

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**  
**КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**им. И. РАЗЗАКОВА**

**ISSN 1694-5557**

# **ИЗВЕСТИЯ**

**КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ**  
**ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И. РАЗЗАКОВА**

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И ПРИКЛАДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ**  
**ЖУРНАЛ**

**2018**

**№4 (48)**

**Бишкек**

**Издательский центр «Текник» 2018**

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

*М.Дж. Джаманбаев* - доктор физико-математических наук, профессор; ректор КГТУ им.И.Раззакова, главный редактор

*Р.М. Султаналиева* доктор физико-математических наук, профессор; проректор по НРиВС КГТУ им.И.Раззакова, заместитель главного редактора

*Р.Н. Аскарбеков* кандидат физико-математических наук, доцент, ответственный секретарь

*К.А. Абдымаликов*– доктор экономических наук, профессор;

*А.А. Акматкулов* – доктор педагогических наук, профессор;

*А.А. Акунов* - доктор исторических наук, профессор;

*М.З. Алмаматов* – доктор технических наук, профессор

*М.Б. Баткибекова*– доктор химических наук, профессор;

*У.Н. Бримкулов*– доктор технических наук, профессор, чл.-корр. НАН КР;

*И.В. Бочкарев*– доктор технических наук, профессор;

*Ж.И. Батырканов*– доктор технических наук, профессор;

*У.Р. Давлятов* – доктор технических наук, профессор;

*Б.О. Джолдошев* – доктор технических наук, профессор;

*М.С. Джуматаев*– доктор технических наук, профессор, академик НАН КР;

*Т.Б. Дуйшеналиев* - доктор физико-математических наук, профессор;

*Т.Ш. Джунушалиева*– доктор химических наук, профессор;

*Т.А. Джунуев* - доктор технических наук, профессор;

*А.Ж. Жайнаков*– доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН КР;

*К.Ж. Жумабаев* – доктор экономических наук, профессор;

*К.М. Иванов.* – доктор технических наук, профессор (Россия)

*А.С. Иманкулова*– доктор технических наук, профессор;

*Г.Дж. Кабаева* – доктор физико-математических наук, профессор;

*К.Ч. Кожозулов*– доктор технических наук, чл.-корр. НАН КР;

*Т.Ы. Маткеримов*– доктор технических наук, профессор;

*М.М. Мусульманова* доктор технических наук, профессор

*К.О. Осмонбетов*– доктор геолого-минералогических наук, профессор;

*Н.Д. Рогалев*– доктор технических наук, профессор (Россия);

*А.Т. Татыбеков*– доктор технических наук, профессор;

*Ж.Ж. Тургумбаев*– доктор технических наук, профессор;

*А.Н. Тюреходжаев*– доктор физико-математических наук, профессор (Казахстан);

*Д.В. Янко* доктор технических наук, профессор.

Журнал выходит ежеквартально.

Все материалы, поступающие в редколлегию журнала, проходят независимое рецензирование.

© Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Издательский центр «Текник», 2018

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE KYRGYZ REPUBLIC**

**KYRGYZ STATE TECHNICAL UNIVERSITY named after I.RAZZAKOV**

# **JOURNAL**

**of KYRGYZ STATE TECHNICAL UNIVERSITY  
named after I.RAZZAKOV**

**THEORETICAL AND APPLIED SCIENTIFIC TECHNICAL JOURNAL**

**2018**

**№ 4 (48)**

**Bishkek**

**Publishing center “Tehnik” 2018**

## EDITORIAL BOARD:

**M.Dj.Djamanbaev**, D.Sc. (Physical and Mathematical), professor, rector of Kyrgyz State Technical University named after I.Razzakov, editor -in -chief;

**R.M.Sultanalieva**, D. Sc. (Physical and Mathematical), professor, vice-rector for Research and Foreign Relations, Kyrgyz State Technical University named after I.Razzakov, assistant of editor;

**R.N.Askarbekov**, C. Sc. (Physical and Mathematical), associate professor, Executive Secretary

**K.A. Abdymalikov**, D. Sc. (Economic), Professor;

**A.A. Akmatkulov**, D.Sc. (Pedagogic), Professor;

**A.A. Akunov**, D. Sc. (Historics), Professor;

**M.Z.Almamatov**, D. Sc. (Engineering), Professor;

**M.B. Batkibekova**, D. Sc (Chemistry), Professor;

**U.N. Brimkulov**, D. Sc. professor, corresponding member of the National Academy KR;

**I.V. Bochkarev**, D. Sc. (Engineering), Professor;

**Zh.I. Batyrkanov**, D. Sc. (Engineering), Professor

**U.R. Davlyatov**, D.Sc. (Engineering), Professor;

**B.O. Djoldoshev**, D.Sc. (Engineering), Professor;

**M.S. Dzhumataev**, Dr. Sc. (Engineering), Professor, member of the Academy KR;

**T.B. Duishenaliev**, D.Sc. (Physical and Mathematical), Professor;

**T.S. Dzhunushalieva**, D. Sc (Chemistry), Professor;

**T.A. Dzhunuev**, D. Sc. (Engineering), Professor;

**A.Z. Zhaynakov**, D.Sc. (Physical and Mathematical), Professor, member of the Academy KR;

**Zh.K.Zhumabaevich**, D. Sc. (Economic), Professor;

**K.M. Ivanov**, D.Sc. (Physical and Mathematical), Professor, (Russia);

**A.S. Imankulova**, D.Sc. (Engineering), Professor;

**G.Dj.Kabaeva**, D. Sc. (Physical and Mathematical), Professor;

**K.C. Kozhogulov**, D.Sc. (Engineering), Professor, corresponding member of the National Academy KR;

**T.Y. Matkerimov**, D.Sc. (Engineering), Professor;

**M.M.Musulmanova**, D. Sc (Engineering), Professor;

**K.O. Osmonbetov**, D. Sc. (Geology-min), Professor;

**N.D. Rogalev**, D.Sc. (Engineering), Professor (Russia);

**A.T. Tatybekov**, D. Sc. (Engineering), Professor;

**J.J. Turgumbaev**, D. Sc. (Engineering), Professor;

**A.N. Tyurehodzhaev**, D.Sc. (Physical and Mathematical), professor, (Kazakhstan);

**D.V.Yanko**, D.Sc. (Engineering), Professor.

The journal is published quarterly  
All materials that come to the Editorial Board of the journal  
are subject to independent peer-review

## СОДЕРЖАНИЕ

**ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

1. *Арзиев М., Молдоша А.Б.*  
Использование методов проектирование костюма..... 9

**ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ЭКОЛОГИЯ**

1. *Акмуллаева А.С., Канаев А.Т., Баймырзаев К.М., Аскарбекова К.Б., Абсейтов Т. М., Тлеуханова М.К.*  
Изучение фауны и экологии прямокрылых насекомых Алматинской области (Южный Казахстан)..... 16
2. *Канаев А.Т., Баймырзаев К.М., Акмуллаева А.С., Турганов З.Т., Аскарбекова К.Б.*  
Исследовано влияние звуков шумового потока на людей в некоторых районах г. Талдыкоргана (Казахстан)..... 23
3. *Омуров Ж.М., Сатыбалдиева Д.К., Жангазиев Р.Б.*  
Айлана-чөйрөгө техносфералык булганыштардын тийгизген таасири ..... 31

**ТРАНСПОРТ И МАШИНОСТРОЕНИЕ**

1. *Якубов А.О.*  
Определение наиболее опасных конструкции пешеходных переходов и причины разрушений при землетрясении ..... 38
2. *Кильчицкий Е.В.*  
Состояние и перспективы использования беспилотных транспортных средств 41
3. *Колядина Д.А., Иванова А.А.*  
Анализ эксплуатационных расходов автомобилей, работающих по различным схемам использования ..... 49
4. *Калманбетова А.Ш., Толошов Ч.О., Кожомуратов М.Р.*  
Исследование дорожных условий северного маршрута Балыкчы – Каракол в Иссык-Кульской области..... 54
5. *Голубева А.А.*  
Оценка эффективности работы автозаправочной станции и причины недостаточной пропускной способности..... 61
6. *Гулый В.В.*  
Анализ состояния рынка продаж легковых автомобилей и дилерских сетей Российской Федерации..... 67

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, СЕТИ И СИСТЕМЫ**

1. *Мананников Н.А., Ерёмин А.С., Тентиева С.М., Алымкулов С.А., Исраилова Н.А.*  
Разработка учебно-исследовательского лабораторного стенда «Цифровая схемотехника»..... 72
2. *Мананников Н.А., Исраилова Н.А.*  
Проектирование видеоконтроллера на базе ПЛИС..... 79
3. *Каримова Г.Т., Каримов Б.Т.*  
Исследование практического применения метода быстрого анализа независимых компонент в классификации мультиспектральных данных дистанционного зондирования Земли..... 88
4. *Тультемирова Г.У.*  
Использование технологии дистанционного зондирования в геологических исследованиях и выявлении минеральных ресурсов в Кыргызской Республике... 95

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ЭНЕРГЕТИКЕ**

<b>1. Гопка А.В., Саньков В.И.</b>	Эффективность использования различных видов топлива при сжигании на ТЭЦ г. Бишкек.....	101
<b>2. Касымова Г.Т., Богатова Н.А., Стамбекова Г.А.</b>	Применение инновационных теплоизоляционных материалов «изоллат» при тепловлажностных воздействиях климата на предприятиях топливно-энергетического комплекса кыргызской республики.....	108
<b>3. Насирдинова С.М., Саньков В.И., Стамбекова Г.А.</b>	Определение фактических тепловых потерь в водяных тепловых сетях.....	115
<b>4. Насирдинова С.М.</b>	Комбинированные системы теплоснабжения на основе возобновляемых источников энергии.....	122
<b>5. Кадыркулов С.С., Рахматулов А.З., Жусубалиева Б.К.</b>	Методический подход к разукрупнению сельских воздушных электролиний 6-10 кв.....	128
<b>6. Касымова Г.Т.</b>	Политика энергосбережения в теплоэнергетической отрасли Кыргызской Республики.....	133
<b>7. Стамбекова Г.А.</b>	Определение степени черноты горизонтальных трубок при естественной конвекции.....	137
<b>8. Жумалиев К.М., Асанов А.А., Жаманкызов Н.К., Алымкулов С.А.</b>	Об основных научных направлениях развития угольной энергетики в Кыргызстане.....	143
<b>9. Суеркулов М.А., Бийгазиева К.Ж.</b>	Айыл чарба керектөөчүлөрүн электр менен жабдуу системаларын статикалык туруктуулугун камсыздоо.....	146

**ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА. МАТЕМАТИКА И ФИЗИКА**

<b>1. Ванюков А.Ю.</b>	Математическое моделирование передачи и приёма реализаций шума.....	150
<b>2. Оморова А.И., Усубаматов Р.Н.,</b>	Силы, действующие на подвижный ротор .....	157
<b>3. Токонов А.Т., Каримов Б.Т., Аспердиева Н.М.</b>	Автоматизированный способ записи фурье-голограмм с использованием пространственно-модулированных световых волн.....	162
<b>4. Джаманбаев М.Дж., Омуралиев С.Б., Душенова У.Д., Турсункулова З.С.</b>	Определение дальности смещения оползневой массы.....	173
<b>5. Шаршеева К.Т.</b>	Сравнительный анализ различных методов спектрального угла для задач классификации литологических классов в примесях.....	179

**ГОРНОЕ ДЕЛО И ТЕХНОЛОГИИ**

<b>1. Бакиров К.Б.</b>	Петрофизические свойства горных пород и вариации геомагнитного поля.....	190
<b>2. Молдобеков К.</b>	Вероятностные оценки повторяемости сильных землетрясений центрального Тянь – Шаня.....	194

## CONTENTS

**TECHNOLOGY OF LIGHT INDUSTRY**

1. **Arziyev M., Moldoshova A.B.**  
The applying methods in costume design..... 9

