котором установлен феррозондовый датчик магнитометра типа ЛМ-45. На рисунке 1б представлен общий вид поворотного устройства, на котором установлен макетный образец двигателя постоянного тока.

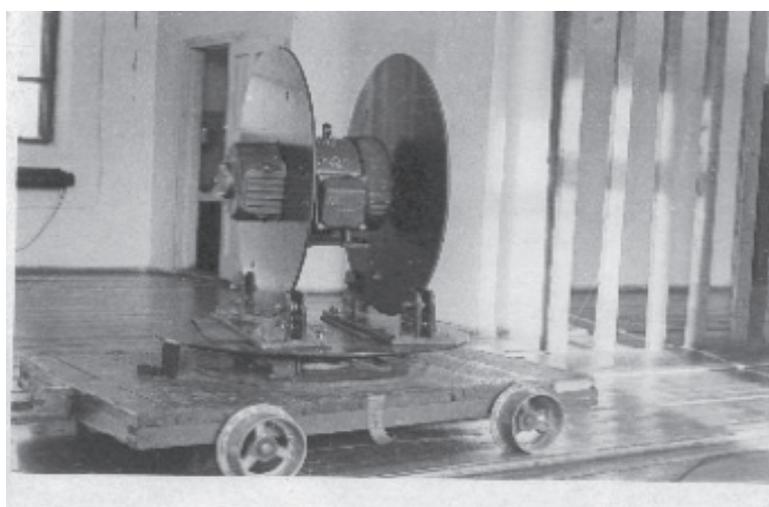
Изучение ВМП машин постоянного тока было начато с экспериментальных исследований. Анализ результатов экспериментальных исследований, теоретическое обоснование физической картины поля были использованы в дальнейшем для разработки методики расчета ВМП и программы численных исследований, позволивших глубже изучить ВМП. Все три метода исследований послужили базой для разработки мероприятий по снижению уровня ВМП и научно-обоснованных рекомендаций по проектированию маломощных машин постоянного тока.

Экспериментальные исследования ВМП рассеяния проводились на действующих макетных, опытных и серийно-выпускаемых образцах машин постоянного тока.

В статье даны результаты экспериментальных исследований влияния геометрических размеров ярма станины и воздушного зазора на ВМП машины постоянного тока. Измерения проводились в цилиндрической системе координат по сетке точек, представленной на рисунке 2.



а)



б)

Рисунок 1 - Испытательный стенд с координатором и поворотным устройством (*а, б*)

В общем случае измерения проводились по трем координатным составляющим ВМП. Для анализа достаточно знать распределение радиальной составляющей ВМП в плоскости, проходящей по осям главных полюсов перпендикулярно оси вала (в плоскости « V »), а также аксиальных составляющих поля на оси вала со сторон коллектора h_{z1} и его свободного конца h_{z2} . При аналитических, численных и экспериментальных исследованиях рассматриваются только эти составляющие ВМП.

Исследования проводились в основном в режиме холостого хода. В некоторых случаях исследования проводились в режиме номинальной нагрузки или короткого замыкания. Исследования ВМП однокорпусных вращающихся преобразователей с двигателями постоянного тока проводились, как в режиме холостого хода, так и в режиме номинальной нагрузки.

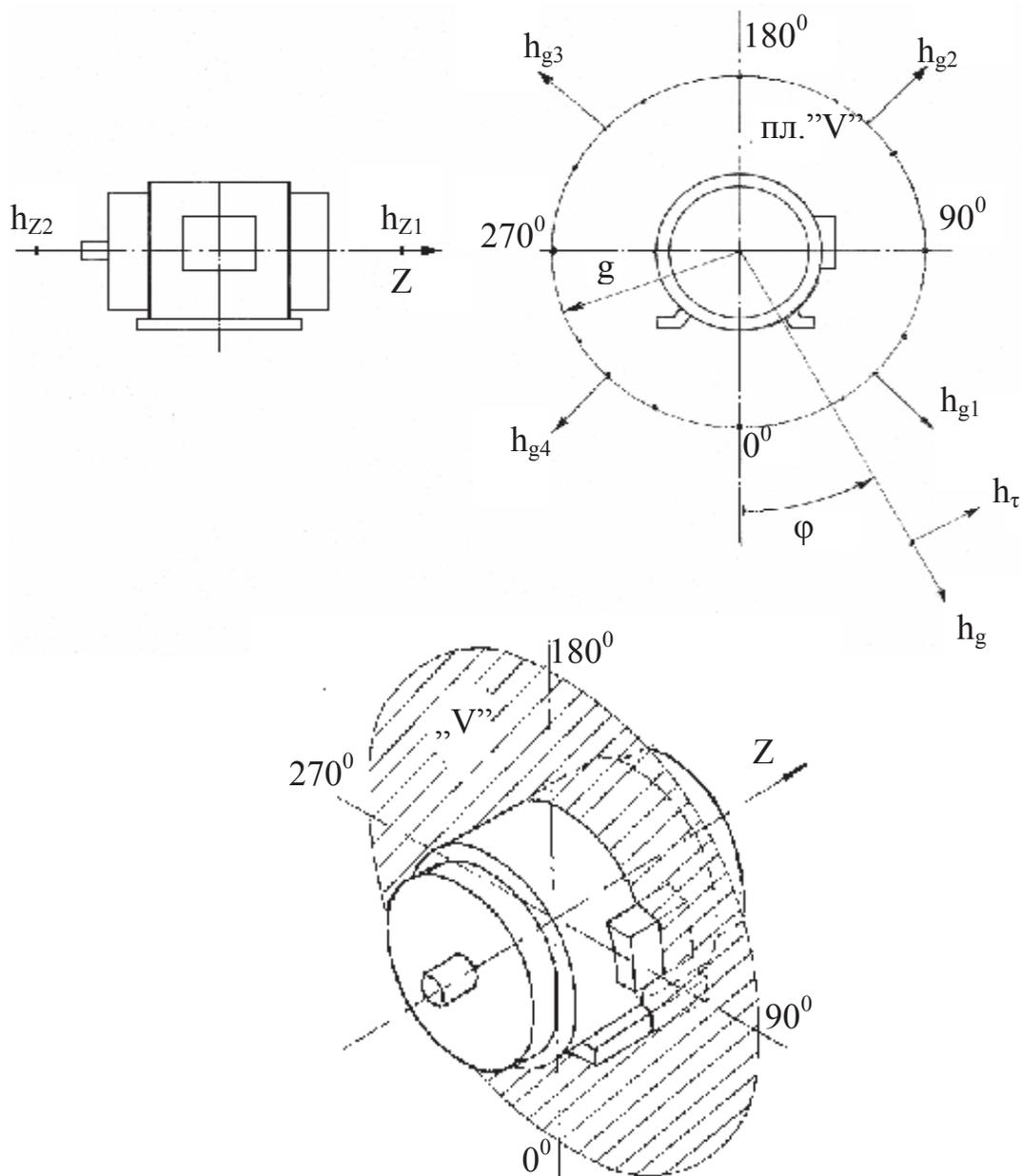


Рисунок 2 - Сетка точек измерения ВМП машины постоянного тока

Погрешность результатов экспериментальных исследований ВМП определялась по выражению (1)

$$\Pi = \Pi_M + \Pi_K + \Pi_{\Pi} + \Pi_{II} + \Pi_{\Gamma} + \Pi_D, \quad (1)$$

где Π – погрешность результатов экспериментальных исследований;
 Π_M – погрешность магнитометра;
 Π_K – погрешность установления координаты поля;
 Π_{Π} – погрешность электроизмерительных приборов;
 Π_{II} – погрешность снятия показаний испытателем;
 Π_{Γ} – погрешность гармонического анализа ВМП;

P_d – дополнительная погрешность (наличие случайных помех при измерении ВМП и прочих неучтенных факторов).

Максимальные значения погрешностей для стенда приведены в таблице, в соответствии с нормативными документами (паспортами приборов, инструкциями), уровнем промышленных помех на стенде.

Таблица 1 - Погрешность измерения ВМП в %

P_M	P_K	P_{II}	P_{II}	P_G	P_d	P
2	3	2	5	5	10	27

На данном испытательном стенде можно исследовать влияние различных конструктивных факторов и технологических отклонений изготовления электрических машин на форму и величину внешних магнитных полей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Волохов С.А., Прокопов В.Е., Соловьев В.Г. Метод экранирования внешнего магнитного поля токов асинхронного двигателя средней мощности. Труды ЦНИИ им. А.Н. Крылова, сб. Судостроение. Вып. 19, 1966. С.26-29.

[2] Новокшенов В.С., Грук В.М. Влияние электрической несимметрии обмотки ротора асинхронной машины на ее магнитное поле. - В кн. Вопросы конструирования и надежности электрических машин. Томск: 1977. С.44-49.

[3] Жумагулов К.К. Расчет внешнего магнитного поля асинхронной машины с ферромагнитными экранами. Труды университета КарГТУ. Караганда – 2006 -№1.-С 80-

[4] Жумагулов К.К. Внешние магнитные поля электромеханических преобразователей электротехнических комплексов (Автореферат докторской диссертации Алматы: АИЭС, 2006.

REFERENCES

[1] Volohov SA, Prokopov VE, VG Solovyev The screening method of the external magnetic field current of average power asynchronous motor. Proceedings of the Central Research Institute named after AN Krylov, Shipbuilding. Release. 19, 1966. P.26-29.

[2] Novokshenov B.C., VM GRUCA Effect of electrical nonsymmetry of the rotor winding induction machine on its magnetic field. - Problems of construction and reliability of electrical machines. Tomsk: 1977. P.44-49.

[3] Zhumagulov K.K The calculation of the external magnetic field of induction machine with ferromagnetic screens. Proceedings of the University KSTU. Karaganda – 2006 -№1.-P 80-

[4] Zhumagulov K.K External magnetic fields of electromechanical transducer electrical systems (Doctoral Dissertation Almaty: Almaty Institute of Power Engineering and Telecommunications, 2006.

ТҰРАҚТЫ ТОК МАШИНАЛАРЫНЫҢ СЫРТҚЫ МАГНИТТІК ӨРІСІН ЭКСПЕРИМЕНТАЛДЫҚ ЗЕРТТЕУ

К. К. Жумагулов¹, Ж. К. Оржанова¹

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

Аңдатпа. Мақалада тұрақты ток машиналарының сыртқы магниттік өрісін зерттеудің материалдары көрсетілген. Электр машиналарын жобалау және модельдеу кезінде олардың үнемділігін, техникалық деңгейінің, сапасын арттырудың мәселелері айқындалған. Сыртқы магниттік өрісінің (СМӨ) деңгейі төмендетілген электр машиналарды әзірлеген кезде пайда болатын мәселелерге қатысты жалпы мәліметтер баяндалған. Электр машиналарын (ЭМ) жобалау кезінде математикалық модельдеуі және есептелуі дәл болғаны аса маңызды роль атқарады. Физикалық өрісінің негіздері, эксперименталдық зерттеулер СМӨ есептеу әдісі мен СМӨ тереңірек зерттеуге мүмкіндік беретін сандық зерделердің программаларын әзірлеген кезде қолданылды. Магниті аз тұрақты ток машиналарын жобалау бойынша ғылыми-негізделген ұсыныстарды және СМӨ деңгейін төмендету бойынша іс-шараларды әзірлеу үшін зерделенген бұл әдістер негізгі болып табылады.

Кілттік сөздер: электрлік машиналар, іштік магниттік өріс, бос жүріс, зерттелінген стендтер, қателіктер, шашырау.

EXTERNAL MAGNETIC FIELD OF DC MACHINES EXPERIMENTAL STUDY

K. K. Zhumagulov¹, Zh. K. Orzhanova¹

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

Abstract. In this paper, studies of external magnetic fields of DC machines are given. The problems of improving the quality, technical grade and efficiency of electric machines in their design and modeling are highlighted. It sets out the general provisions related to the issues in the development of electric machines with a reduced level of external magnetic fields (EMF). In the design of electrical machines (EM) the accuracy of calculations and mathematical modeling are of very high importance. Experimental studies, theoretical justification of the physical picture of the field were used for further development of calculation methods and EMF numerical studies programs, that allowed deeper studies exploration of the EMF. This method of research served as the basis for developing measures to reduce the EMF level and scientifically justified recommendations for the design of low magnetic DC machines.

Key words: electric car, external magnetic field, idling, test bench, error, scattering.

К. Т. Тергемес¹, Ю. И. Шадхин¹, С. Т. Омаров¹, А. О. Бердибеков²

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

²Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.Сатпаева

МОДЕЛИРОВАНИЕ МНОГОДВИГАТЕЛЬНОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ЧЕСАЛЬНЫХ АППАРАТОВ С ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ ЧАСТОТЫ

Аннотация. В данной статье рассмотрены вопросы моделирования режимов работы чесальных аппаратов (ЧА) многодвигательным асинхронным электроприводом (МАЭП) с общим и с индивидуальными преобразователями частоты (ПЧ), на базе прикладных пакетных программ Matlab.

Виртуальные модели МАЭП с ПЧ составлены из элементов библиотек SimPowerSystems и реально отражают режимы работ ранее разработанных асинхронных электроприводов синхронного вращения. Исследования проведены с широким изменением параметров как асинхронных двигателей, так и системы синхронного вращения.

Результаты моделирования позволяет определить предельно возможные разницы нагрузок между асинхронными двигателями в системе синхронного вращения относительно классической системы «электрического рабочего вала» (ЭРВ), позволяющие поддерживать синхронное вращение всех двигателей с разными нагрузками на валах двигателей в небольших пределах нагрузочных моментов двигателей системы. Необходимо отметить, что данные виртуальные модели позволяют исследовать работу электроприводов ЧА в широком диапазоне изменения параметров как двигателей, так и системы МАЭП с ПЧ.

Ключевые слова: чесальные аппараты, многодвигательные асинхронные электроприводы, преобразователи частоты, моделирование, синхронное вращение.

Для электроприводов чесальных аппаратов, основные прочесыватели которых установлены друг от друга на расстоянии 8-10 метров, но имеют технологические связи между собой через волокна шерсти, могут быть рекомендованы многодвигательные асинхронные электроприводы с общим и индивидуальными преобразователями частоты с сохранением электрической связи по роторным цепям [1,2].

В зависимости от технологического требования к качеству выходной продукции (качества ровницы) чесальные аппараты бывают двух-, трех-, четырех-, пяти- и шестипроческие. Соответственно и число двигателей столько же. Каждый прочес установлен друг от друга на расстоянии 8-10 метров. Между ними имеются транспортеры, несущие прочесанную шерсть либо смеси [3].

В предложенных схемах синхронность вращения двигателей поддерживается в первую очередь за счет наличия силовой электрической связи в роторных цепях двигателей. Когда нагрузки двигателей равномерные или примерно одинаковые и МАЭП работает, все двигатели вращаются синхронно в режиме «электрического рабочего вала». При разных нагруженностях двигателей синхронность вращения достигается за счет ПЧ, подключенных в статорные цепи двигателей, оснащенные различными обратными связями. Частота вращения наиболее нагруженного двигателя поддерживается постоянной, а частота и величина питающих напряжений наименее нагруженных двигателей регулируются таким образом, чтобы выровнять скорости вращения менее нагруженных двигателей к наиболее нагруженным [4].

Используемые преобразователи частоты состоят из выпрямителей и автономных инверторов напряжения. Для повышения надежности многодвигательного асинхронного электропривода с двухзвенными преобразователями частоты могут быть рекомендованы схемы МАЭП с общим и индивидуальными преобразователями частоты с управляемыми выпрямителями.

Необходимо отметить, что в данных схемах общий диапазон регулирования скорости вращения достигает до $D=(10\div 12)\div 1$. Неравномерность нагрузок двигателей составляет 40-45%. Однако наличие остаточного сопротивления в общей роторной цепи R_d и сопротивления соединительных кабелей роторов снижает жесткость механических характеристик двигателей МАЭП синхронного вращения (СВ) [4].

Для моделирования многодвигательного асинхронного электропривода чесальных аппаратов, использовался программный продукт Matlab (Simulink), где виртуальная модель асинхронного двигателя с фазным ротором принята из библиотеки SimPowerSystems.

Преобразователи частоты с широтно- импульсной модуляцией (ШИМ) выполняются на блоке Universal Bridge. Преобразователи получают питание от аккумуляторных батарей, задающее трехфазное напряжение необходимой амплитуды и частоты, управляющие напряжения $U_1...U_6$ формируются в блоке Discrete PWM Generator, нагрузка, т.е. обмотка асинхронных двигателей включена в звезду. Автономный инвертор напряжения построен из основных блоков Universal Bridge, Discrete PWM Generator. Для визуализации результатов моделирования используется осциллограф Scope и измерительный прибор Multimeter.

На рисунках 1, 2 приведены составленные виртуальные модели МАЭП чесальных аппаратов с общим и индивидуальными преобразователями частоты, согласно библиотеки SimPowerSystems.

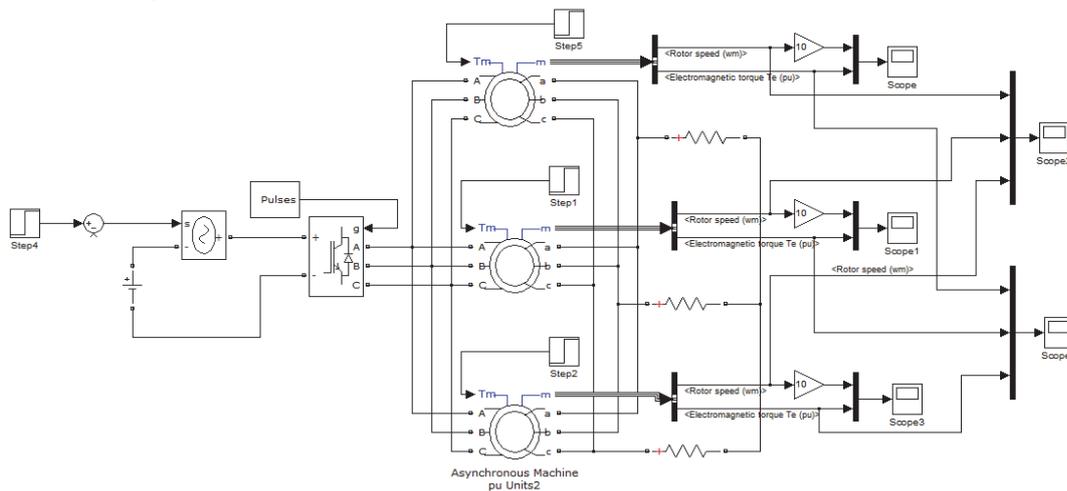


Рисунок 1 - Виртуальная модель электропривода чесального аппарата в системе электрического вала с общим преобразователем частоты

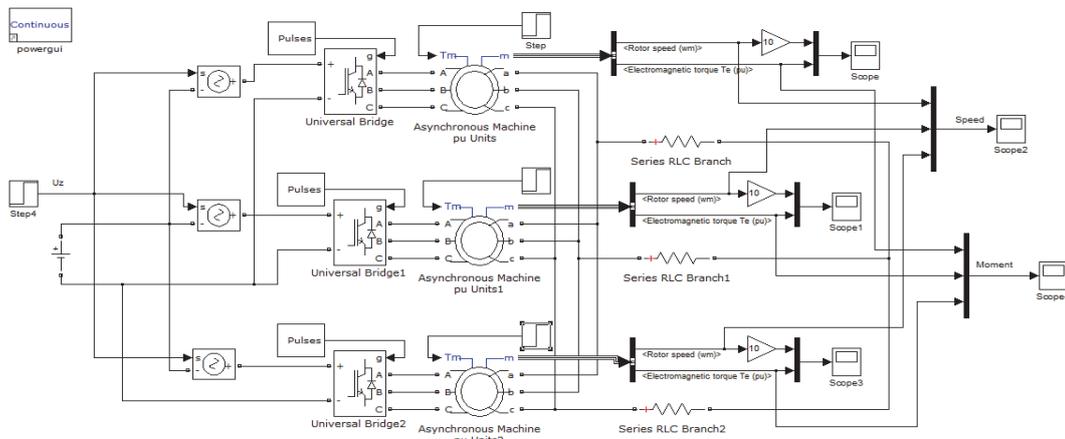
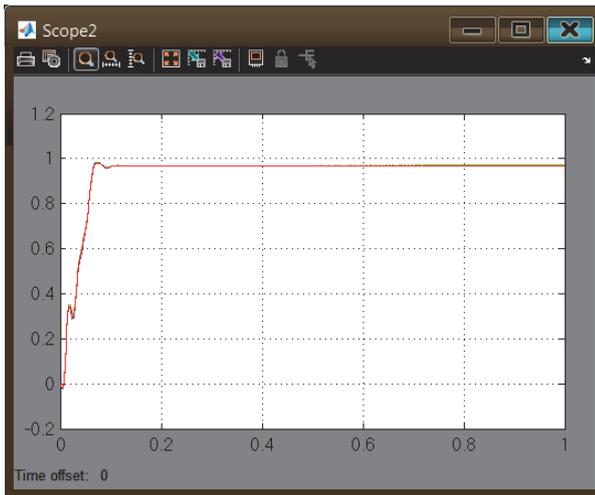
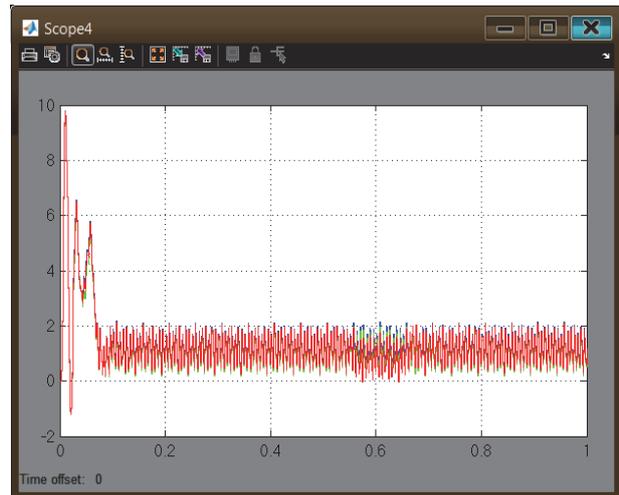


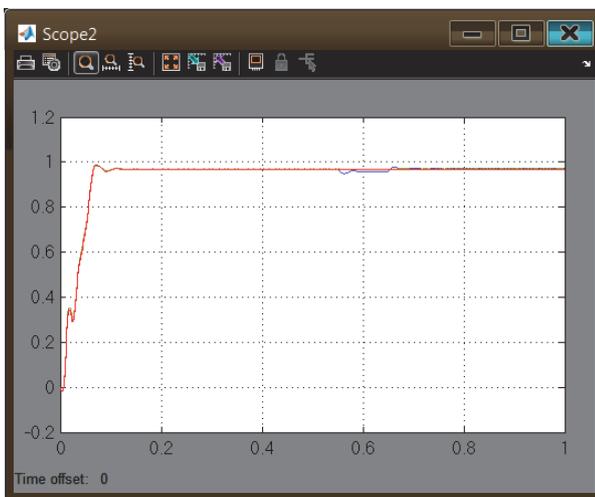
Рисунок 2 - Виртуальная модель электропривода чесального аппарата в системе электрического вала с индивидуальными преобразователями частоты



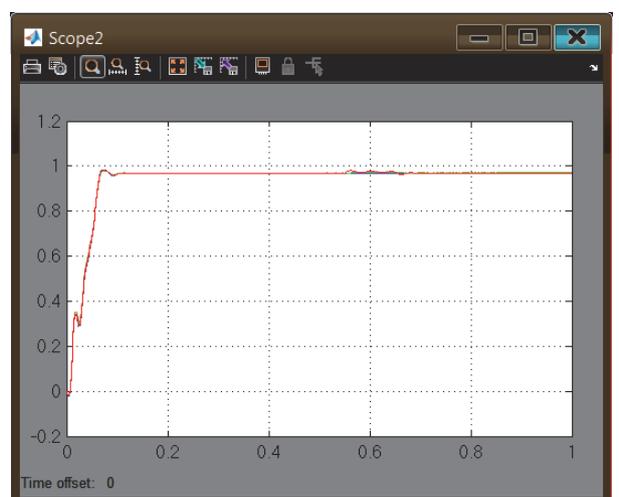
а)



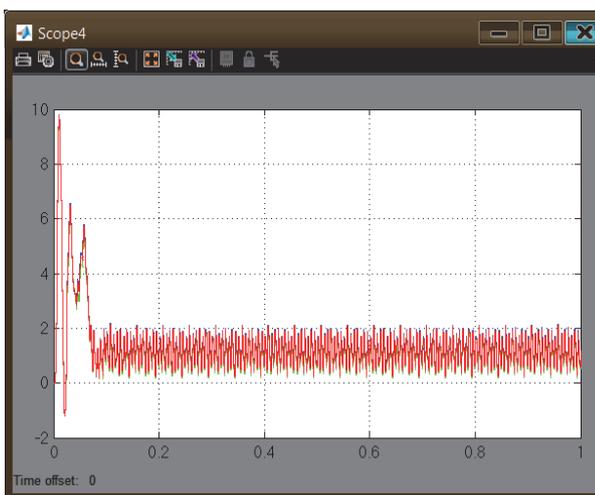
г)



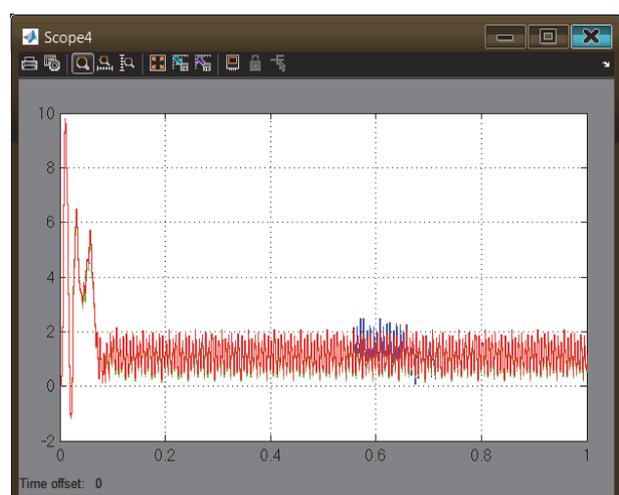
в)



д)

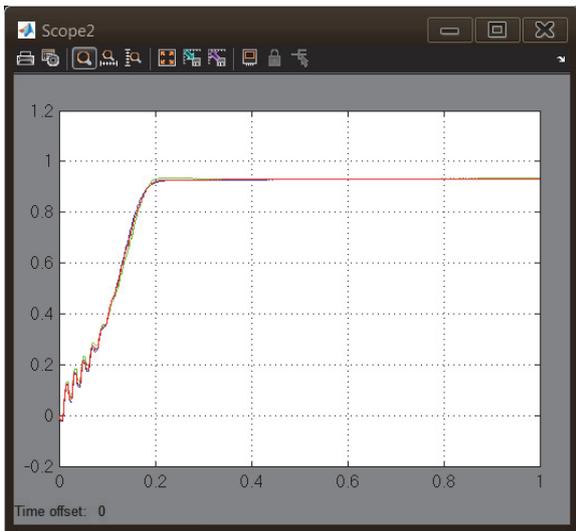


б)

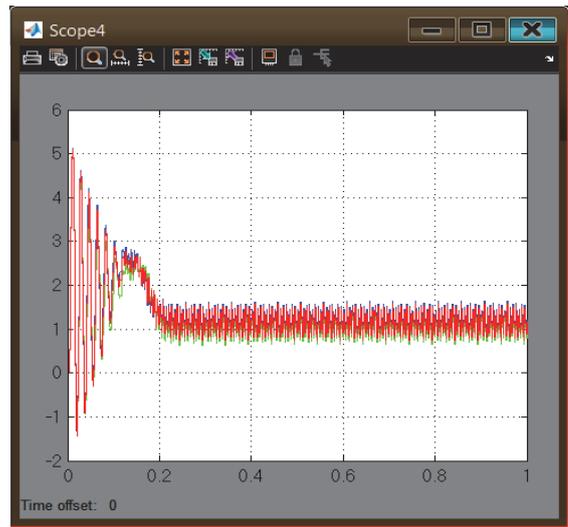


ж)

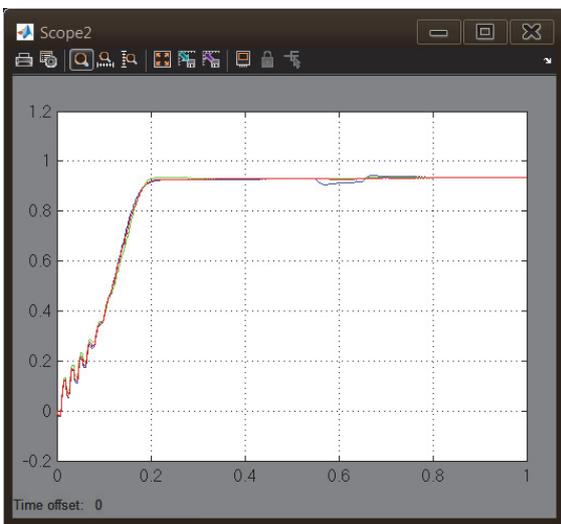
Рисунок 3 - Осциллограммы скоростей и моментов приводных двигателей в системе электрического вала с общим преобразователем частоты



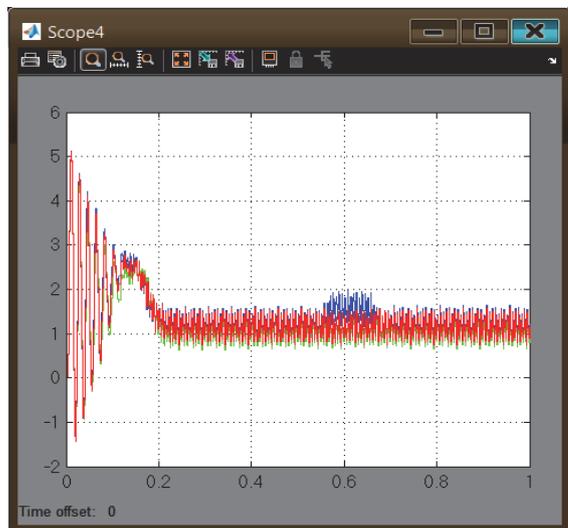
а)



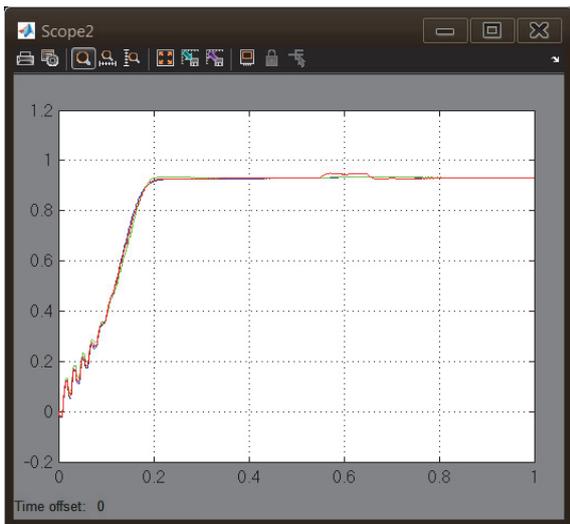
б)



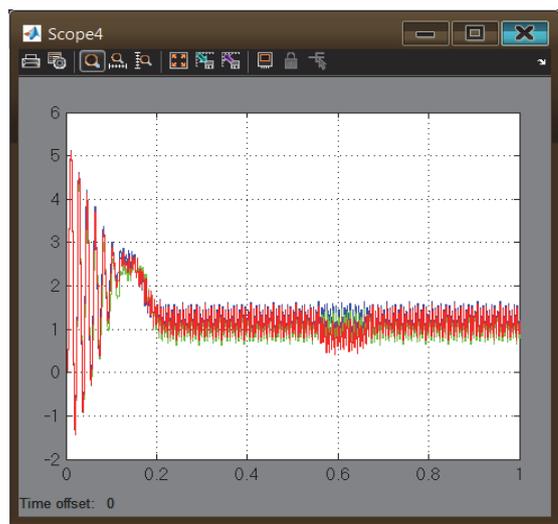
в)



г)



д)



ж)

Рисунок 4 - Осциллограммы скоростей и моментов приводных двигателей в системе электрического вала с индивидуальными преобразователями частоты

Составленные виртуальные модели полностью соответствует разработанным МАЭП с общим и индивидуальными преобразователями частоты [1,2], с сохранением общей роторной связи, с остаточным сопротивлением 0,19 Ома. А соответствующие осциллограммы изменения скоростей вращения и вращающих моментов приведены, соответственно, на рисунках 3, 4 (пуск, наброс и сброс нагрузок на двигатели). Необходимо отметить, что данные виртуальные модели позволяют исследовать работу электроприводов ЧА в широком диапазоне изменения параметров как двигателей, так и системы МАЭП с ПЧ.

Как видно из осциллограммы, при питании асинхронных двигателей чесальных аппаратов с фазным ротором с общим остаточным сопротивлением, быстродействие и синхронизация приводных двигателей ЧА улучшается, а разница допустимых нагрузок расширяется и достигает $\pm 0,45 M_n$.

Повышение синхронизации скоростей вращения двигателей при еще более значительных разницах нагрузок можно добиться внедрением в систему обратных связей по скоростям вращения или по разнице скоростей вращения, т.е. по положению роторов [5,6].

Результаты анализа режимов работы МАЭП чесальных аппаратов с общим и индивидуальными преобразователями частоты показывают, что систему синхронного вращения асинхронных двигателей с фазным ротором можно успешно заменить асинхронными двигателями с короткозамкнутым ротором и разработать на их базе систему МАЭП синхронного вращения по управлению, с обеспечением значительного ресурса и энергосбережения при значительных разницах нагрузок двигателей ЧА.

Необходимо отметить, что данное направление исследования многодвигательных асинхронных электроприводов чесальных аппаратов финансируется научным проектом (грант МОН РК №0115РК00452) «Повышение качества прочеса переработки шерсти на многопрочесных чесальных аппаратах с глубокорегулируемым, ресурсо и энергосберегающим асинхронным электроприводом» за период с 2015 по 2017 гг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Тергемес К.Т. Многодвигательный электропривод переменного тока. Предварительный патент РК №20060, опубл. В БИ №9 от 15.09.2008
- [2] Тергемес К.Т., Сагитов П.И., Тергемес У.К., Капбасов Р.М., Сарина К.Н., Шавлина Г.И. Многодвигательный электропривод переменного тока. Предварительный патент РК №20143, опубл. В БИ №10 от 15.10.2008
- [3] Шерстопрядильное оборудование/ Н.А. Африканов, Л.Т. Музилев, П.М. Пашин, В.Л. Протасова. М.: Легкая индустрия, 1980.-560с.
- [4] Промежуточный отчет, № гос.регистрации 0115РК00452, 2015г., 75с.
- [5] Тергемес К.Т. Многодвигательные асинхронные электроприводы чесальных аппаратов с повышенной синхронизирующей способностью//Тр. VIII международн. конф. Саранск.: Изд-во Мордов. Ун-та, 2014, с. 281-285.
- [6] Тергемес К.Т. Развитие и оптимизация многодвигательного асинхронного электропривода чесальных аппаратов//Тр. IX международн. конф. Пермь.: Изд-во ПНИПУ, 2016, с. 511-514.

REFERENCES

- [1] Tergemes K.T. Multi-motor fctuator AC. Provisional patent of RK №20060, Publ. in BI №9 of 15.09.2008
- [2] Tergemes K.T., Sagitov P.I., Tergemes U.K., Kapbasov R.M, Sarinova K.N., Shavlina G.I. Multi-motor actuator AC. Provisional patent of RK №20143, Publ. in BI №10 of 15.10.2008
- [3] Wool-spinning equipment / N.A Africanov, L.T. Musilev, P.M. Pashin, V.L. Protasova. M.: Light Industry, 1980-560p.

[4] The interim report, state registration № 0115RK00452, 2015., 75p.

[5] Tergemes K.T. Multi-motor asynchronous electric carding machines with high synchronization capability // Tr. VIII international. conf. Saransk.: Publishing House Of The Mordov University Press 2014, 281-285p.

[6] Tergemes K.T. Development and optimization of a multi-asynchronous electric carding machines // Tr. of the IX international. conf. Perm.: Izd PNIPU, 2016, 511-514p.

ЖИІЛІК ТҮРЛЕНДІРГІШІ БАР ЖҮН ТҮТУ АППАРАТТАРЫНЫҢ КӨП ҚОЗҒАЛТҚЫШТЫ АСИНХРОНДЫ ЭЛЕКТР ЖЕТЕГІН МОДЕЛЬДЕУ

Қ. Т. Тергемес¹, Ю. И. Шадхин¹, С. Т. Омаров¹, А. О. Бердибек²

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

² Қ. Сатпаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан

Аңдатпа. Бұл мақалада Matlab қолдану пакеттік бағдарламалардың негізінде, жалпы және жеке жиілік түрлендіргіші (ЖТ) бар көп қозғалтқышты асинхронды электр жетегі (КҚАЭЖ) бар жүн түту аппараттарының (ЖТА) модельдеу режимдерін сипаттайтын сұрақтар қарастырылған.

ЖТ бар КҚАЭЖ виртуалды моделі SimPowerSystems бағдарламасының элементтер кітапханасынан алынған және бұрын әзірленген асинхронды электр жетегінің синхронды айналу жұмыс режимдерін шын мәнінде көрсетеді. Зерттеулер асинхронды электр жетегінің синхронды айналу жұмыс режимдері параметрлерін кең өзгеруіне жүргізілді.

Зерттеулер нәтижесі асинхронды электр жетегінің синхронды айналу жүйесінің «электр жұмыс білігі» (ЭЖБ) классикалық жүйесіне қатысты мүмкін айырмашылықты анықтауға мүмкіндік береді, барлық қозғалтқыштардың жүктемелеріндегі әр-түрлі кедергілерімен синхронды айналуына мүмкіндік береді.

Осы виртуалды модельдер бізге ЖТА электр жетегінің қозғалтқыштарының сондай-ақ ЖТ бар КҚАЭЖ жүйесінің жұмыс параметрлерінің кең ауқымда өзгерісін зерттеуге мүмкіндік береді.

Кілттік сөздер: жүн түту машиналары, көп қозғалтқыштық асинхронды электр жетектері, жиілікті түрлендіргіштер, модельдеу, синхронды айналу.

SIMULATION OF A MULTI-ASYNCHRONOUS ELECTRIC CARDING SET WITH FREQUENCY CONVERTER

K. T. Tergemes¹, Y. I. Shadhin¹, S. T. Omarov¹, A. O. Berdibek²

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

²Kazakh National Research Technical University after K. Satpayev, Almaty, Kazakhstan

Abstract. This article describes the modes of operation simulation questions carding machines (CM) with multi-motor asynchronous electric (MMAE) with the general and the individual frequency converter (FC), on the basis of Matlab application packet programs.

Virtual model MMAE to drive composed of elements SimPowerSystems libraries and really reflect the work previously developed modes of asynchronous electric synchronous rotation. The studies were conducted with a wide change of parameters such as asynchronous motors and synchronous rotation system.

The simulation results to determine the maximum possible difference between the loads of asynchronous motors in the system of synchronous rotation with respect to the classic "electric main shaft" system (EMS), allowing to maintain synchronous rotation of all motors with different loads on the engine shaft in a small range of load torque of the motor system. It should be noted that these virtual models allow us to explore the work of electric FC in a wide range of parameters as the engine, and with the drive system MMAE with FC.

Key words: carding machines, multi-engined asynchronous electric drives, frequency converters, modeling, synchronous rotation.

МРНТИ 681.121.89.082.4

Б. А. Чернов¹, Н. Б. Чернова¹

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

ПОЛУЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ О СКОРОСТИ ЗВУКА В КОНТРОЛИРУЕМОЙ СРЕДЕ ПРИ НАЛАДКЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ РАСХОДОМЕРОВ

Аннотация. Принцип действия ультразвуковых расходомеров основан на измерении зависящего от расхода акустического эффекта. Отмечается, что наибольшее распространение из них получили времяимпульсные приборы, в которых измеряются сумма и разность времен прохождения ультразвуковых сигналов по направлению и против потока жидкости. Описан алгоритм работы таких приборов типа «ВЗЛЁТ».

Цель работы заключается в разработке для жидкой среды сложного состава математической модели скорости распространения звука, на основании которой могут быть получены табличные значения скорости звука, нужные для наладки и контроля нормального функционирования ультразвуковых расходомеров. В статье показывается, что в настоящее время готовых табличных значений скорости звука в справочной литературе недостаточно, они неточны и ими не всегда можно воспользоваться. Описаны известные математические модели скорости звука. Анализируется построение таких моделей на основе интерполяционных функций.

Используя кратный степенной ряд Тейлора, получена линейная модель зависимости скорости звука в контролируемой среде от её температуры, давления, концентрации примесей и технологического параметра изготовления. Изложены способы определения коэффициентов передачи модели по этим параметрам, в том числе путём проведения соответствующих измерений по месту установки расходомера. Сообщается о способах и приёмах наладки системы измерения скорости звука в расходомерах.

Ключевые слова: ультразвуковой расходомер, скорость звука, математическая модель, наладка.

Ультразвуковыми называются акустические расходомеры, если они работают в ультразвуковом диапазоне частот [1]. Принцип их действия основан на измерении зависящего от расхода акустического эффекта, возникающего при прохождении ультразвуковых колебаний через контролируемый поток жидкости или газа. Наибольшее распространение из них получили времяимпульсные приборы, в которых измеряются сумма и разность времен t_1 и t_2 прохода ультразвуковых сигналов (УЗС) соответственно по направлению и против потока жидкости. Излучателями и приемниками УЗС в этих приборах являются электроакустические преобразователи (ПЭА), построенные с использованием пьезоэлементов.

При измерении расхода чистых жидкостей обычно применяют высокие частоты (0,1...10 МГц) акустических колебаний. При измерении же загрязнённых веществ и веществ, содержащих механические примеси и газовые пузыри, частоты колебаний снижают во избежание рассеяния и поглощения акустических колебаний. Особенно целесообразны ультразвуковые приборы для измерения расхода неэлектропроводных жидкостей и прежде всего нефтепродуктов, а также агрессивных сред [1].

Алгоритм работы времяимпульсных расходомеров, например, типа «ВЗЛЁТ» по вычислению объемного расхода F жидкой среды при установке пары врезных ПЭА по диаметру для Z-схемы выражается формулами [2]:

$$F = \pi D^2 (t_2 - t_1) K S_{\text{И}}^2 / 8 L_0; \quad S_{\text{И}} = 2 L_{\text{Б}} / (t_1 + t_2 - 2 t_{\text{Д}}), \quad (1)$$

где D – внутренний диаметр измерительного участка расходомера;
 L_B и L_0 – база прибора и осевая база прибора;
 t_D – дополнительная задержка УЗС;
 K – гидродинамический коэффициент, вычисляемый в приборе;
 $S_{И}$ – скорость звука в контролируемой среде, измеренная расходомером.

Один из этапов наладки ультразвукового расходомера состоит в калибровке дополнительной задержки t_D [2]. Для этого в работающий расходомер в режиме *Калибровка* вводится взятое из настроечных таблиц значение скорости звука, соответствующее параметрам контролируемой среды. Тогда расходомер в соответствии с правой формулой (1) автоматически рассчитывает и запоминает величину t_D . Однако готовых табличных значений в справочной литературе [3...6 и др.] мало, они неточны и ими не всегда можно воспользоваться.

Цель данной работы – разработка для жидкой среды сложного состава математической модели скорости распространения звука, на основании которой могут быть получены табличные значения скорости звука, нужные для наладки и контроля нормального функционирования ультразвуковых расходомеров. Из формул (1) видно, что выходной сигнал расходомера определяется квадратом скорости $S_{И}$. Поэтому для повышения точности измерений расхода величина $S_{И}$ должна соответствовать истинной скорости S звука в контролируемой среде.

Скорость S не является постоянной величиной. Она зависит от плотности среды, которая в свою очередь меняется с изменением её температуры T , давления P , состава и содержания (концентрации) отдельных компонентов и примесей [1], а также от технологических параметров изготовления того или иного компонента [5]. Поэтому скорость звука в процессе измерения расхода F в рассматриваемых времяимпульсных приборах автоматически каждую секунду рассчитывается в соответствии с правой формулой (1).

Известны математические модели, полученные путём обработки разрозненных измерений методом наименьших квадратов. Так, в [3] приводится уравнение, описывающее зависимость скорости S звука в воде от её температуры T в виде полинома шестой степени $S(T) = \sum_{i=0}^6 (b_i T^i)$ с постоянными коэффициентами b_i . Это уравнение применимо только для чистой воды в интервале температур $0...100$ °С и при атмосферном давлении. К тому же атмосферное давление не является постоянной величиной, что дополнительно снижает эффективность разработки.

Подобным образом получено и выражение для скорости звука в воде озера Байкал:

$$S(T, H) = 1402,39 + 4,99T - 0,05T^2 + 0,0539H,$$

где H – глубина в метрах.

Узкая область применения этого уравнения очевидна. Однако обращает на себя внимание то, что глубина H , безусловно определяющая давление воды, в то же время принята за технологический параметр глубоководных работ.

Математические модели могут строиться и на основе довольно многочисленных известных интерполяционных функций, принадлежащих известному классу и принимающих в узлах интерполяции заданные значения. Полученные при этом интерполяционные формулы (Ньютона, Гаусса, Стирлинга, Бесселя, Лагранжа и др.) используются для приближённого вычисления значений данной функции для значений аргумента, отличных от узлов интерполирования. Недостатком указанных формул является то, что они сложны и поэтому применяются для интерполяции и экстраполяции преимущественно функций только одной переменной [7]. При этом для произвольно заданных узлов интерполирования применима только формула Лагранжа.

Представим скорость S звука в среде как функцию её температуры T , давления P , концентрации Q первой примеси, концентрации N второй примеси и технологического параметра I изготовления среды, т. е. $S(T, P, Q, N, I)$. Для рассмотрения возможных линеаризации и интерполяции разложим данную функцию по формуле кратного степенного ряда Тейлора:

$$S(T, P, Q, N, I) = S_0(T_0, P_0, Q_0, N_0, I_0) + (\partial S/\partial T)_0 \Delta T + (\partial S/\partial P)_0 \Delta P + (\partial S/\partial Q)_0 \Delta Q + \\ + (\partial S/\partial N)_0 \Delta N + (\partial S/\partial I)_0 \Delta I + \text{члены высшего порядка малости}, \quad (2)$$

где S_0 – значение скорости звука в среде в центре $(T_0, P_0, Q_0, N_0, I_0)$ области изменения параметров T, P, Q, N, I ;

$\Delta T, \Delta P, \Delta Q, \Delta N, \Delta I$ – соответствующие отклонения этих параметров от значений T_0, P_0, Q_0, N_0, I_0 .

Значение $S_0(T_0, P_0, Q_0, N_0, I_0)$ может быть взято из справочных или прилагаемых к расходомеру настроечных таблиц. Оно является узлом интерполяции.

Члены высшего порядка малости в уравнении (2) состоят из произведений и степеней отклонений $\Delta T, \Delta P, \Delta Q, \Delta N, \Delta I$ с коэффициентами в виде смешанных частных производных и частных производных второго и высшего порядков от функции $S(T, P, Q, N, I)$ по всем переменным. Частные производные в (2) вычисляются при значениях T_0, P_0, Q_0, N_0, I_0 . Следовательно, все частные производные в (2) представляют собой постоянные размерные коэффициенты.

При сравнительно малых отклонениях $\Delta T, \Delta P, \Delta Q, \Delta N, \Delta I$ в выражении (2) можно ограничиться только первыми порядками этих переменных. В этом случае из (2) следует линеаризованное уравнение:

$$S(T, P, Q, N, I) = S_0(T_0, P_0, Q_0, N_0, I_0) + K_T \Delta T + K_P \Delta P + K_Q \Delta Q + K_N \Delta N + K_I \Delta I, \quad (3)$$

где K_T, K_P, K_Q, K_N, K_I – коэффициенты передачи скорости звука в среде соответственно по её температуре, давлению, концентрации первой и концентрации второй примесей, а также по технологическому параметру.

Для краткости коэффициент K_T в подобных случаях называют температурным, а коэффициент K_P можно назвать барным или барическим. Коэффициенты K_Q, K_N и K_I можно назвать соответственно концентрационными и технологическим.

Уравнение (3) получено в общем виде для двух примесей и одного технологического параметра. В частных случаях их число может быть иным. А если при измерении расхода некоторые из величин T, P, Q, N, I являются стабильными или не влияют на результат измерения S , то в уравнениях (2, 3) соответствующие отклонения будут отсутствовать.

В данной работе была учтена необходимость измерения расхода не только однофазных, но и двухфазных и даже трёхфазных сред и веществ, а также многокомпонентных промышленных гидросмесей. Например, в справочнике [1] упоминается газированная пульпа, а в инструкции [5] приводится значение $S = 1703$ м/с для водного раствора этанола и гликоля.

Коэффициенты передачи в (3) могут вычисляться в окрестности точки $S_0(T_0, P_0, Q_0, N_0, I_0)$ гиперпространства параметров среды как отношение соответствующих взаимообусловленных приращений δ одних параметров при постоянстве других параметров. Например, температурный коэффициент передачи находится при P_0, Q_0, N_0, I_0 как $K_T = \delta S / \delta T$. Приращения δ параметров могут создаваться специально активными экспериментами, если это позволяет технология, или могут использоваться естественные изменения параметров при пассивных наблюдениях.

Для применения уравнения (3) нужны табличные значения $S_0(T_0, P_0, Q_0, N_0, I_0)$. Однако только для чистой воды из-за простоты её состава известны [3] и стандартизированы значения $S_0(T_0, P_0)$. Для сред более сложного состава ситуация сложнее.

В разных изданиях [3...6] из-за отсутствия полной информации о параметрах среды приводятся различные значения скорости звука для одной и той же жидкости. Точность этих данных зависит от состава, температуры, технологии изготовления и других параметров среды. Фирмы-изготовители расходомеров заранее предупреждают, что не несут ответственности за возможные неточности. Поэтому пользоваться приводимой в [4...6] информацией можно лишь для грубой оценки измеренного расходомером значения скорости звука.

В подтверждение сказанному приведём следующую характерную информацию. В инструкции [5] при $P = 1$ бар и $T = 20$ °С для ацетона, аммиака и молока приведены значения скорости S звука соответственно 1190, 1660 и 1482 м/с. А в пособии по наладке [4] при атмосферном давлении и $T = 25$ °С эти же значения скорости звука равны соответственно 1174, 1729 и 1548 м/с. В [5] для нефти и бензина приведены значения скорости S звука 1740 и 1295 м/с. А в [4] для десяти сортов нефти с разных месторождений и пяти сортов бензина (Б-70, А-56, А-66, А-74, 100/130) приведены значения S в диапазонах соответственно 1286...1344 и 1135...1165 м/с.

В этих условиях точные значения $S_0(T_0, P_0, Q_0, N_0, I_0)$ и коэффициенты передачи K_T, K_P, K_Q, K_N, K_I для контролируемой среды необходимо получать при наладке расходомера. Для этого потребуется провести несколько измерений скорости звука в среде. Это можно сделать несколькими способами и приёмами.

1. Применение ультразвукового толщиномера при его настройке для измерения скорости ультразвука.

2. Применение портативного ультразвукового расходомера со стандартными сигнальными кабелями и с известной дополнительной задержкой t_d в тракте УЗС.

3. Измерение скорости звука в контролируемой среде можно провести и расходомером с врезными ПЭА при выполнении ряда требований. Центры излучающих поверхностей ПЭА должны быть заподлицо с внутренней поверхностью измерительного участка расходомера. Кроме этого, должно выполняться [2] соотношение $L_0 = (L_B^2 - D^2)^{0,5}$ для контроля правильности параметров измерительного участка расходомера.

Также должно быть известно значение t_d . После его введения в расходомер последний в соответствии с правой формулой (1) рассчитывает скорость ультразвука.

4. Дополнительная задержка t_d при необходимости может быть определена методами импульсной техники, а также следующим образом.

Измерительный участок расходомера заполняется чистой водой. Используя стандартные значения $S_0(T_0, P_0)$, в вышеописанном режиме Калибровка определяют значение t_d . Затем в измерительный участок подают контролируемую среду.

При изменении одного из параметров T, P, Q, N, I в широком диапазоне может проявиться нелинейность зависимости скорости звука от этого параметра. Тогда целесообразно увеличить число узлов интерполирования, чтобы использовать линеаризованные уравнения типа (3).

Заключение

1. Показана необходимость получения информации о скорости распространения звука в контролируемой среде сложного состава при наладке ультразвукового расходомера по месту его использования.

2. Разработана математическая модель зависимости скорости звука в контролируемой среде от её температуры, давления, концентрации примесей и технологического параметра изготовления.

3. Предложены способы и приёмы наладки системы измерения скорости звука в ультразвуковом расходомере с применением разработанной модели.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Кремлёвский П.П. Расходомеры и счётчики количества: Справочник. – Л.: Машиностроение, 1989. – 701 с.
- [2] Чернов Б.А. Определение параметров ультразвуковых расходомеров при наладке // Вестник Алматинского университета энергетики и связи. – 2016. - № 2. С. 68 – 74.
- [3] Александров А.А., Трахтенгерц М.С. Теплофизические свойства воды при атмосферном давлении. – М.: Изд-во стандартов, 1977. – 100 с.
- [4] Расходомеры ВЗЛЁТ. Пособие по наладке. – СПб.: ЗАО «ВЗЛЁТ», 2000. – 29 с.
- [5] Ультразвуковой расходомер FLUXUS ADM 6725. Инструкция по эксплуатации. – Гамбург, Seba Dynatronic, 2002. – 154 с.
- [6] Ультразвуковой расходомер PORTAFLOW SE. Инструкция. – М.: ЗАО «Энерготест ВТИ», 2006. – 25 с.
- [7] Корн Г., Корн Т. Справочник по математике. – СПб.: Издательство «Лань», 2003. – 832 с.

REFERENCES

- [1] Kremlevski P.P. Flow meters and batch counter: Reference book. L.: Mechanical engineering, 1989. 701 p. (in Russ.).
- [2] Chernov B.A. Defining the parameters of ultrasonic flow meters during adjustment. Herald of Almaty University of Energy and Communications. 2016. №2. 68-74 (in Russ.).
- [3] Aleksandrov A.A., Trahtengerts M.S. Atmospheric thermophysical properties of the water. M.: Standards Publishing House, 1977. 100 p. (in Russ.).
- [4] Flow meters VZLET. Manual adjustment. SPb.: CJSC «VZLET», 2000. 29 p. (in Russ.).
- [5] Ultrasonic flow meter FLUXUS ADM 6725. Operating instructions. Hamburg.: Seba Dynatronic, 2002. 154 p. (in Russ.).
- [6] Ultrasonic flow meter PORTAFLOW SE. Instructions. M.: CJSC «Energotest VTI», 2006. 25 p. (in Russ.).
- [7] Korn G, Korn T. Mathematic guide. SPb.: Publishing House «Lan' », 2003. 832 p. (in Russ.).

БАПТАЛАТЫН УЛЬТРАДЫБЫСТЫҚ ШЫҒЫН РЕТТЕУ КЕЗІНДЕ БАҚЫЛАНАТЫН ОРТАДА ДЫБЫС ЖЫЛДАМДЫҒЫ ТУРАЛЫ АҚПАРАТ АЛУ

Б. А. Чернов¹, Н. Б. Чернова¹

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

Аңдатпа. Мақалада бақыланатын ортада, күрделі құрамды дыбыс жылдамдығы туралы дәл анықталатын ақпараттың жоқтығын көрсетеді. Орта дыбыс параметрлерін жылдамдығы және өндірістік технологияға тәуелділігіне негізделген, математикалық моделі жобаланған. Осы моделдің негізінде дыбыс жылдамдығының мәндерін таблицадан алуға болады, ультрадыбыстық шығын дұрыс жұмыс істеу үшін бақылау орнату қажет. Өлшеу жүйесіндегі дыбыс жылдамдығын шығын реттеу жолдары мен әдістері туралы хабарланады.

Кілттік сөздер: ультрадыбысты шығын өлшеуіштер, дыбыс жылдамдығы, математикалық модель, бапталатын.

GETTING INFORMATION ABOUT THE ACOUSTIC SPEED IN A CONTROLLED MEDIUM DURING ADJUSTMENT OF THE ULTRASONIC FLOW METERS

B. A. Chernov¹, N. B. Chernova¹

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

Abstract. The paper presents the absence of accurate information about the acoustic speed in a controlled medium with complex composition in reference books. Medium parameters-manufacturing technology acoustic speed mathematical model is designed. The table values of the acoustic speed, based on this model and required for adjustment and adequate performance monitoring of the ultrasonic flow meters, can be obtained. Methods and practice adjustment of the measurement system of the acoustic speed in ultrasonic flow meters are reported.

Key words: ultrasonic flow meter, acoustic speed, mathematical model, adjustment.

И. Э. Сулейменов¹, И. В. Игликов², Н. В. Семенякин¹, З. С. Тасбулатова¹

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

²ТОО «Лаборатория Игликова», г. Алматы, Казахстан

СИСТЕМЫ ВВОДА ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ СОЛНЕЧНЫХ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАНЕЛЕЙ

Аннотация. Предложена схема клавиатуры с оптической кодировкой, в которой солнечная фотоэлектрическая панель является функциональным элементом, обеспечивающим регистрацию оптического сигнала, предназначенного для идентификации клавиши. В отличие от ранее рассмотренных подходов, предлагаемая схема основана на прямом оптическом контакте между световодом и фоторегистрирующим узлом (солнечной фотоэлектрической панелью), а не на передаче сигнала от одного световода к другому. Оптический контакт возникает при нажатии пользователем на одну из кнопок клавиатуры. Клавиатура предложенного типа работает в двух переключаемых режимах (режим ввода информации и режим подзарядки аккумулятора). В работе представлена блок-схема клавиатуры с оптической кодировкой на основе сегментированной солнечной фотоэлектрической панели, а также ее принципиальная схема. Кроме этого, показано, что внедрение таких систем в масштабах страны обеспечивает существенный вклад в становление зеленой экономики.

Ключевые слова: клавиатура, оптическая кодировка, фотоэлектрическая панель, зеленая экономика.

В настоящее время остро стоит вопрос об обеспечении экономической эффективности зеленой энергетики. В частности, несмотря на значительные усилия, направленные на повышение КПД солнечных фотоэлектрических панелей и их внедрение в массовое производство [1,2], выработка электроэнергии с их помощью в странах ЕС продолжает дотироваться из бюджета [3].

В данной работе показано, что существуют альтернативные пути для стимулирования развития солнечной энергетики, основанные на комбинированном использовании фотоэлектрических панелей. Конкретно, в данной работе предложена новая схема системы ввода информации (клавиатуры, предназначенной для комплектации персональных компьютеров и мобильных коммуникаторов), рабочим элементом которой является фотоэлектрическая панель, эксплуатируемая в двух переключаемых режимах (режим ввода информации и режим подзарядки аккумулятора).

Сделаем оценки экономии электрической энергии, обеспечиваемой массовым внедрением систем предлагаемого типа. А именно, на подзарядку гаджета в среднем расходуется 1 Ампер-часов в сутки (отвечает зарядке типовой батареи один раз в два дня). Это отвечает потреблению мощности в 0,15 Вт на один гаджет. Принимая, что в РК мобильными коммуникаторами пользуется порядка 10 миллионов человек, получаем оценку в 1,5 мВт (!) по РК в целом. Иными словами, достигаемая экономия сопоставима с генерацией энергоблока действующих станций, что и определяет актуальность развиваемого подхода.

Блок-схема клавиатуры, использующей сегментированную солнечную панель, показана на рисунке 1. Данная схема использует оптическую кодировку клавиш, а именно, идентификация клавиши осуществляется путем регистрации оптического сигнала, поступающего на фотоэлектрическую панель при нажатии: в этот момент между световодом, по которому распространяется импульсный оптический сигнал и панелью происходит контакт. Возможные схемы клавиатур с оптической кодировкой ранее рассматривались в [4,5], однако в схемах, представленных в цитированных работах,

оптический сигнал передавался от одного световода к другому. В отличие от них, в данной работе используется подход, основанный на прямом оптическом контакте между световодом и фоторегистрирующим узлом (солнечной фотоэлектрической панелью).

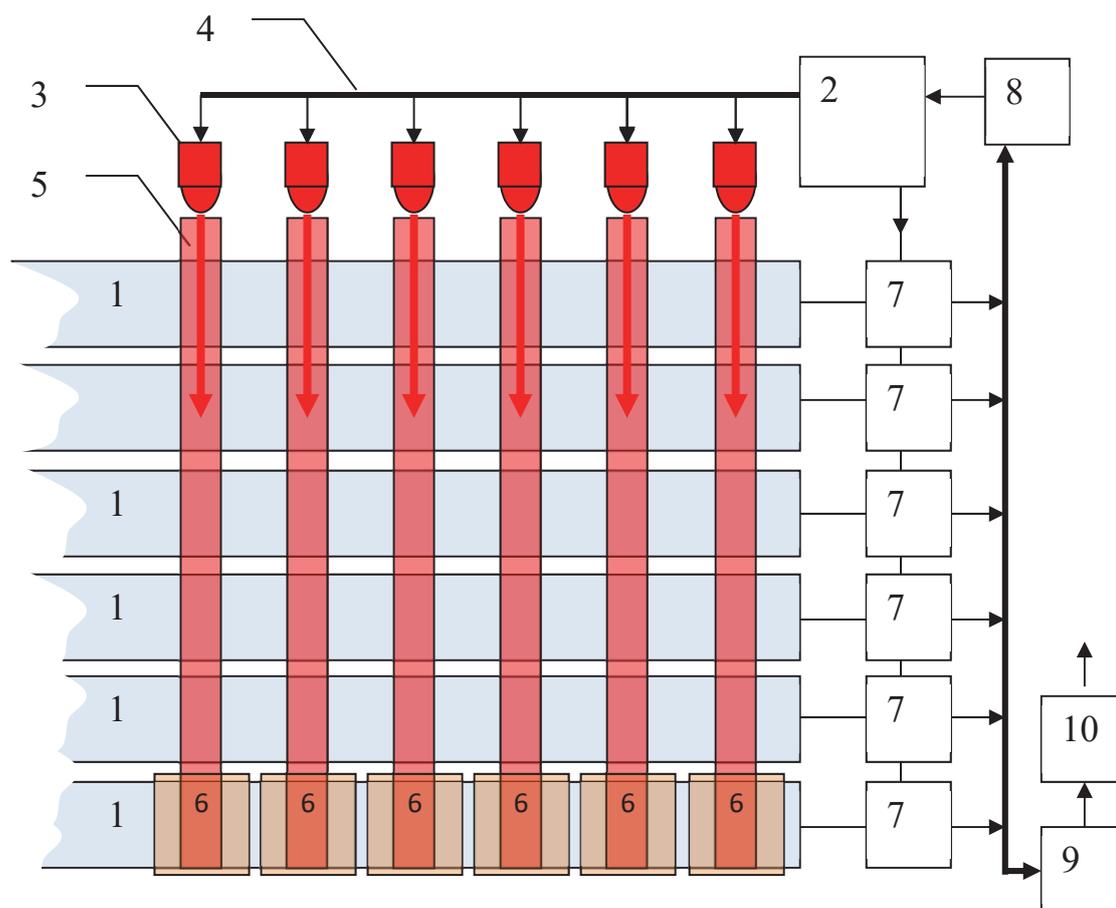


Рисунок 1 – Блок-схема клавиатуры с оптической кодировкой на основе сегментированной солнечной фотоэлектрической панели

Схема клавиатуры с оптической кодировкой данной модификации содержит следующие узлы:

1 – сегментированные элементы солнечной панели (полосы, число которых совпадает с числом рядов стандартной QWERTY-клавиатуры, равным шести);

2 – управляющий элемент схемы на базе микроконтроллера, параллельно обеспечивающих идентификацию зажатых клавиш;

3 – светодиоды, включаемые поочередно в целях обеспечения развертки во времени для идентификации столбца, к которому относится зажатая клавиша;

4 – шину питания/управления светодиодами, построенную на основе триггерных схем;

5 – световоды, выполненные из полимерного композиционного материала, обеспечивающего возникновение оптического контакта;

6 – кнопки (клавиши), обеспечивающие возникновение оптического контакта между материалом световода и солнечной фотоэлектрической панелью;

7 – коммутирующие электронные ключи, обеспечивающие идентификацию строки, к которой относится зажатая клавиша;

8 – коммутирующий ключ, обеспечивающий передачу регистрируемого сигнала на контроллер в режиме «Клавиатура»;

9 – коммутирующий ключ, обеспечивающий подзарядку аккумуляторной системы в режиме «Подзарядка»;

10 – аккумуляторная система, обеспечивающая питание как самой клавиатуры, так и иных гаджетов.

Рассматриваемая схема (рисунок 1) работает следующим образом. Приемниками излучения оптического диапазона служат сегменты солнечной фотоэлектрической панели (1). Работа всей схемы в целом обеспечивается узлом управления на основе микроконтроллера (2), который, в частности, обеспечивает подачу тактируемых сигналов на светодиоды (3). Соответствующие эпюры напряжений показаны на рисунке 2.

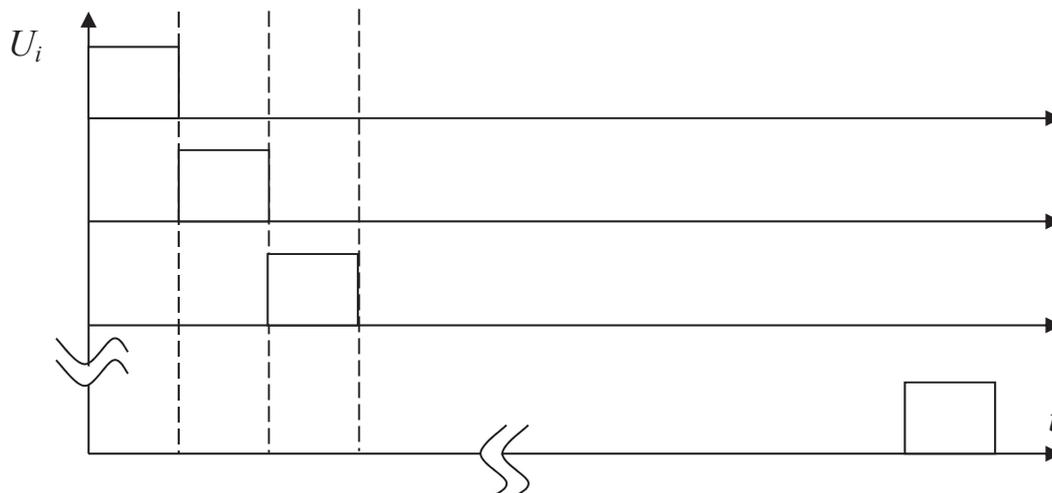


Рисунок 2 – Профили импульсов, обеспечивающих развертку по номеру столбца

Данная схема для наглядности подчеркивает, что на протяжении каждого такта импульс напряжения подается только на один из светодиодов (3). Реализацию тактируемых схем обеспечивают триггерные ячейки, которые в настоящее время применяются, в том числе, и в серийно выпускаемых светодиодных лентах, указанные ячейки в совокупности составляют шину (4), ее схема представлена на рисунке 3.

Свет от каждого из светодиодов (3) направляется в световоды (4), выполненные из композиционного материала, описанного в предшествующих разделах.

Оптический контакт возникает при нажатии пользователем на одну из кнопок клавиатуры (6).

Такты, формируемые светодиодами, фактически соответствуют развертке матрицы, формируемой кнопками клавиатуры, по столбцам.

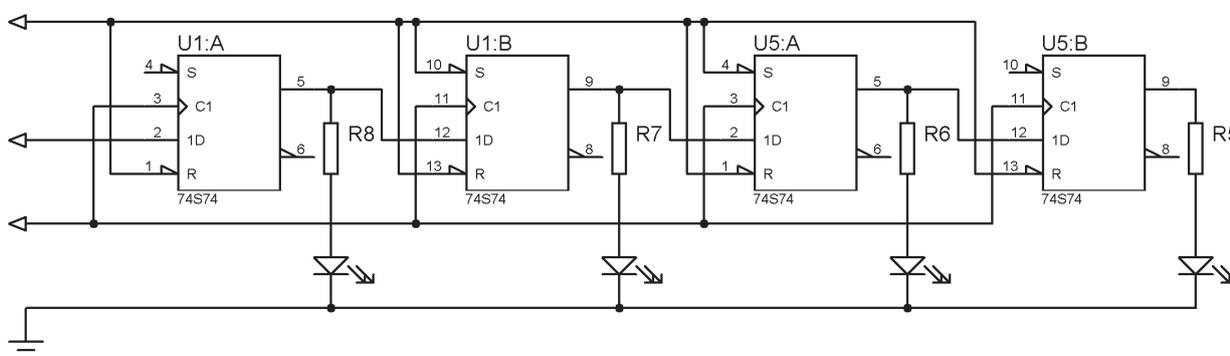


Рисунок 3 – Триггерная система управления световодами, индексирующими номер столбца клавиатуры

Каждая последовательность тактов развертки по столбцам отвечает одному такту строчной развертки, в течение которого на регистрирующую систему подается сигнал только с одной из фотоэлектрических панелей, эксплуатируемых в режиме ввода информации. Коммутация осуществляется при помощи электронных ключей (7).

Все эти ключи подсоединены к общей шине передачи сигнала. К ней подключены также два дополнительных электронных ключа (8) и (9), отвечающие за переход от режима «Клавиатура» к режиму «Подзарядка». В режиме «Подзарядка» все ключи (7) переходят в состояние «Включено», благодаря чему все фотоэлектрические панели оказываются подсоединенными к аккумулятору (10).

Таким образом, действительно существует возможность реализовать схему клавиатуры с оптической кодировкой, в которой фотоэлектрическая панель является функциональным элементом. Можно также отметить, что рассматриваемая модификация схемы допускает инверсию, т.е. солнечная панель может быть сегментирована не по строкам матрицы, образованной кнопками клавиатуры, а по ее столбцам. Выбор того или иного варианта диктуется только экономическими соображениями, с точки зрения схемотехники они практически одинаковы.

Принципиальная электрическая схема предлагаемой модификации клавиатуры с оптической кодировкой показана на рисунке 4.

Устройство работает под управлением микроконтроллера ATMEGA8 фирмы Atmel. Контроллер тактируется кварцевым резонатором 12 МГц и соединяется с компьютером или смартфоном через usb разъем J2.

Светодиоды подключены к контроллеру через два регистра сдвига 74НС164. Регистры представляют собой совокупность D-триггеров и управляются по двум линиям – D и CLK. Тем самым осуществляется развертка сканирования клавиатуры по столбцам.

Горизонтальная развертка (по строкам) осуществляется с помощью пяти солнечных элементов, которые подключаются к разъему J1. Транзисторные ключи Q1-Q5 коммутируют сигнал с элементов для обработки. Через ключ Q6 сигнал поступает на АЦП вход (ADC7) контроллера. Через ключ Q7 сигнал коммутируется на аккумуляторную батарею BAT1 для её заряда.

Основной недостаток рассмотренной модификации клавиатуры связан с характером ее предполагаемой эксплуатации (заключительный раздел настоящего отчета). А именно, предполагается, что та часть устройства, которая обеспечивает собственно ввод информации, является съемной. Т.е. предполагается, что в режиме «Подзарядка» на поверхности фотоэлектрической панели не расположено каких-либо компонентов.

Солнечная фотоэлектрическая панель вставляется в рамку, выполняемую из полимерного материала, которая одновременно выполняет функцию фиксатора для той части устройства, на которой расположены кнопки. Пользователь при переходе к режиму «Клавиатура» вставляет эту часть в рамку.

Схема, показанная на рисунке 4, в том числе, показывает, что рассматриваемое устройство может быть собрано на базе сравнительно дешевых серийно выпускаемых компонентов. Простейшие оценки показывают, что в готовом изделии более 80% стоимости приходится на собственно фотоэлектрическую панель, так как световоды могут быть изготовлены штамповкой из максимально дешевого полимера (полиэтилен высокого давления).

Таким образом, малая энергетика, к которой может быть отнесена разрабатываемая система, представляет собой перспективное средство для продвижения концепций зеленой экономики.

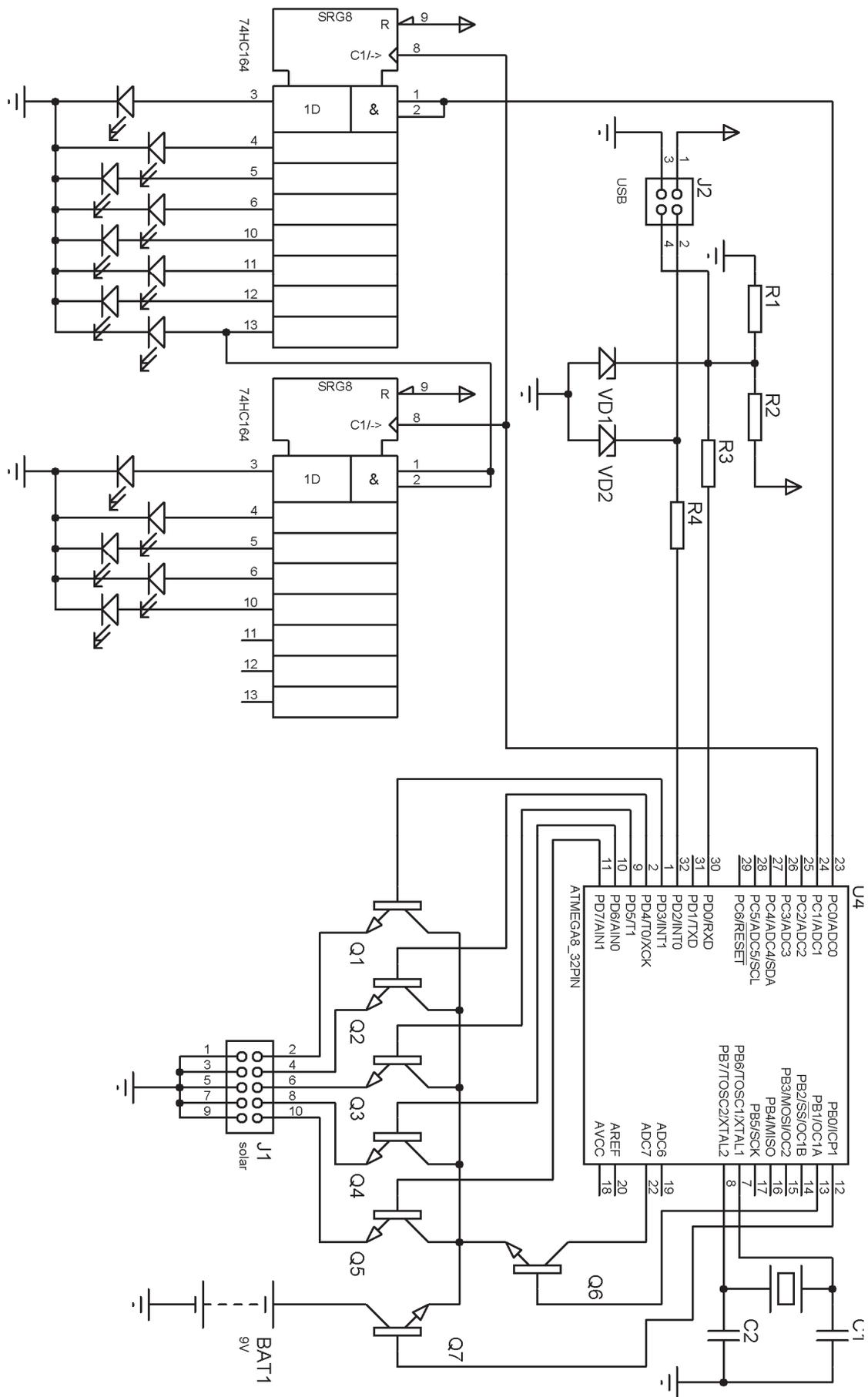


Рисунок 4 – Принципиальная схема клавиатуры с сегментированной солнечной панелью

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Jackson, T., & Victor, P. (2011). Productivity and work in the 'green economy': Some theoretical reflections and empirical tests. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1(1), 101-108.

[2] Midilli, A., Dincer, I., & Ay, M. (2006). Green energy strategies for sustainable development. *Energy Policy*, 34(18), 3623-3633.

[3] Yi, H. (2014). Green businesses in a clean energy economy: Analyzing drivers of green business growth in US states. *Energy*, 68, 922-929.

[4] А. Байкенов, С. Панченко, Д. Дюсенгалиева, П. Обухова. Новые подходы к разработке клавиатур для сотовых телефонов // Известия научно-технического общества КАХАК. 2012. № 39. С. 58-63.

[5] И. Сулейменов, Е. Житник, С. Панченко, И. Игликов Конструкция клавиатуры для сотового телефона на основе полимерных гидрогелей // Известия научно-технического общества КАХАК. 2012. № 39. С. 76-84.

REFERENCES

[1] Jackson, T., & Victor, P. (2011). Productivity and work in the 'green economy': Some theoretical reflections and empirical tests. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1(1), 101-108.

[2] Midilli, A., Dincer, I., & Ay, M. (2006). Green energy strategies for sustainable development. *Energy Policy*, 34(18), 3623-3633.

[3] Yi, H. (2014). Green businesses in a clean energy economy: Analyzing drivers of green business growth in US states. *Energy*, 68, 922-929.