**TECHNOSPHERE SAFETY**

1. **Akmullayeva A.S., Kanayev A.T., Baimyrzayev K.M., Askarbekova K.B., Abseitov T.M., Tleukhanova M.K.**  
Materials on the fauna and ecology of direct-open insects (orthoptera) Almaty region (southeast Kazakhstan)..... 16
2. **Kanayev A., Baimyrzayev K.M., Akmullayeva A., Turganov Z., Askarbekova K.**  
The impact of sound noise sounds on people in some Taldykorgan are investigated (Kazakhstan)..... 23
3. **Omurov J.M., Satybaldieva J.K., Zhangaziev R.B.**  
The cars were carrying heavy loads in the mountain regions of characteristic..... 31

**TRANSPORT AND MECHANICAL ENGINEERING**

1. **Yakubov A.O.**  
Determination of the most dangerous constructions for pedestrians transitions and the causes of destruction during an earthquake..... 38
2. **Kilchitsky E.V.**  
Condition and prospects of use of bedroom vehicles..... 41
3. **Koladina D.A., Ivanova A.A.**  
Analysis of operating costs of vehicles operating for various schemes of use..... 49
4. **Kalmanbetova A.S., Toloshov C.O., Kozhumuratov M.R.**  
Study of the road conditions of the northern route Balykchy - Karakol in the Issyk-Kul region..... 54
5. **Golubeva A.A.**  
Evaluation of the efficiency of the gas station and the reasons for insufficient capacity... 61
6. **Guly V.V.**  
The analysis of the market of passenger car sales and dealer networks of the Russian Federation..... 67

**INFORMATION AND TELECOMMUNICATION NETWORKS AND SYSTEMS**

1. **Manannikov N.A., Yeremin A.S., Tentieva S.M., Alymkulov S.A., Israilova N.A.**  
Development of educational and research laboratory stand "digital circuitry" ..... 72
2. **Manannikov N.A., Israilova N.A.**  
Designing of video controller based on the FPGA..... 79
3. **Karimova G.T., Karimov B.T.**  
Investigation of fast independent component analysis practical application in multispectral remote sensing data classification..... 88
4. **Tultemirova G.U.**  
The use of remote sensing technology in geological investigation and mineral detection in Kyrgyz Republic..... 95

**ACTUAL PROBLEMS OF ENERGETICS**

1. **Gopka A.V., Sankov V.I.**  
Efficiency of using various types of fuel when burning at a thermal power station in Bishkek..... 101
2. **Kasymova G.T., Bogatova N.A., Stambekova G.A.**  
Application of innovative heat-insulating materials "izallat" in the enterprises of the fuel and energy complex of the Kyrgyz Republic..... 108
3. **Nasirdinova S.M., Sankov V.I., Stambekova G.A.**  
Determination of actual thermal losses in water thermal network..... 115

<b>4. Nasirdinova S.M.</b>	Combined heat supply systems based on renewable energy sources.....	<b>122</b>
<b>5. Kadyrkulov S.S., Rakhmatuloev A.Z., Jusubalieva B.K.</b>	Methodical approach to decontamination rural air electrolines 6-10 kv.....	<b>128</b>
<b>6. Kasymova G.T.</b>	Policy of energy saving in the heat and energy industry of the Kyrgyz Republic.....	<b>133</b>
<b>7. Stambekova G.A.</b>	Determination of the degree of blackness of horizontal tubes at natural convection.....	<b>137</b>
<b>8. Zhumaliyev K.M., Asanov A.A., Jamankyrov N.K., Alymkulov S.A.</b>	About the main scientific directions of the development of coal energy in Kyrgyzstan...	<b>143</b>
<b>9. Suerkulov M.A., Biygazieva K.Zh.</b>	Ensuring ways of static stability of electric supply system of agricultural consumers.....	<b>146</b>
<b>APPLIED MECHANICS. MATHEMATICS AND PHYSICS</b>		
<b>1. Vaniukov A.Y.</b>	Mathematical modeling of transmission and reception of noise realization .....	<b>150</b>
<b>2. Omorova A.I., Usubamatov R.N.</b>	Forces acting on a movable rotor.....	<b>157</b>
<b>3. Tokonov A.T., Karimov B.T., Asperdieva N.M.</b>	Fourier holograms recording automated way using spatially modulated light waves.....	<b>162</b>
<b>4. Dzhamanbaev M.Dzh., Omuraliev S.B., Umut J.D., Tursunkulova Z.S.</b>	Determination of the distance of the displacement of the appearance mass.....	<b>173</b>
<b>5. Sharsheeva K.T.</b>	Comparative analysis of various spectral angle methods for classification problems of lithological classes in impurities.....	<b>179</b>
<b>MINING AND TECHNOLOGY</b>		
<b>1. Bakirov K.B.</b>	Petrophysical properties of rocks and variations of the geomagnetic field.....	<b>190</b>
<b>2. Moldobekov K.</b>	Probabilistic estimations of the repeatability of strong earthquakes of central Tien-Shan	<b>194</b>

## ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УДК . 687.16

### КОСТЮМДУ ДОЛБООРЛООНУН УСУЛДАРЫНЫН КОЛДОНУЛУШУ

*Арзиев Муса, т.и.к., профессор, Ош технологиялык университети;*

*Молдоша Аида Буркановна, КР сүрөтчүлөр союзунун мүчөсү, ага окутуучу, Ош технологиялык университети*

**Аннотация** Костюмду долбоорлоонун усулдары көп, бирок баардык усулдар долбоорлоодо бирдей колдонулбайт. Макалада костюмду долбоорлоодо кенири колдонулган усулдардын колдонулушу, иштелип чыккан моделдер эскиздери менен бирге берилди.

**Ачкыч сөздөр:** мода, эскиз, долбоорлоо, дизайнер, идея, усул, буюм, кийим, эвристика, комбинаторика, кинетизм.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОСТЮМА

*Арзиев Муса, Профессор, Ошский технологический университет;*

*Молдошова Аида Буркановна, Член союза художников КР, ст. преподаватель, Ошский технологический университет, e-mail.ru: b\_nazka\_85@mail.ru*

**Аннотация** Методов в проектировании костюма много, но все методы в проектировании одинаково не используется. В данной статье даны широко используемые методы проектирования костюма вместе с разработанными эскизами моделей.

**Ключевые слова:** мода, эскиз, проектирование, дизайнер, идея, методика, вещь, одежда, эвристика, комбинаторика, кинетизм.

### THE APPLYING METHODS IN COSTUME DESIGN

*Arziyev Musa, Ph.D., professor, Osh technological university*

*Moldoshova Aida Burkanovna, Member of the union of artist KR, Senior lecturer, Osh technological university*

**Annotation** There are many methods based on costume design, but all methods in designing applied differently. This article provides the application with widely used methods, developed models and sketches.

**Keywords:** fashion, sketch, project, design, designer, idea, method, item, clothes, heuristic, combinatorics, kinetism.

Бардык өндүрүш тармактарынын продукциялары: касиеттерине, функциясына, колдонулушуна жана башка ар түрдүү шарттарга байланыштуу, модадан чыгып калууга же эстетикалык эскирүүгө учурайт. Модага жооп бербей калуу проблемасы, женил өнөр жай өндүрүшүнүн буюмдары үчүн актуалдуу, себеби бул өндүрүштүн продукциясына болгон талаптар, башка өндүрүштүн продукциялары сыяктуу, функциялык, экономикалык,

ишенимдүүлүк, экологиялык, эргономикалык, эстетикалык талаптар менен чектелбейт жана бул талаптар негизги болуп эсептелбейт.

Алгачкы адам баласы, өзүн сырткы таасирлерден сактоо үчүн кийим кийген, ошондуктан бул кийимдерге болгону бир талап - функциялык талап коюлган. Азыркы заманда, кийимге функциялык талаптар менен бирге, адам баласынын ан сезими, акыл оюу, философиялык жана коомдук көз карашы, коомдогу оорду, эстетикалык элестетүүсү, техниканын, технологиянын өнүгүүсү жана башка көптөгөн шарттар менен байланышкан талаптар коюлат. Бул талаптардын негизинде мезгилдин модасы, стилдери аныкталат.

Адам баласынын акыл-эсинин жана коомдун өнүгүүсү менен кийимге болгон мода жана стил талаптары тез өзгөрүүдө. Бул процеске “Мода индустриясынын” мааниси чон.

“Мода индустрия” тармагы, ар жылга, сезонго, мезгилге, регионго модадагы стилди, түстү, кездемени жана башка шарттарды жарыялап, бул жарыяларды мода журналдары, мода көрсөтүүлөр аркылуу дүйнө жүзүнө таратуу менен кийимге болгон мода, стил жана башка талаптарды жарыялайт, эски талаптарды өзгөртөт.

Моданын тез өзгөрүүсү, көптөгөн шарттарга байланыштуу, алардын ичинен негизгилери болуп, женил өнөр жай өндүрүшүнүн технологияларынын жана материалдарынын көп түрдүүлүгү; дүйнө жүзүндөгү өлкөлөрдүн көпчүлүгү, өнүккөн мамлекеттердин катарына кирип, калкынын бай жашоосу; мода индустриясынын активтүү ишмердүүлүгү.

Өндүрүштүк ар бир ишкана, модага жараша продукция чыгарып, модага жараша аны өзгөртөт. Продукциянын ассортиментин өзгөртүү үчүн жаны продукция долбоорлоонот жана өндүрүшкө киргизилет. Кийимге болгон моданын, азыркы мезгилде өтө тез өзгөрүшүнө байланыштуу жаны продукцияны өндүрүшкө киргизүү процесси да өтө тез аралыкта аткарылышы керек. Бул процесстин татаал жана убакытты көп талап кылган бөлүгү болуп, моданын талаптарына жооп берген буюмду долбоорлоо эсептелет.

Азыркы мезгилде долбоорлоо процессин кыска убакытта жана сапатуу аткарууга, кийимдерди долбоорлоонун көптөгөн усулдары бар, бул усулдар келечекте модага айлануучу стилдерди табуу жана долбоорлоо үчүн өзгөчө идеяларды табууга багыт берет.

Кийимдерди долбоорлоодо колдонулуучу негизги усулдар болуп жетелеме (эвристикалык), конструкцияны бузуу (деконструкция) жана комбинаторикалык (айкалыштыруу) усулдар эсептелет. Бул усулдардын кайсынысы өндүрүштө, жекече конструктор – модельерлер жана студенттер тарабынан колдонулушу изилденди.

Долбоорлоодо усулдарды колдонуу жаёу ойлонулбаган парадокс ийгиликтүү натыйжаларга алып келет. Өз убагында дүйнөгө белгилүү болгон модадагы кийимдердин модельдери дагы аталган усулдардын негизинде иштелип чыккан.

Костюмду долбоорлоо үчүн идеялардын сансыз көп булактарын көрсөткөн усул эвристика усулу. Бул усул костюмду долбоорлоого идеяларды, адам баласын курчаган жансыз жана жандуу чөйрөдөн, алардын түзүлүшүнөн, функциясынан, ааламдагы ар кандай кубулуштардан издөөнү жана аны табуунун ыкмаларын көрсөтөт.

Адам баласы анын ичинде аял зат үчүн гүл өтө ыйык, барктуу жана салтанаттуу көрүнүш. Гүлдү элестетүүнүн негизинде көптөгөн эскиздер иштелип чыгып, костюмдар долбоорлоонот. Бул традиция улантылып кала, архидея, лиля жана кызгалдак гүлдөрөн элестетүүдөн алынган идеялардын негизинде төмөнкү эскиздер иштелип чыкты (1-сүрөт).

Гүлдөрдүн ар бирине, мисалы лилия гүлүнө ондогон, жүздөгөн идеяларды элестетүүгө жана аларды эскизде сүрөттөөгө болот. Бир эле лилия гүлүнөн жүздөгөн идеяларды элестетүүгө болсо, анда адам баласын курчаган жансыз, жандуу чөйрөдөн жана жаратылыштын кубулуштарынан канчалык санда идеяларды табууга мүмкүн экендигин элестетүү кыйын. Ошондуктан эвристикалык усул, дизайнерге буюмдарды анын ичинен костюмду долбоорлоого чексиз көп идеяларды табууга мүмкүндүк берүүчү усул.