[4] Baikenov A., Panchenko S., Dyusengalieva D., Obukhov P. New approach to the development of the keyboard of mobile phone. *Proceedings of the scientific-technical society KAKHAK*. 2012. № 39, 58-63.

[5] Suleimenov I., Zhytnyk E., Panchenko S., Iglikov I. The design of the keyboard of mobile phone based on polymer hydrogels. *Proceedings of the scientific-technical society KAKHAK*. 2012. № 39, 76-84.

КҮН СӘУЛЕЛІ ФОТОЭЛЕКТРЛІК ПАНЕЛЬДЕР НЕГІЗІНДЕ АҚПАРАТ ЕНГІЗУ ЖҮЙЕСІ

И. Э. Сулейменов¹, И. В. Игликов², Н. В. Семенякин¹, З. С. Тасбулатова¹

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

²«Лаборатория Игликова» ЖШСі, Алматы қ., Қазақстан

Аңдатпа. Батырмалар айқындау үшін оптикалық сигнал тіркелуін қамтамасыз ететін, күн сәулелі фотоэлектрикалық панелі функционалды элементі болып табылатын, оптикалық кодтаулы пернетақта сызбасы ұсынылған. Осыған дейін бір сәуле жолдан екінші сәуле жолға сигнал жіберу тәсіліне қарағанда, ұсынылып отырылған сызба, сәуле жол мен фото тіркегіш торап (сүн сәулелі фотоэлектрлік панель) арасындағы тікелей оптикалық байланысқа негізделген. Тұтынушыпернетақта батырмасының біреуін басуда оптикалық сигнал пайда болады. Ұсынылған пернетақта түрі екі ауыспалы тәртіпте жұмыс жасайды (ақпарат енгізу тәртібі және аккумулятор зарядтау тәртібі). Бұл жұмыста сегменттелген күн сәулелі фотоэлектрикалық панель және оның түбегейлі сызбасы негізінде жасалған оптикалық кодтауы бар пернетақта блок-сызбасы берілген. Сонымен бірге, осындай жүйелерді мемлекет масштабында енгізу жасыл экономика қалыптасуына елеулі үлес қосады.

Кілттік сөздер: пернетақта, оптикалық кодтау, фотоэлектрлік панель, жасыл экономика.

DATA INPUT SYSTEM BASED ON SOLAR PHOTOVOLTAIC PANELS

I. E. Suleimenov¹, I. V. Iglikov², N. V. Semenyakin¹, Z. S. Tasbulatova¹

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

²LLP «Iglikov's Laboratory», Almaty, Kazakhstan

Abstract. It is provided new scheme of keyboard with optical coding where the solar photovoltaic panel is the functional element of the optical signal registration for the key identification. In the previous approaches the signal is transferred from one fiber to another and the proposed scheme is based on direct contact between the optical waveguide and photorecording node (photovoltaic solar panels). Optical contact occurs by user's click on one of the keypad buttons. Proposed keyboard has two selectable modes (data entry mode and battery charging mode). The paper presents the block scheme of the keyboard with optical coding on the basis of the segmented solar photovoltaic panels, as well as its concept scheme. In addition, it is shown that the implementation of such systems across the country provides significant contribution to the establishment of green economy.

Key words: keyboard, optical coding, photovoltaic panel, green economy.

И. А. Федоренко¹, В. А. Колесников¹, А. А. Буравов¹, Д. А. Дроздов¹

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

ВОЛНОВОЙ АЛГОРИТМ ПОИСКА КРАТЧАЙШЕГО ПУТИ К ДВИЖУЩИМСЯ ОБЪЕКТАМ

Аннотация. Рассматривается задача определения оптимального пути к подвижной цели – конечной точке маршрута. Существенным отличием от традиционной постановки подобных задач является, во-первых, то, что подвижный объект может изменять свою скорость на отдельных участках, и, во-вторых, цель также может постоянно перемещаться в пространстве. Поэтому новизна предлагаемого подхода заключается в комбинированном использовании волнового алгоритма Ли для определения требуемого маршрута и алгоритма Крейга-Рейнольдса - для корректировки движения в зависимости от перемещения цели. Кроме того, при приближении объекта к цели возникает необходимость учитывать, например, такое явление, как торможение. При этом разработанный комбинированный алгоритм позволяет решить задачу определения оптимального маршрута, как при отсутствии, так и при наличии препятствий на пути движущегося объекта. Программная реализация предлагаемого алгоритма осуществлена в среде Unity3D с использованием компонентного подхода для симуляции законов физики и различных ситуаций, анализа положения объекта и цели, вычисление вектора скорости и др.

Ключевые слова: оптимальный путь, волновой алгоритм, алгоритм Крейга-Рейнольдса, программная реализация.

Существует множество алгоритмов поиска оптимального пути, когда конечная точка маршрута неподвижна. Но, когда конечная точка маршрута представляет собой подвижный объект, задача заметно усложняется и требует иного подхода к ее решению. В этом случае прокладку требуемого маршрута необходимо осуществлять с учетом постоянного перемещения объекта, являющегося конечной точкой движения. При этом требуется учитывать возможные препятствия на пути и компенсировать возникающие паразитные ускорения. В данной статье решение сформулированной задачи предлагается на основе синтеза двух алгоритмов. С помощью первого прокладывается путь до подвижной цели, а второй реализует «преследование цели» при постоянном ее перемещении.

1 Определение маршрута движения

Для поиска пути часто применяются алгоритм Дейкстры, A*-алгоритм и волновой алгоритм Ли. Однако алгоритм Дейкстры по сути представляет собой общий случай поиска пути между связанными вершинами [1,7,8]. Решающими достоинствами волнового алгоритма по сравнению с A*-алгоритмом являются меньший объем памяти для хранения информации и более высокое быстродействие, что и обусловило выбор волнового алгоритма. При этом для ускорения обработки больших пространств используется не рекурсивная обработка каждой ячейки, а последовательное прохождение рядов и столбцов по циклу, что обеспечивает равномерное и оперативное нахождение пути при изменении каких-либо ячеек рабочего поля либо координат начальной и конечной точек.

В качестве исходных данных берем дискретное рабочее поле, 8x8 ячеек в декартовой системе координат. Ячейки отмечены от 0 до 7, начиная с нижнего левого угла. Ячейка с координатами (0, 0) – начальная точка, с координатами (3,2) – конечная точка маршрута. Применение волнового алгоритма для решения поставленной задачи представим в виде последовательности следующих шагов

Шаг 1: Начальную ячейку (0,0) пометим числом 0 (рисунок 1а).

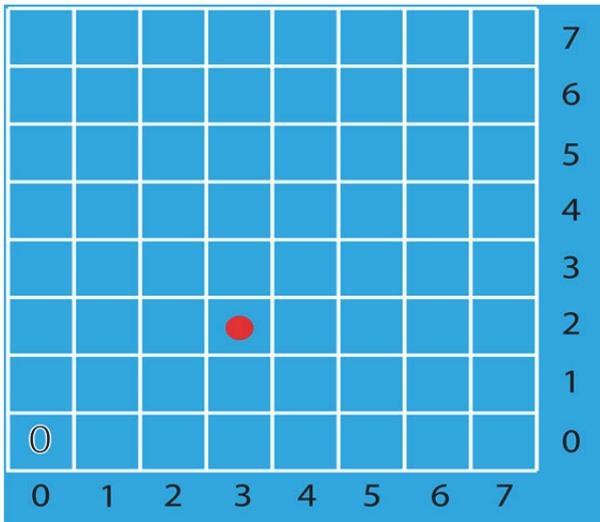


Рисунок 1а – Инициализация алгоритма

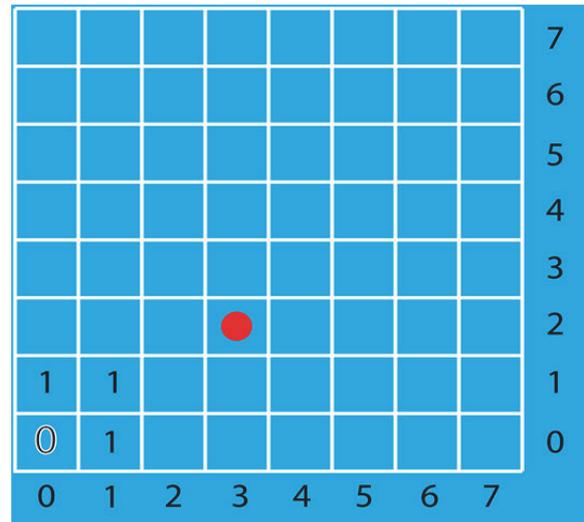


Рисунок 1б – Распространение «волны»

Шаг 2: Пометим соседние с ячейкой (0,0) ячейки (1,0), (0,1), (1,1) числом, большим, чем число в ячейке (0,0) на 1: $0+1=1$ (рисунок 1б).

Шаг 3: Распространителями волны становятся последние помеченные ячейки: пометим соседние (0,1) неразмеченные ячейки (0,2), (1,2) числом 2 (т.е. прибавляем к числу в ячейке-распространителе 1 и получаем $1+1=2$); соседние с (1,1) ячейки - (2,2), (2,1), (2,0) - пометим числом 2.

Шаг 4: Рядом с ячейкой (1,0) нет неразмеченных ячеек. Поэтому пометим соседние с ячейкой (0,2) неразмеченные ячейки (0,3), (1,3), числом 3; соседнюю с (1,2) неразмеченную ячейку (2,3) пометим числом 3; соседние с (2,2) ячейки (3,3), (3,2), (3,1) - также числом 3.

Шаг 5: Распространение волны останавливается, так как показано, что имеется путь из начальной ячейки в конечную. Начинаем нахождение обратного пути. Конечная ячейка (3,2) помечена числом 3, значит можно сделать вывод, что путь займет 3 ячейки в длину. Соседями ячейки (3,2) являются ячейки (2,1), (2,2), (2,3), (3,3), (4,3), (4,2), (4,1), (3,1). Размечены из них - (2,1), (2,2), (2,3), (3,3), (3,1). Ячейки (2,3), (3,3) и (3,1) помечены числом 3, тогда как ячейки (2,1) и (2,2) помечены числом 2. Выбираем любую из ячеек с наименьшим числом – например, (2,1). Это первая точка обратного пути (рисунок 2а).

Шаг 6: Соседние с (2,1) ячейки - (1,0), (1,1), (1,2), (2,2), (3,2), (3,1), (3,0). При этом ячейка (3,0) не размечена, а ячейка (3,2) является частью пути. Оставшиеся ячейки с наименьшим числом - (1,1) и (1,0). Выберем любую, например (1,0).

Шаг 7: Проанализируем соседей точки (1,0) - это (0,0), (0,1), (1,1), (2,1), (2,0). Ячейка (2,1) является частью пути. Из оставшихся ячеек ячейкой с наименьшим числом является (0,0). Так как она является начальной точкой движения – построение пути завершено.

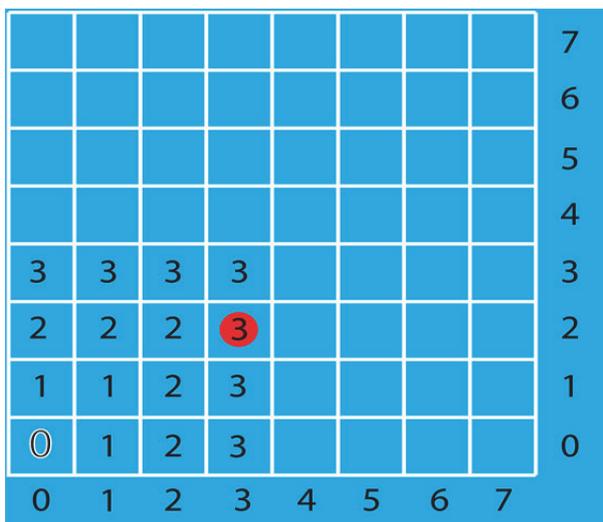


Рисунок 2а – Достижение конечной точки

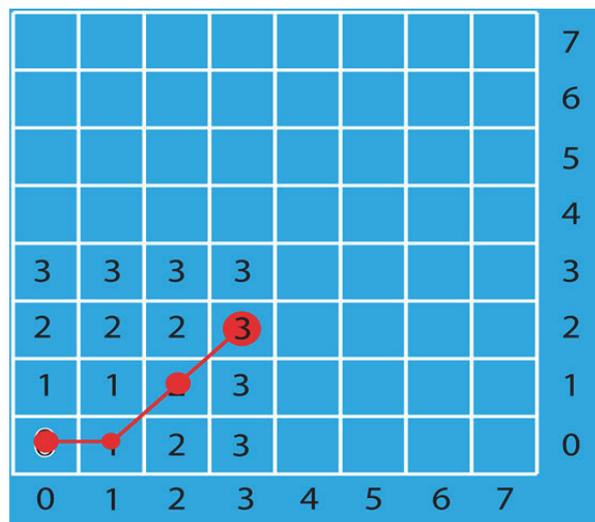


Рисунок 2б – Построение оптимального пути

2 Корректировка маршрута с учетом перемещения цели

Далее необходимо решить задачу преследования непрерывно перемещающейся цели в пространстве. Методика решения базируется на алгоритме Крейга-Рейнольдса [9]. Основная его идея заключается в том, чтобы производить небольшие смещения применительно к вектору направления перемещаемого объекта каждые n секунд. Так как вектор скорости определяет, куда направляется цель и как быстро она передвигается (рисунок 3а), любое смещение вектора будет корректировать маршрут (рисунок 3б).

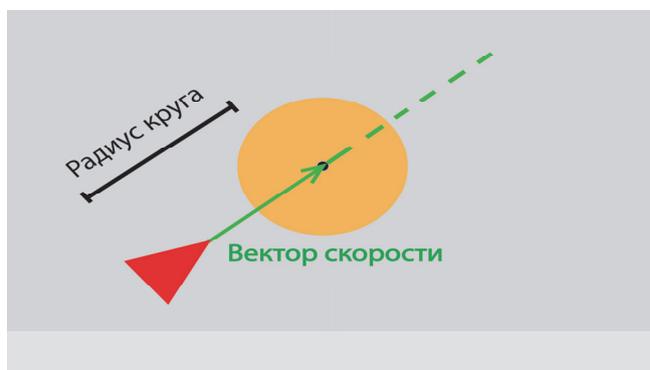


Рисунок 3а – Вектор скорости объекта при прямом невозмущенном движении

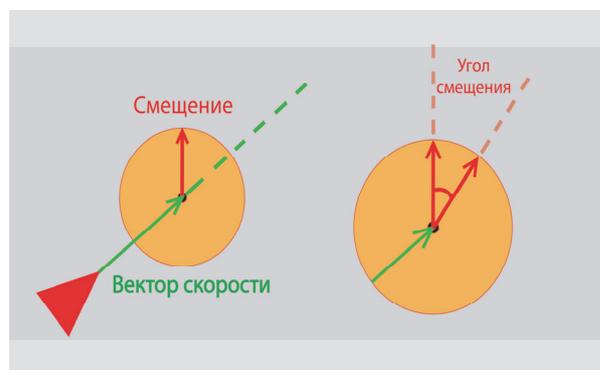


Рисунок 3б – Смещение вектора скорости

Величина смещения определяется и масштабируется радиусом окружности - чем больше радиус, тем сильнее сила смещения. Угол смещения является скалярной величиной, которая определяет, насколько нужно "сместить" вектор скорости. После того как произведено смещение, происходит корректировка маршрута. Скорректированный маршрут получается результатом сложения двух векторов (рисунок 4а).

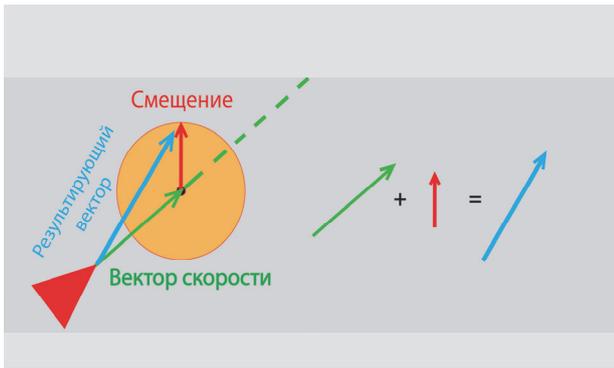


Рисунок 4а – Сложение векторов и получение нового маршрута

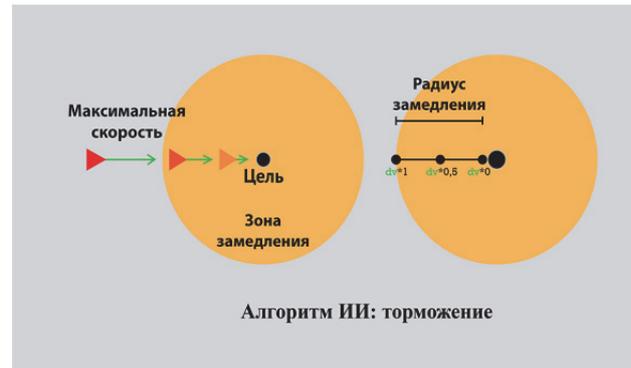


Рисунок 4б – Радиус торможения объекта при достижении цели

При достижении цели необходимо также реализовать алгоритм торможения. Для этого введен «радиус торможения» (рисунок 4б). Он представляет собой окружность, при достижении которой должна сбрасываться скорость.

Таким образом, новизна подхода к решению задачи поиска пути для случая с перемещающейся конечной точкой маршрута базируется на синтезе представленных алгоритмов с перерасчетом маршрута при перемещении цели и, как следствие, постоянном ее преследовании.

3 Компонентная структура программного обеспечения

Программная реализация предлагаемого подхода к решению задачи нахождения оптимального пути осуществлена в среде Unity3D 5.2.0 Personal Edition [2]. Она предназначена для создания симуляторов и обзорных 3D и 2D приложений, обладает широкими возможностями моделирования. Для физической симуляции в 3D в данной программной среде имеется приложение Nvidia PhysX, для двухмерной симуляции – Box2D. Также использовались язык программирования C#, компилятор – Mono, среда разработки – MonoDevelop, операционная система - Windows 8.1, возможно также использование MacOSX и Linux [3].

Среда Unity3D предполагает компонентный подход, означающий участие множества объектов с различными свойствами. Каждый из них имеет несколько компонентов, один из них обязательный - Transform. Для симуляции законов физики предназначены компоненты Rigidbody2D (для придания объекту скоростей, импульсов, вращающих моментов и сил сопротивления) и Collider2D (для симуляции различных ситуаций).

Список разработанных компонентов - 1. Spawner; 2. Mapper; 3. Steersman; 4. PilotBook; 5. Pilot (рисунок 5).

При разработке компонентов использовались следующие элементы объектного программирования [4,5,6]:

- Статический класс - содержит только статические поля и не требует хранения ссылки на себя для получения доступа.

- Экземпляр класса - описание конкретного объекта в памяти. Класс описывает свойства, доступные для объекта, созданного по описанию, заложенному в класс.

- Массив - тип или структура данных в виде набора компонентов (элементов массива), расположенных в памяти непосредственно друг за другом.

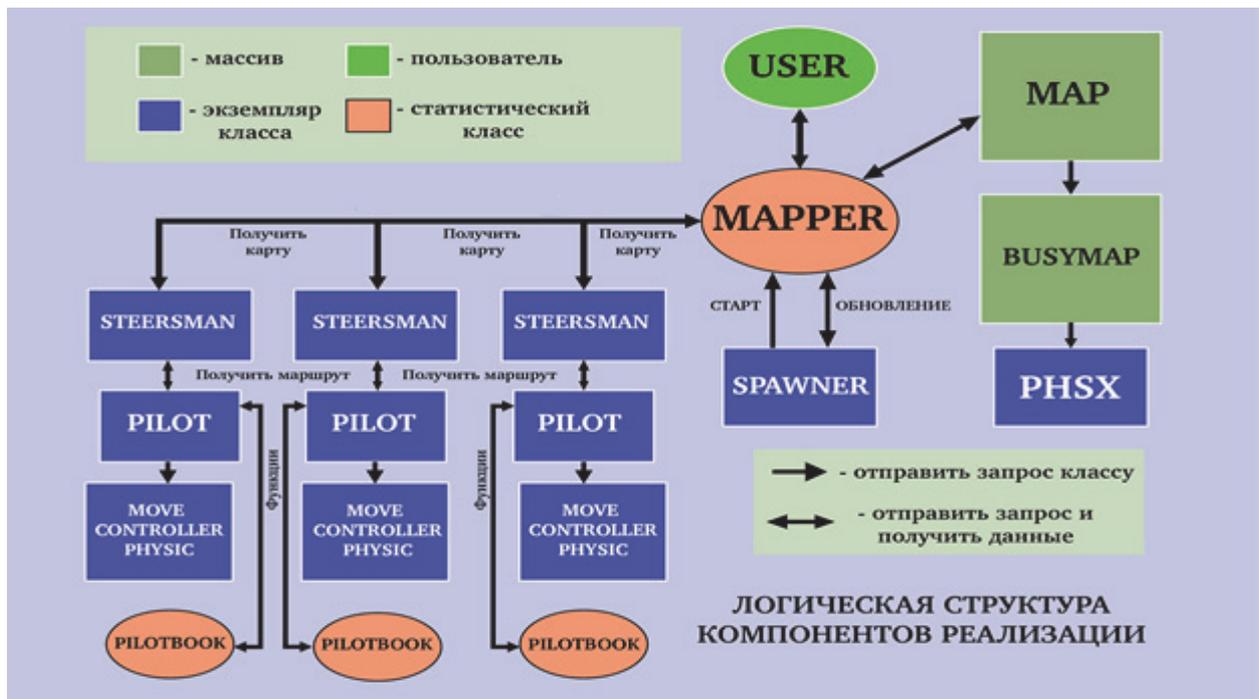


Рисунок 5 – Логическая структура компонентов программного обеспечения

Компонент Spawner предназначен для начальной инициализации сцены (общее пространство с координатами, содержащее объекты, используемые в программе) и работы компонента Mapper, передачи ему координат ячеек. Для этого используются стандартные методы Unity – Start и InvokeRepeating (своего рода таймер, инициализирующий начало следующего (в нашем случае repeatRate)) автоматического запуска подпрограммы (в данном случае - обновление карт волнового алгоритма) каждые repeatRate секунд (промежуток времени между обновлениями). Компонент Mapper реализует распространение волны путем разделения поля на дискретные ячейки и разметки карты по принципу занято/незанято (массив BusyMap) и количеству шагов.

Компонент Steersman находится на каждом боте (автономная единица, имитирующая конечную цель). После инициализации необходимых данных в методе Start() производится обновление карты с помощью метода GetMap компонента Mapper и регулярный (каждые 1.5 секунды) расчет маршрута с помощью методов RepeatRoute (анализ текущего положения объекта преследования, и в случае значительного удаления от предыдущей точки запуск алгоритма обновления маршрута), CalcRoute (текущая позиция цели преследования), FindPath (определение пути от объекта к цели) и GetMinCell (определение следующей ячейки пути).

Компонент Pilot получает маршрут от Steersman с помощью метода RefreshRoute. При этом выполняется инициализация в методе Start, кэширование (доступ к другим классам для меньшей затраты ресурсов) MoveControllerPhysic, Rigidbody2D, Steersman, Transform и запуск с помощью метода InvokeRepeating функции Control для расчета значения «газа» и поворота, которые необходимо подать на «двигатель» - компонент MoveControllerPhysic. При этом в функции MoveToTarget происходит вычисление и корректировка вектора скорости, если он не согласуется с требуемым курсом.

Важный компонент всей системы – класс PilotBook, реализующий такие функции как перевод из градусов в радианы и обратно (DegToRad и RadToDeg), вычисление угла от нормали (GetAngle), определение текущего направления движения относительно глобальной оси Oy (GetAngleOfShip), проверку соответствия скорости текущему курсу (IsVelocityCorrect), проверку ближайшей ячейки на маршруте в пределах прямой видимости (NearestCell), пересечение луча с прямоугольником (IntersectSquare).

4 Особенности движения при отсутствии и наличии препятствий

Предложенный подход, основанный на синтезе алгоритмов Ли и Крейга-Рейнольдса, и разработанное программное обеспечение позволили реализовать поиск оптимального пути до цели и ее преследования. Специфика решаемой задачи потребовала разработки новых функций. Например, возникла необходимость определения пересечения луча с заданным углом, с четырехугольником, имеющим заданные координаты, так как обычный метод дискретного увеличения координаты луча не может быть использован, так как приводит к слишком активному использованию аппаратных ресурсов. На рисунке 6 показано построение маршрута без препятствий на наиболее оптимальном пути, на рисунке 7 проиллюстрировано огибание волновым алгоритмом препятствия, на рисунке 8 изображена корректировка вектора скорости алгоритмом Крейга-Рейнольдса.

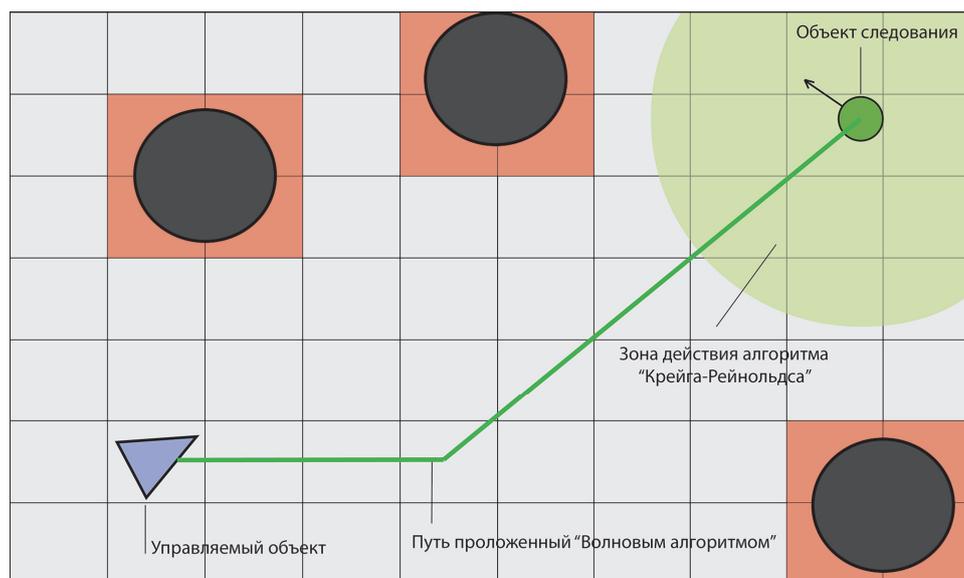


Рисунок 6 – Результат работы волнового алгоритма без препятствий

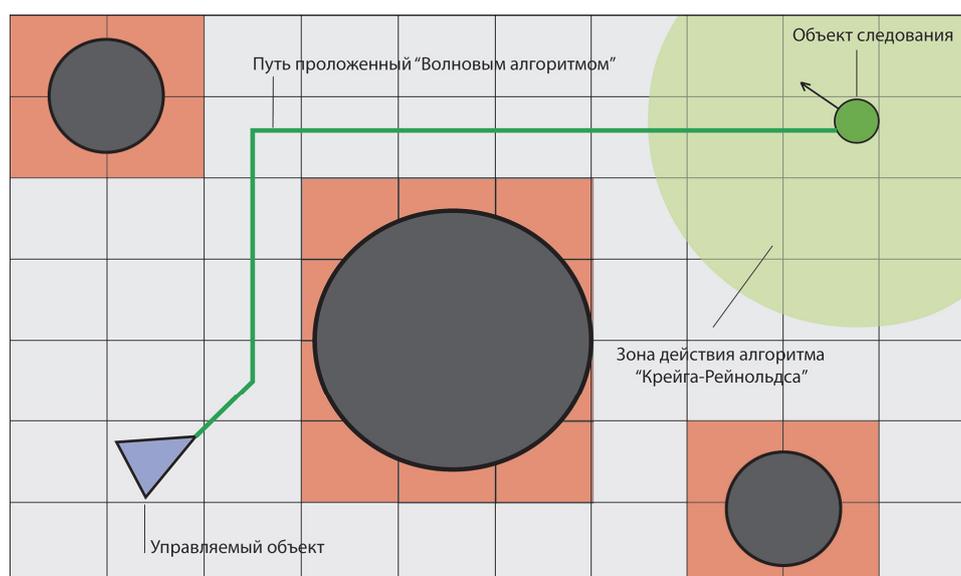


Рисунок 7 – Результат работы волнового алгоритма при наличии препятствий

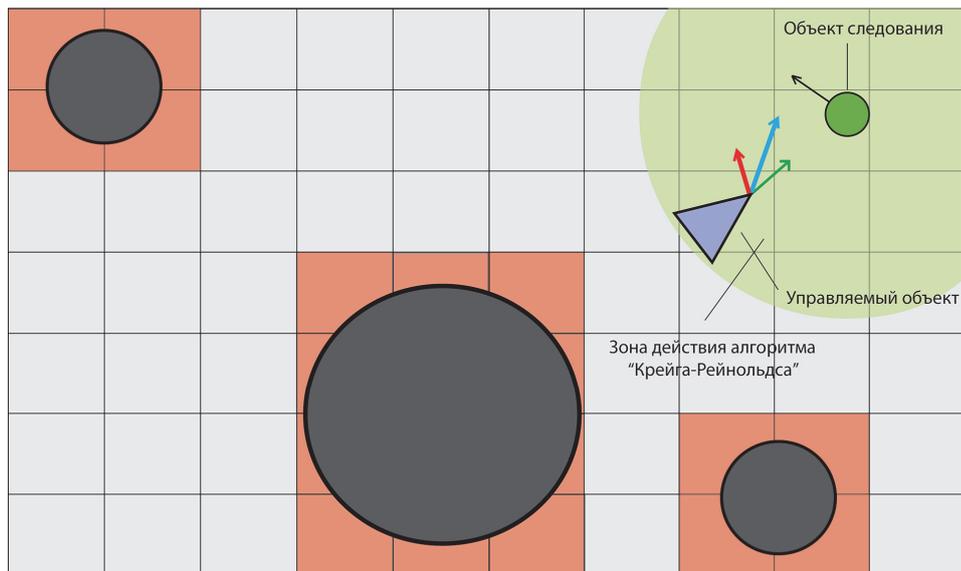


Рисунок 8 – Результат работы алгоритма Крейга Рейнольдса

Таким образом, управляемый объект достиг цели, и, в случае ее перемещения, будет корректировать свой маршрут путем смещения вектора скорости. Для реализации этих задач использовались стандартный математический базис, состоящий из тригонометрии и векторной алгебры, а также кинематические формулы для расчета поправок к командам, подаваемым на Unity 3D.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Cormen et al, Introduction to Algorithms, «The MIT Press, MA», 2009.
- [2] Richard A. Hawley, Grome Terrain Modeling with Ogre3D UDK and Unity3D. Packt Publishing; 2013.
- [3] Jeff W. Murray., Development for iOS with Unity3D. «A K Peters, CRC Press», 2012.
- [4] Ron Penton. Data Structures for Programmers. «Muska & Lipman/Premier-Trade», 2005.
- [5] Рихтер, Джефри CLR via C#. Программирование на платформе Microsoft .NET Framework 2.0 на языке C#; Санкт-Петербург, 2007. - 656 с.
- [6] Джейсон, Прайс; Майк, Гандэрлой Visual C# .NET. Полное руководство; КОРОНА принт, 2004. - 960 с.
- [7] Moore, E.F. (1959), The shortest path through a maze. In Proceedings of the International Symposium on the Theory of Switching, Harvard University Press, 1959.
- [8] Lee, C.Y., «An Algorithm for Path Connections and Its Applications», IRE Transactions on Electronic Computers, 1961.
- [9] <https://www.semanticscholar.org/paper/Optimisation-Of-Boids-Swarm-Model-Based-On-Genetic-Alaliyat-Yndestad/5af460239770dd50d16d6428bc3efe9752529bc2>

REFERENCES

- [1] Cormen et al, Introduction to Algorithms, «The MIT Press, MA», 2009/ (in Eng.)
- [2] Richard A. Hawley, Grome Terrain Modeling with Ogre3D UDK and Unity3D, Packt Publishing, 2013. (in Eng.).
- [3]Jeff W. Murray., Development for iOS with Unity3D. «A K Peters,CRC Press», 2012. (in Eng.).

- [4] Ron Penton. Data Structures for Programmers. «Muska & Lipman/Premier-Trade», 2005. (in Eng.).
- [5] Richter, Jeffrey CLR via C #. Programming in Microsoft .NET Framework 2.0, the language C #; St. Petersburg, 2007. - 656 p. (in Russ.)
- [6] Jason Price; Mike Ganderloy Visual C # .NET. The Complete Guide; CORONA print, 2004. - 960 c. (in Russ.).
- [7] Moore, E. F. The shortest path through a maze. In Proceedings of the International Symposium on the Theory of Switching, Harvard University Press. 1959. (in Eng.).
- [8] Lee, C.Y., «An Algorithm for Path Connections and Its Applications», IRE Transactions on Electronic Computers, 1961, (in Eng.).
- [9] <https://www.semanticscholar.org/paper/Optimisation-Of-Boids-Swarm-Model-Based-On-Genetic-Alaliyat-Yndestad/5af460239770dd50d16d6428bc3efe9752529bc2>. (in Eng.).

ЖЫЛЖЫМАЛЫ НЫСАНДАРҒА ЕҢ ҚЫСҚА ЖОЛ ТАБУ ТОЛҚЫН АЛГОРИТМІ

И. А. Федоренко¹, В. А. Колесников¹, А. А. Буравов¹, Д. А. Дроздов¹

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

Аңдатпа. Жылжымалы нысанға - маршруттың соңғы нүктесіне оңтайлы жолын анықтау міндеті қарастырылады. Қалыпты міндет қойылымнан елеулі айырмашылығы, біріншіден, ұялы нысан кейбір аудандарда оның жылдамдығын өзгерте алатынын, екіншіден, нысана ондай-ақ үздіксіз кеңістікте қозғала алатынын болып табылады. Сондықтан ұсынылған тәсілдің жаңалығы Ли толқын алгоритм мен - қажетті маршрутты анықтау үшін, Крейг-Рейнольдс алгоритмінің - саяхат мақсатына байланысты қозғалыс реттеу үшін біріктірілген қолдануы болып табылады. Сонымен қатар нысан нысанаға жеткенде, мысалы, назарға тежелу құбылысын алуға қажеттілік пайда болады. Сонымен қатар әзірленген аралас алгоритм болмаған және қозғалатын объектінің жолында кедергілердің қатысуымен де, оңтайлы маршрутын айқындау мәселесін шешуге мүмкіндік береді. Ұсынылған алгоритмнің бағдарламалық орындалуы физика заңдарын және түрлі жағдайларды еліктеу үшін құрамдық тәсілдеме, нысан мен нысынаның орналасу анализ, жылдамдық векторының есептеу және т.б қолдаумен Unity3D ортада іске асырылады.

Кілттік сөздер: оңтайлы жол, толқын алгоритмі, Крейга-Рейнольдс алгоритмі, бағдарламалық орындалуы.

WAVE ALGORITHM FOR FINDING PATH TO THE MOVING OBJECTS

I. A Fedorenko¹, V. A Kolesnikov¹, A. A. Buravov¹, D. A. Drozdov¹

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

Abstract. Determining an optimal path to moving target - the end point of the route problem is considered. The essential difference from the traditional formulation of such problems is, firstly, that the mobile object can change its speed in some areas, and secondly, the target can also continuously move in space. Therefore, the novelty of the proposed approach is the combined use of the wave algorithm Lee - to determine the required route and Craig Reynolds algorithm- - motion adjustment depending on the purpose of travel. Also, when an object is approaching to the target it becomes necessary to consider, for example, the phenomenon of inhibition. developed a combined algorithm solves the problem of determining the optimal route, both in the absence and in the presence of obstacles in the way of a moving object at the same time. Software implementation of the proposed algorithm is implemented in Unity3D environment which using the component approach to simulate the laws of physics and different situations, analysis of the position of the object and purpose, defined the calculation of the velocity vector, and others.

Key words: optimal way, the wave algorithm, Craig Reynolds algorithm, a software implementation.

Е. А. Дайнеко^{1,2}, М. Т. Ипалакова¹, М. В. Юнникова¹, М. А. Бродягина¹

¹Международный университет информационных технологий, Алматы, Казахстан

²Институт прикладных наук и информационных технологий, Алматы, Казахстан

*E-mail: yevgeniyadaineko@gmail.com

ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «ОПЫТ ФРАНКА И ГЕРЦА» С ЭЛЕМЕНТАМИ 3D КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Аннотация. В статье рассматривается применение информационных технологий для обучения студентов физике в высших учебных заведениях. Приведен краткий обзор виртуальных лабораторий. В статье представлена разработка виртуальной лабораторной работы по физике «Опыт Франка и Герца» на базе фреймворка Microsoft .NET XNA. Описаны физическая основа, технологическая основа, структура и реализация виртуальной физической лаборатории. Приведена диаграмма классов виртуальной лабораторной работы. Разобрано взаимодействие виртуальной лабораторной работы с пользователем. Показано, что использование виртуальных лабораторий при обучении физике обладает универсальностью и дает основание для рекомендации максимально широкого внедрения виртуальных компьютерных лабораторных работ в реальный учебный процесс в контексте разнообразия и оптимизации различных форм обучения, направленных на улучшение качества высшего образования.

Ключевые слова: виртуальная физическая лаборатория, высшее образование, 3D моделирование, Microsoft .NET XNA, C#.

Введение

В настоящее время в системе высшего образования наблюдается активный рост в области разработки и внедрения компьютерных обучающих систем, в большей степени за рубежом и в меньшей – в нашей стране. Наиболее необходимой и востребованной является разработка виртуальных средств нижнего уровня, а именно, лабораторных работ или стендов.

В качестве успешного примера создания подобных продуктов можно привести виртуальную лабораторию «TechNet Virtual Labs», разработанную и поддерживаемую Microsoft Corporation [1]. Она позволяет удаленно, через браузер, ознакомиться с той или иной технологией Microsoft без установки продукта к себе на компьютер. Другими удачными примерами виртуальных решений являются, например, DNA Extraction Virtual Labs, Polymerase Chain Reaction (PCR) [2]. Из российских ресурсов в качестве примера можно привести интерактивный программный модуль «ВиртуЛаб», представляющий виртуальный лабораторный практикум по физике, химии, биологии и экологии [3].

Подобные виртуальные системы в настоящее время чаще всего реализуются при помощи технологий Macromedia FLASH, HTML и сред разработки 2D и 3D игр.

В целом отрасль электронного обучения в мире активно развивается в соответствии с темпом технического прогресса [4]. В Казахстане же рынок электронного обучения на сегодняшний день находится лишь на стадии развития.

Авторами ведется разработка виртуальной физической лаборатории, которая будет применяться при преподавании курса общей физики для студентов технических специальностей. В данной статье приводится одна из виртуальных лабораторных работ, а именно «Опыт Франка и Герца».

Структура виртуальной лабораторной работы «Опыт Франка и Герца»

Физическая основа

Целью виртуальной лабораторной работы «Опыт Франка и Герца» является изучение процесса возбуждения атомов инертного газа электронами, определение энергии возбуждения атомов инертного газа, длины волны и массы излученного фотона.

Опыты Франка и Герца заключались в следующем. Через исследуемый газ пропускались ускоренные электрическим полем электроны. При столкновении с атомами газа последние могли переходить в новые возбужденные состояния с определенным значением энергии, большим энергии основного состояния. При этом, если энергетические уровни атома дискретны, то кинетическая энергия электронов должна быть не меньше некоторой минимальной величины, способной возбудить атом газа.

В опытах использовалась трубка (рисунок 1), заполненная парами ртути при давлении $p \approx 1$ мм рт. ст., и три электрода: катод, сетка и анод.

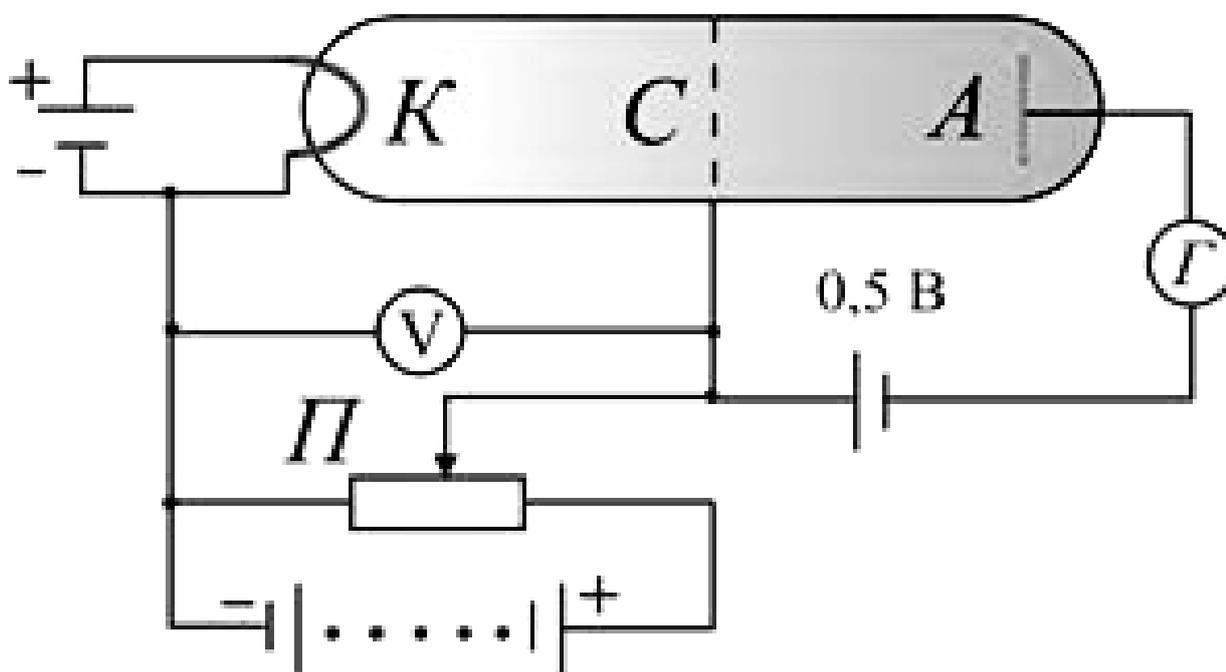


Рисунок 1 – Принципиальная схема измерения вольтамперных характеристик газонаполненного триода

Опыт показал, что электроны передают свою энергию атомам ртути порциями, причем 4,86 эВ – наименьшая возможная порция, которая может быть поглощена атомом ртути в основном энергетическом состоянии. Следовательно, идея Бора о существовании в атомах стационарных состояний блестяще выдержала проверку экспериментом.

Технологическая основа

При выборе платформы разработки виртуальной лаборатории был проведен обзор существующих игровых движков, таких как XNA Framework, Unity 3D Engine и Unreal Development Kit (UDK).

Главными критериями при выборе игровой платформы для создания виртуальной лабораторной работы являлись поддержка 3D и быстрота разработки проектов. После проведенного анализа был выбран XNA Framework.

XNA Framework – это набор инструментов с управляемой средой (.NET), который предназначен для быстрой разработки и упрощенного управления компьютерными

играми для Windows, Windows Phone и Xbox 360. XNA предлагает большой набор инструментов, направленный на избежание повторяющегося шаблонного кода «Code Reuse» и объединяет различные аспекты разработки игр в одной среде. Особенностью XNA является возможность легкой конвертации кода под приложения Windows и Xbox 360 [5].

XNA Framework делится на три основные части: Графический движок, Модель игрового приложения, Конвейер содержимого. Для использования всех частей необходимо подключить библиотеки пакета Microsoft.XNA.Framework, написанные на C#, которые являются полностью управляемыми. Также существует отличная поддержка 3D и большого количества различных типов изображений, а также обеспечивается небольшой расход памяти для разрабатываемых игр, основанных на изображениях. Отличная производительность во время работы с элементами обусловлена встроенным GPU-ускорением.

Разработка приложений ведется на языке C#, используя среду разработки Visual C# Express. Преимущества данного языка программирования следующие:

- скорость разработки;
- кроссплатформенность;
- производительность кода и требовательность к ресурсам;
- поддержка библиотек;
- удобство отладки;
- удобство сборки.

Также немаловажным фактором является полная поддержка классов, объектно-ориентированного программирования и полный доступ к библиотеке базовых классов .NET [6].

Структура и реализация лабораторной работы

С программной точки зрения виртуальная лабораторная работа – это проект, собранный на языке C#, который запускается в первую очередь. Проект состоит из множества частей, но обобщенно их можно разбить на две группы. В первую очередь – это игровые ресурсы и во вторую – программный код. Под игровыми ресурсами проекта подразумеваются графические, музыкальные либо другие ресурсы, необходимые для оформления проекта, то есть придания сцене реалистичности. К программным ресурсам относятся классы и процедуры, написанные на языке C# и отвечающие за взаимодействие между собой других ресурсов. Под понятием класса имеется в виду некая программная единица, где строго определены данные, их структура и возможные функции с этими данными. Классы объединяются в программные библиотеки. В случае работы с XNA Framework есть возможность подключить сторонние библиотеки, а также запрограммировать и использовать в дальнейшем свою библиотеку.

Основу проекта составляют сцены. Сцена обрабатывает и включает в себя все ресурсы проекта. При создании проекта в двумерном пространстве 3D реалистичность достигается за счет применения художественных средств.

Виртуальная лабораторная работа «Опыт Франка и Герца» включает в себя шесть пользовательских классов, структура и взаимосвязь между классами показана на рисунке 2.

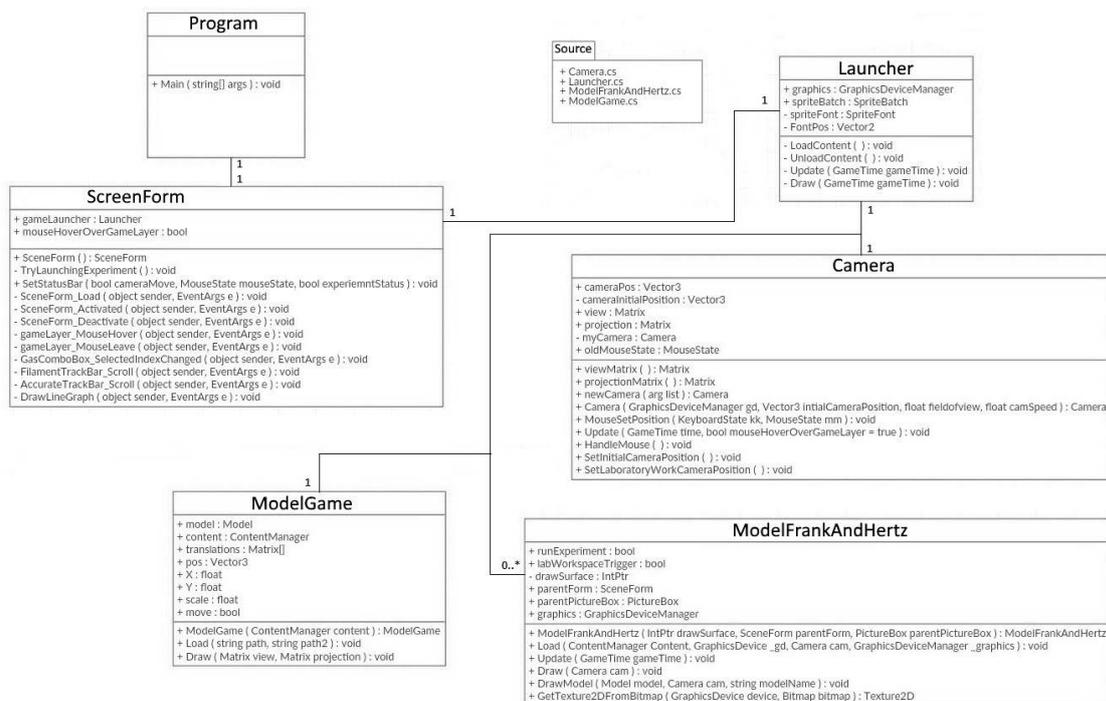


Рисунок 2 – Диаграмма классов лабораторной работы «Опыт Франка и Герца»

Запуск приложения осуществляется через класс Program. Основным классом является ScreenForm, который взаимодействует с классом Launcher, подключающим элементы следующих классов: ModelGame, Camera и ModelFrankAndHertz. Класс ModelFrankAndHertz отвечает за работу самого эксперимента. В нем осуществляется запуск формы, а также отрисовка всех ее основных элементов. Классы Camera и ModelGame необходимы для создания реалистичной среды в проводимом эксперименте. Все графическое представление лабораторной работы обрабатывается классом ModelGame посредством применения векторной графики и массивов данных. В данном классе также содержатся все важные компоненты игры, графическое устройство, параметры окна и диспетчер содержимого.

Взаимодействие с пользователем

Выполнение виртуальной лабораторной работы представляет собой реализацию определённой последовательности действий, которая включает в себя ввод начальных данных, запуск эксперимента и регистрирование результатов. Виртуальная лабораторная работа «Опыт Франка и Герца» содержит 5 основных шагов для успешного завершения. Информация о содержании работы и справка к выполнению прикрепляется в виде методологии лабораторной работы. На рисунке 3 представлена последовательность взаимодействия пользователя с лабораторной работой «Опыт Франка и Герца». После запуска виртуальной физической лаборатории открывается основное окно, откуда есть доступ к разделам «Тестирование», «Теория» и «Лабораторная работа». Разделы «Тестирование» и «Теория» содержат тестовые задания для закрепления знаний и методологию проводимого эксперимента. Раздел «Лабораторная работа» позволяет приступить непосредственно к реализации эксперимента.

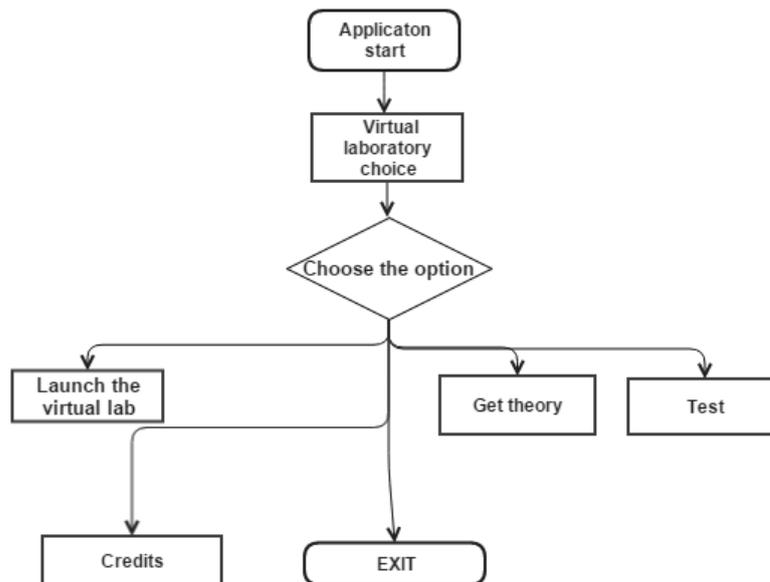


Рисунок 3 – Диаграмма деятельности

Пользовательский интерфейс используется для управления функциональными возможностями виртуальной лабораторной работы. При создании интерфейса для данной виртуальной лабораторной работы были использованы элементы управления системы Windows. В целом, все студенты хорошо знакомы и легко управляют с операционной системой Microsoft Windows, и использование привычных элементов управления, таких как, кнопки, поля ввода, окна, полосы прокрутки и т.д. упрощает процесс понимания и реализации виртуальной лабораторной работы. Кроме того, студентам доступна полноценная справка по конкретной работе. Интерфейс стартового окна для лабораторной работы «Опыт Франка и Герца» представлен на рисунке 4.

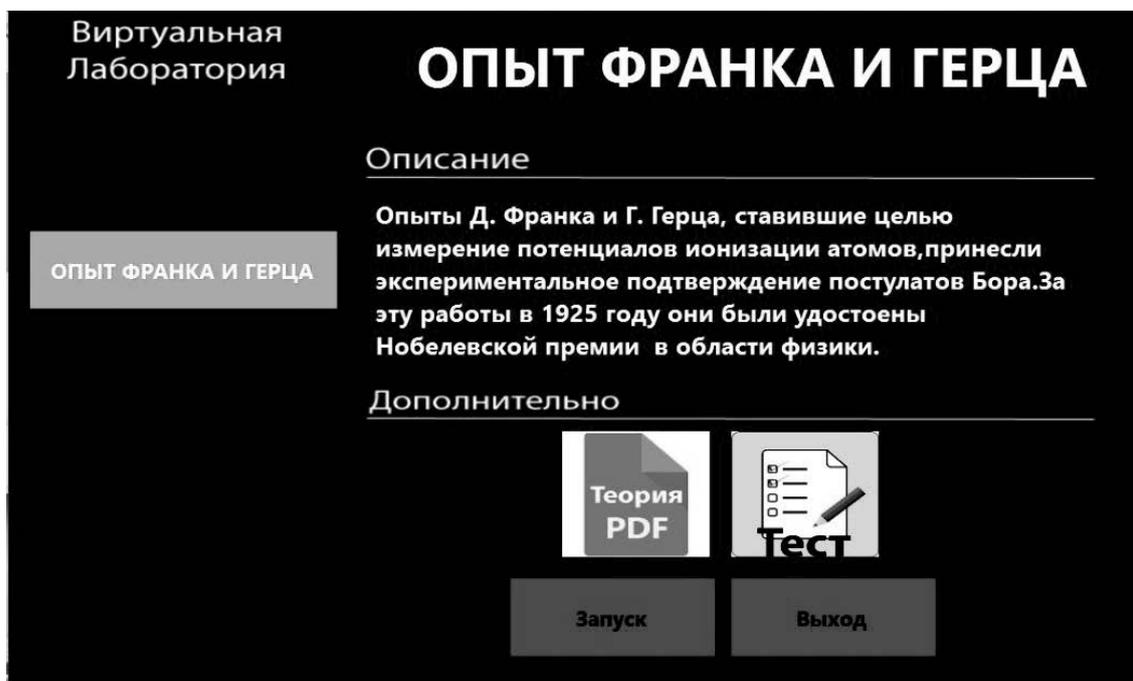


Рисунок 4 – Интерфейс стартового окна лабораторной работы «Опыт Франка и Герца»

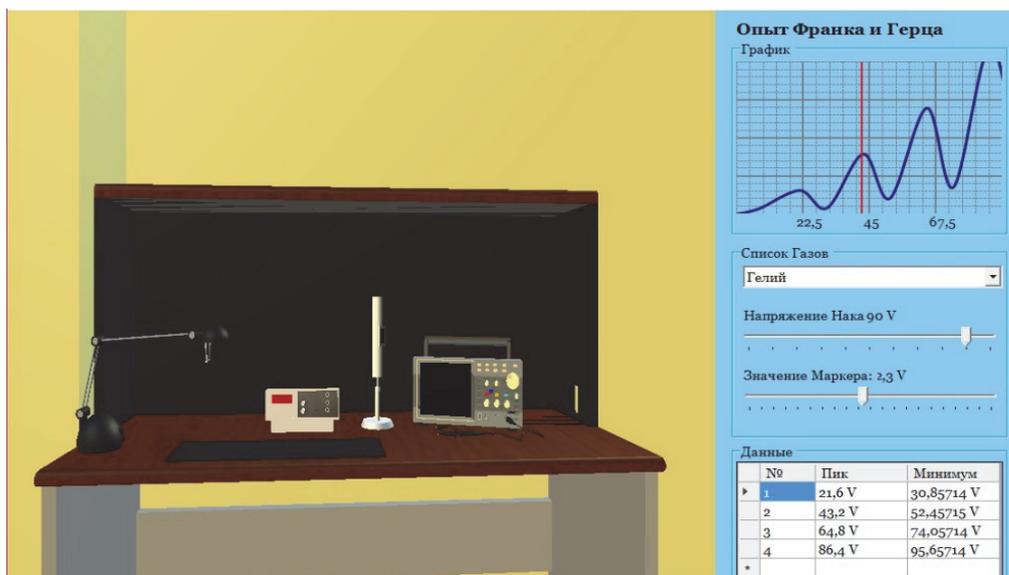


Рисунок 5 – Интерфейс эксперимента лабораторной работы «Опыт Франка и Герца»

На рисунке 5 представлен рабочий интерфейс эксперимента. В данном случае студенту требуется выбрать тип газа из списка представленных в лабораторной работе: Аргон, Гелий, Ртуть, Криптон, Неон или Ксенон. Затем настроить напряжение накала V , а также ввести данные значения маркера. После ввода данных в эксперименте отобразится таблица, в которой рассчитываются данные пика и минимума для выбранного газа, а также приводится графическое представление. Данные действия можно повторить для разных значений напряжения накала V и маркера, согласно заданному варианту.

Заключение

Разработка и применение компьютерных обучающих систем в настоящее время является одним из главных трендов в области высшего образования. Виртуальные физические лаборатории представляют собой один из успешных примеров внедрения информационных технологий в обучающий процесс. Помимо явных преимуществ использования виртуальных лабораторий, таких как простота эксплуатации, безопасность и недороговизна, можно отметить и такие плюсы разработки как почти неограниченное количество лабораторных работ в рамках лаборатории и возможность их модификации. Кроме того, использование среды разработки 3D игр дает возможность достичь необходимой реалистичности проводимого эксперимента. В данной статье приводится разработка виртуальной лабораторной работы «Опыт Франка и Герца», которая входит в состав виртуальной физической лаборатории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] TechNet Virtual Labs <https://technet.microsoft.com>
- [2] Genetic Science Learning Center <http://learn.genetics.utah.edu/content/labs/>
- [3] Виртуальная лаборатория ВиртуЛаб <http://www.virtulab.net>
- [4] Daineko Y., Dmitriyev V. Software Module “Virtual Physics Laboratory” in Higher Education // 8th IEEE International Conference on Application of Information and Communication Technologies – AICT2014, Kazakhstan, Astana, 15-17 October 2014. P. 452-454 (англ.)
- [5] Введение в XNA Framework http://www.netlib.narod.ru/library/book0052/ch01_01.htm
- [6] XNA Framework Class Library <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb203940.aspx>

REFERENCES

- [1] TechNet Virtual Labs <https://technet.microsoft.com>
- [2] Genetic Science Learning Center <http://learn.genetics.utah.edu/content/labs/>
- [3] Virtual Laboratory VirtuLab <http://www.virtulab.net>
- [4] Daineko Y., Dmitriyev V. Software Module “Virtual Physics Laboratory” in Higher Education // 8th IEEE International Conference on Application of Information and Communication Technologies – AICT2014, Kazakhstan, Astana, 15-17 October 2014. P. 452-454 (англ.)
- [5] Introduction to XNA Framework
http://www.netlib.narod.ru/library/book0052/ch01_01.htm
- [6] XNA Framework Class Library
<https://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb203940.aspx>

3D КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ ЭЛЕМЕНТТЕРІ БАР «ФРАНК ЖӘНЕ ГЕРЦТІҢ ТӘЖІРИБЕСІ» ВИРТУАЛДЫ ЗЕРТХАНАСЫ

Е. А. Дайнеко^{1,2}, М. Т. Ипалакова¹, М. В. Юнникова¹, М. А. Бродягина¹

¹Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, Алматы қ., Қазақстан

²Қолданбалы ғылымдар және ақпараттық технологиялар институты, Алматы қ., Қазақстан

Аңдатпа. Мақалада жоғарғы оқу орындарында ақпараттық технологиялар көмегімен физика пәнін оқытуды енгізу туралы мәлімет қарастырылады. Виртуалды зертханалық жұмыстардың бойынша қысқаша шолу жасалынған. Мақалада Microsoft .NET XNA фреймворк негізінде физика пәніндегі «Франк және Герцтің тәжірибесі» атты виртуалды зертханалық жұмыстың жасалуы туралы айтылған. Сонымен қатар, жұмыстың физикалық және технологиялық негіздемелері, құрылымы мен жүзеге асыру барысы сипатталған. Виртуалды зертханалық жұмыстың класстар диаграммасы көрсетілген. Виртуалды зертханалық жұмыстың қолданушымен байланыс жолдары талданған. Виртуалды физикалық зертхананың қолдану арқылы физиканы оқып-үйренуде жан-жақты етіп көрсетілген және виртуалды компьютерлік зертханалық жұмыстарды барынша кең түрде енгізу туралы ұсынысқа негіз береді. Виртуалды компьютерлік зертхананың нақты оқу процесіне қолданылуы мән-мәтінде әр түрлі оқытудың формаларының оптимизациясы, яғни оңайлатылған жолы жоғары білім сапасын жақсартуға бағытталған.

Кілттік сөздер: виртуалды физикалық зертхана, жоғарғы оқу, 3D моделдеу, Microsoft .NET XNA, C#.

VIRTUAL LABORATORY “FRANK AND HERTZ’S EXPERIMENT” WITH THE ELEMENTS OF 3D COMPUTER MODELLING

Y. A. Daineko^{1,2}, M. T. Ipalakova¹, M. V. Yunnikova¹, M. A. Brodyagina¹

¹International University of Information Technologies, Almaty, Kazakhstan

²Institute of Applied Sciences and Information Technologies, Almaty, Kazakhstan

Abstract. The article considers the using of information technologies to teach students physics in higher education institutions. A brief review of virtual laboratories is given. The development of the virtual laboratory work “Frank and Hertz’s experiment” on the base of framework Microsoft .NET XNA is presented. The physical base, the technological base, structure and realization of the virtual laboratory are described. The class diagram of the virtual physics laboratory is shown. The interaction of the virtual laboratory work with a user is examined. It is shown that the use of virtual laboratories for teaching physics is universal and provides the basis for recommendations to the widest possible implementation of virtual computer laboratories to the real learning process in the context of diversity and optimization of various forms of training aimed at improving the quality of higher education.

Key words: Virtual Physics Laboratory, High Education, 3D modelling, Microsoft .NET XNA, C#.

**ЗАДАЧА ОПТИМИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАКАЗОВ И РЕАЛИЗАЦИЯ
ЕЕ В MS EXCEL**

Аннотация. Статья посвящена актуальной проблеме повышения эффективности управления предприятием благодаря использованию математических моделей и методов оптимизации, что позволяет увеличить скорость, эффективность и обоснованность принимаемых решений. На некоторых предприятиях возникает задача распределения пакета заказов между исполнителями, причем для выполнения отдельных заказов формируются группы исполнителей разных категорий. В данной статье рассматривается задача оптимизации распределения пакета заказов между группами исполнителей разных категорий таким образом, чтобы заказы были выполнены в заданные сроки, и фонд оплаты труда был минимальным. Разработана математическая модель этой задачи и дана ее реализация в MS Excel. На основе данных предприятия о количестве заказов, поступающих от предприятий и населения, а также данных о категориях и группах исполнителей, необходимых для выполнения конкретных заказов, можно, используя разработанную математическую модель, оперативно определять оптимальный план распределения заказов между группами исполнителей.

Ключевые слова: оптимизационные задачи, математические модели и методы, задачи линейного программирования, распределение заказов, категории исполнителей.

Деятельность некоторых предприятий связана с выполнением определенного профиля заказов (заявок), причем характер и сложность работ может меняться от заказа к заказу и требует определенной квалификации работников. Исполнители на таких предприятиях делятся на категории, зависящие от квалификации, опыта, стажа работы и других характеристик и объединяются в группы (бригады) для выполнения сложных заказов. Известно также, какие группы категорий могут выполнять конкретные заказы. В разные моменты времени количество работников разных категорий меняется, в связи с занятостью над выполнением ранее поступивших заказов. Оплата труда на этих предприятиях осуществляется в соответствии с категорией исполнителя и временем выполнения заказа. В этих условиях встает задача распределения заказов между имеющимися группами исполнителей разных категорий таким образом, чтобы заказы выполнялись в заданные сроки и фонд оплаты труда был минимальным. Данная задача относится к задачам о назначениях [1-4], когда заказ (работа) выполняется не одним исполнителем, а группой (бригадой) исполнителей.

Предприятие за период T должно выполнить N заказов. Работники предприятия делятся на k -категорий, причем категории зависят от квалификации, опыта, стажа работы и других характеристик. Выполненная работа оплачивается сдельно, т.е. работник k -й категории получает оплату в соответствии со своей категорией (оплата бывает почасовой или за выполненный объем работ).

Известны ограничения на время выполнения заказов (заявок). Известно также, какие категории и сколько работников конкретной категории могут выполнять конкретные заказы. Надо распределить пакет заказов между категориями работников таким образом, чтобы выполнить заказы в заданные сроки и при этом минимизировать фонд оплаты.

В этой задаче имеют место несколько возможных вариантов выполнения заказов категориями работников:

а) когда каждый заказ может выполняться исполнителями одной категории работников;

б) когда заказы могут выполняться исполнителями нескольких категорий, т.е. когда исполнители разных категорий взаимозаменяемы;

в) когда для выполнения каждого заказа формируется группа (бригада) из нескольких категорий исполнителей, что может быть связано с необходимостью выполнения разного уровня сложности работ в одном заказе и использования труда исполнителей разных категорий.

Все эти случаи учтены, и их можно реализовать в рамках приведенной ниже математической модели.

Для разработки математической модели задачи введем необходимые обозначения.

Пусть

$$x_{jl} = \begin{cases} 1, & \text{если для реализации} \\ & j\text{-го заказа выбирается} \\ & l\text{-й вариант} \\ & \text{комплектования группы} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

$$\forall j = \overline{1, N} : \sum_{l=1}^L x_{jl} = 1,$$

т.е. для всех заказов выбирается только один вариант комплектования группы.

Для каждого варианта комплектования группы $l = \overline{1, L}$ известно b_{kj}^l – количество работников $k = \overline{1, K}$ категории, необходимое для выполнения $j = \overline{1, N}$ заказов. Данные по количеству людей k -й категории, $k = \overline{1, K}$ для выполнения j -го заказа в $l = \overline{1, L}$ варианте комплектования сведены в матрицу $B = \{b_{kj}^l\}$, где $k = \overline{1, K}; j = \overline{1, N}$.

Известно время выполнения j -го заказа (или его части, в случае бригадной работы) k -й категорией исполнителей.

Введем обозначение t_{kj} – время выполнения j -го заказа k -й категорией исполнителей. Тогда данные по времени выполнения всех проектов исполнителями всех категорий сводятся в матрицу $T = \{t_{kj}\}$, где $k = \overline{1, K}; j = \overline{1, N}$.

Допустим, что оплата всех работников почасовая, тогда данные по тарифу c_{jk} оплаты работника k -й категории за выполнение j -го заказа представляют собой матрицу $C = \{c_{jk}\}$, где $k = \overline{1, K}; j = \overline{1, N}$.

Также для всех вариантов комплектования $\forall l = \overline{1, L}$ даны следующие величины:

$$\begin{aligned} t_{kj}^l &= t_{jk}, \forall j, \forall k \\ c_{jk}^l &= c_{jk}, \forall j, \forall k \end{aligned}$$

$\forall j: C_j$ – фонд оплаты за j -й заказ.

В случае, когда заказы выполняются группой (бригадой) и исполнители выполняют свою работу последовательно, тогда время выполнения заказа рассчитывается как

$$\forall j = \overline{1, N}: \sum_{k=1}^K b_{kj}^l \cdot t_{kj}, \quad (1)$$

где b_{kj}^l – количество работников k -й категории, выполняющих j -й заказ при l -м варианте комплектования.

Если при выполнении j -го заказа бригадой исполнители разных категорий работают параллельно по времени, то время выполнения j -го заказа рассчитывается следующим образом:

$$\forall j = \overline{1, N}: \sum_{k=1}^K b_{kj}^l \cdot t_{kj}^l = \max\{b_{kj}^l \cdot t_{kj}^l; \forall l, \forall k\} \quad (2)$$

Если имеет место случай, когда все заказы выполняются только одной категорией исполнителей, тогда справедливо

$$\forall j = \overline{1, N}, \forall l = \overline{1, L}: \sum_{k=1}^K b_{kj}^l = b_{k'j}^l, \quad (3)$$

где $b_{k'j}^l$ - число исполнителей k' - категории, которая выполняет j -й заказ.

Если же заказы выполняются одним специалистом конкретной категории, тогда

$$\forall j, \forall l: \sum_{k=1}^K b_{kj}^l = 1 \quad (4)$$

Допустим, имеются ограничения на время выполнения всех заказов $T_j, j = \overline{1, N}$, тогда

$$\forall j; \forall l: \sum_{k=1}^K b_{kj}^l \cdot t_{kj}^l \leq T_j, T_j \leq T \quad (5)$$

либо, когда заказы выполняются параллельно, тогда справедливо

$$\forall j, \forall l: \max\{b_{kj}^l \cdot t_{kj}^l, \forall k\} \leq T_j, T_j \leq T, \quad (6)$$

где T_j и T – периоды времени, за которые надо выполнить j -й и все заказы соответственно.

На основании введенных обозначений и ограничений задачи сформулируем ее математическую модель:

Целевая функция

$$\sum_{j=1}^N \sum_{l=1}^L c_{jl} = \sum_{j=1}^N \sum_{l=1}^L x_{jl} \cdot \sum_{k=1}^K b_{kj}^l \cdot c_{kj} \cdot t_{kj} \rightarrow \min_{\{x_{jl}, \forall j, \forall l\}} \quad (7)$$

при ограничениях

$$\forall j = \overline{1, N}: \sum_{l=1}^L c_{jl} \leq C_j, \quad (8)$$

где

$$c_{jl} = x_{jl} \cdot \sum_{k=1}^K b_{kj}^l \cdot c_{kj} \cdot t_{kj}$$

$$\forall j = \overline{1, N}: \sum_{l=1}^L t_{jl} \leq T_j, \quad (9)$$

где

$$t_{jl} = x_{jl} \cdot \sum_{k=1}^K b_{kj}^l \cdot t_{kj} \\ \forall k: \sum_{j=1}^N \sum_{l=1}^L x_{jl} \cdot b_{kj}^l \leq b_k, \quad (10)$$

где b_k – число работников, имеющих k -ю категорию;

C_j – фонд оплаты за j – й заказ;
 T_j – период времени, в течение которого он должен быть реализован. Также имеют место ограничения (3), либо (4), и

$$x_{jl} = \begin{cases} 1, & \text{если для реализации} \\ & j\text{-го заказа выбирается} \\ & l\text{-й вариант} \\ & \text{комплектования группы} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases} \quad (11)$$

$$\forall j = \overline{1, N}: \sum_{l=1}^L x_{jl} = 1, \quad (12)$$

т.е для каждого j – го заказа выбирается всегда только один вариант комплектования группы.

Сформулированная задача относится к задаче линейного программирования с булевыми переменными и реализуется известными методами [1-4].

Приведем условный пример и реализуем его в MS Excel.

Предприятие за период $T=36$ часов должно выполнить 5 заказов. На предприятии 3 категории работников и 3 варианта комплектования бригад. Установлены тарифы оплаты c_{kj} за выполнение k – й категорией j – го проекта. Значения c_{kj} - тарифы оплаты за час работы k – й категории работников при выполнении j – го заказа приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Тарифы $\{c_{kj}\}$ в тыс.тн.

$k \setminus j$	1	2	3	4	5
1	2	3	4	3	5
2	5	7	4	4	6
3	4	5	3	7	5

Известны значения t_{kj} – время выполнения работником k – категории j - го заказа в часах , $j = \overline{1,5}$. Эти данные приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Время выполнения заказов $\{t_{kj}\}$ (в часах)

$k \setminus j$	1	2	3	4	5
1	2	1	3	2	4
2	3	2	2	3	5
3	2	4	5	3	2

В таблицах 3, 4, 5 приведены данные по количеству работников каждой категории, выполняющих заказы $j = \overline{1,5}$ для каждого варианта $l = \overline{1,3}$ комплектования бригад.

Таблица 3 – Количество $\{b_{kj}\}$ работников при $l=1$ варианте комплектования

$k \setminus j$	1	2	3	4	5	Σ
1	2	1	0	2	1	6
2	1	2	2	2	3	10
3	2	3	1	3	2	11

Таблица 4 – Количество $\{bkj\}$ работников при $l=2$ варианте комплектования

$k \setminus j$	1	2	3	4	5	Σ
1	1	1	0	2	1	5
2	1	1	1	3	1	7
3	2	1	2	1	2	8

Таблица 5 – Количество $\{bkj\}$ работников при $l=3$ варианте комплектования

$k \setminus j$	1	2	3	4	5	Σ
1	1	1	0	2	1	5
2	1	1	1	3	1	7
3	2	1	2	1	2	8

Надо распределить пакет заказов между бригадами (группами) категорий сотрудников таким образом, чтобы выполнить все ограничения задачи по фонду оплаты заказов C_j , $j = 1,5$ и по времени выполнения заказов T_j , $j = 1,5$ таким образом, чтобы минимизировать суммарный фонд оплаты работников (7). Известно общее количество b_k работников 1, 2, 3 категорий на предприятии:

Таблица 6 – Количество работников по 3-м категориям

k	1	2	3
b_k	6	10	11

Таблица 7 – Фонды оплаты C_j и время выполнения заказов T_j

j	1	2	3	4	5
C_j (тыс.тн)	36	100	40	70	135
T_j (в часах)	20	22	20	22	24

Решение:

$\{x_{jl}\}$ – искомый план комплектования бригад для выполнения заказов.