1-сүрөт. Гүлдөрдү элестетүүнүн негизиндн түзүлгөн эскиздер

Эвристика усулуна окшош усулдардын бир түрү аналогия усулу. Бул усулда идеянын булагы болуп, аналог деп аталган заманбап модадагы буюм (костюм) эсептелет. Аналог, заманбап жана модада болгондуктан, аналогдон идеяны издөө же аны өзгөртүү рационалдуу болот. Себеби моданын баардык талаптарына жооп берүүчү моделди табуу үчүн көптөгөн идеяларды иштеп чыгуунун кереги жок.

Заманбап стилдүү костюмду аналог катары кабыл алып, анын негизинде иштелип чыккан стилдүү костюмдар төмөндө көрсөтүлгөн (2 –сүрөт).

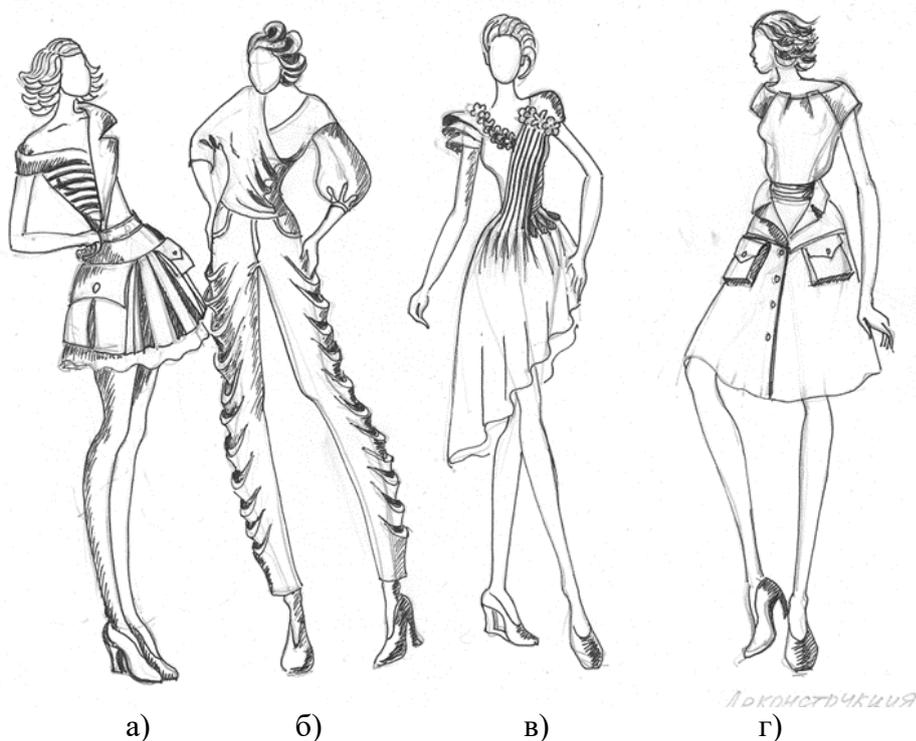


2 – сүрөт. Заманбап модадагы аналогдун негизиндн түзүлгөн моделдер

Аналогдун негизинде иштелип чыккан моделдердин саны, дизайнердин чыгармачылыгына жана кесипкөйлүгүнө байланыштуу ар түрдүү болушу мүмкүн. Бул усулдун өзгөчөлүгү болуп рационалдуулугу эсептелет.

Заманбап костюмдардын моделин иштеп чыгуу үчүн, идеяларды кийимдерге традиция болуп калган конструкцияны, композицияны, технологияны жана комплексин бузу менен табууга болот.

Бул усул асимметриялуу костюмдарды долбоорлоодо ийгиликтүү колдонулат жана конструкцияны бузуу усулу деп аталат. Бул усулп колдонулуп, конструкцияны бузууга, технологияны бузууга, композицияны бузууга жана комплектүүлүктү бузууга костюмдун эскизтери иштелип чыкты. Эскиздерди иштеп чыгууда, бул усулдун негизинде көптөгөн ар түрдүү идеяларды табууга мүмкүн экендиги белгилүү болду. Бир эле учурда кийимдеги конструкцияны, композицияны жана технологияны бузуунун негизинде ийгиликтүү, өзгөчө идеяларды табууга мүмкүн.



3-сүрөт. Конструкцияны бузуунун негизинде түзүлгөн эскиздер  
а) конструкцияны бузуу, б) технологияны бузуу, в) композицияны бузуу, г)  
комплектүүлүктү бузуу

Вариантуу закон ченемдүүлүктү колдонуп, типтүү элементтерди, геометриялык фигураларды, конструкцияларды, функцияларды, кыймылды, базалык объекттин (костюмдун курамында) ичинде орун алмаштыруу, арасына киргизүү, куроо, топтоо, буруу, төнкөрүү, ритмдерди уюштуруу, аркылуу өзгөртүү менен жаны идеяларды табуу усулу, айкалыштыруу усулу деп аталат. Айкалыштыруу усулу кездемелердин бетине эскиз тандоодо кенири колдонулат жана кийимдерди долбоорлоодо колдонуу үчүн сунушталат. Бул усулду костюмдарды долбоорлоодо эффективтүү колдонууга мүмкүн экендигин иштелип чыккан костюмдардын эскизтери көргөзүп турат (3-сүрөт).



4-сүрөт. Айкалыштыруу усулун колдонуп түзүлгөн моделдер

Айкалыштыруу усулунун өзгөчө түрү кинетизмдеп аталат. Кинетизм айкалыштыруу усулу сыяктуу кездемелердин бетине эскиз тандоодо колдонулат жана кийимдерди долбоорлоодо колдонуу үчүн сунушталат. Бул усулдун айкалыштыруу усулунан өзгөчөлүгү болуп фигуралардын, элементтердин кыймылдуу ритимде же динамикада болушу. (4 –сүрөт)



5-сүрөт. Кинетизм усулунун негизинде иштелип чыккан модельдердин эскиздери

Кинетизм шаардык стилдеги костюмдарды долбоорлоодо эффективтүү экендигин, кинетизмди колдонуп долбоорлорду аткаруу көрсөттү (5 –сүрөт).

Заманбап кийимдерди долбоорлоодо колдонулуучу өзгөчө усулдардын бири болуп модульдук усул эсептелет. Бул усул өндүрүштө жана жеке ишкерлер тарабынан кенири колдонулуп, ийгиликтүү жыйынтыктарды берет. (6 – сүрөт)



6-сүрөт. Модулдук усулунун негизинде иштелип чыккан моделдердин эскиздери

Эвристикалык, аналогия, композицияны бузуу жана айкалыштыруу усулдарынын, студенттер тарабынан костюмду көркөмдөп долбоорлоо таалими боюнча курстук жана дипломдук долбоорлорду, бүтүрүүчү квалификациялык жумуштарды аткарууда колдонулушун изилдөө жана өндүрүш ишканаларын ар бир долбоорлоо усулунун колдонулушун изилдөө төмөнкүдөй жыйынтыктарга алып келди.

### **Корутунду**

1. Костюмдарды долбоорлоого эвристика усулу көптөгөн идея булактарын көрсөтөт жана баардык стилдеги костюмдарды долбоорлоого колдонсо болот.
2. Аналогия усулу долбоорлоону рационалдуу аткарууга шарт түзөт жана долбоорлонгон костюмдун заманбап модада болушунун мүмкүнчүлүгү чон.
3. Конструкцияны бузуу усулун, ассимметриялуу салтанат костюмдарды жана жаштардын кийимдерин долбоорлоодо колдонуу жакшы натыйжаларга алып келет.
4. Айкалыштыруу усулу негизинен кездемелерге сүрөт издөө үчүн колдонулат, бирок бул усулду костюмдарды долбоорлоого колдонсо болот.

### **Колдонулган адабияттар**

1. Макавеева, Н. С. Основы художественного проектирование костюма [Текст]/ Н. С. Макавеева. – Москва, 2008. – 237с.
2. Ляхова, Н. Б. Композиция костюма [Текст]/ Н. Б. Ляхова, Е. М. Финашина. – Москва: Академа, 2004. – 2 с.
3. Ермилова, В.В. Моделирование и художественное оформление одежды [Текст]/ В.В. Ермилова. – Москва: Издательский центр Академия 2010 – 221с.

- 4.Рогов, П.И. Конструирование женской одежды для индивидуального потребителя [Текст]/ П.И. Рогов, Н.М. Конопальцева. – Москва, 2014 – 350 с.
5. Рачицкая, Е. И. Моделирование и художественное оформление изделий из трикотажа [Текст] / Е.И. Рачицкая, В.И. Сидоренко - Ростов – на – Дону. Феникс, 2003 – 405 с.
- 6.Емелянович, И.И. Печатный рисунок на ткани [Текст] /И.И. Емелянович, Н.П. Бесчастнов – Москва, 1990 – 219 с.
7. Козлова, Т.В. Основы теории проектирование костюма [Текст] / Т.В. Козлова - Москва, 1988 – 350 с.
- 8.Козлова, В. Н. Основы художественного оформления текстильных изделий [Текст] / Козлова Т.В. – Москва. Легкая индустрия, 1988. – 275 с.

**ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ЭКОЛОГИЯ**

УДК 34.33.02

**ИЗУЧЕНИЕ ФАУНЫ И ЭКОЛОГИИ ПРЯМОКРЫЛЫХ НАСЕКОМЫХ  
АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ (ЮЖНЫЙ КАЗАХСТАН)**

*Акмуллаева Айжан Сейткановна, к.б.н., заведующий НИИ проблем Биотехнологии, ЖГУ им. И. Жансугурова, Казахстан, 040000, г. Талдыкорган, пр. Жансугурова 187 А, e-mail: [meirhan2009@mail.ru](mailto:meirhan2009@mail.ru)*

*Канаев Ашимхан Токтасынович, д.б.н., профессор, Директор НИИ проблем Биотехнологии, ЖГУ им. И. Жансугурова, Казахстан, 040000, г. Талдыкорган, пр. Жансугурова 187 А, e-mail: [ashim1959@mail.ru](mailto:ashim1959@mail.ru)*

*Баймырзаев Куат Маратович, д.г.н., профессор, Ректор ЖГУ им. И.Жансугурова, Казахстан, 040000, г. Талдыкорган, пр. Жансугурова 187 А, e-mail: [vuz@zhgu.edu.kz](mailto:vuz@zhgu.edu.kz)*

*Аскарбекова Кенжегул Бауыржановна, магистр., и.о. старший научный сотрудник НИИ проблем Биотехнологии, ЖГУ им. И. Жансугурова, Казахстан, 040000, г. Талдыкорган, пр. Жансугурова 187 А, e-mail: [kenzhegul.askarbekova@mail.ru](mailto:kenzhegul.askarbekova@mail.ru)*

*Абсейтов Толеген Маратович, студент 4 курса биологии Жетысуского государственного университета им. И. Жансугурова, Казахстан, 040000, г. Талдыкорган, пр. Жансугурова 187 А*

*Тлеуханова Меруерт Куанышевна, студент 3 курса биологии Жетысуского государственного университета им. И. Жансугурова, Казахстан, 040000, г. Талдыкорган, пр.Жансугурова 187 А*

**Аннотация:** Ценность проведенного исследования. Изучение фауны и экологии прямокрылых насекомых Казахстана и отдельных его регионов имеет огромное теоретическое и практическое значение. Среди прямокрылых насекомых есть немало потенциально опасных и вредных для сельского хозяйства видов. Юго-Восток Казахстана и в частности Алматинская область, Ескелдинского района является территорией, в которой неоднократно наблюдались вспышки массового размножения саранчовых. В статье приводятся материалы по фауне и экологии прямокрылых насекомых (Orthoptera) Алматинской области, Ескелдинского района выявлено 6 типовых биотопов: 1 – пастбища (22 видов саранчовых, из них 10 вредных); 2 – сенокосы (8 видов, из них 3 вредных); 3 – многолетние трав (14 видов, из них 7 вредных); 4 – полынно-разнотравные участки (15 видов, из них 6 вредных); 5– степные участки (20 видов, из них 9 вредных); 6– залежи (17 видов, из них 9 вредных);

За период исследований проведено 32 учета в 6 типах местообитания и собрано 2800 особей личинок и имаго саранчовых. Проведено 32 опыта в полевых и лабораторных условиях по изучении вредоносности нестадных саранчовых.