Зададим первоначальные значения плана $\{x_{jl}\}$, исходя из условий (11), (12)

Таблица 8 – Первоначальный план

$j \setminus l$	1	2	3	Σ
1	0	1	0	1
2	0	0	1	1
3	0	1	0	1
4	0	0	1	1
5	1	0	0	1

В соответствии с ограничением (9) математической модели рассчитываются элементы таблицы 7 на рабочем листе MS Excel:

$$\forall j = \overline{1, N}: t_{jl} = x_{jl} \cdot \sum_{k=1}^K b_{kj}^l \cdot t_{kj},$$

а расчет элементов таблицы 8 на рабочем листе MS Excel производится по формуле (8) математической модели задачи:

$$\forall j = \overline{1, N}: c_{jl} = x_{jl} \cdot \sum_{k=1}^K b_{kj}^l \cdot c_{kj} \cdot t_{kj}$$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ЗАДАЧИ:							Таблица 3 Количество $\{bkj\}$ работников при $l=1$						
2	Таблица 1 Тарифы $\{ckj\}$ (в тыс.тн)							варианте комплектования						
3	$k \setminus j$	1	2	3	4	5		$k \setminus j$	1	2	3	4	5	Σ
4	1	2	3	4	3	5		1	2	1	0	2	1	6
5	2	5	7	4	4	6		2	1	2	2	2	3	10
6	3	4	5	3	7	5		3	2	3	1	3	2	11
7														
8								Таблица 4 Количество $\{bkj\}$ работников при $l=2$ варианте комплектования						
9	Таблица 2 Время выполнения заказов $\{tkj\}$ (в часах)							комплектования						
10	$k \setminus j$	1	2	3	4	5		$k \setminus j$	1	2	3	4	5	Σ
11	1	2	1	3	2	4		1	1	1	0	2	1	5
12	2	3	2	2	3	5		2	1	1	1	3	1	7
13	3	2	4	5	3	2		3	2	1	2	1	2	8
14														
15														
16	Таблица 5 Количество $\{bkj\}$ работников при $l=3$ варианте комплектования							Таблица 6 Первоначальный план						
17	$k \setminus j$	1	2	3	4	5	Σ	$j \setminus l$	1	2	3	Σ		
18	1	1	1	0	2	1	5	1	0	1	0	1		
19	2	1	1	1	3	1	7	2	0	0	1	1		
20	3	2	1	2	1	2	8	3	0	1	0	1		
21								4	0	0	1	1		
22								5	1	0	0	1		
23														
24								Таблица 8 Расчет оплаты работников $\{cjl\}$ за выполнение заказов при $l=(1,3)$ вариантах комплектования (в тыс.тн)						
25	Таблица 7 Расчет затрат времени $\{tjl\}$ на выполнение заказов при $l=(1,3)$ вариантах комплектования (в часах)													
26	$j \setminus l$	1	2	3	Σ	T_j		$j \setminus l$	1	2	3	Σ	C_j	
27	1	0	9	0	9	20		1	0	35	0	35	36	
28	2	0	0	19	19	22		2	0	0	99	99	100	
29	3	0	19	0	19	20		3	0	37	0	37	40	
30	4	0	0	16	16	22		4	0	0	69	69	70	
31	5	17	0	0	17	24		5	130	0	0	130	135	
32								Σ	130	72	168	370		

Рисунок 1 - Лист MS Excel с исходными данными задачи

Оптимизируемая ячейка находится по номеру M32 и рассчитывается по формуле (7) математической модели: $\sum_{j=1}^N \sum_{l=1}^L c_{jl}$. Для определения оптимального решения используется процедура «Поиск решения», параметры которой для данной задачи приведены ниже:

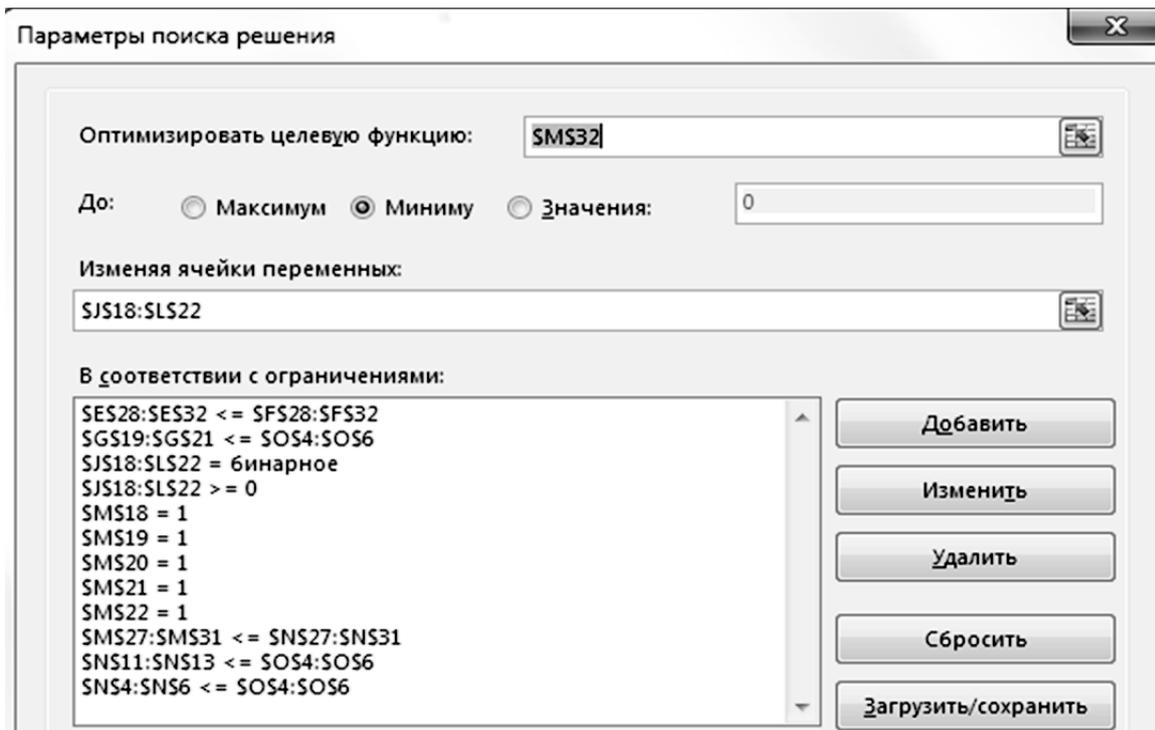


Рисунок 2 - Параметры поиска решения

Полученное оптимальное решение приведено на следующем листе MS Excel:

		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
14		Таблица 5 Количество $\{bkj\}$								Таблица 6 <i>Оптимальный план</i>					
16		работников при $l=3$ варианте													
17		комплектования								$j \setminus l$	1	2	3	Σ	
18		$k \setminus j$	1	2	3	4	5	Σ		1	0	0	1	1	
19		1	1	1	0	2	1	5		2	0	1	0	1	
20		2	1	1	1	3	1	7		3	1	0	0	1	
21		3	2	1	2	1	2	8		4	0	1	0	1	
22										5	0	0	1	1	
24		Таблица 7 Расчет затрат								Таблица 8 Расчет оплаты					
25		времени $\{tj\}$ на выполнение								работников $\{cjl\}$ за					
26		заказов при $l=(1,3)$ вариантах								выполнение заказов при $l=(1,3)$					
27		комплектования (в часах)								вариантах комплектования (в					
27		$j \setminus l$	1	2	3	Σ	Tj			$j \setminus l$	1	2	3	Σ	Cj
28		1	0	0	9	9	20		1	0	0	31	31	36	
29		2	0	9	0	9	22		2	0	37	0	37	100	
30		3	9	0	0	9	20		3	31	0	0	31	40	
31		4	0	16	0	16	22		4	0	69	0	69	70	
32		5	0	0	7	7	24		5	0	0	70	70	135	
									Σ	31	106	101	238		

Рисунок 3 - Лист MS Excel с оптимальным планом

Оптимальный план приведен в ячейках: J18÷ M22 , согласно которому по условиям задачи при выполнении первого и пятого заказов выгодно использовать третий вариант комплектования групп (бригад), при выполнении второго заказа выгодно использовать второй вариант, а при выполнении третьего заказа – первый вариант комплектования, так как при таком распределении суммарная оплата за выполнение пяти заказов минимальна и равна числу в ячейке под номером M32 на листе MS Excel с оптимальным планом, т.е. 238 тыс. тн., тогда как сумма оплаты при исходном плане была равна числу в ячейке под номером M32 на листе MS Excel с исходными данными задачи, т.е. 370 тыс. тн. Таким образом, используя данную математическую модель, можно получить экономию фонда оплаты при распределении пакета заказов между группами исполнителей.

Выводы

В статье разработана математическая модель задачи оптимизации распределения заказов между исполнителями разных категорий и дана ее реализация в MS Excel. Используя данные предприятия о количестве поступающих заказов от предприятий и населения, а также данные о том, какие категории исполнителей и в каком количестве выполняют поступающие заказы на основе разработанной математической модели можно оперативно определять оптимальный план распределения заказов по группам исполнителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Хемди А. Таха. Введение в исследование операций. 7-е издание. Пер. с англ. - М.: Издательский дом «Вильямс», 2005.
- [2] Жданов С.А. Методы и рыночная технология экономического управления. – М.: Дело и Сервис, 1999.
- [3] Трусов А.Ф. Excel 2007 для менеджеров и экономистов: логистические, производственные и оптимизационные расчеты. – СПб.: Питер, 2008.
- [4] Колемаев В.А. Математическая экономика: Учебник для вузов. – М.:ЮНИТИ, 1998.

REFERENCES

- [1] Hemdi A. Taha. Introduction to Operations Research. 7th edition. Trans. from English. - M.: Publishing House "Williams", 2005.
- [2] Zhdanov S.A. Methods and technology market economic management. - M.: Business and Service, 1999.
- [3] Trusov AF Excel 2007 for managers and economists: logistics, production and optimization calculations. - SPb.: Peter, 2008.
- [4] V.A. Kolemaev Mathematical Economics: A Textbook for high schools. - Moscow: UNITY, 1998.

ТАПСЫРЫСТАРДЫ ҮЛЕСТІРУДІҢ ОҢТАЙЛАНДЫРУ ТАПСЫРМАСЫ ЖӘНЕ ОНЫ MS EXCEL-ДЕ ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ

Г. У. Казахбаева¹, Б. Р. Абсатарова¹

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

Аңдатпа. Мақала математикалық үлгі мен оңтайландыру әдістерін қолдана отырып, өндірісті басқару тиімділігін арттырудағы проблемаларға қабылданған шешімнің негізділігі, тиімділігі мен жылдамдығын арттыруда өзекті мәселеге арналған. Мақалада түрлі санаттағы орындаушылар арасындағы пакетті үлестіру тапсырмалары қарастырылған. Деректер негізінде кәсіпорындар мен тұрғындардан келіп түсетін тапсырмалар саны, сонымен қатар орындаушылар санатына қарай тапсырыстарды үлестіруде тиімді жоспарда жедел анықтауда өңделген математикалық үлгіні қолдана отырып орындаушылар санаты және түскен тапсырыстарды орындау үшін олардың саны туралы деректер.

Кілттік сөздер: оңтайландыру тапсырмалары, математикалық үлгілер мен әдістер, сызықтық бағдарламалаудың тапсырмалары, тапсырыстарды бөлу, орындаушылар санаты.

OPTIMIZATION OF THE DISTRIBUTION OF ORDERS AND ITS IMPLEMENTATION IN MS EXCEL

G. Kazakhbayeva¹, B. Absatarova¹

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

Abstract. The article is devoted to the problem of increasing the efficiency of business management through the use of mathematical models and optimization techniques that can increase the speed, efficiency and validity of decisions. This article dedicated to the problem of order packet distribution between performers of different categories. On the basis of enterprise data on the number of orders from businesses and households, as well as data that is composed of categories of performers and how many incoming orders they need to perform, it is possible to quickly determine the optimal distribution plan of orders based on performers' categories.

Key words: optimization problems, mathematical models and methods, linear programming problem, the distribution of orders, performers category.

МРНТИ 621.396.93:502.13

И. Э. Сулейменов¹, Ш. Б. Кабдушев¹, Р. Н. Сулейменова², А. С. Бакиров³

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

²Казахстанско-российский медицинский университет, г. Алматы, Казахстан

³Национальная инженерная академия РК, г. Алматы, Казахстан

СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В Г. АЛМАТЫ

Аннотация. Показано, что подход к реализации мониторинга экологической обстановки в мегаполисах, нацеленный на поддержку функционирования систем индивидуального пользования профилактического назначения может быть существенно упрощен. В статье предложены эффективные пути реализации системы мониторинга, которая позволяет пользователям предпринять профилактические меры по снижению влияния неблагоприятных экологических условий. Основой для этого является использование средств мобильной связи, позволяющих определить местоположение пользователя и соотнести его с картой загрязненности города. В статье на примере г. Алматы наглядно демонстрируется предлагаемый авторами подход к альтернативному методу снижения негативного воздействия экологических факторов на горожан. Ценность рассматриваемого в статье подхода обусловлена разработкой специальных алгоритмов обработки данных, получаемых при помощи мобильных средств связи, которые обеспечивают решение ряда конкретных задач, по критической оценке воздействия неблагоприятных экологических условий, с целью предоставления пользователям профилактических рекомендаций для снижения влияния вышеуказанных факторов.

Ключевые слова: мобильная связь, геопозиционирование, экологический мониторинг, психофизиологическое состояние.

Целый ряд обстоятельных исследований (например, [1-3]) однозначно показывают, что в г. Алматы сложилась весьма неблагоприятная экологическая обстановка, оказывающая выраженное негативное воздействие на состояние здоровья жителей города. Нездоровая экологическая обстановка (для случая Алматы обусловленная главным образом, загрязнением окружающей среды выхлопными газами автотранспорта [1]) приводит к существенному снижению как продолжительности жизни горожан, так и к более чем заметному повышению частоты сердечнососудистых, онкологических и других критически опасных заболеваний.

Стоит подчеркнуть, что отмеченные факты активно обсуждаются, в том числе, и в средствах массовой информации, как минимум, последние 20 лет. Создан целый ряд организаций, отвечающих за меры по защите окружающей среды. Однако, это, к сожалению, не привело к коренному изменению ситуации, несмотря на то, что неоднократно высказывался целый ряд предложений по внедрению мер по защите воздушного бассейна г. Алматы на уровне городских властей и даже выше.

Можно выделить следующие наиболее существенные объективные причины, которые препятствуют кардинальному улучшению экологической обстановки в самом крупном (по численности населения) городе РК.

Во-первых, географические условия г. Алматы и непродуманный (сложившийся исторически) характер застройки препятствуют циркуляции воздушных масс.

Во-вторых, экономическая и деловая активность мегаполиса самым тесным образом связана с движением автотранспорта в пределах городской улично-дорожной сети, что не позволяет принимать жесткие меры по его законодательному ограничению. Уместно, подчеркнуть, что по данным, приведенным в [1], именно на автотранспорт приходится

примерно 80% источников загрязнений окружающей среды. В 2010 году из 232 000 тонн загрязняющих веществ около 190 000 тонн пришлось на выхлопные газы автомобилей, число которых превысило 500 000 единиц [1].

В то же время, как показано в цитированной работе [1], распределение загрязненности, связанной с движением автотранспорта, является весьма неоднородным. Представленная авторами цитированной работы карта (рисунок 1) наглядно показывает, что существуют вполне определенные зоны повышенного экологического риска.

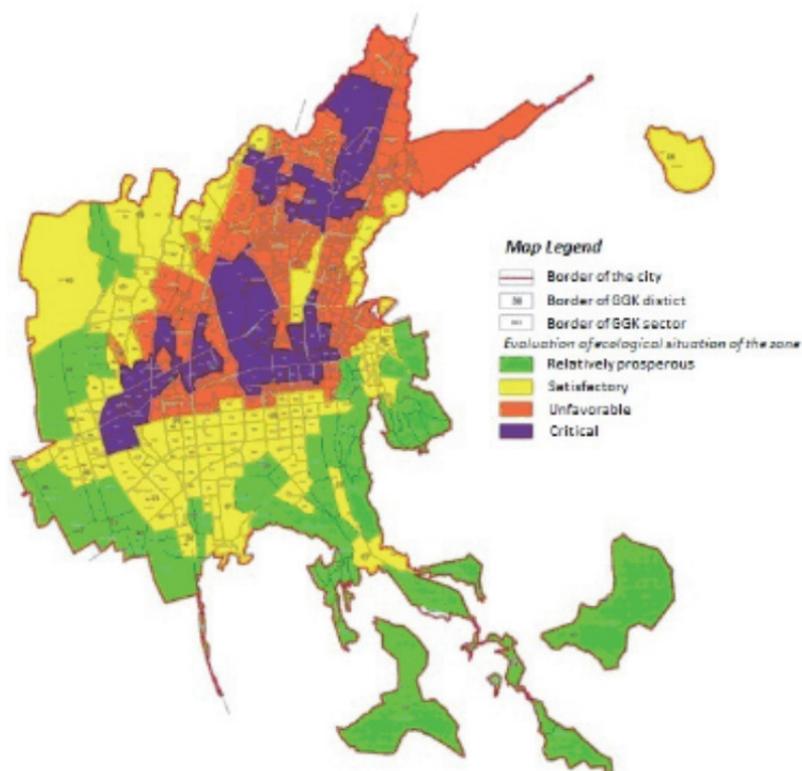


Рисунок 1 – Карта классификационных зон экологического риска г. Алматы [1]

Одних только этих данных достаточно для того, чтобы говорить о существовании категорий населения, для которых влияние загрязнения окружающей среды является наиболее выраженным. Следует также учесть, что экологические риски существенно возрастают для граждан, чья деятельность обуславливает продолжительное нахождение вблизи автомобильных дорог в силу особенностей санитарно-гигиенической обстановки в зоне влияния дорожно-автомобильного комплекса [5].

Следовательно, актуальной является разработка простых и доступных средств, позволяющих оценить негативное влияние факторов загрязненной окружающей среды на индивидуального пользователя.

Разработка таких средств на основе телекоммуникационных технологий составляет цель данной работы.

В настоящее время можно предложить простые и доступные средства если не исключения негативного влияния загрязнения воздушного бассейна мегаполиса на отдельного человека, то его существенного снижения (демпфирования). В частности, составляющими комплекса индивидуальных защитных мер, доступных рядовому пользователю, являются:

- обеспечение адекватного режима питания;
- применение натуральных средств защиты организма (к ним, в частности, относятся фиточаи, рецептуры которых в настоящее время известны и хорошо отработаны, а также

эфирные масла, т.е. ароматерапия, применение которой может быть максимально упрощено);

- использование индивидуальной логистики, учитывающей время пребывания в зонах повышенного риска, и оптимизацию своей деятельности по критерию «экономическая/деловая/социальная активность – экологический риск».

Перечисленные (а также некоторые другие) средства демпфирования неблагоприятной экологической обстановки не только хорошо известны, но и вполне доступны. Более того, их использование зачастую не связано с дополнительными финансовыми затратами (так, стоимость фиточая на рынке РК сопоставима со стоимостью наиболее распространенных напитков), дело, скорее, в психологических факторах. Пользователь должен иметь возможность наглядно убедиться лично, что именно он находится в группе повышенного экологического риска, а также иметь возможность наглядно увидеть, как именно уровень такого риска может быть понижен.

По существу, (если использовать терминологию [6,7]) целесообразно поставить вопрос о разработке пакета социальных технологий, обеспечивающих демпфирование неблагоприятной экологической обстановки. Основой одной из составляющих такого пакета являются индивидуальные средства мониторинга, предлагаемые в настоящей работе.

В настоящее время существует целый ряд возможностей для определения географических координат пользователя мобильного коммуникатора, причем для этой цели не обязательно использовать системы глобального спутникового позиционирования (например, GPS).

В частности, для грубого определения координат мобильного терминала (МТ) можно использовать метод Proximity Sensing. В данном случае геолокация производится непосредственно по координатам базовой станции (БС), которая находится в радиусе действия МТ. Известная позиция (X, Y) БС, которая получает или отправляет пилотные сигналы, принимается за позицию мобильного терминала. В данном случае ошибка определения координат ограничена радиусом чувствительности МТ и БС.

Существуют и несколько модификаций геолокации, позволяющих определить координаты МТ с более высокой точностью.

Так, метод *E-OTD* (Enhanced Observed Time Difference) основан на измерении относительного времени прихода сигнала от расположенных рядом пар БС. Позиция МС определяется гиперболической латерацией (триангуляцией). Для получения точной триангуляции, необходимо по крайней мере 3 БС с хорошим расположением в радиусе действия МС. Это, по сути, метод *TDOA* (Time Difference of Arrival).

Существуют и другие сходные методы позиционирования, в частности, U-TDOA, основанный на измерении прихода сигналов, посланных от МТ и полученных БС. При известных координатах БС, координаты МТ также могут быть вычислены с помощью гиперболической латерации. Будучи основанным на том же принципе, что и E-OTD, в U-TDOA для вычисления координат используется инфраструктура сети, когда в E-OTD позиция высчитывается программными средствами, устанавливаемыми на МТ.

Наиболее точным, разумеется, является метод, основанный на использовании спутниковой геолокации (GPS). Позиционирование в данном случае осуществляется с точностью порядка нескольких метров (даже в условиях городской застройки и наличия других факторов, непосредственно влияющих на значение электрической длины между спутником и МТ). К последним относятся, в частности, различные геомагнитные возмущения атмосферы, обусловленные, например, воздействием космических лучей. Существенно, что возмущения такого рода вносят ошибку, близкую к систематической, т.е. не столь сильно влияют на измерение скорости движения МТ. Данные измерений, осуществляемых при помощи GPS, допускают сравнительно простое преобразование в формат, пригодный для дальнейшей математической обработки. Следовательно, на этой

основе может быть реализовано устройство сбора и отправки данных GPS (трекер). Трекер обеспечивает передачу данных о текущей геопозиции пользователя и скорости его движения на сервер, который выполняет последующую обработку данных. Современные смартфоны снабжены встроенным приемником GPS, который по точности сопоставим с носимыми устройствами типа Garmin. Мобильные операционные системы современных смартфонов имеют интерфейсы прикладного программирования (API), с помощью которых возможно получать данные с приемника GPS и выполнять их последующую обработку. Основной задачей мобильного приложения является сбор GPS данных, их промежуточное хранение, согласно заданному в настройках интервалу, и их отправка на сервер для обработки.

Алгоритм обработки данных, получаемых при помощи трекера, обеспечивает решение следующих задач:

1. Соотнесение с данной зоной экологического риска.
2. Определение типа движения (пешее/автомобиль/городской транспорт).
3. Оценка защищенности по классификационным признакам (помещение/дорога).
4. Расчет фактора экологического риска.
5. Выдача рекомендаций.

Соотнесение с классификационной зоной экологического риска осуществляется непосредственно с использованием карт типа рисунка 1, имеющихся в открытом доступе.

Данных о скорости движения пользователя достаточно для определения типа движения (осуществляется классификация с учетом предполагаемого времени нахождения транспортного средства в транспортных заторах по частоте перехода от низкоскоростного режима движения к высокоскоростному).

Оценка степени защищенности осуществляется также на основании данных о скоростном режиме движения пользователя и учете перемещения (перемещение в пределах ограниченного участка поверхности идентифицируется как движение в пределах помещения).

Расчет фактора экологического риска осуществляется по следующей формуле:

$$S(t) = \int_{t_0}^t Q(X(t), Y(t)) dt, \quad (1)$$

где $S(t)$ – интегральный фактор экологического риска, $Q(X, Y)$ – значение локального фактора экологического риска, определяемого на основании данных геолокации.

Если не принимать во внимание фактор, связанный с возможным нахождением пользователя в относительно защищенном помещении, а также фактор повышенного риска при нахождении непосредственно на оживленных трассах, то имеет место

$$Q(X, Y) = Q_0(X, Y), \quad (2)$$

где $Q_0(X, Y)$ – распределение фактора экологического риска, задаваемое непосредственно через оцифровку карты вида рисунка 1.

С учетом указанных выше факторов формула (2) приобретает вид

$$Q(X, Y) = \alpha(t) Q_0(X, Y), \quad (3)$$

где $\alpha(t)$ - коэффициент коррекции, определяемый на основании данных о классификации скоростного режима.

Результирующая формула имеет вид

$$Q(X, Y) = \beta(t) \alpha(t) Q_0(X, Y), \quad (4)$$

где $\beta(t)$ – коэффициент, учитывающий конкретное влияние локальных значений показателей загрязненности окружающей среды на состояние здоровья человека. Этот коэффициент рассчитывается на основании данных, аналогичных представленным в работе [8].

Основным затруднением при применении формул (1) и (4) является изменение степени загрязненности городской среды во времени. Даже данные непосредственных визуальных наблюдений показывают, что уровень загрязненности г. Алматы резко меняется в течение суток (рисунки 2, 3).



Рисунок 2 – Панорама г. Алматы в утреннее (8-30) время, вид с гор



Рисунок 3 – Панорама г. Алматы в дневное (13-00) время, вид с гор

Следовательно, процедура, основанная на непосредственном использовании карт такого типа, как показанная на рисунке 1, не является до конца корректной. Рассматриваемая величина Q в действительности зависит от времени

$$Q(t, X, Y) = \beta(t)\alpha(t)Q_0(t, X, Y) \quad (5)$$

Затруднение преодолевается на основе методов, изложенных в [9, 10]. В данных работах было показано, что распределение транспорта в пределах улично-дорожной сети подчиняется описанию на основе энтропийных методов. Несколько упрощая, можно сказать, что распределение транспортных средств (при условии, что их число достаточно велико) достигает равновесия, аналогичного термодинамическому. Следовательно, в пределах точности, даваемой статистическим описанием, рассматриваемую величину можно считать факторизирующейся

$$Q(t, X, Y) = \beta(t)\alpha(t)q(t)A_0(X, Y) \quad (6)$$

$$Q(t, X, Y) = \alpha(t)q(t)A_0(X, Y), \quad (7)$$

где $A_0(X, Y)$ - распределение по классификационным зонам, получаемым оцифровкой существующих карт (усредненное по времени или относящееся к стационарному случаю);

$q(t)$ - общий множитель, характеризующий зависимости степени загрязненности по городу в целом от времени.

Видно, что результат (7) действительно позволяет максимально упростить рассматриваемую методику. Она сводится к использованию описанного выше трекера и проведения упрощенных мониторинговых измерений. Существующие средства распознавания образов позволяют определять зависимость $q(t)$ на основании непосредственно данных высотной видеосъемки (или даже набора отдельных фотографий).

В условиях г. Алматы получение таких данных существенно упрощается тем, что ограниченное число пунктов видеосъемки может быть размещено на высотных зданиях. Строго говоря, для получения нужных сведений достаточно только одного пункта наблюдений, остальные пункты выполняют только контрольные функции.

Таким образом, существует возможность реализовать достаточно простую методику, позволяющую определить фактор экологического риска для каждого отдельного пользователя (в первую очередь данная методика ориентирована на использование наиболее уязвимых категорий населения - дети, беременные женщины и т.д.).

На основании этих данных и имеющихся сведений о профилактических средствах (одними из которых являются аромомасла, преимущество которых состоит в удобстве использования и отсутствии побочных воздействий) предоставляются рекомендации по демпфированию негативного воздействия загрязняющих веществ. Соответствующая система может быть реализована также в виде автоматического устройства, пример которого рассматривался в [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Carlsen, L., Baimatova, N. K., Kenessov, B. N., Kenessova, O. A. (2013). Assessment of the Air Quality of Almaty. Focussing on the Traffic Component. International journal of biology and chemistry, 5(1), 49-69.

[2] Алибаева, Б. Н., Омарова, А. С., Демченко, Г. А., Цицурин, В. И., Курасова, Л. А., Есдаулет, Б. К., Адамбекова, М. Р. Состояние здоровья населения мегаполиса в зависимости от экологии г. Алматы. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, №11, 2013, с.155-159.

[3] Мынбаева Б.Н. Анализ природных и антропогенных факторов загрязнения окружающей среды г. Алматы // Вестник Алтайского Государственного Аграрного Университета. 2012. №2. С.51-55

[4] Kenessariyev, U., Golub, A., Brody, M., Dosmukhametov, A., Amrin, M., Erzhanova, A., & Kenessary, D. (2013). Human health cost of air pollution in Kazakhstan. *Journal of Environmental Protection*, 4(08), 869.

[5] О. И. Копытенкова, А. В. Леванчук, И. Р. Мингулова Гигиеническая характеристика загрязнения окружающей среды в процессе эксплуатации транспортно-дорожного комплекса // Профилактическая и клиническая медицина. - 2012. - № 3. - С. 87-92.

[6] Социально значимые технологии коррекции психофизиологического состояния на основе телекоммуникационных систем / И. Сулейменов, А. Ярош, С. Панченко, И. Игликов, Е. Витулева // Вестник Алматинского университета энергетики и связи. - 2016. - 3(34). - С. 46-52.

[7] Окань Г.И. Организация социально-технологической и социально-проектной деятельности студентов в рамках подготовки бакалавров по направлению «Социальная работа» // Научный диалог. 2014. №2 (26).

[8] Алибаева Б. Н., Омарова А. С., Цицурин В. И., Есдаулет Б. К., Адамбекова М. Р., Сералин Е. Б. Содержание тяжелых металлов в организме как индикатор экологической нагрузки мест проживания и возможности эффективной коррекции здоровья населения современного мегаполиса на примере г. Алматы // Международный журнал экспериментального образования. 2015. №2-1. С.70-75

[9] Вильсон А.Дж. Энтропийные методы моделирования сложных систем: Пер. с англ., М. Мир. 1978. 248 с.

[10] Сулейменов И. Байгабулова Ж., Сулейменова К., Дьяченко Е. Основы физики мегаполиса. Алматы. 2007. 167 с.

REFERENCES

[1] Carlsen, L., Baimatova, N. K., Kenessov, B. N., Kenessova, O. A. (2013). Assessment of the Air Quality of Алматы. Focussing on the Traffic Component. *International journal of biology and chemistry*, 5(1), 49-69.

[2] Alibayeva, B.N., Omarova, A. S., Demchenko, G. A., Tsitsurin V.I., Kurasova L.A., Esdaulet B.K., Adambekova M.R. Status metropolis health depending on the ecology of Алматы, *International Journal of Applied and Basic Research*, №11, 2013, с.155-159.

[3] Mynbaeva B.N. The analysis of natural and anthropogenic factors of environmental pollution in Алматы // *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2012. №2. С.51-55

[4] Kenessariyev, U., Golub, A., Brody, M., Dosmukhametov, A., Amrin, M., Erzhanova, A., & Kenessary, D. (2013). Human health cost of air pollution in Kazakhstan. *Journal of Environmental Protection*, 4(08), 869.

[5] Копытенкова О.И., Леванчук А.В., Мынгулова И.Р., Гигиенические характеристики загрязнения окружающей среды в процессе эксплуатации транспортного комплекса // Профилактическая и Клиническая Медицина.- 2012. - № 3. - С. 87-92.

[6] Suleimenov I.E., Yarosh A., Panchenko S.V., Iglukov I., Vituleva E. Socially important technologies of correction of psychophysiological state based telecommunications systems // *Bulletin of Алматы University of Energy and Communications*. - 2016. - 3(34). - С. 46-52.

[7] Okan G.I., Organization of social, technological and socio-design activity of students in the preparation of bachelors in "Social Work" // *Scientific dialogue*. 2014. №2 (26).

[8] Alibayeva B.N., Omarova A.S., Tsitsurin V.I., Esdaulet B.K., Adambekova M.R., Seralin E.B. The content of heavy metals in the body as an indicator of the environmental burden

of places of residence and the possibility of effective control of the health of the population of the modern metropolis on the example of Almaty // International Journal of Experimental Education. 2015. №2-1. С.70-75

[9] Wilson A.J. Entropy methods of modeling of complex systems, 1978. 248 с.

[10] Suleimenov I.E., Baigabulova J., Suleimenova K.I., Diachenko E., Fundamentals of Physics metropolis. Almaty. 2007. 167 с.

АЛМАТЫ ҚАЛАСЫ ҚОРШАҒАН ОРТА ФАКТОРЛАРЫНЫҢ ЖАҒЫМСЫЗ ӘСЕР ЕТУІН МОНИТОРИНГІЛЕУ ҚҰРАЛДАРЫ

И. Э. Сулейменов¹, Ш. Б. Кابدусhev¹, Р. Н. Сулейменова², А. С. Бакиров³

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

²Қазақстан-Ресей медициналық университеті, Алматы қ., Қазақстан

³ҚР Ұлттық инженерлік академиясы, Алматы қ., Қазақстан

Аңдатпа. Телекоммуникациялық жекебас құрылғыларын қолдана және қолдай отырып, мегаполистердегі экологиялық жағдайды мониторингілеуді іске асыру түбегейлі түрде жеңілдетілуі мүмкін. Жұмыста пайдаланушылар қоршаған ортаға теріс факторлардың әсерін азайту үшін алдын алу шараларын қабылдауға мүмкіндік беретін мониторинг жүйесін енгізу тиімді жолдарын ұсынылады. Бұған негіз ретінде адамның географиялық орнын мобильді байланыс құрылғыларын пайдалану арқылы анықтап, оны қаланың ластану картасымен сәйкестендіру. Авторлармен мақалада Алматы қаласының мысалында тұрғындарға экологиялық факторлардың теріс ықпалын төмендету әдісіне балама тәсіл ұсынылады. Мақалада аталмыш жағымсыз факторлардың әсерін азайту мақсатында профилактикалық алдын-алу қызметтерін ұялы байланыс құрылғыларын пайдалана отырып, нақты мониторинг жүргізудің және сол мониторинг нәтижесіне сәйкес әр тұтынушыға диагностикалық қызмет көрсету функциялары көрсетілген. Бұл жұмыста қоршаған орта ластануының мобильді байланыс қызметін пайдаланушысына жағымсыз әсерінің деңгейіне баға беруге мүмкіндік беретін нақты алгоритмдер қарастырылған.

Кілттік сөздер: мобильді байланыс, геопозициялау, психофизиологиялық ахуал.

INDIVIDUAL MONITORING MEANS OF NEGATIVE IMPACT OF THE ENVIRONMENTAL FACTORS IN ALMATY

I. E. Suleimenov¹, Sh. B. Kabdushev¹, R. N. Suleimenova², A. S. Bakirov³

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

²Kazakh-Russian medical university, Almaty, Kazakhstan

³National engineering academy of RK, Almaty, Kazakhstan

Abstract. It is shown that the approach to the implementation of the environmental monitoring metropolitan areas ecological situation, aimed at supporting the functioning of the individual use of the prophylactic systems can be significantly simplified. The article suggests effective ways to implement a monitoring system that allows users to take preventive measures to reduce the impact of adverse environmental conditions. For the basis of that approach it can be used the mobile communication devices allowing to detect the location of the user and to correlate it with the city pollution map. The value considered in the article approach is due to the development of special algorithms of data processing obtained by means of mobile communications, which provide a solution to a number of specific tasks on a critical assessment of the impact of adverse environmental conditions, in order to provide users with preventive recommendations to reduce the impact of the above factors. The article deals with the specific algorithms to estimate the pollution level of the negative impact on the individual user.

Key words: mobile communications, geopositioning, psychophysiological state.

МРНТИ 519.63.635.2

М. У. Зияханов¹, Н. Н. Калышев¹, А. Т. Ибрашева¹

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

zmuhtar@mail.ru

**МОДЕЛИРОВАНИЕ УРАВНЕНИЯ ЧЕТВЕРТОГО ПОРЯДКА
НЕРАЗРЕШЕННОГО ОТНОСИТЕЛЬНО СТАРШИХ ПРОИЗВОДНЫХ
ПО ВРЕМЕНИ**

Аннотация. В настоящее время в связи с проблемами геофизики, океанологии, физики атмосферы, использованием криогенных жидкостей в технике и рядом других проблем резко возрос интерес к изучению динамики различных неоднородных, и в частности стратифицированных жидкостей. Исследованию разнообразных начальных и начально-краевых задач для уравнений типа Соболева и его подкласса псевдопараболических уравнений посвящено большое количество работ. Конечно, для детального описания этого круга физических явлений необходимо исходить из достаточно развитых математических моделей, которые, как правило, оказываются сложными, нелинейными, многопараметрическими и для полного исследования эффективны лишь численные методы. Однако в ряде случаев первоначальное качественное представление об изучаемом круге явлений можно получить на основе более простых моделей. В статье показано, что используя простую замену в самом уравнении и в начальных условиях, уравнение не разрешенное относительно старших производных разбивается на два классических уравнения, для которых известны вычислительные методы. Разработана и реализована программа, показан алгоритм вычисления и вычислительный эксперимент, результаты которого представлены в графическом виде.

Ключевые слова: уравнение, Соболев, начальные условия, алгоритм, схема, волна.

Одним из первых, строгих в математическом отношении по теории внутренних волн следует считать уравнение Соболева (1) по теории вращающихся жидкостей. Достаточно полная библиография по исследованию уравнения типа Соболева содержится в монографии [1].

В области $D = \{(x, y, t): |x, y| < \infty, t > 0\}$ рассмотрим уравнение

$$SU = \frac{\partial^2}{\partial t^2}(U_{xx} + U_{yy}) + U_{xx} = 0, \quad (1)$$

с начальными условиями

$$U|_{t=0} = U_0(x, y), \quad U_t|_{t=0} = U_1(x, y). \quad (2)$$

Уравнение (1) относится к классу уравнений неразрешенных относительно старших производных по времени, и оно из класса уравнений составного типа.

Автором [2] предложен метод решения путем замены начальных условий, что облегчает численную реализацию задачи (1)–(2).

Всюду ниже будем предполагать, что начальные функции

$$U_0(x, y) \in C^4(G), \quad U_1(x, y) \in C^3(G).$$

Для аппроксимации уравнения (1) разностной схемой, предварительно сделаем замену, то есть

$$U_{xx} + U_{yy} = Q. \quad (3)$$

Тогда уравнение (1) запишется следующим образом

$$\frac{\partial^2 Q}{\partial t^2} + U_{xx} = 0, \quad (4)$$

а начальные условия

$$Q/t = 0 = \begin{cases} U_{xx} + U_{yy} = Q_0 \\ U/t = 0 = U_0 \end{cases}, \quad Q_t/t = 0 = \begin{cases} U_{xx} + U_{yy} = Q_1 \\ U_t/t = 0 = U_1. \end{cases} \quad (5)$$

Таким образом, вместо уравнения (1) получим систему уравнения

$$\begin{cases} Q_{tt} = -U_{xx} \\ \Delta U = Q \end{cases}. \quad (6)$$

Первое уравнение из формулы (6) – это обыкновенное дифференциальное уравнение второго порядка, решается методом Рунге-Кутта, а второе уравнение - это уравнение Пуассона.

Для того, чтобы применить метод Рунге - Кутта, перейдем от дифференциального уравнения второго порядка к системе двух уравнений первого порядка в форме Коши. Обозначим

$$W = Q_t. \quad (7)$$

Тогда получим систему обыкновенных дифференциальных уравнений, эквивалентную первому уравнению системы (6)

$$\begin{cases} W_t = F = -U_{xx} \\ Q_t = W \end{cases}. \quad (8)$$

Или в векторном виде

$$Z' = f(z, t), \quad (10)$$

где

$$Z = \begin{bmatrix} W \\ Q \end{bmatrix}, \quad F = \begin{bmatrix} -U_{xx} \\ W \end{bmatrix}.$$

Для уравнения (10) используем схему второго порядка аппроксимации

$$Z_{i,j}^{n+1} = Z_{i,j}^n + \tau \left[\frac{F^{n+1} + F^n}{2} \right]. \quad (11)$$

Алгоритм вычисления

1. Вычисляются начальные условия (2).
2. Замена начальных условий по формуле (5).
3. Цикл по времени t.
4. Первое уравнение формулы (6) вычисляется по формуле (11).
5. Второе уравнение формулы (6) – уравнение Пуассона.

6. Цикл по времени t заканчивается.

Дифференциальные уравнения Рунге – Кутты и Пуассона относятся к классическим уравнениям и решаются известными методами.

Вычислительные эксперименты

Расчеты выполнены в MatLab R2013a по описанному выше вычислительному алгоритму на равномерной сетке (50x100). Для задачи параметры брались:

$$n = 50; m = 100; h_1 = 0,02; h_2 = 0,02; \tau = 0,05; \omega = 1,900658816; \varepsilon = 0,0001; c = 50.$$

Отметим, что теоретическое значение параметра ω совпадает с экспериментальным и равно

$$\omega \approx 2 - \frac{4}{\sqrt{\rho}} = 1,900658816,$$

где $\rho = \frac{\beta(A)}{\alpha(A)}$, $\beta(A)$ – максимальное собственное число A , $\alpha(A)$ – минимальное собственное число.

Начальные условия брались в виде

$$U_0 = U|_{t=0} = \sin(y) \cdot e^{-c((x-x_0)^2+(y-y_0)^2)},$$

$$U_1 = U_t|_{t=0} = x \cdot \cos(y) \cdot e^{-c((x-x_0)^2+(y-y_0)^2)}.$$

Возмущение волны находится в точке $x_0 = 25h_1$, $y_0 = 5h_2$.

Параметр c подбирался так, чтобы начальные возмущения распространялись на границы при условии выполнения «далекого поля» (снос условия бесконечности на конечные границы). На рисунках показано поведение начального возмущения до и после на моменты времени t .

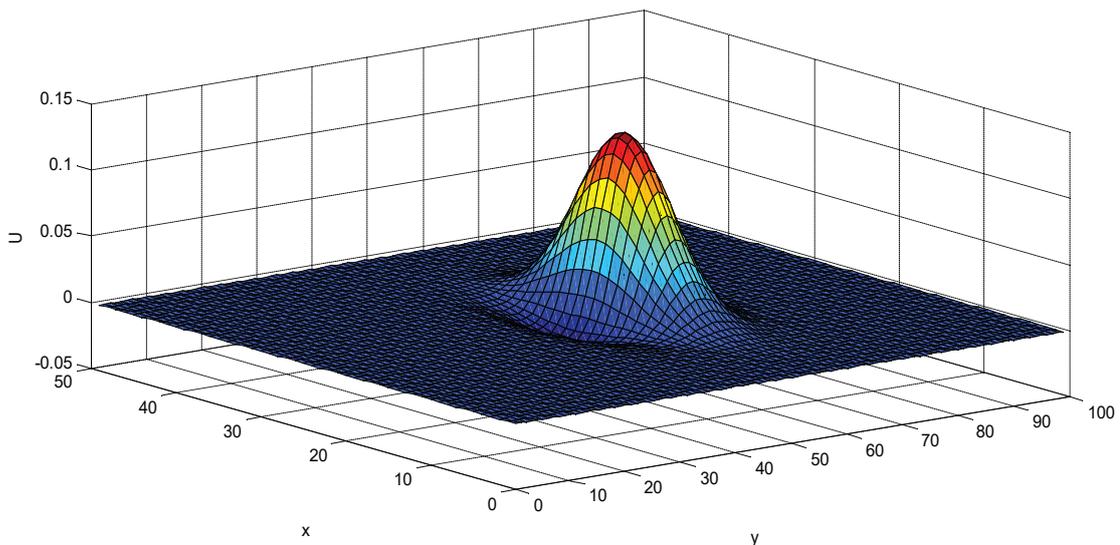


Рисунок 1 - Начальное возмущение функции U_0 в момент времени $t = 0$

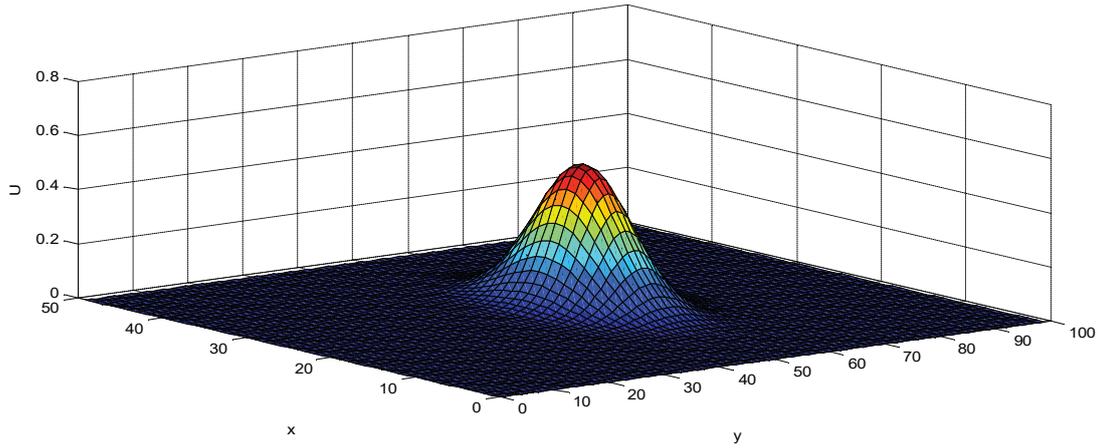


Рисунок 2 - Начальное возмущение функции U_1 в момент времени $t = 0$

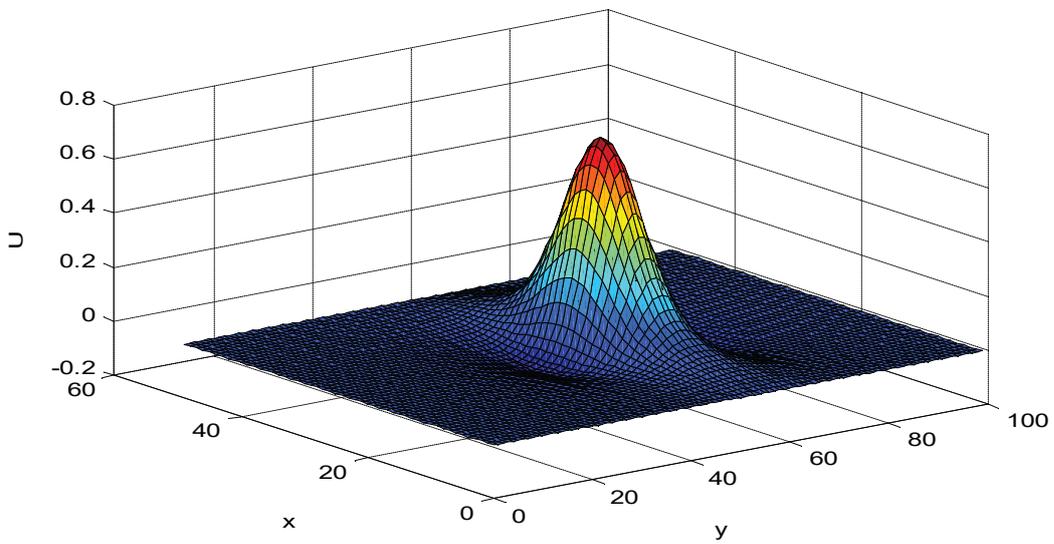


Рисунок 3 - Распределение функции U в момент времени $t = 2$

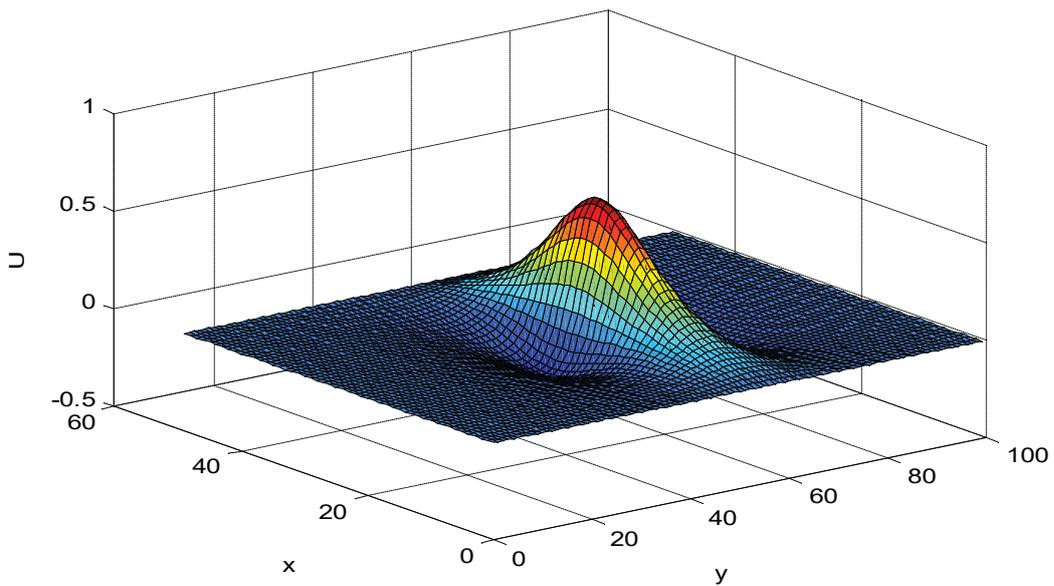


Рисунок 4 - Распределение функции U в момент времени $t = 3$

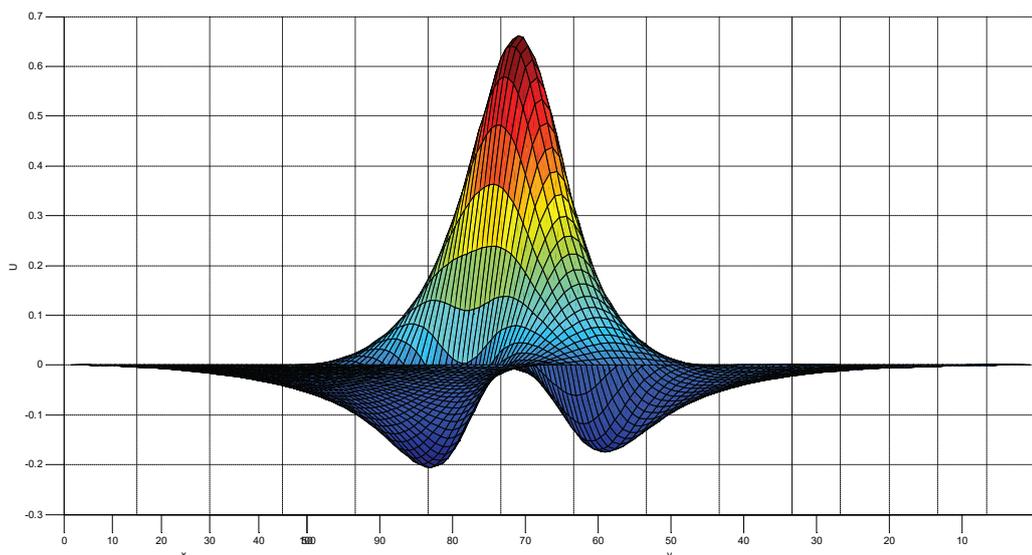


Рисунок 5 - Распределение функции U в момент времени $t = 3$ (вид сбоку)

Заключение

Из результатов проведенного моделирования можно сделать следующие выводы: задавались различные начальные условия, высота волны начального возмущения через определенное время достигает максимальной высоты и со временем уменьшается, растекаясь по заданному пространству.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Свешников А.Г., Альшин А.Б., Корпусов М.О., Плетнер Ю.Д. Линейные и нелинейные уравнения соболевского типа. – Москва: Физматлит, 2007 г.
 [2] Зияханов М.У. Численное решение задачи Коши для уравнения Соболева. Журнал «Наука и образование Южного Казахстана» - 2000 г. - №12(19)

REFERENCES

- [1] Sveshnikov F.G., Alshin A.B., Korpusov M.O., Pletner Y.U. D. Linear and non-linear equations of Sobolev type. – Moscow: Fizmatlit, 2007.
 [2] Ziyakhanov M.U. Numerical solution of Cauchy problem for Sobolev equation. - Journal "Science and Education of South Kazakhstan"-2000 y.-№ 12(19)

ЖОҒАРЫ ТУЫНДЫЛАРҒА ҚАТЫСТЫ УАҚЫТ БОЙЫНША ШЕШІЛМЕГЕН ТӨРТІНШІ РЕТТІ ТЕҢДЕУЛЕРДІ МОДЕЛДЕУ

М. У. Зияханов¹, Н. Н. Калышев¹, А. Т. Ибрашева¹

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

Аңдатпа. Қазіргі кезде геофизика, теңіз ғылымында, атмосфера физикасы, криогендік сұйықтықтарды техникада қолдану мәселелеріне және басқа да мәселелер тізбегіне байланысты әртүрлі біртектес емес, нақтырақ айтқанда стратификацияланған сұйықтықтардың динамикасын

зерттеуге деген қызығушылық күрт өсті. Соболев типіндегі теңдеулер және оның тармағындағы псевдопараболалық теңдеулер үшін әртүрлі бастапқы және бастапқы-шектік есептерді зерттеуге көп жұмыстар арналған. Физикалық құбылыстарды терең зерттеу үшін жетілген математикалық моделдерден бастау керек, бірақ олар әдетте күрделі, бейсызықты, көрсеткіштері көп болып келеді, сондықтан тек сандық әдістер ғана тиімді. Бірақ кейбір жағдайларда зерттелетін құбылыстарды бастапқы сапалық бейнелеуді қарапайым моделдер арқылы алуға болады. Мақалада теңдеудің өзінде және бастапқы шарттарда алмастыруларды қолдану арқылы жоғары туындыларға қатысты уақыт бойынша шешілмеген теңдеу екі классикалық теңдеуге бөлінетіні көрсетілген, олар үшін есептеу әдістері белгілі. Сонымен қатар мақалада программа құрылған және іске асырылған, есептеу алгоритмі және есептеу тәжірибесі нәтижелері графикалық түрде көрсетілген.

Кілттік сөздер: теңдеу, Соболев, бастапқы шарттар, алгоритм, сұлба, толқын.

EQUATION MODELING OF FOURTH ORDER NOT SOLVED WITH RESPECT TO THE HIGHEST DERIVATIVE

M. U. Ziyakhanov¹, N. N. Kalyshev¹, A. T. Ibrasheva¹

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

Abstract. At present in connection with problems of geophysics, oceanography, atmospheric physics, usage of cryogenic liquids in technics and a number of other problems, increased interest in studying the dynamics of various heterogeneous and stratified fluids. The research a variety of primary and primary-regional tasks for equations of Sobolev and his subclass pseudo-parabolic equations are existing large number of works. Of course, for a detailed description of the range of physical phenomena must be based on well-developed mathematical models, which tend to be complex, nonlinear, multivariable and only effective a numerical methods for their full studying. However, in some cases, primary quality presented of researched phenomenon can be obtained on base of a simple model. In article is shown that using simple replacement in the equation and in primary conditions, the equation which isn't resolved rather senior derivatives are broken into two classical equations for which computing methods are known. The paper is developed and implemented a program, showed the computational experiment and the computational algorithm, the results of which are presented in graphical form.

Key words: equation, Sobolev, initial conditions, algorithm, scheme, wave.

С. А. Нурпеисов¹, Э. С. Есботаева¹, Д. Т. Жанузакова¹¹Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, Казахстан

О СТАБИЛИЗАЦИИ НЕЛИНЕЙНОЙ УПРАВЛЯЕМОЙ СИСТЕМЫ В КРИТИЧЕСКОМ СЛУЧАЕ «n» ПАР ЧИСТО МНИМЫХ КОРНЕЙ

Аннотация. Рассматривается задача стабилизации в критическом случае «n» - пар чисто мнимых корней в постановке академика Красовского Н. Н.

Статья посвящена актуальному вопросу: исследованию задач стабилизации нелинейной управляемой системы в критическом случае «n» - пар чисто мнимых корней при наличии внутреннего резонанса. Для получения критериев стабилизируемости существенно используются признаки асимптотической устойчивости и неустойчивости в критическом случае «n» - пар чисто мнимых корней при наличии внутреннего резонанса.

Рассмотрение аналитического и неаналитического управления позволяет утверждать, что в рассматриваемом критическом случае неаналитическое управление является более эффективным, чем аналитическое.

С помощью проведения управляемой системы к специальному виду, получены необходимые и достаточные условия стабилизируемости по формам третьего порядка. Метод применяемый нами, позволяет получить более удобные чем в [2] критерии стабилизации.

Полученные результаты содержат как частный случай результата Стоянова Н. В.

Ключевые слова: стабилизация, нелинейные управляемые системы, неаналитическое управление, аналитическое управление, мнимые корни, устойчивость.

В работе [2] рассматривался критический случай 2-х пар чисто мнимых корней, с использованием неаналитического управления.

В работе [3] рассматривалась задача о стабилизации установившихся движений нелинейной управляемой системы. В этой работе были выделены критические случаи. В частности, рассмотрен критический случай одного нулевого корня. В работе [4,5] рассматривался критический случай 2-х, 3-х пар чисто мнимых корней, с использованием неаналитического управления предложенного впервые в [3].

Для получения критериев стабилизируемости используются некоторые результаты из [1,2,5]. При n=2 полученные результаты дополняют результаты из [4].

В качестве примера можно рассмотреть задачу о переводе точки, находящейся под действием центральной силы F, с некоторой эллиптической траектории на круговую орбиту, достаточно близкую к эллиптической. Эту задачу можно сформулировать как проблему стабилизации невозмущенного движения, соответствующего заданной орбите.

Рассмотрим системы дифференциальных уравнений $\frac{dx_s}{dt} = X_s \left(t, \overset{n}{x}_1, \overset{r}{y}_1 \right)$, описывающих при некоторых упрощающих предположениях движения самолета с авиапилотом. Требуется найти такие управляющие воздействия $U_i \left(t, \overset{r}{x}_1 \right)$ ($i = \overline{1, r}$), которые обеспечивают асимптотическую устойчивость невозмущенного движения $X_s = 0$.

В настоящей статье рассматривается задача стабилизации нелинейной управляемой системы в критическом случае «n» - пар чисто мнимых корней. Результаты нашей работы применяются для решения задачи «опасные» и «безопасные» границы области устойчивости (особенный случай) в критическом случае «n» пар чисто мнимых корней при наличии внутреннего резонанса нечетного порядка. Для получения критериев стабилизируемости используются некоторые результаты из [2]. С помощью приведения управляемой системы к специальному виду, получены необходимые и достаточные

условия стабилизируемости по формам нечетного порядка согласно [1], в рассматриваемом нами случае управляемая система может быть записана в виде

$$\begin{cases} \frac{dx_s}{dt} = -\lambda_s y_s + X_s \begin{pmatrix} n & n \\ 1 & 1 \end{pmatrix} (x, y, z, u), \\ \frac{dy_s}{dt} = \lambda_s x_s + Y_s \begin{pmatrix} n & n \\ 1 & 1 \end{pmatrix} (x, y, z, u), \\ \frac{dz}{dt} = Az + Bu + \sum_{s=1}^n a_s x_s + b_s y_s + Z \begin{pmatrix} n & n \\ 1 & 1 \end{pmatrix} (x, y, z, u), \\ (s = 1, 2, \dots, n), \end{cases} \quad (1.1)$$

где x_s, y_s - скаляры;

z - m мерный вектор;

u - k мерный вектор управления;

A и B - постоянные матрицы размеров $m \times m$ и $m \times k$ соответственно;

a_s, b_s - постоянные k -мерные векторы.

z_j, a_{sj}, b_{sj}, Z_j будем обозначать компоненты вектора z, a_s, b_s, Z_j . Функции X_s, Y_s, Z_j - аналитические функции, разложение которых в ряд начинается с членов не ниже второго порядка. Числа λ_s таковы, что

$$m_1 \lambda_1 + m_2 \lambda_2 + \dots + m_n \lambda_n = 0, \quad \text{при} \quad \sum_{s=1}^n |m_s| \leq N, \quad (1.2)$$

где m_s - целые, не равные одновременно нулю;

N - достаточно большое число.

Относительно системы

$$\frac{dz}{dt} = Az + Bu \quad (1.3)$$

мы можем утверждать, что существует линейное управление

$$U_0(z) = Pz, \quad (1.4)$$

где P - постоянная матрица $m \times k$, стабилизирующее систему (1.3) т.е. собственные числа матрицы $S=A+BP$ имеют отрицательные действительные части.

Следуя [1, 2] рассмотрим неаналитическое управление вида

$$U \begin{pmatrix} n & n \\ 1 & 1 \end{pmatrix} (x, y, z) = Pz + \sum_{k=1}^N \theta^{(k)} \begin{pmatrix} n & n \\ 1 & 1 \end{pmatrix} (x, y), \quad (1.5)$$

где $\theta_j^{(k)}$ формы вида

$$\theta_j^{(k)} = \sum_{l=-1}^{a_{jk}} \sum_k a_j^{(p_s, r_s - l)} x_1^{p_1} y_1^{r_1} \dots x_n^{p_n} y_n^{r_n} \rho^{-l} \quad (1.6)$$

$\sum_{s=1}^n (p_s + r_s - l) = k, \quad \rho = \sqrt{\sum_{s=1}^n \lambda_s (x_s^2 + y_s^2)}$ - целые неотрицательные числа.

Рассмотрим сразу укороченную систему, которая может быть записана в виде

$$\begin{cases} \frac{dx_s}{dt} = -\lambda_s y_s + \sum_{s=2}^{\infty} \overline{X}_s^{(k)} \begin{pmatrix} n & n \\ 1 & 1 \end{pmatrix}, \\ \frac{dy_s}{dt} = \lambda_s x_s + \sum_{k=2}^{\infty} \overline{Y}_s^{(k)} \begin{pmatrix} n & n \\ 1 & 1 \end{pmatrix}, \end{cases} \quad (1.7)$$

где $\overline{X}_s^{(k)}$, $\overline{Y}_s^{(k)}$ формы вида (1.6), так как система (1.7) получена из системы (1.1), в которую, до преобразования ее к нужному нам для применения принципа сведения виду подставлено управление (1.5). Последнее означает также, что если записать $\overline{X}_s^{(k)}$ в виде

$$\overline{X}_s^{(k)} = \sum_{l=1}^{b_{sk}} \sum_k b_s^{(p_s r_s - l)} x_1^{p_1} y_1^{r_1} \dots x_n^{p_n} y_n^{r_n} \rho^{-l}, \quad (1.8)$$

то b_{sk} - известные числа, определяемые через посредство a_{jk} , а коэффициенты $b_s^{(p_s r_s - l)}$ зависят от $a_j^{(p_s r_s - l)}$.

Рассмотрим теперь функцию

$$2V = \sum_{s=1}^n (x_s^2 + y_s^2) + \sum_{k=3}^N 2W^{(k)} \quad (1.9)$$

где $W^{(k)}$ - некоторые формы k -го порядка вида (1.6) формы $W^{(k)}$ запишем в виде

$$W^{(k)} = \sum_{l=1}^k W_{k+1}^{(k)-l}, \quad (1.10)$$

где $W_{k+1}^{(k)}$ форма $k+1$ -го порядка переменных X_s, Y_s, γ_k некоторые неотрицательные целые числа.

Производную функции (1.9) в силу системы (1.7), учитывая (1.8), (1.10) можно записать в виде

$$\frac{dV}{dt} = \sum_{k=3}^N \left\{ \sum_{l=1}^{\varphi_k} \left[\sum_{s=1}^n \lambda_s \left(\frac{\partial W_{k+1}^{(k)}}{\partial y_s} \cdot x_s - \frac{\partial W_{k+1}^{(k)}}{\partial x_s} \cdot y_s \right) \right] \rho^{-l} + \sum_{l=1}^{\varphi_k} \varphi_{k+1}^{(k)} \rho^{-l} \right\} + \psi_{N+1} \begin{pmatrix} n & n \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \quad (1.11)$$

где ψ_{N+1} - совокупность членов степени не ниже $N+1$ -ой функций $\psi^{(k)}_{N+1}$ и числа φ_k определяются с помощью функций $W^{(j)}_{j+1}$ при $j < k$. Выберем $\gamma_k = \varphi_k$ и определяем формы $W^{(k)}_{k+1}$ следующим образом:

Если k и l числа одинаковой четности, то $W^{(k)}_{k+1}$ найдем как решение уравнения

$$\sum_{s=1}^n \lambda_s \left(\frac{\partial W_{k+1}^{(k)}}{\partial y_s} \cdot x_s - \frac{\partial W_{k+1}^{(k)}}{\partial x_s} \cdot y_s \right) = \sum_{\frac{k+1}{2}}^n \alpha_{m_1 \dots m_n} \prod_{j=1}^n (x_j^2 + y_j^2)^{m_j} - \phi^{(k)}_{k+1},$$

$$\text{где } \alpha_{m_1 \dots m_n} = \left(\frac{1}{2\pi} \right)^n \int_0^{2\pi} \dots \int_0^{2\pi} C_{2m_1 \dots 2m_n} \begin{pmatrix} n \\ \theta \\ 1 \end{pmatrix} d\theta_1 \dots \theta_n \quad (*)$$

$$\text{т.о.,} \\ \frac{dV}{dt} = \sum_{l=2}^d \left[\sum_{r=0}^{C_{2l-l}} \rho^{-2r+1} \sum_{l+r-1} \alpha_{m_1 \dots m_n} \prod_{j=1}^n (x_j^2 + y_j^2)^{m_j} + \sum_{r=0}^{C_{2l}} \rho^{-2r} \sum_{l+r} \alpha_{m_1 \dots m_n} \prod_{j=1}^n (x_j^2 + y_j^2)^{m_j} \right] + \psi_{n+1} \quad (**)$$

где $d = \frac{N}{2}$, $C_j = \frac{\alpha_j}{2}$ при, соответственно, N, α_j четном, $d = \frac{N+1}{2}$, $C_j = \frac{\alpha_j + 1}{2}$ при N, α_j нечетном.

Как нетрудно видеть из (*), числа $\alpha_{m_1 \dots m_n}$ получаются зависящими от коэффициентов управления (1.5) $\alpha_j^{(p_{r_s-1})}$ и α_s . Поэтому можно утверждать, что если возможен выбор чисел $\alpha_j^{(p_{r_s-1})}$ и α_s обеспечивающих знакоопределенность (отрицательную) производной (**), то система (1.1) стабилизируема выбранным управлением (1.5).

Если же при любом выборе $\alpha_j^{(p_{r_s-1})}$ и α_s (**) определено положительная, то стабилизация управлением (1.5) невозможна.

Сформулированное выше утверждение есть непосредственно следствие теорем Ляпунова от асимптотической устойчивости и неустойчивости.

Рассмотрим нелинейное управления вида

$$U \begin{pmatrix} n & n \\ x, y, z \\ 1 & 1 \end{pmatrix} = pz + \psi^{(1)} \begin{pmatrix} n & n \\ x, y \\ 1 & 1 \end{pmatrix}. \quad (1.12)$$

Выбирая кроме того $\alpha_{j1} = 0$, мы будем иметь управление, где $\psi_j^{(1)}$ можно записать в виде: $\frac{dv}{dt} = \rho \sum_{s=1}^n \alpha^{(s)}_{0 \dots 1 \dots 0} (x_s^2 + y_s^2) + \tilde{\psi}_4$. (***)

Производная в рассматриваемом случае будем иметь вид (***) из рассмотрения, (1.9) и (***) легко получается следующая

Теорема: Если выберем p_{j_s}, L_{j_s} и α_s , можно обеспечить отрицательность всех чисел $\alpha_{0 \dots 1 \dots 0}$, то управление (1.12) стабилизирует систему (1.1). Если при любом выборе p_{j_s}, L_{j_s} и α_s , все числа $\alpha_{0 \dots 1 \dots 0} > 0$, то стабилизация управлением (1.12) невозможна.

При $n = 2$ выбор коэффициентов управления и чисел α_s должен обеспечить отрицательность только двух чисел α_{10} и α_{01} . Это показывает, что применение сформулированной выше теоремы проще, чем применение теоремы 1 из [2], поскольку в последней выбор коэффициентов управления должен обеспечить знакоопределенность некоторой общей квадратичной формы, что, согласно критерию Сильвестера, приводит к решению системы 4-х неравенств. При решении задачи стабилизации существенно использовались результаты [2].

В заключении отметим, что использование неаналитического управления позволяет расширить возможности стабилизации (что отмечено в [3].) Так, например, в простейшем рассмотренном выше случае вопрос о стабилизации решается с помощью рассмотрения членов второго порядка. В то время как, используя результаты [2,5], можно показать, что

при использовании аналитического управления задача стабилизации может быть решена только с помощью членов нечетного порядка (в простейшем случае третьего). Метод, применяемый нами, позволяет получить более удобные, чем в [4] критерии и стабилизации. В настоящей работе задача стабилизации решается уже в предположении, что в управляемой системе имеется внутренний резонанс. Сравнение результатов позволяет также, как и в [5], сделать вывод о большой эффективности неаналитического управления в рассматриваемом случае.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Жанузакова Д.Т., Нурпейсов С.А. О неустойчивости точек либрации. Вестник АУЭС, №2, 2015, 61-64 с.
- [2] Нурпейсов С.А. Исследование одного из особенных случаев задачи об устойчивости движения. Вестник АУЭС, №3, 2015.
- [3] Н.Н. Красовский, Е.Д. Гальперин О стабилизации установившихся движений нелинейных управляемых систем. ПММ т. 27, В.6, 1963 г.
- [4] Н.В. Стоянов. О стабилизации нелинейной управляемой системы в критическом случае 2-х пар чисто мнимых корней». Вестник Мос. Унив. Мат.мех. 2, 1969 г.
- [5] Нурпейсов С.А. О стабилизации нелинейной управляемой системы в критическом случае 3-х пар чисто мнимых корней. Алматы, материалы МНПК, Рыскуловские чтения-2013, т.6.

REFERENCES

- [1] Zhanuzakova D.T., Nurpeisov S.A. On the instability of libration points. Vestnik AUES, №2, 2015, 61-64 p.
- [2] Nurpeisov S.A. Study of one of the special cases of the problem of stability of motion. Vestnik AUES, №3, 2015.
- [3] N.N. Krasovskii, E. D. Galperin .The stabilization of steady motions of nonlinear control systems. PMM t.27, release 6, 1963 year.
- [4] N.V. Stoyanov. The stabilization of nonlinear control systems in the critical case of 2 pairs of purely imaginary roots. Vestnik Moscow University, math-mekh. 2, 1969 year.
- [5] Nurpeisov S.A. The stabilization of nonlinear control systems in the critical case of 3 pairs of purely imaginary roots. Almaty, materials MNPК, Ryskulov readings-2013, 6 t.

СЫЗЫҚТЫҚ ЕМЕС ЖҮЙЕНІҢ КРИЗИСТІК ЖАҒДАЙДАҒЫ «n» - ПАР ТАЗА ЖОРАМАЛ ТҮБІРІНДЕГІ СТАБИЛИЗАЦИЯ

С. А. Нурпейсов¹, Э. С. Есботаева¹, Д. Т. Жанузакова¹

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

Аңдатпа. Академик Красовскийдің оң жағы голоморфты дифференциалдық тендеулер жүйесі үшін стабилизация есебінің n -еселік таза жорамал түбірлеріне сәйкес қойылған есебін шешу үшін аналитикалық және аналитикалық емес әсер етуші функция қарастырылған. Стабилизация есебінің қажетті және жеткілікті шарты алынған.

Бұл саламен айналысқан Н. В. Стоянов жұмыстары бұл жұмыстың дербес жағдайы болып табылады.

Кілттік сөздер: стабилизация, сызықтық емес жүйелер, аналитикалық басқару, аналитикалық емес басқару, жорамал түбірлер, орнықтылық.

ON THE STABILIZATION OF NONLINEAR CONTROL SYSTEM IN THE CRITICAL CASE «n» OF PAIRS OF PURELY IMAGINARY ROOTS

S. A. Nurpeisov¹, E. S. Esbotaeva¹, D. T. Zhanuzakova¹

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

Abstract. The problem of stabilization in the critical case «n» - pairs of purely imaginary roots in the formulation of Academician N. Krasovsky Used not analytical and analytical control. With the reduction of the control system to a special form, the necessary and sufficient conditions for stabilizability forms of the third order. The method used by us, allows you to get more comfortable than in [2] criteria for stabilization. Consideration of these two management suggests that in this critical case of non-analytic control is more effective that the analytic. The results contain a special case of the result N. V. Stoyanov.

Key words: stabilization, nonlinear control system, analytical control, no analytical control, imaginary roots, stability.



А. К. Дуйсек¹¹Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, Казахстан**ОЦЕНКИ СХОДИМОСТИ ЛОКАЛЬНЫМИ СПЛАЙНАМИ ПЯТОЙ СТЕПЕНИ**

Аннотация. В последние годы большой интерес представляет один из видов приближения функций - сплайн-функций. Столь большое внимание к сплайнам объясняется прежде всего, их хорошими аппроксимативными свойствами. Установлено, что сплайны позволяют получить лучшую сходимость при прочих равных условиях, чем при приближении классическими методами, например, алгебраическими или тригонометрическими полиномами и т.д.

Еще одним преимуществом сплайнов оказалось то, что они удобны при реализации алгоритмов на компьютерах.

Целый ряд задач убеждают нас в полезности изучения свойств сплайнов пятой степени. В данной работе получены оценки сходимости локальных сплайнов пятой степени в классах непрерывных и непрерывно-дифференцируемых функций. Для определения коэффициентов данного сплайна выведены системы алгебраических уравнений, найдены их решения. Доказано существование и единственность построенного сплайна пятой степени. Полученные оценки улучшают имеющиеся в литературе их аналоги.

Ключевые слова: сплайн, непрерывность, множество, интерполяция, последовательность, оценка, полином.

В имеющейся литературе достаточно полно изучены свойства сплайнов второй и третьей степени. Но при решении практических задач, к примеру, при вычерчивании сложных кривых и поверхностей требуется более высокая степень точности. В данной работе мы рассматриваем сплайны пятой степени, улучшающую точность на два порядка, по сравнению с вышеприведенными сплайнами.

Пусть отрезок $[a, b]$ разделен на части множеством точек:

$$\Delta : a = x_0 < x_1 < x_2 < \dots < x_{N-1} < x_N = b \quad (1)$$

Определение [1]. Локальным (эрмитовым) сплайном пятой степени называют функцию $S_5(x)$ удовлетворяющую условиям:

а) на каждом отрезке $[x_{i-1}, x_i]$ $S_5(x)$, является полиномом пятой степени:

$$P_{i-1}(x) = \sum_{\lambda=0}^5 a_{\lambda}^{(i-1)} (x - x_{i-1})^{\lambda} \quad (i = 1, 2, 3, \dots, N) \quad (2)$$

$$\text{б) } S_5(x) \in C^2[a, b] \quad (3)$$

Ставится следующая задача: Построить сплайн $S_5(R, x) \in C^2[a, b]$ интерполирующую функцию $f(x)$ с условиями:

$$S_5^{(r)}(f, x_i) = f^{(r)}(x_i) \quad (r = 0, 1, 2, \quad i = 0, 1, 2, \dots, N) \quad (4)$$

Обозначим $h_{i-1} = x_i - x_{i-1}$ ($i = 1, 2, 3, \dots, N$).

Для определения коэффициентов $a_{\lambda}^{(i-1)}$ ($\lambda = 0, 1, 2, 3, 4, 5, \quad i = 1, 2, 3, \dots, N$) используем условия (2)-(4). Тогда можно вычислить:

$$\begin{aligned}
a_0^{(i-1)} &= f_{i-1}, \quad a_1^{(i-1)} = f'_{i-1}, \quad a_2^{(i-1)} = \frac{1}{2} f''_{i-1} \\
a_3^{(i-1)} &= \frac{1}{h_{i-1}^3} [10(f_i - f_{i-1}) - 14h_{i-1}f'_{i-1} + 4h_{i-1}f'_i - 17h_{i-1}^2f''_{i-1} - h_{i-1}^2f''_i] \\
a_4^{(i-1)} &= \frac{1}{h_{i-1}^4} [-15(f_i - f_{i-1}) + 8h_{i-1}f'_{i-1} + 7h_{i-1}f'_i + 3h_{i-1}^2f''_{i-1} - 2h_{i-1}^2f''_i] \\
a_5^{(i-1)} &= \frac{1}{h_{i-1}^5} [6(f_i - f_{i-1}) - 3h_{i-1}f'_{i-1} + 3h_{i-1}f'_i - h_{i-1}^2f''_{i-1} + h_{i-1}^2f''_i]
\end{aligned}$$

Обозначим через $t = \frac{x - x_{i-1}}{h_{i-1}}$. Подставляя приведенные коэффициенты $a_3^{(i-1)}, a_4^{(i-1)}, a_5^{(i-1)}$ в $S_5(x)$ и разлагая f_i, f'_i, f''_i в точке $x = x_{i-1}$ по формуле Тейлора имеем на $[x_{i-1}, x_i]$:

$$\begin{aligned}
R(x) = f(x) - S_5(f, x) &= h_{i-1}^2 [\varphi_1(t)f''(\xi_{i-1,i}) + \varphi_2(t)f''(\eta_{i-1,i}) + \varphi_3(t)f''(\zeta_{i-1,i}) + \\
&+ \varphi_4(t)f''_{i-1} + \varphi_5(t)f''_i], \quad (5)
\end{aligned}$$

где $\varphi_1(t) = \frac{t^2}{2}$, $\varphi_2(t) = -\frac{1}{2}t^3(10 - 15t + 6t^2)$,

$$\varphi_3(t) = t^3(4 - 7t + 3t^2), \quad \varphi_4(t) = -\frac{t^2}{2}(1-t)^3, \quad \varphi_5(t) = -\frac{t^3}{2}(1-t)^2.$$

Теорема. Пусть $\sigma = 0, 1, 2$ и $f(x) \in C^\sigma[a, b]$ и на отрезке $[a, b]$ задана последовательность сеток $\{\Delta_k\}$ и последовательность интерполяционных сплайнов $S_{5,k}(f, x)$, удовлетворяющих условиям (2)-(4). Тогда, если $\delta_k = \max_i h_{k,i} \rightarrow 0$, при $k \rightarrow \infty$ для любого $x \in [a, b]$

$$\begin{aligned}
|f^{(r)}(x) - S_{5,k}^{(r)}(f, x)| &\leq A_{\delta^2} \delta_k^{\delta-2} \omega(f^{(\delta)}, \delta_k) \quad (r \leq \delta) \\
A_{00} &= 0,5, \quad A_{10} = 0,5, \quad A_{11} = 1, \quad A_{20} = 1,244, \quad \Delta_{21} = 2,488, \quad A_{22} = 4,877.
\end{aligned}$$

Доказательство.

1) $\delta = 0$. Как и в работе [2], используя значения $R(x)$ в равенстве (5) имеем:

$$R(x) = \psi_0(t) [f''(\bar{\xi}_{i-1,i}) - f''(\bar{\eta}_{i-1,i})] h_{i-1}^2, \quad \text{где } \psi_0(t) = \frac{t^2}{2} (1 + 4t - 7t^2 + 3t^3).$$

Нетрудно найти

$$|R(x)| \div \max_{t \in [0,1]} |\psi_0(t)| = 0,5.$$

2) $\delta = 1$. Из (5) находим

$$\begin{aligned}
R'(x) = f'(x) - S_5'(f, x) &= h_{i-1} [\varphi'_1(t)f''(\bar{\xi}_{i-1,i}) + \varphi'_2(t)f''(\tilde{\eta}_{i-1,i}) + \varphi'_3(t)f''(\tilde{\zeta}_{i-1,i}) + \\
&+ \varphi'_4(t)f''_{i-1} + \varphi'_5(t)f''_i] \quad (6)
\end{aligned}$$

где $\varphi_1'(t) = t > 0$, $\varphi_2'(t) = 30t^2(1-t)^2 > 0$, $\varphi_3'(t) = t^2(12 - 28t + 15t^2)$, причем $\varphi_3'(t) > 0$ на $\left[0, \frac{2}{3}\right]$ и $\varphi_3'(t) < 0$ на $\left[\frac{2}{3}, 1\right]$.

Аналогично, $\varphi_4'(t) = t(1-t)^2\left(\frac{5}{2}t - 1\right)$ и $\varphi_4'(t) < 0$ на $\left[0, \frac{2}{5}\right]$, $\varphi_4'(t) > 0$ на $\left[\frac{2}{5}, 1\right]$, $\varphi_5'(t) = \frac{1}{2}t^2(1-t)(5t-3)$ и на $\left[0, \frac{3}{5}\right]$ $\varphi_5'(t) < 0$ на $\left[\frac{3}{5}, 1\right]$ $\varphi_5'(t) > 0$.