**Ключевые слова:** сельское хозяйство, род, биотопы, фауна, саранчовых.

**STUDY OF THE FAUNA AND ECOLOGY OF DIRECT-INSECTS IN THE ALMATY  
REGION (SOUTH KAZAKHSTAN)**

*Aizhan Aktmullayeva Candidate of Biological Sciences, manager of the Research Institute for Problems of Biotechnology, Zhetysu State University. I. Zhansugurova, Kazakhstan, 040000, Taldykorgan, 187 A, Zhansugurov Ave., e-mail: [meirhan2009@mail.ru](mailto:meirhan2009@mail.ru)*

**Kanayev Ashimkhan** Doctor of Biological Sciences, Professor, Director of the Research Institute for Problems of Biotechnology, Zhetysu State University. I. Zhansugurova, Kazakhstan, 040000, Taldykorgan, 187 A, Zhansugurov Ave., e-mail: [ashim1959@mail.ru](mailto:ashim1959@mail.ru)

**Kuat Maratovich Baimyrzayev** Doctor of Geographical Sciences, Professor, Rector of Zhetysu State University. I. Zhansugurova, Kazakhstan, 040000, Taldykorgan, 187 A, Zhansugurov Ave., e-mail: [vuz@zhgu.edu.kz](mailto:vuz@zhgu.edu.kz)

**Askarbekova Kenzhegul** Master, Ye., senior researcher of the Research Institute for Problems of Biotechnology, Zhetysu State University. I. Zhansugurova, Kazakhstan, 040000, Taldykorgan, 187 A, Zhansugurov Ave., e-mail: [kenzhegul.askarbekova@mail.ru](mailto:kenzhegul.askarbekova@mail.ru)

**Abseitov Tolengen** Student 4 of course in biology of Zhetysu State University. I. Zhansugurova, Kazakhstan, 040000, Taldykorgan, 187 A, Zhansugurov Ave.,

**Tleukhanova Meruyert** Student 3 of course in biology of Zhetysu State University. I. Zhansugurova, Kazakhstan, 040000, Taldykorgan, 187 A, Zhansugurov Ave.,

**Abstract** : *The value of the study.* According to the nature of the distribution of various habitats across the territory of the Almaty region, the Eskedinsky region, 6 typical biotopes were identified: 1 - pastures (22 species of locusts, 10 of which are harmful); 2 - hayfields (8 species, 3 of them harmful); 3 - perennial grasses (14 species, 7 of them harmful); 4 - wormwood-herbage (15 species, 6 of them harmful); 5 steppe plots (20 species, 9 of them harmful); 6 - deposits (17 species, 9 of which are harmful);

During the study period, 44 counts were taken in 13 habitat types and 6,100 individuals of larvae and adult locusts were collected. 32 experiments were conducted in field and laboratory conditions to study the severity of non-plant locusts.

**Keywords:** agriculture, genus, biotopes, fauna, locusts.

**Introduction:** The choice and relevance of the topic. Locusts are widely known in the world as insects. They are dangerous for crops and pastures. They are also an unhealthy majority of the living world. In the present time, in Kazakhstan there are more than 270 species, from 10 to 12 species live in the suburban pheasant dungeons, pastures and pheasants.

Locusts are widely distributed in desert, steppe, forest-steppe regions of Kazakhstan. Harmful hillsides in these areas are locusts: Arcyptera microptera F.- W., *Aeropus sibiricus* L., *Oedaleus decorus* Germ., *Dociostaurus brevicollis*, *Chorthippus albomarginatus* Deg., *Stenobothrus fischeri*. and many other types.

The locusts have been proven in dozens of scientific publications in crop cultivation, hayfields and pastures, with dozens of square meters per square meter, and some of the harmful species during the drought years.

Overview of scientific literature: Numerous scientists have studied the permanent and temporary foci of *Calliptamus italicus* locusts in the northern and northern (western and eastern) steppe regions (Azhbenov, 2000: 16).

Based on the analysis of the spread of this locust, it has been established that during the last 34 years in the republic the largest amount of anti-seizure measures against the Italian locust (Azhbenov 2001: 25)

**Materials and methods of research:** The number of locusts in the fescue-wasteland (2117 units per 1-hour collection) was the priority. *Dociostaurus brevicollis*, *Calliptamus italicus*, *Oedaleus decorus*, *Chorthippus albomarginatus* Deg. *Stenobothrus fischeri* Home. often encountered malignant species. And *Stauroderus scalaris*, *Podisma pedestris* L. species were somewhat different (Vasenko 2000: 36).

During the massive increase of locusts, chemical processing of hundreds of thousands of hectares of land was carried out in Kachiry area of Pavlodar region for one year. 22 species of locusts are known to be among the most dangerous species in this region (Dublanajova 2001: 28), including

the Italian grasshopper, black lane, cross, atbarsar, wingless, white lane, Submarine, Fisher and Siberian hordes.

In addition, from 1997 to 1998, there was a large number of malevolent Atbasar, Submersible, Siberian, Cross, White and Black winged locusts. The locusts have been particularly devastating in some years than the Italian locust. In this area 4553.6 hectares of land were examined and 1049.6 hectares of land were damaged by locusts (Zhasanov 2000: 13).

In different years, these anti-pest control measures were carried out in the agricultural land in the amount of 1-2 million hectares (Jasanov A. 2001: 170).

Especially because of the massive increase and rapid development of the number of Italian leopards in 1996-2000, there were 7.5 mln. he resorted to safeguard measures (Jasanov 2003: 27).

In the Pavlodar region Irtysh region, 29 species of locusts have been identified from steppe pastures or untreated virgin lands. 9 of them are classified as economically significant pests (Kambulin, 1995: 634).

At the same time, the fauna of the residents is largely due to the average condition of the regions for each year and to the development of agricultural lands (Kambulin, 1997: 9).

In the Besköl district of the North Kazakhstan Oblast, the meadow biotope has been divided into seasonal periods, determining the quantity and productivity biomass. The most prevalent species of hay biotope were Chorthippus albomarginatus, Arcyptera microptera, Glyptobothrus biguttulus, Dociostaurus brevicollis, with an average area of 2,6-5,5 pcs / m<sup>2</sup>. In the beginning of June, the locust cultivation was 2.5 pc / m<sup>2</sup>, in mid-July it increased by 4 pcs / m<sup>2</sup>, in August it was 0.75-3.2 pcs / m<sup>2</sup>. Meanwhile, the average harvest yield was 1.4-2.5 kg / ha at the beginning of June, down to 6.6 kg / ha by the end of this month. (Kambulin, 1995: 634). One of the most dangerous species in the Akmola region is the Italian grasshoppin, and in 1999-2000, in all regions of the region. And mainly in the dry areas (Kambulin, 1998: 10).

Numerous scientists have studied the species composition, biology, ecology and economic peculiarities of locusts living in the regions of Kazakhstan. B. Lachinsky and many others (Lachinsky 2002: 387).

In 2001, in the study of fauna and ecology of locusts, 33 species were identified in Irtysh area of Pavlodar region. According to the results of the analysis of locusts, due to the locusts and meeting of the locusts. K. Childebayev divided them into 3 groups: 1-frequently encountered species (priority index over 10%); 2-one normal species (1-10%); 3-one species (1% lower). In all the typical locations in this region there were varieties of Calliptamus italicus, Dociostaurus kraussi Ingen., Myrmeleotettix pallidus (Childebayev, 2002: 268, Childebayev 2001: 83).

**Calculations (Experimental part):** The number of locusts per square meter was determined by counting the four-rectangular (frame), route-transect method and locust locks. The average number of locusts was determined by dividing their total number by calculations.

The size of the checked area is determined by the following formula:

$$P = \frac{a \times b \times c}{1000},$$

here P- the size of the tested area, hectare;

a - number of computing sites;

b - distance between computing sites m;

c - distance between routes m.

Four rectangular shapes have been calculated for the number of locusts 0.5 x 0.5 m (0.25 m<sup>2</sup>) inside the rectangular shape. The calculations were conducted for 2 hours without interruptions. The average number of locusts per square meter was determined by dividing the total number of pests taken into account.

Locusts were calculated by the route-transect method. The plants in the seeds were classified and the rarest was 4 m, while the height of the plants (1-2 m) was 2-3 m.

Increase the extent of the explored space on the route.

The number of locusts in the area of 1 hectare is determined by the following equation::

$$D = \frac{A \times 10000}{B \times C},$$

here: D- average number of adult wood per hectare;  
 A- total number of pistachios along the route, pcs;  
 B- total length of the route, m;  
 C- route width, m.

The frequency of views was calculated in percentage:

$$P = \frac{n \times 100}{N},$$

here: P- frequency of meeting, %;  
 n - the number of samples that have been encountered;  
 N- total number of samples.

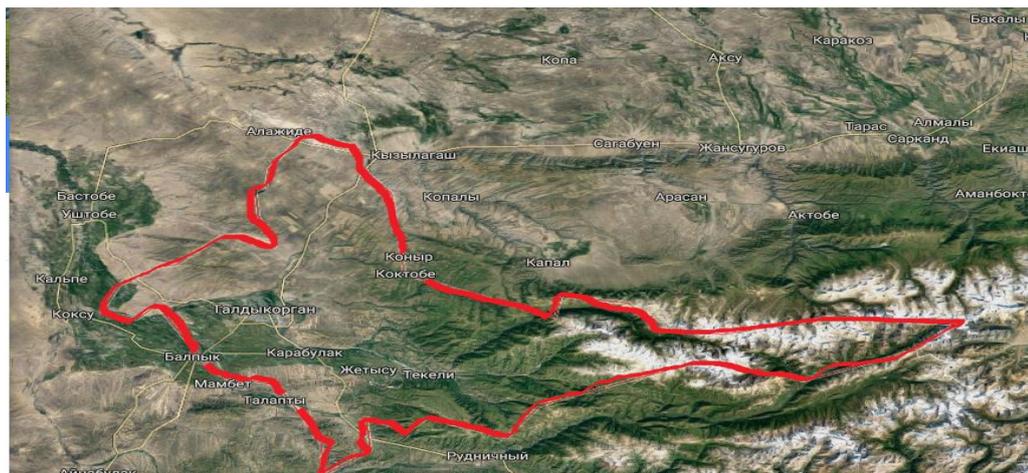
The types of locusts that dominate have been identified:

$$D = \frac{k \times 100}{K},$$

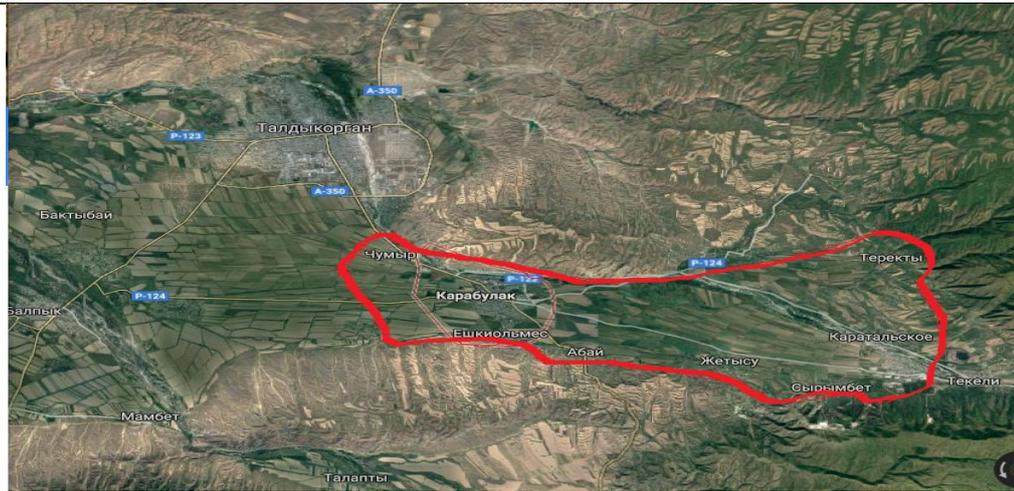
here: D – species priorities, %;  
 K – the types of tree predominance, pcs;  
 k – the advantage of one, pcs.

**Results and discussion:** The settlement of Eskeldinsky district is located in the crossroads of the Koxsu depression and Zhetysu (Dzhungar) Alatau, which is mainly divided into two parts. The eastern part of the district is made up of the highest mountain ranges of snow and ice, with the highest altitude (4016m).

In the years when the climate was warm, the northern slopes of the Dzungarian Alatau kept cold. The average air temperature is 8.6-8.9 ° C. The average January temperature is 9,2-11,7 ° C, the average July temperature is + 24,4 ° C. A pleasant temperature range of 3950-4050 ° C, vegetation activity is 3650 (3-3.5 months). The highest temperature in summer is + 42 ° C. The frosty period lasted 160-170 days. Spring frost will return in the second half of April. In autumn frost falls in early October. Precipitation is 130-230 mm.



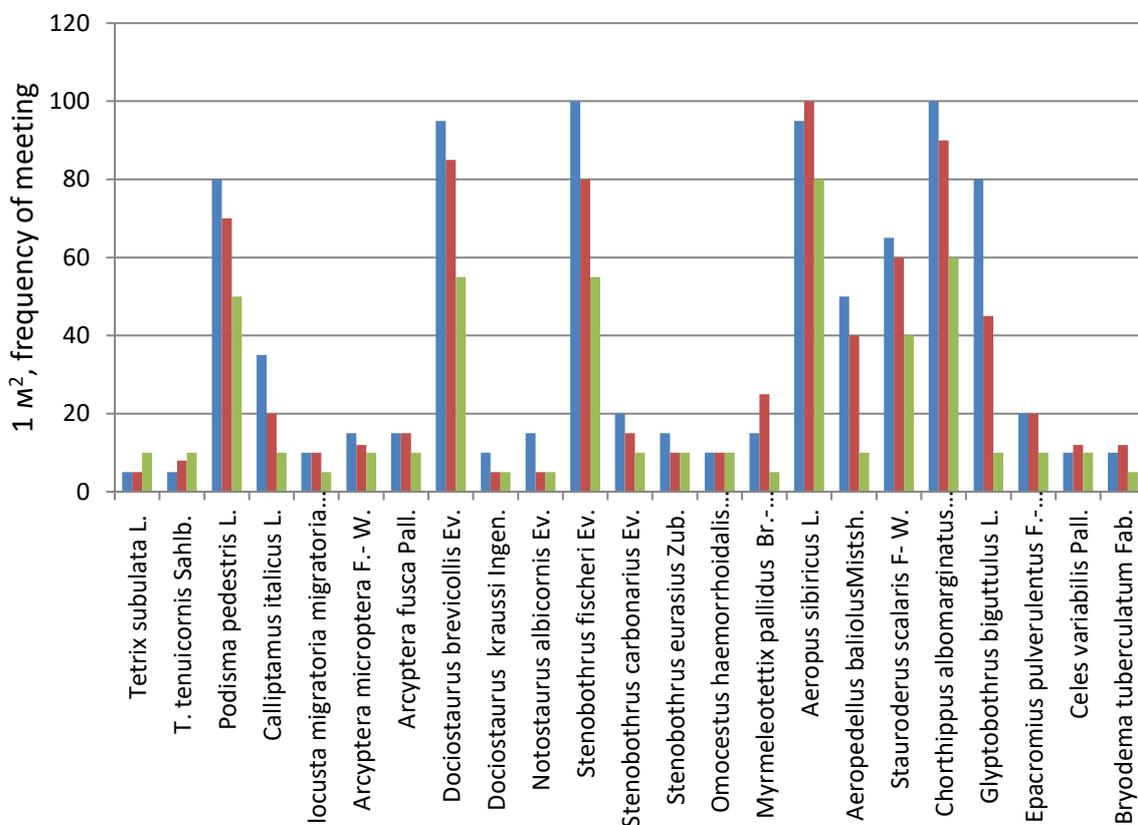
Picture 1. Map of Eskeldi District



Picture 2. The study area in Eskeldi district

Detection of locust species in the steppe zone of Almaty region was mainly carried out on a routine and route basis. From the typical 6 locust grabs, the number of locusts (grown-ups and adults) has reached 2,800. Of these, 2 families and 24 species of 18 relatives were identified.

24 locust species were identified in the Eskeldi district. Among these species are locusts: Siberian (*Aeropus sibiricus* L.), wingless (*Podisma pedestris* L.), White Lane (*Chorthippus albomarginatus* Deg.), Fisher Cheetah (*Stenobothrus fischeri* Ev.) And Subspecies (*Dociostaurus brevicollis* Ev.). At the same time, there were a number of species with a high-tech Italian chewing gum (*Calliptamus italicus* L.), a grasshopper (*Arcyptera microptera* F.- W.) and black winged locust (*Stauroderus scalaris* F.- W.) (1-picture).



Picture 3. Type of locust and frequency of locusts (Eskeldinsky district of Almaty region, area 2016-2017)

**Summary:** Route surveys from the steppe regions of Abai, Zhetysu, Terekty, Syrymbet, Shimyr and Eshkiyolmes villages of Eskeldinsky district of Almaty region in 2016-2017 were conducted in June, July and August. Depending on the location of locusts, 6 typical biotopes have been studied: 1 - pasture (22 species, 10 harmful); 2-meadow (8 species, 3 harmful); 3-perennial herbs (14 species, 7 harmful); 4-meadow-wormwood-mixed herbs (15 species, 6 harmful); 5-field areas (12 species, 5 harmful); 6th place (10 species, 6 harmful); from biotopes. Among these species are *Dociostaurus brevicollis*, *Stenobothrus fischeri*, *St. eurasius* and *Chorthippus albomarginatus* have the advantage. The number of locusts has grown and grown in grain and wormwood. And *Arcyptera microptera* was dominated by fescue-mixed herbs. One of the most harmful species in the region was the Italian leopard, as well as the red winged, wingless and pigeon-go-round locusts in a fox-mixed herb. Frequently, the barabin, inhabited by grazing and hayfields, was rarely found on cereals-wormwood herbs (3-graph).

3- graph. The growth of locusts in biotopes

№ p/ s	Types of locusts	All, pcs	Percentage of locust meeting indicator, (%)					
			biotopes					
			1	2	3	4	5	6
1	<i>Tetrix subulata</i> L.	25	-	8,8	-	-	-	1,1
2	<i>Tetrix tenuicornis</i> Sahlb.	33	5,0	-	-	-	2,2	-
3	<i>Podisma pedestris</i> L.	220	4,0	-	4,0	-	-	12,7
4	<i>Calliptamus italicus</i> L.	93	3,0	-	5,5	-	3,2	-
5	<i>locusta migratoria migratoria</i> L.	25	2,0	6,0	-	3,2	-	-
6	<i>Arcyptera microptera</i> F.- W.	69	2,0	-	-	5,5	-	-
7	<i>Arcyptera fusca</i> Pall.	85	5,1	-	3,2	-	5,5	-
8	<i>Dociostaurus brevicollis</i> Ev.	390	18,2	16,3	13,2	13,2	13,2	3,7
9	<i>D. kraussi</i> Ingen.	58	2,0	-	6,8	6,8	6,8	-
10	<i>Notostaurus albicornis</i> Ev.	55	3,0	-	-	4,0	-	-
11	<i>Stenobothrus fischeri</i> Ev.	401	2,1	22,5	15,6	14,6	20,6	22,6
12	<i>Stenobothrus carbonarius</i> Ev.	28	1,6	-	3,2	3,2	4,2	-
13	<i>Stenobothrus eurasius</i> Zub.	68	1,1	12,0	6,4	6,4	-	-
14	<i>Omocestus haemorrhoidalis</i> Charp.	20	2,0	-	-	2,0	4,0	-
15	<i>Myrmeleotettix pallidus</i> Br.- W.	33	1,5	-	6,1	-	-	6,5
16	<i>Aeropus sibiricus</i> L.	35	1,1	-	5,0	5,0	-	-
17	<i>Aeropedellus baliolus</i> Mistsh.	62	1,3	-	-	6,1	6,1	-
18	<i>Stauroderus scalaris</i> F.- W.	75	1,4	-	7,8	7,8	7,8	10,5
19	<i>Chorthippus albomarginatus</i> Deg.	415	22,0	22,0	15,0	15,0	22,0	6,8
20	<i>Glyptobothrus biguttulus</i> L.	203	10,1	12,6	-	-	5,0	10,8
21	<i>Epacromius pulverulentus</i> F.- W.	220	6,0	22,8	-	-	-	19,5
22	<i>Celes variabilis</i> Pall.	57	2,9	-	2,0	2,0	-	-
23	<i>Oedipoda miniata</i> Pall.	90	-	-	6,2	-	-	5,8
24	<i>Bryodema tuberculatum</i> Fab.	40	4,1	-	-	5,2	-	-
All:		2800	100	100	100	100	100	100

Note: 1 - pasture (22 species, 10 harmful); 2-meadow (8 species, 3 harmful); 3-perennial herbs (14 species, 7 harmful); 4-meadow-wormwood-mixed herbs (15 species, 6 harmful); 5-field areas (12 species, 5 harmful); Places 6 (10 species, 4 harmful).

**Список литературы:**

1. Ажбенев В. К. Массовое воспроизводство и миграция саранчи в Казахстане. - // Степной бюллетень. 2000. № 6: стр. 16-20.
2. Ажбенев В. К. Анализ и прогноз фитосанитарного состояния сельскохозяйственных угодий Казахстана в отношении вредителей саранчи. // Матлий международного круглого стола «Проблемы борьбы с саранчой в Центральной Азии», Алматы, 9 февраля. 2001: Стр. 25-37.
3. Дулаева М. О практике саранчи в Качирском районе Павлодарской области // завод Защита и карантин в Казахстане 2001. № 1 с. 28-29.
4. Гасанов А. К. Принципы зонирования территорий по степени воспроизводства итальянской саранчи на примере Актюбинской области. // Актуальные проблемы защиты растений в Казахстане, 1: 170-178. Труды международного. научно-практической. 2001.
5. Гасанов А. К. Характеристика фазовой динамики популяций итальянской саранчи на северо-западе Казахстана. // Защита и карантин растений в Казахстане. 2003. № 2 С. 11-13.
6. Гасанов А. К. Некоторые закономерности воспроизводства итальянской саранчи (*Calliptamus italicus* L.) в Актюбинской области. Защита и карантин в Казахстане 200. № 1 с. 27-28.
7. Лачининский А.В., Сергеев М.Г., Чайдебаев М.К., Черняховский М.Е., Локвуд Дж. А., Камбулин В. Е., Гаппаров Ф. А. Саранча Казахстана, Центральной Азии и прилегающих территорий. 2002, США, Ларами: pp. 1-387.
8. Чильдебаев М. К. О фауне и экологии кузнечиков (Orthoptera, Acridoidea, Tetrigoidea) Прииртышского плато. - Энтомологические исследования Тетиса. 2002. 6: р. 5-12. Алматы.
9. Чильдебаев М. К. К фауне и экологическому распределению кузнечиков (Orthoptera, Acrididae) в Северном Казахстане. 2002, на русском языке. исслед. в Казахстане: текущее состояние и перспективы, Алматы, 19-21 марта. 2002: pp. 268-270. Алматы.
10. Чильдебаев М. К. Особенности фауны и экология кузнечиков Казахстана // Материалы международного круглого стола. «Проблемы борьбы с саранчой в Центральной Азии» Алматы, 2001, с. 83-88.