В соотношении (5) объединим значения вторых производных функций $f(x)$. Тогда имеем:

$$R'(x) = f'(x) - S'_5(f, x) = \psi_1(t) [f''(\bar{\xi}_{i-1,i}) - f''(\bar{\eta}_{i-1,i})] h_{i-1},$$

где

$$\psi_1(t) = \begin{cases} t(1+12t-28t^2+15t^3), & t \in \left[0, \frac{2}{5}\right] \\ \frac{1}{2}t^2(27-52t+25t^2), & t \in \left[\frac{2}{5}, \frac{3}{5}\right] \\ 30t(1-t)(1-3t), & t \in \left[\frac{3}{5}, \frac{2}{3}\right] \\ t^2(3-2t), & t \in \left[\frac{2}{3}, 1\right] \end{cases}$$

Отсюда, нетрудно найти

$$\max_{t \in \left[0, \frac{2}{5}\right]} |\psi_1(t)| = 0,91, \quad \max_{t \in \left[\frac{2}{5}, \frac{3}{5}\right]} |\psi_1(t)| = 0,864, \quad \max_{t \in \left[\frac{3}{5}, \frac{2}{3}\right]} |\psi_1(t)| = 0,841, \quad \max_{t \in \left[\frac{2}{3}, 1\right]} |\psi_1(t)| = 1.$$

Таким образом, общая оценка:

$$|R'(x)| = |f'(x) - S'_5(f, x)| \leq \delta \omega(f'', \delta) (\delta = \max_i h_i).$$

3) $\delta = 2$. Аналогично предыдущим случаям из (5) имеем:

$$R''(x) = f''(x) - S''_5(f, x) = h_{i-1}^2 \left[\varphi_1''(t) \left(\tilde{\xi}_{i-1,i} \right) + \varphi_2''(t) f \left(\tilde{\eta}_{i-1,i} \right) + \varphi_3''(t) f \left(\tilde{\zeta}_{i-1,i} \right) + \varphi_4''(t) f_{i-1}'' + \varphi_5''(t) f_i'' \right] = \psi_2(t) [f''(\bar{\xi}_{i-1,i}) - f''(\bar{\eta}_{i-1,i})],$$

где

$$\psi_2(t) = \begin{cases} 1 + 12t - 84t^2 + 60t^3, & t \in \left[0, \frac{4 - \sqrt{6}}{10}\right] \\ t(33 - 102t + 70t^2), & t \in \left[\frac{4 - \sqrt{6}}{10}, \frac{6 - \sqrt{6}}{10}\right] \\ 60(-t^2 + t^3), & t \in \left[\frac{6 - \sqrt{6}}{10}, \frac{2}{5}\right] \\ t(1-t)(54 - 120t), & t \in \left[\frac{2}{5}, \frac{1}{2}\right] \\ 24t - 84t^2 + 60t^3, & t \in \left[\frac{1}{2}, \frac{4 + \sqrt{6}}{10}\right] \\ 1 - 31t - 102t^2 + 70t^3, & t \in \left[\frac{4 + \sqrt{6}}{10}, \frac{6 + \sqrt{6}}{10}\right] \\ 1 - 30(t - 3t^2 + 2t^3), & t \in \left[\frac{6 + \sqrt{6}}{10}, 1\right]. \end{cases}$$

Находим

$$\begin{aligned} \max_{t \in \left[0, \frac{4 - \sqrt{6}}{10}\right]} |\psi_2(t)| &= 3,147, & \max_{t \in \left[\frac{4 - \sqrt{6}}{10}, \frac{6 - \sqrt{6}}{10}\right]} |\psi_2(t)| &= 3,03, & \max_{t \in \left[\frac{6 - \sqrt{6}}{10}, \frac{2}{5}\right]} |\psi_2(t)| &= 4,877, & \max_{t \in \left[\frac{2}{5}, \frac{1}{2}\right]} |\psi_2(t)| &= 1,5 \\ \max_{t \in \left[\frac{1}{2}, \frac{4 + \sqrt{6}}{10}\right]} |\psi_2(t)| &= 3,366, & \max_{t \in \left[\frac{4 + \sqrt{6}}{10}, \frac{6 + \sqrt{6}}{10}\right]} |\psi_2(t)| &= 3,5, & \max_{t \in \left[\frac{6 + \sqrt{6}}{10}, 1\right]} |\psi_2(t)| &= 3,711. \end{aligned}$$

Таким образом, общая оценка

$$\max_{t \in [0,1]} |\psi_2(t)| = 4,877$$

Теперь найдем оценку для $R''(x)$:

$$|R''(x)| = |f''(x) - S_5''(f, x)| \leq 4,877 \omega(f'', \delta),$$

Отсюда

$$|R'(x)| \leq 2,488 \delta \omega(f'', \delta), \quad |R(x)| \leq 1,244 \delta^2 \omega(f'', \delta),$$

что и требовалось доказать.

Вывод

Мы получили оценки сходимости функций с помощью локальных сплайнов пятой степени. Эти результаты могут применяться при описании географических карт, кораблестроении, авиастроении и т.д.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Завьялов Ю.С., Квасов Б.И., Мирошниченко В.Л. Методы сплайн - функции. Наука, 1980-350с.

[2] Дуйсек А.К. Оценки сходимости эрмитовых кубических сплайнов. Научные труды «Әділет», №3, 2013-2с.

REFERENCES

[1] Zavialov U.S., kvacov B.E., Miroshnichenko B.A. Methods of splain-functions. Nauka, 1980-350p.

[2] Duisek A.K. Estimates of the convepence of hermitian cubic speines. Scientific works “Adilet”, №3, 2013-2p.

БЕСІНШІ ДӘРЕЖЕЛІ ЛОКАЛЬДЫҚ СПЛАЙНДАРМЕН ЖИНАҚТЫЛЫҒЫН БАҒАЛАУ

А. К. Дүйсек¹

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

Аңдатпа. Соңғы жылдары ғалымдар сплайн-функцияларға қызығушылық танытып отыр. Бұған себеп болғаны, алдымен, оның жақсы аппроксимативный қасиеттері және алгоритмдері компьютерде шығаруы жеңіл болғаны. Сонымен бірге, сплайндар арқылы табылған функцияның бағалаулары белгілі классикалық әдістермен (алгебралық, тригонометриялық) табылған бағалаулардан әлдеқайда дәл болғаны.

Сондықтан, көптеген шығарылмаған есептерге қарағанда бесінші дәрежелі сплайндарды толық зерттеу жұмысы бүгінгі күннің тақырыбы деп санаймыз. Бұл жұмыста бесінші дәрежелі локальдық сплайндар арқылы оның үзілістік және үзіліс-дифференциалдық функциялар класстарына жинақтылығын бағалау қарастырылған. Бұл бағалауларды табу үшін оларға байланысты алгебралық жүйелер құрылып, шешімдері табылған. Бесінші дәрежелі сплайнның тек қана бір шешімі болатыны дәлелденген.

Табылған бағалаулар, бұрынғы әдебиеттерде берілген аналогтарынан әлдеқайда төмен екені көрсетілді.

Кілттік сөздер: сплайн, үзіліссіздік, жиын, интерполяция, тізбек, бағалау, полином.

ESTIMATES OF THE CONVERGENS OF FIFTH LEVEL SPLINES

A. K. Duisek¹

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

Abstract. In recent years, one kind of function approximation, spline functions, is of great interest. So much attention to splines is explained primarily by their good approximation properties. It was found out that splines allow obtaining a better convergence, other things being equal, than with classical methods of approximation, for example, algebraic and trigonometric polynomials, etc. Another advantage of the splines has been the fact that they are comfortable with the implementation of algorithms on computers.

A number of problems have been convincing us of the usefulness of studying the properties of the splines of the fifth degree. In this work taken estimates of convergence of locae fifth level splines in classes of ontinuous and ontinuous differentiable functions.

In order to cefine coefficient of the given spline was adjusted systems of alqebraical equations and was founded their answers. Was proved existence and exclusive formed fifth grade spline.

Golden marks improve available their analogy in literatures.

Key words: splain, continuous, a bunch of interpolation, sequence.

А. Қ. Искакова¹, А. М. Бексултанова¹

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

МАТЕМАТИКАЛЫҚ ПӘНДЕРДІ АҒЫЛШЫН ТІЛІНДЕ ОҚЫТУДЫҢ КЕЙБІР МӘСЕЛЕЛЕРІ

Андамна. Қазіргі уақытта Қазақстанда қоғамдық сұраныс ағылшын тілін тереңдетіп оқытуды талап етіп отыр. Кәсіби ағылшын тілін оқыту, қызметінің құзыреті лауазымы жағынан қарағанда, оқытудың кәсіби бағдарлықтан кәсібиләкке ауысуына, яғни білім алуда заманауи тренд – жекенің және қоғамның практикалық қажеттіліктеріне бағдар жасауына, жоғары оқу орындарының түлектеріне нақты мамандандырылған қызмет талаптарына және шарттарына тез бейімделуіне ықпал етеді.

Мақалада тілдік емес жоғары оқу орындарында білім берудің басты міндеттері қарастырылған, олар өзін-өзі дамытуға, ізденуге, жаңалықтарға және өз бетінше білім алуға, өз ендігін дербес ұйымдастыруға қабылетті, шығармашыл тұлғаларды қалыптастыру. Жоғары оқу орындарының оқыту процесі құзыретті, жауапты, кәсібін еркін меңгерген, әр түрлі саладағы қызметте және мәдениетаралық қарым-қатынас жасауда ағылшын тілін функционалдық пайдалануға қабылетті маман даярлауға бағытталған.

Кілттік сөздер: кәсіби-бағдарлық білім беру, интегративтік байланыс, математикалық терминология, кәсіби дағды.

Қазақстанның Болондық декларацияға қол қоюы - жоғары білім алуда және жалпы қоғамда жүйенің интеграциялануына байланысты, шетел тілін меңгеру талабын тудырды. Қазіргі уақытта шетел тілінде білім алудың жарқын көрінісі байқалуда, ол өз кезегінде шет тілінің (соның ішінде бірінші орында ағылшын тілінің) мәртебесінің өсуіне, оны меңгеруге ұмтылуға, тіл үйренуде функционалдық бағдар қалыптастырды.

Қоғамның дәл қазіргі кезеңінде ағылшын тілінің тілдік емес мамандықтарында қолданылуы төмендегі мән-жайларға байланысты: көптеген студенттердің шетел елдерде білім алуына және тілді тек күнделікті қолданыста ғана білетін студент үшін жұмыспен қамтамасыз ету мақсатында, мамандықтарына байланысты (мұғалім, дәрігер, инженер және ғалым) еркін қолдануға үйрету, сонымен қатар ағылшын тіліне сұраныс тудыратын - сыртқы экономикалық сауда саттықпен айналысуды көздеушілерге негізделген.

Қазіргі уақытта қызметінің құзыреті лауазымы жағынан қарағанда кәсіби шетел тілін оқыту арнайы шығармашылықты қажет етеді, бұл орайда белгілі бір салаға маман дайындаушы кафедраларының оқытушыларының қатысын ескермеуге болмас. Олардың білім беруді ұйымдастыруы, сонымен бірге «Кәсіби шет тілі» пәнін оқытуы - білім берудің кәсіби бағдарлықтан кәсібиләкке ауысуына, яғни білім алуда заманауи тренд - жекенің және қоғамның практикалық қажеттіліктеріне бағдар жасауына, жоғары оқу орындарының түлектеріне нақты мамандандырылған қызмет талаптарына және шарттарына тез бейімделуіне ықпал етеді.

Дегенмен, тілді кәсіби бағытта оқыту әлі күнге дейін қанағаттанарлықсыз жағдайда қалып отырғанын ескерсек, қазіргі түлектердің кәсіби шетел тілі құзыреттілігін деңгейі жоғары емес, яғни қазіргі заманғы қоғамның және еңбек нарығының талаптарына сәйкес еместігі – белгілі бір дәрежеде кәсіби қарым-қатынас жасау үшін шетел тілді жақсы мамандардың өткір тапшылығына әкеліп отырғанын мойындау керек.

Біз үшін педагогикалық жоғары оқу орындарында математикалық пәндерді ағылшын тілінде оқытудың сапасын арттыру мәселесі ерекше қызығушылық тудырып отыр. Болашақ математика пәнінің оқытушыларын ағылшын тілінде оқыту, сондай-ақ, практикалық ағылшын тілін меңгеру - бүкіл әдістемені қайта әзірлеуге, ғылыми материалдың реттілігі мен үйлесімділігін негізге ала отырып, болашақ мамандардың

ауызша сөйлеу дағдыларын жақсартуға бағытталған, жаңа сапалы оқулықтарды дамытуға талап етілуі тиіс [1].

Тілдік емес жоғары оқу орындарында шетел тілін оқытуға бөлінген сағат санының аздығы, арнайы тілдік емес жоғары оқу орындарының шетел тілі оқытушылары үшін арнайы дайындықтың болмауы, жалпы білім беретін мектепте тілдік білім берудің төмен деңгейі, шет тілін оқытудың интегративті байланысты кәсіби дайындықтың өңделген әдістемесінің жеткіліксіздігі - ағылшын тілінде оқытудың жеткілікті жоғары сапалы еместігінің негізгі себептерін айқындайды.

Қазақстанда арнайы пәндерді ағылшын тілінде оқыту - басым бағыттарының бірі болып табылады. Жоғары оқу орындарында оқытушы ретінде жұмыс істейтін мамандар - арнайы педагогикалық білімі, оқыту тәжірибесі, куәліктері, сертификаттары бола тұрып, сонымен қатар өз мамандарын (математиканы) жоғары деңгейде меңгерген дипломданған маман иелері.

Пән оқытушысының ағылшын тілін меңгеру деңгейі оқытушылық қызметін белсенді және еркін пайдалануға мүмкіндік беретіндей болу керек. Қазіргі уақытта жоғары оқу орындарында жұмыс істейтін оқытушылардың басым көпшілігі, бұрынғы білім беру жүйесінің өнімі болып табылатын фактіні назарға ала отырып, олар үшін шетел тілі, әдетте, екінші орында болғанын ескерсек, жаңа жүйе бойынша жұмыс істеуге дайын оқытушылардың мүмкіндіктерін арнайы пәндерді ағылшын тілінде оқуға құзыретінің жеткілікті деңгейіне арттыру қажеттілігін толықтырып, өсуін қамтамасыз етуге жұмыстар күшейтілуі тиіс деп ойлаймыз.

Математикалық пәндерді ағылшын тілінде оқытудың қиындық тудыратын мәселелерінің бірі - оқу материалын меңгеру деңгейінің жеткіліксіздігі. Білім алушылардың мотивациясынан басқа, ұсынылатын оқу материалдарының өзектілігі мен тартымдылығы, сондай-ақ оқытушының кәсіби және іскерлік құзыреті - бұл мәселеде үлкен рөл атқарады.

Әдетте, бастапқы кезеңде білім алушылардың қызығушылығы өте жоғары болып табылады, сондықтан оқытушы алдында оларды өзіне тарту міндеті қойылады. Оны жаңа оқу құралдарының және қосымша материал, сондай-ақ қазіргі заманғы әдістердің көмегімен, қатысушылар арасында өзара іс-қимылмен оқу процесіне ынталандыруға болады.

Пәннің материалын игеру деңгейі - практикалық ағылшын тілін меңгерумен тікелей пропорционалды байланыста болмайды, дегенмен соны көздейді. Оқыту мақсаты - пәннің материалын игеру студенттердің кәсіби дағдыларының жетілдіру құралы ретінде қарастыру.

Белгілі болғандай, дәрістер екі түрлі болады: академиялық (дәстүрлі) түрі - студенттерге жаңа материалды дәріс оқу арқылы жүргізілетін және интерактивті түрі - дәріс тақырыбы бойынша әртүрлі мәселелерді студенттердің белсенді талқылауымен жүргізілетін. Күрделі мәселелерді түсіндіруде жазбаша баяндауға қарағанда ауызша сөйлеу арқылы түсінуге оңайырақ болары анық. Демек, дәрістің негізгі ерекшелігінің бірі – бұл оқу материалын оқытушының беруі. Дәрістің әдіснамалық мәні мынада: онда оқу пәнінің іргелі теориялық негіздері және әдістері ашылады, олардың көмегімен қойылған міндеттер талданады және шешіледі [2].

Әрбір дәріс тақырыбы күнтізбелік - тақырыптық жоспарға сәйкес анықталады, ал мазмұны пәннің бағдарламасына сәйкес келеді. Дәрістерге тек қатысып қана қою – өздігінен табыс кепілі болмайды. Математикалық пәндер ағылшын тілінде оқытылатын топтарда оқитын студенттер - курс бағдарламасы бойынша көрсетілген тақырыптың негізгі материалдарын қазақ тілінде оқып, дәріске алдын ала дайындалғаны дұрыс. Сондай-ақ кейбір қосымша материалдарымен танысу пайдалы деп санаймыз. Және ең бастысы – білімалушы дәріс материалдарын алдын ала оқыса, дәріс кезінде ағылшын тілінде қолданылатын жаңа терминдермен танысуға көбірек мүмкіндік туады, лексикаға

көңіл бөлінеді деп ойлаймыз. Тыңдап болған соң, студент өз жазбаларын басқа да студенттердің дәрістерімен салыстыруына болады – бұл ештеңенің назардан тыс қалмауына ықпал етеді.

Сонымен қатар білім алушылардың сөздік қорының жетіспеушілігін жоюдың жолы оқытушы тарапынан - жаңа тақырыптың материалдарын ағылшын тілінде және жаңа терминдер тізбесін үлестірме сөздік арқылы алдын ала тарату. Дәрісте үлестірме материалдарын әрбір сабақтың алдында таратылатылуына ерекше назар аудару керек – дәріс барысында студент соларға бірден белгілер жасаса болады, ал олардың дәрістен кейін екінші рет оқылуы, материалды жақсы меңгеруіне ықпал етеді. Дәріс барысында студентке оқытушының кейбір пікірлерін жазып отыруға, жекелеген кезеңдерде тіпті егжей-тегжейлі ойын тіркеуге ұсынылады. Бұл жаңа тақырыпты түсінуге көмектеседі, сондай-ақ, емтиханға дайындық кезінде көмектеседі.

Академиялық дәріс қарастырылып отырған тақырып бойынша толық және аяқталған ойды береді, студентке оқылып отырған материалды жазуға өте оңтайлы. Бірақ аяқталған және материал толықтырылып баяндалған мұндай дәрістер - студенттердің танымдық белсенділігін тежейді. Кейде мұндай дәрістер семинар сабақтарына немесе емтиханға дайындықтың жалғыз көзі болып табылады. Әдетте мазмұны осындай дәрістер тек лектордың ғылыми көзқарасын көрсететіндігін және оқытушы өз көзқарасын тыңдаушыларға қабылдауына мәжбүрленгендей болып қабылданатындығын ескеру керек. Студенттің мұндай дәрістерде ойлауы, білімдерін оқытушы ұсынған пікірмен сәйкестендіруге, дәріскермен пікірталастыруға, өз идеяларымен бөлісуге мүмкіндігі жоқ [3].

Дәрістер оқылғанда белгілі бір қиындықтар туындайды, мысалы, оқу қарқынының ұлғайыны - студенттің көп ақпарат алуға ұмтылып, нәтижесінде оның мағынасына көңіл бөлмей, тек жазуға ғана үлгеруіне алып келеді. Студент дәрістер тыңдау кезінде мазмұнын есте сақтай алмағанын, өз дәрістер конспектісін оқығанда түсінуге мүмкіндігі бар. Оқылып отырған дәрісті төмен деңгейде игерген студент үшін, үлестірме материалдарының болғанына қарамастан, дәрістің жылдам оқылуы - ағылшын тілінде сауатты жаза алмауының нәтижесінде қиындық тудыруы мүмкін.

Математик-студенттер үшін басты міндеттерінің бірі – бұл арнайы математикалық әдебиетті ағылшын тілінде оқудың әдіс-тәсілдерін меңгеру. Интерактивті, дамыту дәрістері - оқытушының зерттелетін тақырып бойынша арнайы дайындалған, дәрістің негізін құрайтын проблемалық жағдайлар. Проблемалық жағдаяттарды шешу - дәрістің негізі болып табылады және мұндай дәріс көбінесе академиялық дәріске қарағанда, тұлғалық және кәсіби дамуына ықпал етеді, тыңдаушының ұсынылған қосымша әдебиеттерді оқуына итермелейді.

Студенттер үшін басты міндеттерінің бірі – арнайы математикалық әдебиеттерді ағылшын тілінде оқытудың әдіс – тәсілдерін меңгеру. Болашақ математика пәнінің мұғалімін ағылшын тілінде оқыту барысында қарастырылатын мәселелер: кәсіби бағдарламадағы таңдау пәнінің негізгі мәселелерін қарастыру, есептер шығарудың барлық әдіс - тәсілдерін жинақты және көрнекі түрде көрсету, терминдер өзге математикалық пәндер терминдерімен сәйкестендіру, пәндік және логикалық жағынан бүгінгі таңдағы дидактикалық талаптарға сай болуы. Бұл курстың мақсаты - оқу нәтижесінде болашақ мұғалімді математикаға деген көзқарасын жан-жақты түрде қалыптастыру, әр түрлі орта білім беретін оқу орындарында математикамен байланысты пәндерді оқыта алатындай нақты біліммен қаруландыру. Ол үшін әрбір тақырып бойынша теорияны терең игеру мақсатында сабақ барысында көптеген мысалдар мен есептер келтіру, студенттердің өздік жұмысын орындау барысында есептерді шығару жолдарын көрсету мен тапсырмалар беру.

Жоғары оқу орындарында енгізіліп отырған ағылшын тілін тереңдетіп оқыту оқу үрдісін ұйымдастыруға жаңа талаптар қояды. Тілдік емес жоғары оқу орындарында білім

берудің басты міндеті өзін-өзі дамытуға, ізденуге, өз бетінше білім алуға, өз ендігін дербес ұйымдастыруға қабылетті, шығармашыл тұлғаларды қалыптастыру арқылы жүзеге асады. Осы ретте оқу үдерісін талапқа сай сапалы оқу құралдарымен қамтамасыз ету қажет, әсіресе жоғары оқу орындарында математикалық білім беруде қазақ және ағылшын тілдерінде жазылған оқу құралдарының құндылығын жоғарлату.

Оқу құралдарды дайындау барысында жаңа талаптарды барынша толық ескеру қажеттігі авторлардың алдына бір қатар әдістемелік және мазмұндық сипаттағы күрделі мәселелерді қояды. Оқыту үрдісін жаңашаландыру мақсатында студенттердің танымдық қызығушылығын және логикалық ойлауын, дербес ғылыми ізденіс қабылетін жетілдіруге бағытталған есептерді шешудің жолдарымен тапсырмалары берілуі тиіс. Оқу құралы педагогикалық мамандықтарының студенттері үшін өз бетімен меңгеруге және есептерді өзіндік шығаруға көмектесу қажет. Сонымен қатар, терминдер өзге математикалық пәндер терминдерімен сәйкестендірілген, пәндік және логикалық жағынан бүгінгі таңдағы дидактикалық талаптарға сай болуы тиіс, дәріс тілі жатық, түсінікті, синтаксис және техникалық қателері жоқ, құрылымы нақты және біртекті болуы тиіс.

Жоғары оқу орындарының оқыту процесі құзыретті, жауапты, кәсібін еркін меңгерген, әр түрлі саладағы қызметте және мәдениетаралық қарым-қатынас жасауда ағылшын тілін функционалдық пайдалануға қабылетті маман даярлауға бағытталған. Тілдік емес жоғары оқу орындарында қазақ тілінде оқытылатын топтарда ағылшын тілінде кәсіптік білім беруде және оқытуда әртүрлі мамандықтар бойынша қазақ - ағылшын, ағылшын - қазақ тілдеріндегі терминологиялық сөздіктер қажеттілігі туындауда.

Қазақстандағы білім беру жүйесін жаңғыртуда ағылшын тілін білу – ХХІ-ші ғасырдың білім беру стандартының маңызды бөлігі болып табылады. Болашақ түлектердің мақсатталған міндеттерін жүзеге асыру үшін жоғары кәсіби білім беруде ағылшын тілін оқыту кезінде кәсіптік ерекшелігін есепке алуда мемлекеттік стандарт бойынша талап етуі тиіс.

ҚОРЫТЫНДЫ

Қазіргі уақытта Қазақстанда арнайы пәндерді ағылшын тілінде оқыту - басым бағыттарының бірі. Ағылшын тілінде оқытудың жеткілікті жоғары сапалы еместігінің негізгі себептері: тілдік емес жоғары оқу орындарында шетел тілін оқытуға бөлінген сағат санының аздығы, арнайы тілдік емес жоғары оқу орындарының шетел тілі оқытушылары үшін арнайы дайындықтың болмауы, жалпы білім беретін мектепте тілдік білім берудің төмен деңгейі, шетел тілін оқытудың интегративті байланысты кәсіби дайындықтың өңделген әдістемесінің жеткіліксіздігі. Қазіргі уақытта арнайы пәндерді ағылшын тілінде оқыту - білім беруді ұйымдастыруына, білім алуда заманауи қоғамның практикалық қажеттіліктеріне бағдар жасауына, жоғары оқу орындарының түлектеріне нақты мамандандырылған қызмет талаптарына және шарттарына тез бейімделуіне ықпал етеді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

[1] Iskakova A., Hanzharova B. About another method of teaching to basic concepts of point sets theory. // International Conference: Science and Education in XXI century. December 1, 2014, Bozoram, Montana, USA.

[2] Соловьева Е.Н. Методика обучения иностранным языкам: Базовый курс лекций: Пособие для студентов пед. вузов и учителей. – 2-е изд. –М.: Просвещение. 2003. – 239 с.

[3] Искакова А.К. Математикалық есептер шығару барысында оқушылардың дербестігі мен танымдық белсенділігін жоғары дәрежеде жүзеге асару. // Сборник материалов республиканской научно-практической конференции «Проблемы

современного образования и развития личностных качеств обучающихся». Алматы - 15.11.2013.

[4] National Research Council, 2003, Evaluating and Improving Undergraduate Teaching in Science, Technology, Engineering, and Mathematics. National Academy Press, Washington D.C., 215 p.

[5] National Research Council, 2013, Evaluating and Improving Undergraduate Teaching in Science, Technology, Engineering, and Mathematics. National Academy Press, Washington D.C., 215 p.

REFERENCES

[1] Iskakova A., Hanzharova B. About another method of teaching to basic concepts of point sets theory. International Conference: Science and Education in XXI century. December 1, 2014, Bozoram, Montana, USA (in Eng.).

[2] Soloveva E.N. Technique of training in foreign languages: Basic course of lectures. Benefit for students of pedagogical higher education institutions and teachers. Second edition. – M.:Education. 2003. – P.239.

[3] Iskakova A. Activization of cognitive activity of school students by means of the solution of mathematical tasks. The collection of materials republican scientifically – practical conference «Problems of modern education and development of the personal qualities which are trained». Almaty -15.11.2013.

[4] National Research Council, 2003, Evaluating and Improving Undergraduate Teaching in Science, Technology, Engineering, and Mathematics. National Academy Press, Washington D.C., P.215 (in Eng.).

[5] National Research Council, 2013, Evaluating and Improving Undergraduate Teaching in Science, Technology, Engineering, and Mathematics. National Academy Press, Washington D.C., P.215 (in Eng.).

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ

А. К. Искакова¹, А. М. Бексултанова¹

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

Аннотация. В настоящее время сформировался социальный заказ на глубокое знание английского языка в Казахстане. В статье рассматриваются вопросы преподавания математических дисциплин на английском языке в неязыковых вузах. Обучение профессиональному английскому языку с позиций компетентностно-деятельностного подхода обеспечит переход от профессионально-ориентированного обучения к профессиональному, что отвечает современным тенденциям в образовании. Ориентация на практические потребности общества и личности способствует быстрой адаптации выпускника вуза к требованиям и условиям реальной профессиональной деятельности.

Ключевые слова: профессиональное обучение, интегративные связи, математическая терминология, профессионально-ориентированное обучение, адаптация выпускника.

SOME ASPECTS OF TEACHING OF MATHEMATICAL DISCIPLINES IN ENGLISH LANGUAGE

A. K. Iskakova¹, A. M. Beksultanova¹

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

Abstract. Now the social order for deep knowledge of the English language in Kazakhstan was created. In article it is spoken about the questions of teaching of mathematical disciplines are examined in unlanguage institutions of higher learning. Training in professional English from positions kompetentnostno - activity approach will provide transition from professionally - oriyentirovannogo training to professional. It answers modern tendencies in education - orientation to practical requirements of society and the personality, promotes fast adaptation of the graduate of higher education institution to requirements and conditions of real professional activity.

Key words: professional training, integrative communications, mathematical terminology, professionally the focused training, adaptation of the graduate.

Т. С. Курманбаева¹, С. Е. Жуанганова²

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

²Абылайхан атындағы Қазақ халықаралық қатынастар және әлем тілдері университеті, Алматы қ., Қазақстан

ҒЫЛЫМ ТЕРМИНОЛОГИЯСЫН ЗАМАНАУИ ЗЕРТТЕУДІҢ АСПЕКТІЛЕРІ (ОРЫС ЖӘНЕ ҚАЗАҚ ТІЛДЕРІНІҢ МАТЕРИАЛЫНДА)

Аңдатпа. Ұсынылып отырған мақалада орыс және қазақ тілдерінде ғылым терминологиясының құрылуы және дамуына қатысты терминтанудың заманауи мәселелері қарастырылған. Терминдердің тілдегі лексика-семантикалық жүйедегі орны мен ролі, оның айырмашылығы және уәжділік ерекшеліктері анықталған. Мақалада тіл мен мәдениеттің өзара байланысындағы ғылыми-техникалық терминологияның құрылуы туралы мәселелер өзекті болып тұр. Қазіргі Қазақстанда қазақ-орыс екі тілдің әсері ғылым мен ғылыми-техникалық дискурста термин жасаудың лингвистикалық процесстері тіл мәселесінің материалында зерделенген. Ғылыми мәтіндерді бір тілден екінші тілге аударған кезде сұрыптау мәселесіне ерекше назар аударылған. Терминденудің сөзжасамдық тәсілдерін таңдаудың лингвистикалық шарттары: калькілеу (тікелей аудару, кірме сөздерді, интернационалдық терминдерді қолдану және т.б.) айқындалған. Электроэнергетика саласындағы ғылыми-техникалық терминдерінің материалында жоғары оқу орындарында болашақ мамандарды дайындауда ғылым терминологиясын оқытудың әлеуметтік маңызды аспектілері қарастырылған. Орыс және қазақ тілдерінде жиі қолданатын терминдерді қайталап отыру екі тілдегі сөздік қорын үйренуді жеңілдететіні туралы тұжырым жасалынған.

Кілттік сөздер: термин, термин жүйесі, ғылыми-техникалық мәтін, жалпы қолданылатын сөздер, лексикалық нұсқа, кірме сөздер, аударма жасау.

Ғылыми терминді гуманитарлық білім берудің дербес саласының, атап айтқанда терминтанудың тілдік бірлігі ретінде көпәспектiлi құбылыс деп атасақ та болады. Осы терминнің көпқырлығы, алдымен, оның тіл құрылымындағы ерекше семиотикалық жүйе ретінде белгісін ескеру керек, яғни терминнің міндеті адам өміріндегі жалпы когнитивтік (танымдық) және коммуникативтік қызмет аясынан ажырамайды. Терминжүйені функционалдық тұрғыдан оқып және зерттеуде, терминнің түп негізі тілдің феномені ретінде анықталады. Тілдердің функционалдық дамуы қоғамның, ғылымның, мәдениеттің, техниканың, әдебиеттің, өнердің, қысқаша айтқанда, тіл арқылы қызмет көрсетілетін қоғамдық өмірдегі барлық саланың дамуына байланысты.

Тіл қарым-қатынастың әлеуметтік және танымдық процестегі аса маңызды құралы болып табылады. Ғылыми тілдің қалыптасуы табиғи тілдің заңдылығына сай дамуының нәтижесі. Тілдік қатынас (коммуникация) ұғымы қоғамдық және тарихи негізделген әлеуметтік құбылысты білдіреді, олар сөйлеу қызметінде жүзеге асырылады және өзара түсіністік пен өзара әрекет мақсаттарына қызмет етеді. Арнайы тілдік қатынас ғылымның сәйкесті ұғымын беретін нақты терминдер жинағынан тұрады. Терминдер мен терминдік жүйелер негізгі, коммуникативтік қызметті орындайды, бірақ оларды қолдану салалары өздері қызмет көрсететін ғылым шеңберімен ғана шектеледі. Бұл өз кезегінде терминологияның негізгі сипаттарын береді, терминдерге әсер етеді және ол басқа лексикалық бірліктерден ерекшелене отырып, өзінің арнайы-шектелулі терминдік жүйелерінде қызмет етеді, сонымен бірге ол өзінің барлық семантикалық, құрылымдық және функционалдық ерекшеліктерін анықтайды.

Термин туралы ғылымда негізгі екі бағыт бар, зерттеушілер терминологиялық элементке түрлі анықтамалар береді. Терминді сөзге қарама-қарсы қоятын бірінші бағытты жақтаушылар терминологиялық лексиканың жалпы пайдаланатын лексикадан

айырмашылығын баса айтады. Мұндай тәсілдемені сынай келе, В. М. Лейчик: «Тілдік, лексикалық негіз терминнің әр қырында: оның фонемалық, сөз тудырушы, мазмұны мен функционалды құрылымында көрінеді...бұдан «термин-сөз» дәстүрлі қарама-қарсылықтың заңсыз екендігі туралы қорытынды шығаруға болады, дегенмен бұл бірліктер арасында контрарлық (қарама-қарсы) қатынас емес, логикалық өнімділік бар» деп жазды [4, 90].

В. М. Лейчиктің осы мәселе бойынша көзқарасын А. В. Суперанская қолдай отырып, «кез келген тілдің сөздік құрамын жалпы және арнайы лексика деп бөлуді» ұсынды, сондықтан «...арнайы лексиканың барлық типтері көптеген жалпыламаларды анықтайды және жалпы лексикаға қарама қарсы болуы мүмкін» [5, 26].

Кейбір ғалымдар терминология орыс тілінің жалпықолданатын лексика құрамына жатады деген көзқарасты ұсынады. Біздіңше, осы тұжырым дұрыс сияқты, сондықтан терминологиялық лексиканы тасымалдаушылар қазіргі орыс әдеби тілінің тасымалдаушылары болып табылады. Г. О. Винокур «терминдер – ерекше сөздер емес, тек ерекше функциядағы сөздер» деп атады [1, 5]. В. П. Даниленко «Терминологиялық лексика жалпы әдеби тіл бөлігі бола отырып, көбіне әдеби тілдің сөздік құрамы дамитын лексика-семантикалық процесстерге ұшырайды» деп атап өтті [3, 72].

Терминологиялық лексика үшін ғылым тілімен аталатын функционалды-стистикалық түрлері негізгі орта болып табылады. Тіл білімі бұл сөз тіркесінің екі түсінігін белгілейді: бір жағынан ғылым тілі нақты және ол көп мағыналық пен анықсыздықтан тысқары болуы керек. Ол үшін ерекше түрдегі сөз талап етіледі. Белгілер (және жеке айтқанда, сөздер де) бір бірінен өздері білдіретін нысаннан қаншалықты бөлек екенімен ерекшеленеді.

Расында, бұл мәселені талдай отырып, терминологияның ғылыми мәтіндер тілінің зерттеу нысаны болып есептелетініне көз жеткіземіз. Арнайы лексика классификациясы, яғни одан терминологияны, кәсібилікті, номенклатураны бөлу ғылым тілінің лексикасын зерттеудің бір міндеті болып табылады. Сонымен, терминология ғылым тілі лексикасының негізгі бөлігін құрайды, бірақ ол оқшауланған емес, ортада жалпықолданылатын сөздерді қалыптастырады. Бірақ жеке салаларда сол немесе басқа терминдерді білу басымырақ болуы мүмкін. Осы себепті ғылыми-техникалық терминологияларды зерттеу басымырақ түседі және теориялық негіздер мен терминтану тәсілдерін әзірлеу өзекті болып табылады. Осы нақты сала қызметінің мамандарының терминдерді қатесіз қолдану қажеттілігі бір тұлғаның екінші тұлғаға ақпараттарды дұрыс таратуында көмектеседі. Сонымен бірге сапалы таңдалған терминологияны қолдану кәсіби қызметті жақсарта отырып, тілдік қатынас үдерісін күшейтеді. Шектес сала мамандарының да арнайы лексиканы пайдаланғаны өте маңызды, себебі қазіргі заманда кәсіби салалар бір-бірінен оқшауланып өмір сүре алмайды, керісінше, үнемі қиылысып, өзара әсерлесіп жатады. Осы қағиданы растау үшін электр энергетика саласында қолданылатын лексиканы қарастырайық.

Электр энергетикада терминология мен анықтамалары туралы білімдері энергоқызметтерін көрсететін кәсіпорындардың (ұйымдардың) басшылары мен мамандары, техникалық жоғары оқу орындарындағы оқытушылары үшін маңызды роль атқарады; желілердің, қорғаныстық жерлендіру құрылғыларының және басқа электротехникалық жабдықтардың қандай да бір объектілерінің арнаулы мақсаты мен нақты жерін дұрыс анықтауға мүмкіндік береді; өзіне жақын дыбыстары мен функционалды міндеттері бойынша стандарттық белгілеріне тән электр энергетикалық ұғымдарын ажыратуға көмектеседі, мысалы:

- Бөлектеуші трансформатор және ажырататын трансформатор.
- Кернеудің түсуі және кернеу шығыны.
- Потенциалдарды теңестіру және потенциалдарды деңгейлестіру.
- Нөлдік қорғаныстық өткізгіш пен нөлдік жұмыстық өткізгіш және т.б.

Электр энергетикада терминология мен анықтамаларды білу және пайдалану - электр қондырғыларды оңтайлы әрі қауіпсіз пайдалану; коммутациялық, қорғаныс және бақылау-өлшеу аппараттары мен аспаптарын, автоматика мен телемеханика құралдарын қатесіз таңдау; қорғаныс құралдарын мақсатты пайдалану, электроқондырғыларды жерлендіру әдісін таңдау шарттарының бірі.

Дегенмен, термин объект пен үдерісті атау үшін қызмет ететін жай ғана таңбалық элемент болып табылмайды. Ол объект пен үдерістің қарым-қатынасы мен ішкі байланысын ашады. Демек, термин адамның менталдық қызметінің ерекше бір түрімен байланысты: «Осылайша, сөз бен терминнің айырмашылығы ойлау қызметінің түрлі деңгейлеріндегі – ғылыми ойлау мен тұрмыстық ұғымдарға сүйену құбылыстарын бейнелейтіндігімен ескеріледі» [2,109].

Кез-келген тілдің терминдік жүйесі тілдің жалпы қызмет ету заңдары бойынша құрылады. Бұл тілдік бірліктердің вариативтілігі сияқты құбылысқа да қатысты. Осылай, ілеспе зерттеулер барысында орыс тілінде тең мәнді терминдердің көп саны (шамамен – 104 жұп) лексикалық бірліктерді ауыстыру арқылы түзелген синтаксистік нұсқалар болып табылады, мысалы: *электр желісі – электр (ток) жолы, электр станция шегінен шығатын электр желісі – электр станция маңындағы ток жолы*. С. В. Гринев-Гриневиц ойынша, «синтаксистік нұсқалар – терминдер мен сөз тіркестерінің құрылуының синтаксистік үлгісін ажырататын нұсқа» [2, 147]. Біздің жағдайда бұл «зат есім+сын есім» қағидасы бойынша құрылған негізгі синтаксистік атрибутивтік құрылым. Электр энергетика мәтіндерінде қолданылатын орыс терминологиясындағы «барыс септігінде зат есім+зат есім» сұлбасы бойынша жасалған көптеген құрылымының ұқсас синтаксистік нұсқалары болмайды. Салыстыру үшін қазқ тіліндегі нұсқада грамматикалық байланысы мен сөз ретін ажырататын үш мысал көресетелік: *кәбіл желісі – линия кабельная; екі жақтан қоректенетін желі – линия с двусторонним питанием; бойлық қарымталанған желі – линия с продольной компенсацией*.

Ғылыми-техникалық мәтіндерде тіл білушілердің көпшілігі танымайтын бір-қатар көмекші таңбалау жүйелерін (мысалы, сұлбалар мен сызбалар, графиктер мен формулалар) кездестіруге болады. Демек, ғылыми-техникалық мәтіндер нақты бір білім саласында немесе кәсіптегі мамандарға арналған, бұл жағдайда кәсіби мамандар реципиент ретінде шығады [7].

Орыс тіліндегі ғылыми-техникалық мәтіндерде таңбалық белгілеулер мен олардың нұсқалары жиі кездеседі, яғни олар терминологиялық сөз тіркесін құрайтын дефис, біріккен немесе жеке жазылатын сөздерге қатысты, мысалы: *анкерно-угловая опора – анкерноугловая опора; линия электро-передачи – электропередающая линия* және т.б. Салыстыру үшін қазақ тілі терминологиясының көптеген синонимдері сын есімін қолдану арқылы пайда болғанын атап өтейік, мысалы: *линия - желілік трансформатор – линейный трансформатор; желілік арматура – линейная арматура; тарату жолы – линия передачи* және т.б. Демек, осыны ғылыми-техникалық мәтіндерді аударған кезде ескергеніміз жөн болады.

Аудармашыларға тудыратын қиындықтардың тағы бір ерекшелігі, ғылыми-техникалық мәтіндердегі қысқарған сөздер мен шартты белгілер, мысалы, *линия электропередачи (ЛЭП) – электр беріліс желісі (ЭБЖ)*.

Осы мақалада келтірілген деректерде терминология жалпы әдеби тілден ажырамайтыны, арнайы лексиканың дамуы да әдеттегі сөз формаларындай-ақ екені байқалады, терминдерді стандарттау жөніндегі біраз жұмыстарға қарамастан, арнайы мақсаттағы тілдегі синонимдер бар және әрдайым дамуда. Мысалы, қазақ және орыс тілдеріндегі «*линия*» терминін қарастырсақ, орыс тіліндегі синонимдер айтарлықтай басым екенін атап кетуге болады.

Терминологияда кездесетін синтаксистік нұсқалардың көп мөлшері байланыстың түрлі актілерінде кәсіби түсінісуге зиянын тигізбейтінін, бірақ сөздіктер мен электронды

деректер базасын құруда және оларды пайдалануда қиындықтар туғызатынын атап өткен жөн.

Аударма шешіміне әсер ететін ғылыми-техникалық мәтіннің лексикалық ерекшеліктері ішінен күнделікті ауызша сөйлеуге жататын кейбір сөздерге айрықша мағыналық жүктеме берген жөн. В. Н. Комиссаров күнделікті сөйлеу сөздерін қайта ойлау (түсіну) жаңа терминдерді құрудың тиімді әдісі болып табылады деп жазды. Осы себепті ауызша сөйлеуге жататын және терминнің номинативті функциясын орындайтын көптеген сөздер бар [5, 38]. Әйтсе де, мұндай жағдайларда сөздерді жалпы қолдану ғылыми мәтіннің шектелген бөлігі болады, онда жалпы қолданатын лексиканы терминологияландыру процесі орын алады.

Терминдер өзінің термин жүйесі шеңберінде қызмет ете отырып, осы саланы сипаттайтын мәнді, процесті, құбылысты анықтайды және қажетті ақпараттарды тасымалдайды. Бұл кез келген маманнан өз кәсібіне сәйкесті тіл ерекшеліктерін анықтайтын сөйлеу тәртібін талап етеді.

Тілдердің өзара артуы және даму процесі көпұлттық мемлекетте екі және көп тілді меңгеру мәселесін қолайлы шешуге мүмкіндік береді. Нәтижесінде, Қазақстан халқының тілдерінде лексика, синтаксис, стилистика, семантика саласында кейбір жалпы заңдылықтар, жалпы құбылыстар пайда болады. Олар Қазақстан елінің көп түрлі этностардың екі тілділігін дамытуды жеңілдетеді. Арнаулы әдебиетте екі тілділік - қалай өз тілін білсе солай екінші тілді де білу керек деген терминінен шыққан.

Қазіргі Қазақстанда барлық білім саласында жалпы пайдаланатын және халыққа түсінікті орыс кірме сөздері мен интернационал терминдерін кеңінен қолданған жөн. Қандай да бір терминдерді орыс және қазақ тілінде пайдалану, сөздік құрамындағы екі тілдегі сөздерді үйренуге жеңілдетеді.

Тілдердің термин жүйелерін құру және дамыту мәселесі жоғарғы оқу орындарында болашақ мамандарды дайындаған кезде маңызды болады. Жоғары кәсіби білім берудің заманауи жүйесінің негізгі мәселесі әлеуметтік белсенді, кәсіби жетік маман дайындау. Осы мәселенің ең маңызды аспектілерінің бірі болашақ маман жайлы кәсіптік жұмысын тауып алуды қамтамасыз ететін кәсіптік қарым-қатынас негіздерін үйрету болып табылады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Винокур Г.О. О некоторых явлениях словообразования в русской технической терминологии // Труды Московского института истории, филологии и литературы. - Т.5.- М., 1939. – с. 3-54.

[2] Гринев С.В. Введение в терминоведение. Москва, Московский лицей, 1993, 309 с.

[3] Даниленко В.П. Русская терминология (опыт лингвистического описания). - М.: Наука, 1977.

[4] Лейчик В.М. О языковом субстрате термина // Вопросы языкознания. – 1986. - № 5. – С.87-97.

[5] Комиссаров В.Н. Современное переводоведение. – М.: Иностранная литература, 1999. – 276 с.

[6] Суперанская А.В., Подольская Н.В., Васильева Н.В. Общая терминология: вопросы теории. - М., 1989.

[7] Kurs.znate.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://kurs.znate.ru/docs/index-132426.html>.

REFERENCES

- [1] Vinokur G. O. About some phenomena of word formation in the Russian technical terminology//Works of the Moscow institute of history, philology and literature. - T.5. - M, 1939. – page 3-54.
- [2] Grinev S. V. Introduction to a terminovedeniye. Moscow, Moscow lyceum, 1993, 309 pages.
- [3] Danilenko V. P. Russian terminology (experience of the linguistic description). - M.: Science, 1977.
- [4] Leychik V. M. About a language substratum of the term//linguistics Questions. – 1986. - No. 5. – Page 87-97.
- [5] Commissioners V. N. Modern theory of translation. – M.: Foreign literature, 1999. – 276 pages.
- [6] Superanskaya A. V., Podolsk N. V., Vasilyeva N. V. General terminology: theory questions. - M, 1989.
- [7] Kurs.znate.ru [Electronic resource]. – Access mode: <http://kurs.znate.ru/docs/index-132426.html>.

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ НАУЧНОЙ ТЕРМИНОЛОГИИ (НА МАТЕРИАЛЕ РУССКОГО И КАЗАХСКОГО ЯЗЫКОВ)

Т. С. Курманбаева¹, С. Е. Жуанганова²

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

²Казахский университет международных отношений и мировых языков им.Абылайхана,
г. Алматы, Казахстан

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы современного терминоведения, связанные с формированием и развитием научной терминологии в русском и казахском языках. Определяются место и роль термина в лексико-семантической системе языка, его отличительные признаки и функциональные особенности. Особое место в статье занимают вопросы формирования научно-технической терминологии в условиях взаимодействия языков и культур. На примере языковой ситуации в современном Казахстане исследуются проблемы влияния казахско-русского двуязычия на лингвистические процессы терминотворчества в научном и научно-техническом дискурсе. Особое внимание в статье уделяется проблеме выбора при переводе научных текстов с одного языка на другой. Определяются собственно лингвистические критерии выбора способа терминологизации: калькирование (дословный перевод, заимствование, использование интернационального термина, описательный оборот и т.п.). На материале научно-технических терминов электроэнергетики рассматриваются социально значимые аспекты изучения научной терминологии при подготовке будущих специалистов в высших учебных заведениях. Делается вывод о том, что употребление одних и тех же терминов в казахском и русском языках облегчает изучение словарного состава обоих языков.

Ключевые слова: термин, терминосистема, научно-технический текст, общепупотребительные слова, лексический вариант, заимствование, перевод.

MODERN ASPECTS TO RESEARCH OF SCIENTIFIC TERMINOLOGY (ON MATERIAL OF THE RUSSIAN AND KAZAKH LANGUAGES)

T. S. Kurmanbayeva¹, S. E. Zhuanganova²

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

²Kazakh Ablai Khan university of International Relations and World languages,
Almaty, Kazakhstan

Abstract. In article were considered the questions of a modern science about the terms connected with formation and development of scientific terminology in the Russian and Kazakh languages. The place and a role of the term in lexical and semantical system of language, its distinctive signs and functional features are defined. The special place in article is taken by questions of formation of scientific and technical terminology in the conditions of interaction of languages and cultures. On material of a language situation in modern Kazakhstan problems of influence of the Kazakh-Russian bilingualism on linguistic processes of a creation of terms in a scientific and technical discourse are investigated. The special attention in article is paid to a choice problem at the translation of scientific texts from one language on another. Actually linguistic criteria of a choice of a way of a creation of the terms are defined: tracing (literal translation), loan, use of the international term, descriptive turn, etc.). On material of scientific and technical terms of power industry socially significant aspects of studying of scientific terminology are considered when training future experts in higher educational institutions. The conclusion that the use of the same terms in the Kazakh and Russian languages facilitates studying of dictionary structure of both languages.

Key words: term, terminosistem, scientific and technical text, common words, lexical option, loan, translation.

Г. Д. Шаракпаева¹¹Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, Казахстан

КАЗАХСКИЙ ГЕРОИЧЕСКИЙ ЭПОС

Аннотация. В статье объектом анализа является казахский героический эпос. Героический эпос – это сюжетные поэмы, в которых рассказывается о ратных подвигах батыров, обладавших необычайной силой и защищавших свой народ от набегов чужеземцев. Казахский эпос возник на почве исторических событий, пережитых казахским народом в разное время. Поэтому он является ценным памятником, который свидетельствует о героических подвигах батыров, о стойкости духа, о нравах и обычаях казахского народа. Произведения героического эпоса вошли в структуру казахского фольклора как его важнейшая составная часть и занимают в нем особое место. Особенность эпоса заключается в том, что в нем дискурсивные формы мышления уступают место художественно-образному мышлению.

Ключевые слова: эпос, батыр, независимость, народ, мировоззрение, обычай.

Героический эпос-это сюжетные поэмы, рассказывающие о подвигах батыров, обладавших необычайной физической и нравственной силой, защищавших свой народ от набегов чужеземцев, спасавших его от тяжелых бедствий. В устном народном творчестве слово «батыр» означало отважного, справедливого, мужественного и смелого человека.

Казахский героический эпос возник, главным образом, на почве исторических событий пережитых казахским народом в эпоху феодальных отношений, так называемого средневековья. В средние века казахские эпические произведения, отражая исторические события эпохи, обогащались и получали свое дальнейшее развитие. Большинство казахских сказаний о батырах по своим источникам восходит к историческим преданиям времен Ногайской Орды. «Надо полагать, - писал Чокан Валиханов, - что под ногами, первоначально разумелись в Средней Азии все кочевые племена турецкого и монгольского происхождения, говорившие татарским языком. Как калмыками назывались кочевники, говорившие по - монгольски» [1]. Калмыцкие войны создали тот необходимый исторический фон для большинства произведений героического эпоса народов Средней Азии и Казахстана. В начале 15 века в Центральной Азии возникло могущественное и сильное кочевое государство ойратов, в исторических источниках ойратов называли калмыками или джунгарами. С этого времени и до середины 18 века, когда остатки этого государства были уничтожены китайцами, огромные степные территории неоднократно подвергались опустошительным и разрушительным набегам калмыков. В работе «Очерк истории Семиречья» В.В. Бартольд утверждал, что мусульманские авторы 16-17 веков считали «язычников» то есть калмыков самыми могущественными врагами среднеазиатских мусульман. Опустошительные набеги этого сложного времени остались в памяти казахского народа как годы великого бедствия (актабан шубрунды). Исторические события калмыцких войн связаны с окончательным распадом монгольской империи Чингизидов и ее наследников: Золотой Орды на западе и государства Тимуридов на востоке. Для народов кипчакских степей эта эпоха связана с пробуждением и ростом исторического и государственного сознания и самосознания, нашедших свое отражение в эпическом творчестве. Казахский эпос о батырах, может служить, показательным примером отношения эпоса к истории конкретного народа. Он является историческим памятником, который свидетельствует о героических подвигах степных батыров, повествованием о стойкости и силе духа казахского народа, рассказом о его нравах и обычаях. Героический эпос возник и получил дальнейшее развитие и оформление на ранних ступенях классового общества, рабовладельческого или феодального.

Французские и испанские эпические поэмы, русские былины о богатырях, германский дружинный и немецкий феодальный эпос, эпос тюркских и монгольских народов о батырах, эпические сказания о нартах народов Северного Кавказа и карело-финская «Калевала» отражают различные ступени социально-экономического развития народов и представляют собой национальные специфические формы народного творчества. При содержательном сравнении эпических произведений народов мира, несмотря на все их различия, обнаруживаются черты значительного, существенного сходства. Похожесть произведений героического эпоса у разных народов не ограничивается лишь внешним совпадением определенных элементов повествования. Общие жанровые признаки эпоса различных народов можно свести, видимо, к следующему: единый круг этических мотивов и сюжетов, идеализирующих воинские подвиги народных героев, типы действующих лиц и ситуации действия, жанровая структура и ее эволюция. В работе «Казахский героический эпос» историк Орлов А.С. обращает внимание на очень интересный научный факт, смысл которого сводится к следующему: «...героический эпос казахов не является наивным произведением степной простоты, а свидетельствует о высоком уровне литературного искусства. Казахские былины представляют собой художественное повествование, в конструкции которого применены разнообразные приемы на восприятие. Былины эти не ограничиваются механическим движением рассказа, они живописны и эмоциональны, взаимоотношения персонажей психологически сложны. Оставляя в стороне черты сказочности, обязательной для данного вида литературы, мы находим в этих былинах много реализма» [2]. Произведения героического эпоса вошли в структуру казахского фольклора в качестве его важнейшей составной части и занимают в нем особое место. Особенность эпоса заключается в том, что в его содержании дискурсивные формы мышления в пословицах и поговорках, а отчасти и в сказках, уступают свое место художественно-образному мышлению. Проще говоря, эпос-это художественно-образное отражение действительности в народном сознании. В казахском героическом эпосе исторические события разворачиваются вокруг главного героя, особо выдающегося лица. В народных эпосах, таких как «Кобланды-батыр», «Камбар-батыр», «Ер-Таргын», «Алпамыс-батыр» отражено стремление казахов отстаивать независимость своей родины от нападения иноземных захватчиков. Батыры преодолевают любые трудности и преграды на пути, карают как внешних, так и внутренних врагов, покушавшихся на их жизнь или свободу. Все батыры, без исключения, проявляют богатырскую мощь с детских лет. Ребенок в возрасте нескольких лет от роду или очень малых лет, легко может ввязаться в сражение с могущественным врагом, подменяя отца или мстя за него. В казахском эпосе малолетке батыру, часто ближайшие родственники подсказывают, где и как можно взять лук и стрелы. Манас, по записи Чокана Валиханова, «двенадцати лет стрелял из лука, тринадцати лет с копьём в руках побеждал врагов, уносил детей из седла, похищал красных девиц и заставлял батыров кричать «куки». По «преданьям старины глубокой» киргизы кричали «куки», когда им было больно. В четырнадцать лет батыр разбивал аулы, стоявшие в ущельях, и через высокие горы угонял вражеские табуны, а в пятнадцать лет вершил судьбы многих народов. На этом пути они претерпевают невероятные трудности, но, в конце концов, все кончается блестящей победой над врагом. Они ставят своей целью защиту своего народа, своей родины от нашествия внешних врагов. В случае неудачи батыры не падают духом. Они быстро восстанавливают свои физические и моральные силы, чтобы возглавить новый поход на врагов. В побеге из вражеского застенка Алпамысу помогают его хитроумные уловки, а Кобланды – его невероятная сила и храбрость. Во всем этом заложен глубокий мировоззренческий смысл морально-этического, героического свойства. Побеждает не тот, кто слепо надеется только на свою несокрушимую силу и храбрость, а тот, кто силен, умен и может вести схватку с врагом расчетливо и умело, отмечает известный казахстанский философ О. А. Сегизбаев. В любом героическом эпосе особое место

занимают жены батыров. Они выступают в роли помощницы и советчицы батыра, вдохновительницы и верной соратницы, задушевного друга. Героини казахского эпоса мудры, решительны, умны и дальновидны. Так, например, Кортка, следуя на родину мужа со свадебным караваном, увидев пегую жеребую кобылицу, которая еще должна была родить предназначенного Кобланды коня, говорит ему следующее: «Нужен спутник надежный тебе, друг в печали, товарищ в борьбе. Кобылица должна родить жеребеночка-скакуна: чалой масти, в беге крылат, он- соратник твой и собрат!» [3]. Героини народных эпосов способны на величайшие поступки и действия во имя любви к любимому человеку, любви к родной земле. Все женщины в эпосе являются бесспорными красавицами, так например, о Кортке в эпосе «Кобланды-батыр» отмечено следующее: «Все живое пленила вокруг красотой черных очей, добротой мягких речей» [4]. Красота женщины сравнивается в эпосе с красотой природных явлений. Например, по аналогии, цвет кожи сравнивается с белизной чистого снега, гибкость стана- со стройностью тростника, лик любимой- с ликом луны и т.д. При описании природных явлений в эпосе доминирует принцип реального отражения действительности, где природа предстает именно такой, какова она есть на самом деле. Например, «Бурный Яик смутен и дик» или они вошли в лес густой».

В казахском героическом эпосе почетное место отводится коням. Конь- ближайший друг, помощник и соратник батыра. Клички коней батыров хорошо знакомы степному народу, как и имена героев: Тайбурыл (чалый) у Кобланды, Тарлан (сивка) у Таргына, Байшубар (чубарый) у Алпамыса, Каракаска (вороной с лысинкой) у Камбара. Кони красивы, могучи, быстроходны, понятливы, слиты воедино со своим седоком- батыром в едином порыве одержать победу над врагом. Часто они предупреждают батыров, прибегая к человеческой речи об опасности, ожидающей всадника при принятии того или иного решения, как это сделал Тайбурыл, конь Кобланды или же невзрачный на вид, но физически сильный и умный конь батыра Алпамыса по кличке Байшубар. Темы бесед батыра с конем разнообразны. Конь сообщает своему хозяину о событиях, происходящих в степи, дает практические советы не только в бою, но и в самых разных жизненных ситуациях. Главное содержание речей коня-это мудрые советы батыру, неподчинение которым непременно приводит того к краю гибели или даже к смерти, и вернуть его к жизни становится делом того же коня. Чаще конь преподносит свои советы в спокойной форме, но если хозяин проявляет слабость характера и намеревается свернуть с правильного пути, конь требует от батыра большого мужества, активности в действиях, напоминая ему о родине. Эпический конь-это крылья батыра, по образному определению, известному много столетий назад. Конь в эпосе или действительно крылат, или обладает способностью летать над землей. Хотя крыльев у него нет, он может шагать по облакам. Для него характерен необычный бег - бег-полет. Конь обгоняет куланов и птиц. Он летит над вершинами гор, залетает на небо, прилепившись к нему звездой Шолпан. Описание бега коня по экспрессии не уступает восхищению и воспеванию возлюбленной в восточном эпосе. Картина быстрого бега коня чрезвычайно ярко и полно дана в казахской версии «Кобланды-батыра». Конь Кобланды месит валуны, как глину, перепрыгивает пропасти, как «лунки очагов», взбирается с горы на гору, не замечая их, перескакивает цепи гор с множеством «кочевков» ханов и биев, многие холмы «выгнутые, как шея верблюда, острые, как девичьи груди», и озера, заросшие нугой и камышом, полные уток, гусей и лебедей. Реки, болота с дикими птицами, «земли, кровью пропахшие», ягодники, песчаники, заросли таволги - этот широкий географический горизонт, дает реальное представление о быстроте и длительности пути коня. Конь преодолевает путь в сорок дней за один миг, он обгоняет не только животных, но и птиц, так как у него есть пара крыльев, и он может летать по воздуху, как вихрь. Он давит всех, не успевших взлететь из-под его копыт. В то же время он поднимается на дыбы, разбрызгивает пот, «как дождь». В беге конь вытягивается, как ремень, извивается, как проволока, вертится вокруг

себя. Можно только предположить, как чувствует себя батыр при таком стремительном беге. Конь – это опора батыра. Не только любовь к эпическому коню движет батыром в заботливом и внимательном отношении к нему и тщательном уходе за ним. Батыр должен беречь коня, чтобы не остаться одиноким в чужом краю. Вполне закономерно поэтому, что в героическом эпосе столь значительное место отводится коням. Поэтизируя коней в эпических сказаниях, казахский народ вложил в их образы свое представление о красоте и силе, смелости, мужестве и преданной дружбе. Для героического эпоса казахского народа характерен гилозоизм и антропоморфизм, представление о всеобщей одушевленности природы. Профессор Х. Джумалиев утверждает, что: «В героическом эпосе казахов, как и у других народов, часто применяется психологический параллелизм. При изображении опасностей, преодолеваемых главными героями, а также связанных с ними горестей и радостей приводятся в параллель соответствующие описания природы или переживания животных. Путем сопоставления этих двух сходных между собой состояний дается ясное представление об описываемом событии» [5].

Итак, начиная с древнейших времен, основанием для определения самобытности культуры конкретного народа были имманентные формы духовности, являющиеся содержанием этой культуры. Поиск внутренней логики казахского самосознания предопределяет саму постановку общих мировоззренческих проблем, познавательные подходы к ним и саму предметность этого сознания. Понимание самобытности культуры казахов выражает качественную определенность общества, что основано на общности и своеобразии жизненных доминант его членов. Здесь слились воедино различные стороны социального бытия, онтологические и гносеологические аспекты сознания, а также внутренние источники духовного развития народа. Самобытность оказывается одним из движущих принципов исторического развития конкретного народа, жизненным ядром его культуры, стержнем и динамическим условием социального развития. Понятие самобытности общества связано с пониманием его специфического своеобразия, которое выражается в формах духовной культуры. В таких простых формах культуры, как обычаи, традиции и обряды, зафиксированы ценностные и духовные аспекты жизнедеятельности народа. Именно они отражают его независимую природу и собственные источники духовного развития. Это основано на цивилизационной концепции развития, восточном универсализме, на изучении дальних и ближних корней генезиса общества, оценке преемственности между прошлым и настоящим, диалоге культур различного времени и пространства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Уалиханов Ш. Сочинение Т.7. – С. 5.
- [2] Орлов А. С. Казахский героический эпос. - М., 1945. - С. 124.
- [3] Казахский эпос. - Алма-ата, 1958. - С. 37.
- [4] Казахский эпос. - Алма-ата, 1958. - С. 34.
- [5] О казахском эпосе. Предисловие к книге «Казахский эпос», Алма-Ата, 1958. - С. 17.

REFERENCES

- [1] Sh.Valikhanov. Works, v. 7, p. 5
- [2] A. S. Orlov.The Kazakh heroic epos.- M.-1945.-p. 124
- [3] The Kazak epos. – Almaty, 1958 – p. 37
- [4] The Kazak epos. – Almaty, 1958 – p. 34
- [5] About the Kazakh epos. Foreword to the book “The Kazakh epos” – Almaty, 1958 – p. 17.

ҚАЗАҚ ХАЛҚЫНЫҢ БАТЫРЛАР ЖЫРЫ

Г. Д. Шаракпаева¹

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

Аңдатпа. Мақалада қазақ халқының эпостық жырларындағы ерлік сарапталады. Батырлар жыры – бұл халықтан шыққан ерлердің елі мен жерін қорғаудағы істеген ерліктері, даналық пен адамгершіліктің үлгісі. Қазақ эпостық жырлары басқыншыларға қарсы шыққан халықтың қозғалыс пен тарихи оқиғалардың негізінде туындаған. Сол себептен де халық пен жеке тұлғалардың ересен ерлігін жырлаған тарихи ескерткіш болып табылады. Эпостық шығармалар сонымен бірге халықтың салт-дәстүрі мен саяси-әлеуметтік құрылымындағы ерекшеліктерді де жеткізеді. Батырлық эпостың туындылары қазақ фольклорының құрылымына маңызды құрымдас бөлігі ретінде кіреді және оның ішінде ерекше орын алады. Эпостың ерекшелігі: көркемдік-бейне дискурсивті ойлау нысанына орын беру болып табылады.

Кілттік сөздер: эпос, батыр, тәуелсіздік, халық, дүниетаным, салт-дәстүр.

THE KAZAKH HEROIC EPOS

G. Sharakpaeva¹

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

Abstract. The object of analysis of the article is the Kazakh heroic epos. Heroic epos is presented by narrative plotline poems, epic tales which tell the reader about the heroic deeds in battles performed by the batyrs – superpowerful warriors who defended their people from armed attacks of foreign invaders.

The Kazakh historical epos evolved from the historic events endured by the Kazakh people in different times. Thus it serves as a literary heritage for documentary evidence of the Kazakh people's great courage and fortitude, and their rights, traditions and customs. Works of heroic epos have become one of the most important parts of the Kazakh folk fore structure with a specific position. The peculiarity of this fact is that discursive forms of thinking give way to image-learning thinking.

Key words: epos, batyr, independence, the Kazakh people, ideology, history, rights, traditions and customs.

ХОЖИН ГАМИЛЬ ХОЖАҰЛЫ (80 жылдық мерейтойына)



2016 жылдың қараша айының 8 жұлдызында профессор Хожин Гамиль Хожаұлының туғанына 80 жыл және ғылыми, ұстаздық, қоғамдық қызметіне 57 жыл толды.

Хожин Г. Х., А. Байтұрсынов атындағы қола (2005 ж.), күміс (2012 ж.) және алтын (2015 ж.) медальдарының лауреаты, ҚР-ның Білім беру ісінің үздігі, Халықаралық ғылыми академияның (МАНЭБ) академигі, ҚР-ның еңбек сіңірген энергетигі.

Хожин Г. Х., 1954 жылы Ақтөбе облысының Мартук қазақ орта мектебін бітірді, ал 1977 жылы Ферғана техникалық училищесін үздік аяқтады. Алған мамандығы “Ауыл шаруашылығын электрілендіру және радиоландыру электромеханигі”. 1964 жылы Москвадағы Бүкіл Одақтық политехникалық институтының энергетикалық факультетін бітірді. Мамандығы: “Электр станциялары, тораптары және жүйелері”.

1959 жылы Қазақ таукен-металлургия институтына (кейін КазПТИ) электрмонтерлік жұмысына алынды да, осы күнге дейін жоғары оқу жүйесінде қызмет істейді. Осы уақыттың ішінде ол қарапайым электрик, институттың бас энергетигі, проблемалық лабораторияның бас инженері, аға ғылыми қызметкер, ассистент, аға мұғалім, доцент, профессор, кафедра меңгерушісі, деканның орынбасары, декан, Қазақстан Республикасының Білім министрлігінің Жоғары оқу бас басқармасының бас маманы болып жұмыс атқарады.

1966 жылы аспирантураға (күндізгі) түсіп, 1970 жылы кандидаттық диссертация қорғады. Г. Х. Хожинге техника ғылымының кандидаты дәрежесі және доцент атағы берілді.

1994 жылдан Г. Х. Хожинге профессор атағы берілді. Қазіргі уақытта ол оқу сабақтарын қазақ және орыс тілдерінде жүргізеді. Гамиль Хожаұлы Халық шаруашылық жетістіктер көрмесінің күміс және қола медальдарының және “Еңбек ардагері” медалінің иегері.

Профессор Г. Х. Хожин 4 авторлық күәлікке иегер. Оның қаламынан 280-нен астам ғылыми және әдістемелік еңбектер жарияланған. Оның ішінде: 4 оқулық (1998, 2002, 2011, 2014 ж.ж.) 14 оқу құралы, 24 әдістемелік нұсқау және 33 мақала қазақ тілінде шыққан. Оқулықтары Қазақстан Республикасы Білім және Ғылым министрлігі оқулық ретінде ұсынған.

1996 жылы профессор Г. Х. Хожин Білім беру саласындағы ерекше еңбегі үшін “Қазақстан Республикасының Білім беру ісінің үздігі” белгісімен марапатталды, ал сол жылы Қазақстан энергетика Ассоциациясы “Қазақстан Республикасының еңбек сіңірген энергетигі” атағын берді.

2009 жылы профессор Хожин Г., корреспондент-мүшесі, ал 2011 жылы Экология, адамды және табиғатты қауіпсіздендірудің Халықаралық ғылыми академияның академигі болып сайланды.

Қазіргі уақытта профессор Гамиль Хожаұлы жігерлі әрі қайратты, өзінің көп жылдық тәжірбиесін, білімін студенттерге, магистранттарға және жас мұғалімдерге береді.

Құрметті Гамиль Хожаұлы!

Сізді 80-ші мерейлі жасымен құттықтаймыз!

Зор денсаулық, бақыт, дәулет, қажымас қайрат, еңбегіңізге табыс, отбасына береке-бірлік тілейміз!

СОКОЛОВ СЕРГЕЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ

(к 75-летию со дня рождения)



Соколов Сергей Евгеньевич родился 4 декабря 1941 года в городе Алма-Ате. В 1963 году окончил факультет электрификации Казахского сельскохозяйственного института, получив квалификацию «инженер – электрик». Трудовую деятельность начал инженером электротехнического отдела института «Казгипросельэлектро», а в 1965 году перешел на преподавательскую работу в Казахский политехнический институт им. В.И. Ленина. С 1966 по 1970 год обучался в очной аспирантуре на кафедре «Электрические станции» Ленинградского политехнического института им. М.И. Калинина, и в 1971 году защитил кандидатскую диссертацию.

С 1970 года работал в Казахском политехническом институте. В 1973 году утвержден в звании доцента кафедры «Электрические станции». В 1975 году переведен в Алматинский энергетический институт, в котором с 1976 по 1986 годы заведовал кафедрой «Техники высоких напряжений».

С 1986 по 1992 год работал в Алматинском филиале института повышения квалификации «ВИПК энерго» заместителем декана факультета непрерывной подготовки, а затем в Алматинском институте повышения квалификации «АИПК энерго НЭС "Казахстанэнерго"» - начальником отдела организации подготовки кадров.

С 1992 по 1999 годы работал доцентом, с 1999 года заведующим кафедры электроснабжения Казахской Академии транспорта и коммуникаций. В 2001 году защитил докторскую диссертацию. В 2002 году утвержден в звании профессора и избран действительным членом Международной Академии информатизации.

С 2002 года работает в Алматинском институте энергетики и связи заведующим кафедрой «Электрические станции, сети и системы», а с 2015 года работает профессором той же кафедры, принимая активное участие в организации учебного процесса, разработке Государственных стандартов образования и типовых программ по специальности «Электроэнергетика». Состоял членом Совета УМО по специальности «Электроэнергетика». Является автором целого ряда учебно-методических пособий и разработок.

В 2011 году ему присвоено звание «Заслуженный энергетик Республики Казахстан».

Соколов С. Е. является основателем казахстанской школы по разработке и исследованию управляемых ферромагнитных устройств с подмагничиванием постоянным током. Под его руководством был разработаны, изготовлены и внедрены первые управляемые реакторы трансформаторного типа на ПС «Чорга» ПЭО «Алтайэнерго» и ПС «Таксимо» Западного участка электроснабжения БАМа. Соколов С. Е. является автором более 200 научных трудов, в числе которых 42 авторских свидетельства и патентов, четыре монографии и двенадцать учебных пособий. Награжден знаком «Изобретатель СССР», серебряными медалями ВДНХ СССР, дипломами ВДНХ Казахской ССР и Почетными грамотами различных ведомств. В настоящее время является членом Президиума Международной Академии Информатизации, членом Редакционного Совета журнала «Новости науки Казахстана» и главным редактором научно-технического журнала «Вестник АУЭС».

Уважаемый Сергей Евгеньевич!

Сердечно поздравляем Вас с 75-летием со дня Рождения!

Пусть бриллиантовый возраст будет не единственной драгоценностью Вашей многотрудной, но достойной жизни. Будьте здоровы и счастливы!

КОЗЛОВ ВЛАДИМИР СЕРГЕЕВИЧ

(к 70-летию со дня рождения)



Козлов Владимир Сергеевич, кандидат филологических наук, доцент АУЭС, заведующий кафедрой иностранных языков, родился 24 декабря 1946 года в России в городе Челябинске.

В 1969 году Владимир Сергеевич окончил Челябинский Государственный педагогический институт, получив специальность учителя английского языка средней школы.

С 1980 по 1983 год Владимир Сергеевич учился в очной аспирантуре при Московском Государственном педагогическом институте иностранных языков имени М. Тореца. В 1984 году защитил кандидатскую диссертацию с присуждением ученой степени кандидата филологических наук.

Свою трудовую деятельность Владимир Сергеевич начал в Челябинском институте механизации и электрификации сельского хозяйства и за шестнадцать лет прошел путь от старшего лаборанта до заведующего кафедрой. За это время Владимир Сергеевич сформировался как специалист и педагог высокой квалификации.

С 1987 года Владимир Сергеевич продолжил свою работу в Казахстане. В разные годы преподавал в Казахском институте физической культуры, в Казахстанско-Российском гуманитарном университете, а также в Государственном техническом университете имени К. И. Сатпаева.

С 2010 года Владимир Сергеевич работает в Алматинском университете энергетики и связи на кафедре «Иностранные языки».

За период работы в университетах им опубликован ряд научных статей, учебных пособий и методических указаний. Владимир Сергеевич проводит большую редакторскую работу по изданию литературы на английском языке.

Владимир Сергеевич проявил себя умелым руководителем, компетентным преподавателем с глубоким знанием английского языка.

За добросовестный труд Козлов Владимир Сергеевич имеет благодарности от руководства университета.

Уважаемый Владимир Сергеевич!

От всей души поздравляем Вас со знаменательной датой!

Мы ценим Вас как человека с широким научным кругозором и богатым опытом и желаем крепкого здоровья, семейного благополучия, счастья и новых творческих успехов!

Требования к оформлению статей

1. Статья должна быть оформлена в строгом соответствии с ГОСТ 7.5-98 «Журналы, сборники, информационные издания. Издательское оформление публикуемых материалов».

2. Материалы предоставляются в печатном (1 экз.) и электронном виде, в редакторе Word A4 с полями - верхнее и нижнее – 2 см, левое – 3 см, правое – 1,5 см, шрифтом Times New Roman, кегль 12, интервал одинарный.

Последовательность элементов издательского оформления материалов следующая:

– код МРНТИ (Межгосударственный рубрикатор научно-технической информации) ставится в верхнем левом углу первой страницы;

– инициалы и фамилии авторов обычным жирным шрифтом, затем на следующей строчке – название организации(ий), в которой выполнена работа, город, страна;

– заглавие публикуемого материала (прописными буквами, полужирный, кегль 12, абзац центрированный);

– аннотация (100-150 слов, приводится на языке текста публикуемого материала, кегль №11);

– Ключевые слова по тематике (примерно 6 одиночные слова или 3-4 словосочетаний, кегль №11);

– текст статьи (кегель №12);

– СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления» (не более 12 наименований), ссылки размещаются по мере упоминания в тексте;

– список литературы на английском языке (REFERENCES) для других БАЗ ДАННЫХ полностью отдельным блоком, повторяя список литературы к русскоязычной части, независимо от того, имеются или нет в нем иностранные источники. В REFERENCES не используются разделительные знаки («//» и «←»). Название источника пишется курсивом, следом жирным шрифтом – год издания, затем номер издания и номера страниц и выходные данные (все отделяется запятой). В конце в скобках указать язык статьи;

– резюме (100-150 слов) на двух языках, отличающихся от языка статьи. Посередине страницы пишется: 1) название статьи; 2) авторы; 3) название организации; с красной строки – Аннотация, после – Ключевые слова (кегель №11).

3. Рисунки и графики должны располагаться по тексту, после ссылки на них, без сокращения: например: "Рисунок 1 - Название (под рисунком)". Рисунки выполняются в режиме Paint (Paintbrush). Графики, диаграммы, гистограммы - в режиме Microsoft Excel, с разрешением не менее 300 dpi. Математические, физические и другие обозначения и формулы набираются в режиме редактора формул (Microsoft Equation), наклонным шрифтом и располагаются по центру. Номера формул проставляются у правого края страницы в круглых скобках.

4. Общий объем рукописи, включая аннотации, резюме и с учетом рисунков и таблиц не более 5-8 страниц.

5. Статья, в обязательном порядке, подписывается всеми авторами (не более четырех авторов) в нижнем правом углу на каждой странице текста, ставится дата. В случае переработки статьи техническим редактором журнала датой поступления считается дата получения редакцией окончательного варианта. В одном номере журнала допускается публикация не более 2 статей одного автора.

6. На отдельном листе следует привести сведения об авторах: Ф.И.О. полностью, почтовый адрес, e-mail, место работы, должность, служебный и домашний телефоны.

7. К статье обязательно прилагаются рецензии 2-х независимых ученых (внешняя и внутренняя), которые не входят в состав редакционной коллегии журнала и ведут исследования в областях, близких с тематикой статьи.

8. Для каждой статьи заполняется экспертное заключение о возможности опубликования, утвержденное проректором по НР.

9. На основании экспертных заключений редколлегия принимает решение: о публикации материала в представленном виде; о необходимости доработки; об отклонении.

10. Рукопись, направленная авторам на доработку, должна быть возвращена в исправленном виде в срок не более 10 рабочих дней. По истечении этого срока она рассматривается как вновь поступившая. К переработанной рукописи необходимо приложить письмо от авторов, описывающее сделанные исправления и содержащее ответы на все замечания рецензентов.

11. Рукопись, получившая отрицательные оценки при рецензировании, отклоняется как не соответствующая уровню публикаций. Рукописи авторам не возвращаются. Редакция вправе не вступать в переписку с автором относительно причин (оснований) отказа в публикации статьи. Редакция оставляет за собой право, в необходимых случаях проводить сокращения и редакторскую правку статей. После публикации автор может получить копию статьи в формате PDF. Редакция соблюдает редакционную этику и не раскрывает без согласия автора процесс работы над статьей в издательстве (не обсуждает с кем-либо достоинства или недостатки работы, замечания и исправления в них, не знакомит с внутренними рецензиями).

Реквизиты для оплаты:

Некоммерческое акционерное общество «Алматинский университет энергетики и связи»

050013, г. Алматы, ул. Байтурсынова, 126

ИИК KZ60856000000005121 в АО «Банк ЦентрКредит», г. Алматы

БИК KСJВKZKX

БИН 030 640 003 269

КБЕ 17, КНП 851

ISSN 1999-9801



9 771999 980000

Подписной индекс - 74108