**References :**

1. Azhbenov V. K. Mass reproduction and migration of locusts in Kazakhstan. – //Steppe Bulletin. 2000. No. 6: pp. 16-20.
2. Azhbenov V. K. Analysis and prognosis of the phytosanitary state of agricultural land in Kazakhstan on locust pests. //Mat-ly of the international round table "Problems of locust control in Central Asia", Almaty, 9 February. 2001: Pp. 25-37.
3. Dulaiova M. About the practice of the locust in Kachiry area of Pavlodar region //plant Protection and quarantine in Kazakhstan 2001. No. 1 p. 28-29.
4. Gasanov A. K. Principles of zoning of the territories according to the degree of reproduction of the Italian locust on the example of Aktobe region. //Actual problems of plant protection in Kazakhstan, 1: 170-178. Proceedings of the international. scientific-practical. 2001.
5. Gasanov A. K. Characteristics of phase dynamics in populations of the Italian locust in the North-West of Kazakhstan. // Protection and quarantine of plants in Kazakhstan. 2003. No. 2 С. 11-13.
6. Gasanov A. K. some regularities of reproduction of the Italian locust (*Calliptamus italicus* L.) in the Aktobe region. Protection and quarantine in Kazakhstan 200. No. 1 pp. 27-28.

7. Latchininsky A.V., Sergeev M. G., Childebaev M. K., Chernyakhovsky M. E., Lockwood J. A., Kambulin V. E., F. A. Gapparov Locusts of Kazakhstan, Central Asia and adjacent territories. 2002, USA, Laramie: pp. 1-387.
8. Childebaev M. K. To the fauna and ecology of grasshoppers (Orthoptera, Acridoidea, Tetrigoidea) Priirtyshskiy plateau. – Tethys Entomological Research. 2002. 6: pp. 5-12. Almaty.
9. Childebaev M. K. To the fauna and ecological distribution of grasshoppers (Orthoptera, Acrididae) in Northern Kazakhstan. 2002, in Russian. issled. in Kazakhstan: current status and prospects, Almaty, 19-21 March. 2002: pp. 268-270. Almaty.
10. Childebaev M. K. peculiarities of the fauna and ecology of grasshoppers of Kazakhstan //Materials of international round table. "The problems of locust control in Central Asia" Almaty, 2001, pp. 83-88.

УДК 57043

### ИССЛЕДОВАНО ВЛИЯНИЕ ЗВУКОВ ШУМОВОГО ПОТОКА НА ЛЮДЕЙ В НЕКОТОРЫХ РАЙОНАХ Г. ТАЛДЫКОРГАНА (КАЗАХСТАН)

*Канаев Ашимхан Токтасынович* д.б.н., профессор, Директор НИИ проблем Биотехнологии, ЖГУ им. И. Жансугурова, Казахстан, 040000, г. Талдыкорган, пр. Жансугурова 187 А, e-mail: [ashim1959@mail.ru](mailto:ashim1959@mail.ru)

*Баймырзаев Куат Маратович* д.г.н., профессор, Ректор ЖГУ им. И.Жансугурова, Казахстан, 040000, г. Талдыкорган, пр. Жансугурова 187 А, e-mail: [yuz@zhgu.edu.kz](mailto:yuz@zhgu.edu.kz)

*Акмуллаева Айжан Сейткановна* к.б.н., заведующий НИИ проблем Биотехнологии, ЖГУ им. И. Жансугурова, Казахстан, 040000, г. Талдыкорган, пр. Жансугурова 187 А, e-mail: [meirhan2009@mail.ru](mailto:meirhan2009@mail.ru)

*Турганов Зангар Талгатович* магистр., и.о. заведующий НИИ проблем Биотехнологии, ЖГУ им. И. Жансугурова, Казахстан, 040000, г. Талдыкорган, пр. Жансугурова 187 А, e-mail: [zangar.turganov@mail.ru](mailto:zangar.turganov@mail.ru)

*Аскарбекова Кенжегул Бауыржановна* магистр., и.о. старший научный сотрудник НИИ проблем Биотехнологии, ЖГУ им. И. Жансугурова, Казахстан, 040000, г. Талдыкорган, пр. Жансугурова 187 А, e-mail: [kenzhegul.askarbekova@mail.ru](mailto:kenzhegul.askarbekova@mail.ru)

**Аннотация:** В этой статье мы хотели бы рассказать о шумомерах. Понять назначение этого прибора можно из его названия. Кому-то может показаться излишним – зачем измерять уровень шума, однако степень вредного воздействия на человека повышенного уровня звукового шума, причем часть его может находиться вне пределов восприятия нашим слухом, трудно переоценить: это повышенная утомляемость, головные боли, бессонница и многое другое. С позиции физики, шум представляет собой случайный набор частотных колебаний. Если быть абсолютно точным, то шум может быть не только звуковым, однако, поскольку в данном случае мы говорим о звуковом воздействии, будем рассматривать шум, как набор звуковых колебаний, причем, не обязательно находящихся в пределах воспринимаемого человеческим ухом диапазоне.

**Ключевые слова:** звук, шумомер, диапазон, горизонт, исследование, результат.

### THE IMPACT OF SOUND NOISE SOUNDS ON PEOPLE IN SOME TALDYKORGAN ARE INVESTIGATED (KAZAKHSTAN)

*Kanayev Ashimkhan* Doctor of Biological Sciences, Professor, Director of the Research Institute for Problems of Biotechnology, Zhetysu State University. I. Zhansugurova, Kazakhstan, 040000, Taldykorgan, 187 A, Zhansugurov Ave., e-mail: [ashim1959@mail.ru](mailto:ashim1959@mail.ru)

**Kuat Maratovich Baimyrzayev** Doctor of Geographical Sciences, Professor, Rector of Zhetysu State University. I. Zhansugurova, Kazakhstan, 040000, Taldykorgan, 187 A, Zhansugurov Ave., e-mail: [vuz@zhgu.edu.kz](mailto:vuz@zhgu.edu.kz)

**Aizhan Akmullayeva** Candidate of Biological Sciences, manager of the Research Institute for Problems of Biotechnology, Zhetysu State University. I. Zhansugurova, Kazakhstan, 040000, Taldykorgan, 187 A, Zhansugurov Ave., e-mail: [meirhan2009@mail.ru](mailto:meirhan2009@mail.ru)

**Turganov Zangar** Master, Ye., manager of the Research Institute for Problems of Biotechnology, Zhetysu State University. I. Zhansugurova, Kazakhstan, 040000, Taldykorgan, 187 A, Zhansugurov Ave., e-mail: [zangar.turganov@mail.ru](mailto:zangar.turganov@mail.ru)

**Askarbekova Kenzhegul** Master, Ye., senior researcher of the Research Institute for Problems of Biotechnology, Zhetysu State University. I. Zhansugurova, Kazakhstan, 040000, Taldykorgan, 187 A, Zhansugurov Ave., e-mail: [kenzhegul.askarbekova@mail.ru](mailto:kenzhegul.askarbekova@mail.ru)

**Abstract:** In this article we would like to talk about sound level meters. You can understand the purpose of this device from its name. It may seem unnecessary to some - why measure the noise level, but the degree of harmful effects on a person of the increased level of sound noise, and part of it may be outside the limits of perception by our ears, it is difficult to overestimate: this is increased fatigue, headaches, insomnia and much more. From the standpoint of physics, noise is a random set of frequency oscillations. To be absolutely accurate, the noise can be not only sound, however, since in this case we are talking about sound effects, we will consider noise as a set of sound vibrations, and not necessarily within the range perceived by the human ear.

**Keywords:** sound, sound level meter, range, horizon, research, result.

**Введение:** В наше время человек подвержен такому количеству опасных воздействий, что порой не замечает, как они становятся обычными делом в окружающем его мире. Однако степень вредного воздействия неблагоприятных факторов на нас не становится меньшей от того, насколько мы к ним привыкли.

В этой статье мы хотели бы рассказать о шумомерах. Понять назначение этого прибора можно из его названия. Кому-то может показаться излишним – зачем измерять уровень шума, однако степень вредного воздействия на человека повышенного уровня звукового шума, причем часть его может находиться вне пределов восприятия нашим слухом, трудно переоценить: это повышенная утомляемость, головные боли, бессонница и многое другое. С позиции физики, шум представляет собой случайный набор частотных колебаний. Если быть абсолютно точным, то шум может быть не только звуковым, однако, поскольку в данном случае мы говорим о звуковом воздействии, будем рассматривать шум, как набор звуковых колебаний, причем, не обязательно находящихся в пределах воспринимаемого человеческим ухом диапазоне [1].

Над нами возник вопрос: как звуки влияют на людей и как сохранить слух надолго?

Мы поставили перед собой цель: изучить вопрос о том, как звуки влияют на нашу жизнь. В том числе определения уровень шума областного центра Алматинской области г.Талдыкорган.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

Изучить причину возникновения звуков в окружающей среде.

Выяснить причины ухудшения самочувствия людей при повышенных звуковых колебаниях.

Узнать, как сохранить хороший слух и хорошее самочувствие.

Методы исследования: анализ, наблюдение, сравнение, обобщение, практические опыты, эксперименты, изучение литературы.

Предмет исследования: для измерения уровень шума использовали «Шумомер testo 815».

**Материалы и методы исследования:** Объектом исследования являлись территория аккумуляторного завода «Кайнар-АКБ», а также промышленная зона второго аккумуляторного завода «ZHERSU-Power». В районе центрального парка, которая расположено в центре города, а также из трех точек микрорайона «Каратал», которое расположено на восточной стороне города Талдыкорган вдоль реки Каратал. Объектом для исследования южной стороны города являлись точки которые находились во втором и седьмом микрорайонах. В период с 20 октября по 13 декабря 2017 года уровень шума города Талдыкоргана измеряли два раза в сутки.

Для измерения уровень шума использовали «Шумомер testo 815».



Рис. 1. Шумомер testo 815

Уровень шума измеряют в децибелах – это величина, показывающая во сколько раз один параметр, превышает другой, в нашем случае — шумомеры показывают во сколько раз уровень шума больше нулевого уровня, т.е., полной тишины [2].

Профессиональные электронные шумомеры позволяют в некоторой степени имитировать работу прибора по аналогии с человеческим ухом, для чего существует набор фильтров, которые условно делят на четыре категории:

- Категория А – обычный, слабый уровень шума;
- Категория В – сильный уровень шума;
- Категория С – позволяет отслеживать только пики шумовых воздействий;
- Категория D – отслеживает шум на уровне работы авиационного двигателя.

Экспериментальные методы основаны на принятии эвристических решений, базой для которых служат знания и опыт, накопленные экспертами в конкретной области. Эти эвристические методы отличаются от расчетных методов, основанных на решении формализованных задач. Достоинством этих методов является то, что они позволяют принимать решения, когда более объективные методы неприемлемы. К другим достоинствам относится их воспроизводимость [3].

**Расчеты (Экспериментальная часть):** По полученным данным исследование было сделано анализ уровень шума и составлен график в виде рисунка. Уровень шума в городе более активно в рабочие дни в центральных районах города, в западных и восточных территориях менее активно, но учитывая выходные дни можно заметить в рисунках 1,6,7,8 в большинстве районах более активно показывает уровень шума. Если разобрать отдельно по каждому рисунком, увидите что в первых рисунках уровень шума утром менее активно чем вечернее время, а в рисунках 2,3,4,5,9 уровень шума более стабилен.

**Результаты и обсуждение:** Можно сказать что уровень шума колеблется за счет активности скапление людей в зонах городских парков, сквернов, торговых домах и расположение рабочих мест по городу. Исходя из этих данных можно сказать что рабочие места в городе расположены не предусмотрено для уровня шума. Для понижение шума оптимальным вариантом является расположение рабочих мест равномерно по городу. График средней уровень шума в городе Талдыкорган по горизонтам представлен ниже:

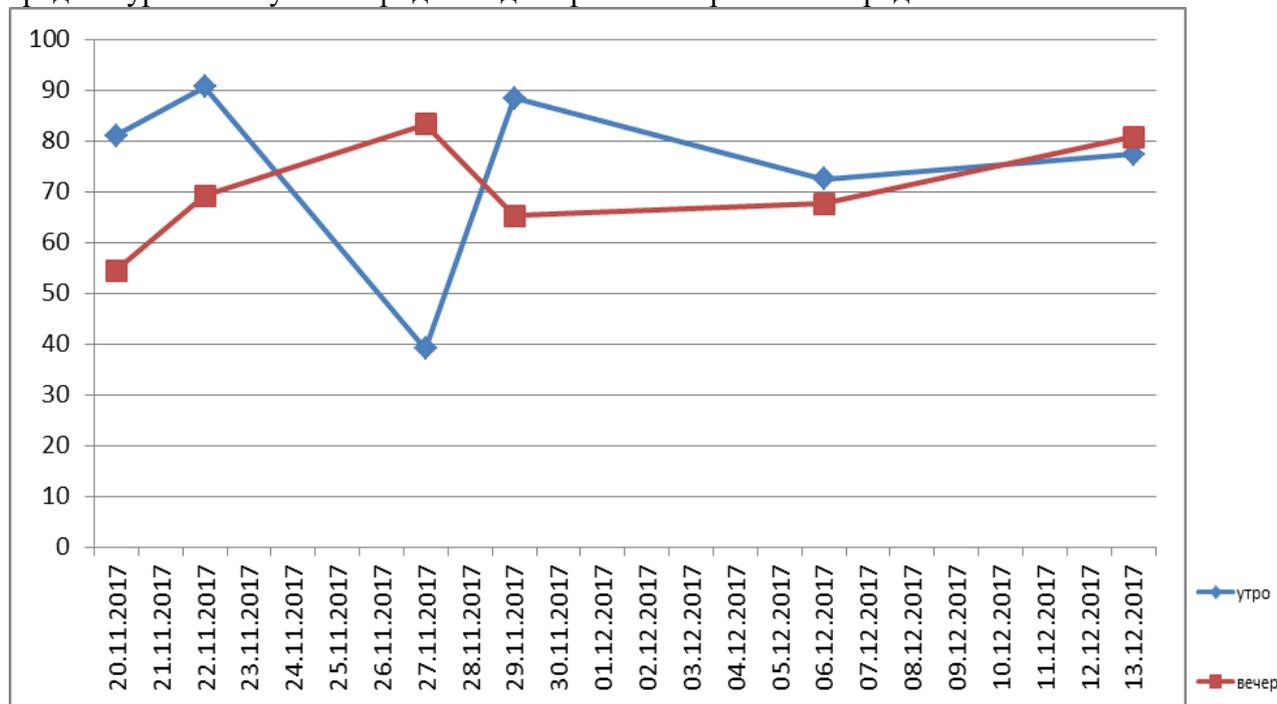


Рис. 2.«Кайнар –АКБ» аккумуляторный завод г. Талдыкорган

Как мы видим на первом рисунке измеренный уровень шума аккумуляторного завода «Кайнар-АКБ» в г.Талдыкорган. Который измеряли в 2 раза в день с 20 ноября по 13 декабря. Здесь самый высокий уровень шума утром составляет - 90,6 мин/с, самый низкий - 39,1 мин/с. И если мы посмотрим на показатели вечернего времени, то максимум составляет - 83,2 мин/с, а самый низкий показатель - 54,4 мин/с

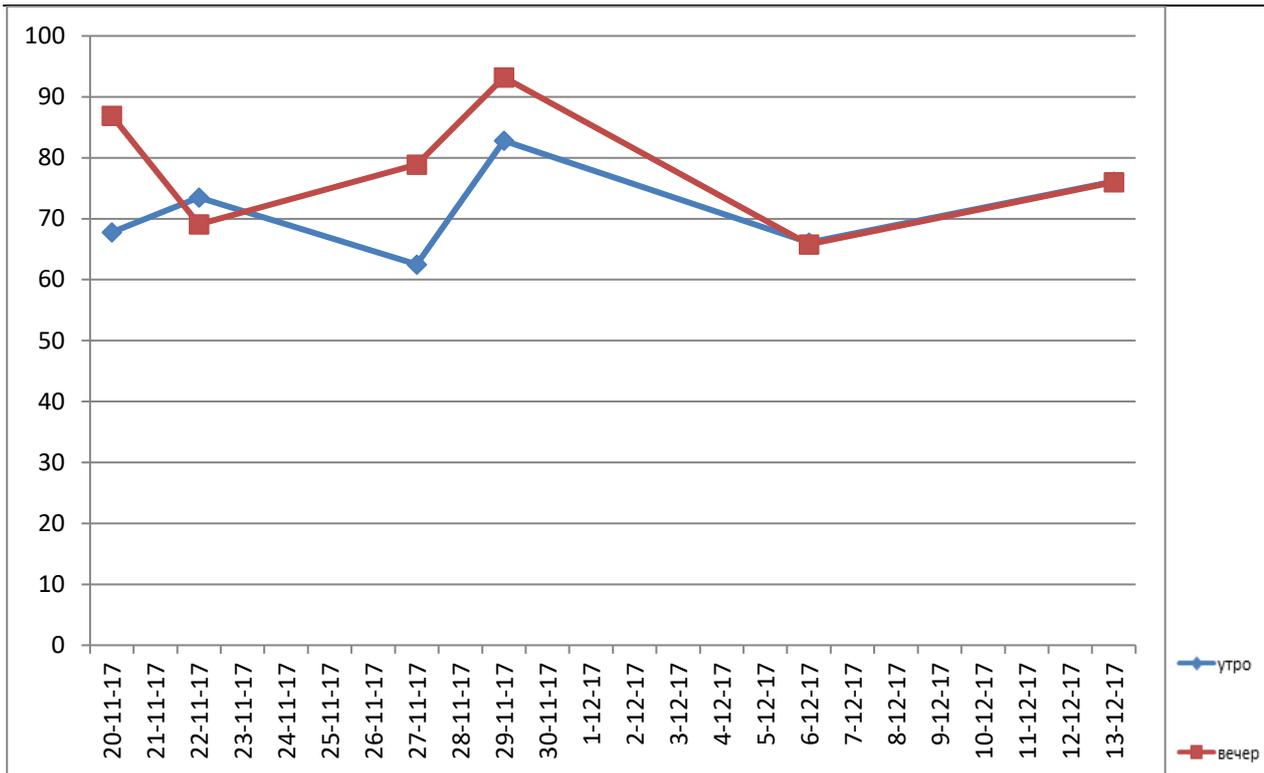


Рис. 3. «ZHERSU Power» аккумуляторный завод г. Талдыкорган

Во втором рисунке изображен измеренный уровень шума аккумуляторного завода «ZHERSU Power» в г.Талдыкорган. Который измеряли в 2 раза в день с 20 ноября по 13 декабря. Здесь мы видим, что самый высокий уровень шума утром составляет - 82,8 мин/с, самый низкий - 61,1 мин/с. И если мы посмотрим на показатели вечернего времени, то максимум составляет - 93,2 мин/с, а самый низкий показатель - 65,8 мин/с.

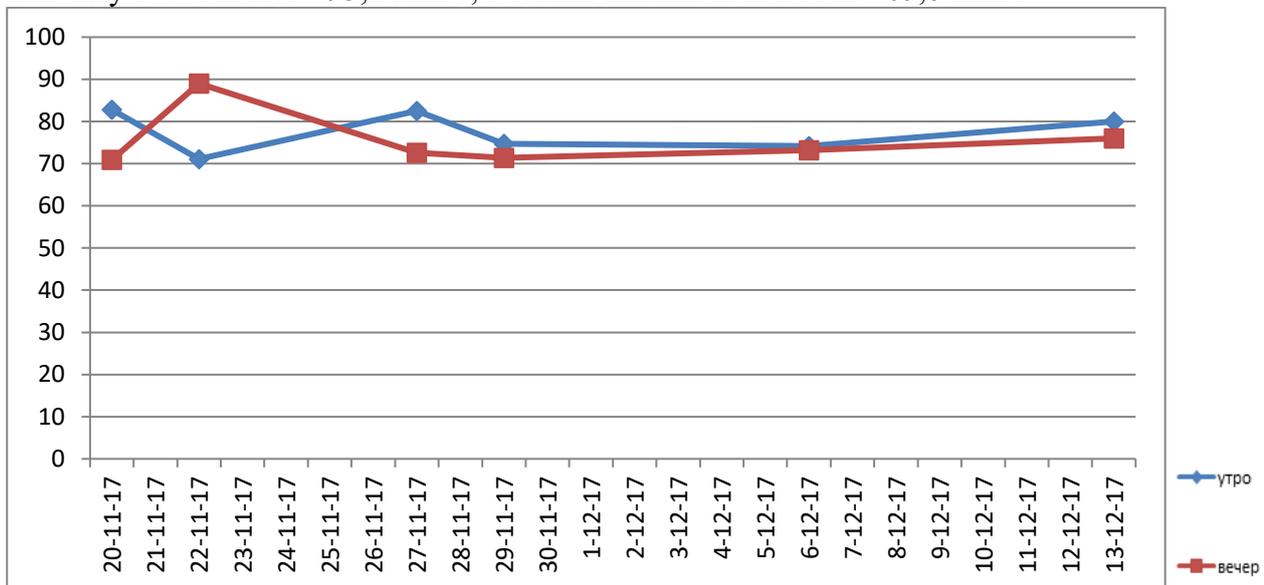


Рис. 4. Второй микрорайон г. Талдыкорган

На третьем рисунке уровень шума второго микрорайона в г.Талдыкорган измеряется два раза в день с 20 ноября по 13 декабря. Самый высокий уровень шума утром составляет - 82,8 мин/с, самый низкий - 71,1 мин/с. Что касается показателем вечернего времени, то самая высокая уровень шума составляет 89,0 мин/с, а низкая цифра составляет - 70,9 мин/с.

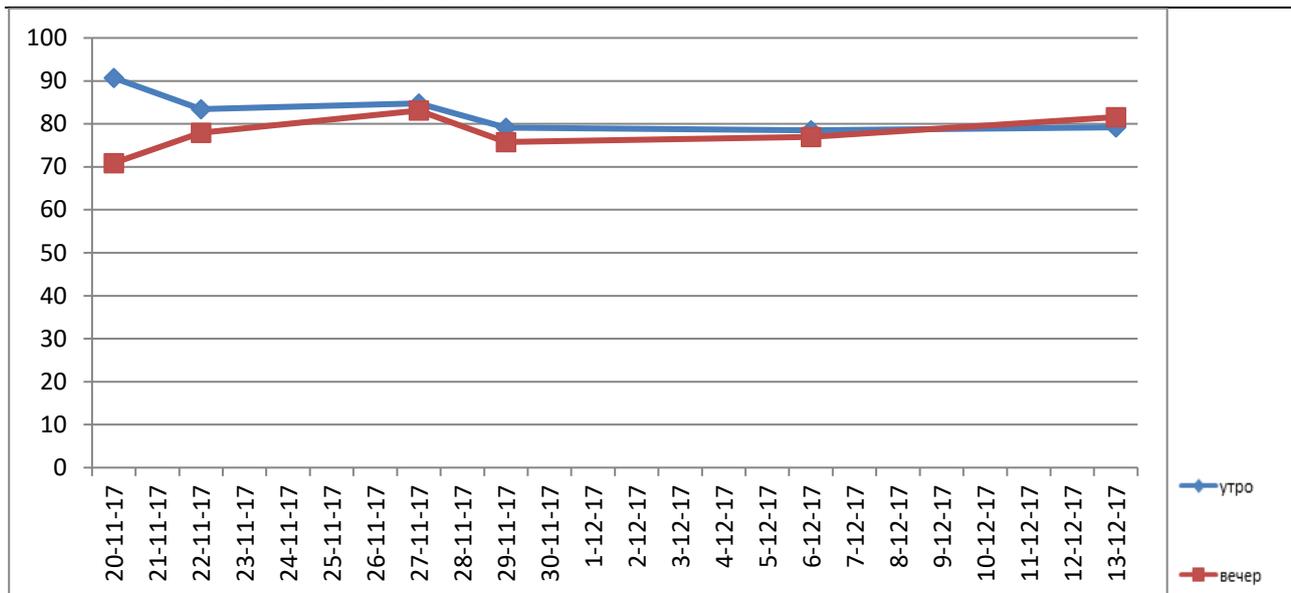


Рис. 5. Седьмой микрорайон г. Талдыкорган

На четвертом рисунке уровень шума седьмого микрорайона в г.Талдыкорган измеряется два раза в день с 20 ноября по 13 декабря. Здесь мы видим, что самый высокий уровень шума утром составляет - 90,7 мин/с, самый низкий - 78,5 мин/с. Если мы посмотрим на показатели вечернего времени, то максимум составляет - 91,1 мин/с, а самый низкий показатель - 75,8 мин/с.

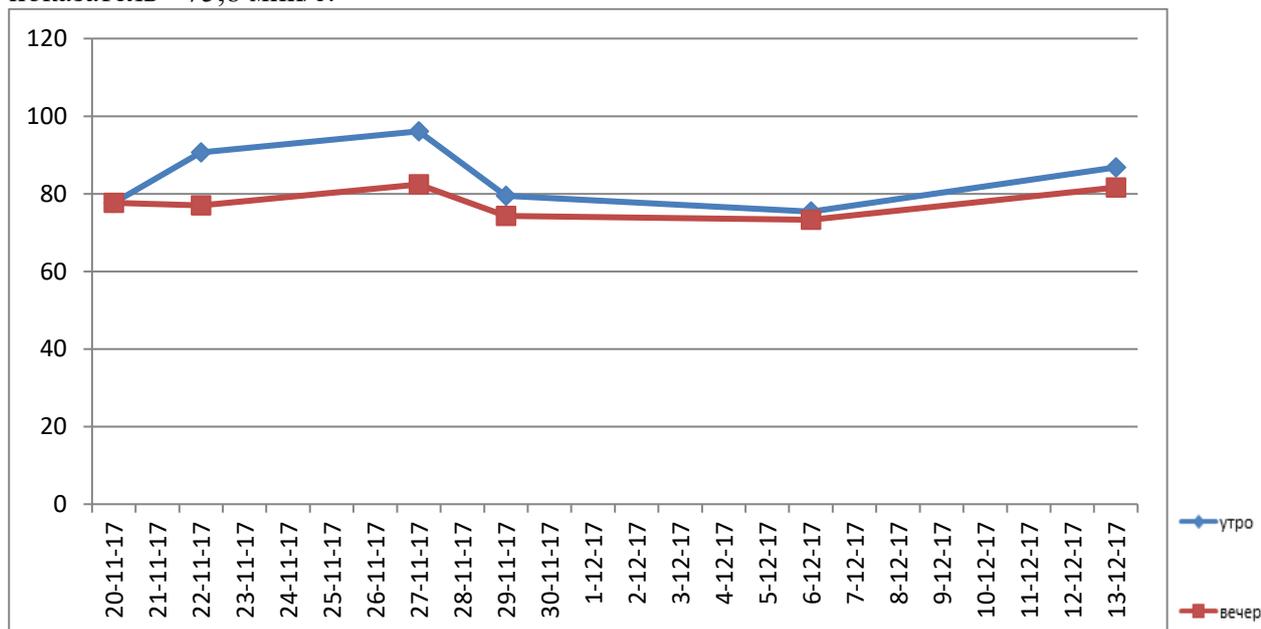


Рис. 6. Центральный парк г. Талдыкорган

На пятом рисунке средний уровень шума в центральном парке в г.Талдыкорган измеряется с 20 ноября по 13 декабря два раза в день. Здесь самый высокий уровень шума утром составляет - 96,1 мин/с, самый низкий - 77,7 мин/с. Что касается показателем вечернего времени, то самый высокий показатель составляет - 83,1 мин/с, а самый низкий показатель составляет - 73,3 мин/с.

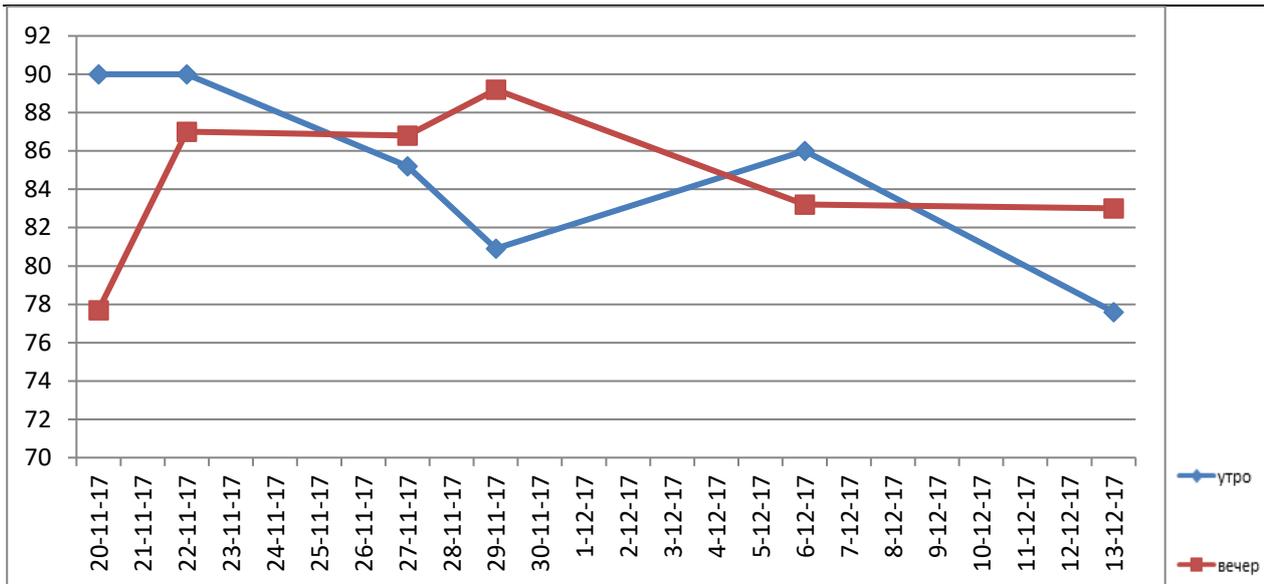


Рис. 7. Центр г. Талдыкорган

Как видно из шестого рисунка средний уровень шума в г.Талдыкорган измеряется два раза в день с 20 ноября по 13 декабря. Самый высокий уровень шума утром составляет - 90,0 мин/с, самый низкий - 77,6 мин/с. Что касается показателей вечернего времени, то самый высокий показатель составляет - 89,2 мин/с, а самый низкий показатель составляет - 74,9 мин/с.

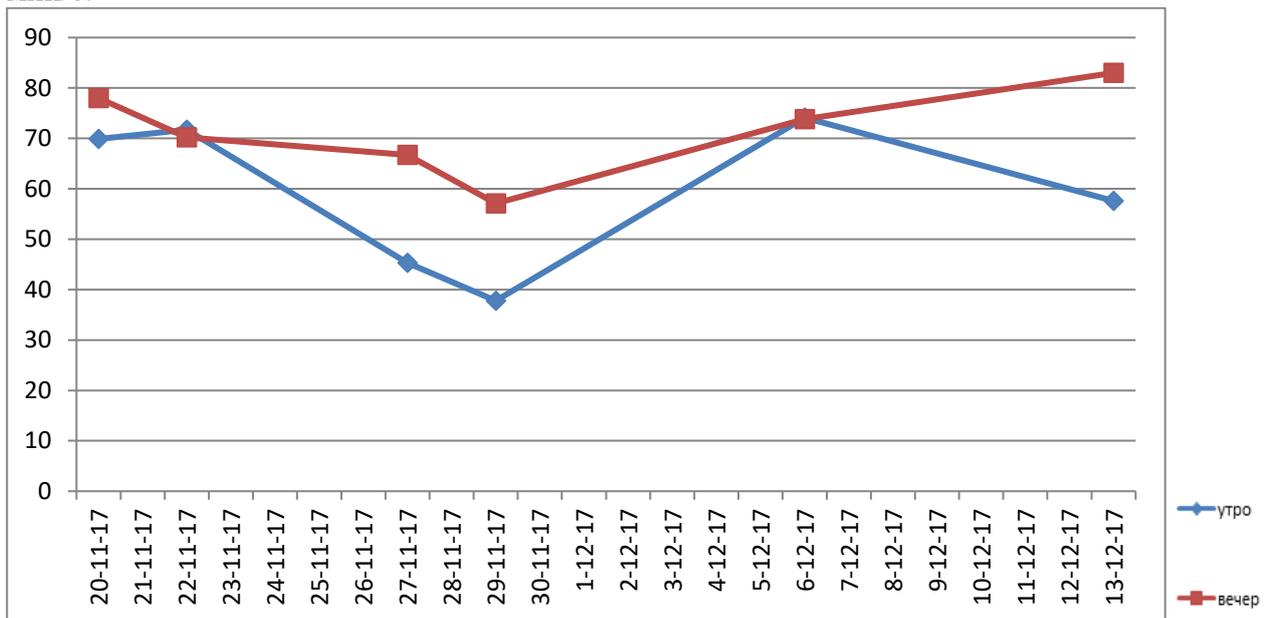


Рис. 8. Восточная сторона г. Талдыкорган «Каратал 1»

Как видно из седьмой картины первая точка микрорайона Каратат к востоку от г.Талдыкорган были измеренный уровень шума два раза в день с 20 ноября по 13 декабря. Высокий уровень шума утром составляет - 74,1 мин/с, самый низкий - 37,8 мин/с. Что касается показателей вечернего времени, то наибольшая показатель составляет - 79,7 мин/с, а самая низкая цифра составляет - 57,1 мин/с.

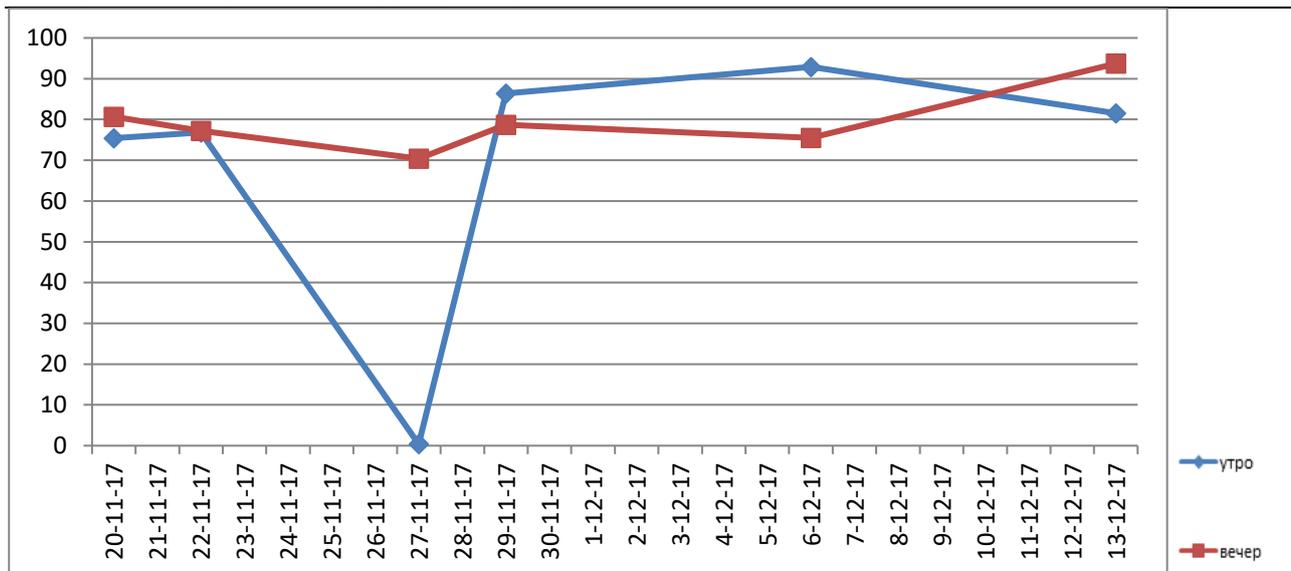


Рис. 9. Восточная сторона г. Талдыкорган «Каратал 2»

Как мы видим на восьмом рисунке уровень шума второй точки микрорайона Каратал в городе Талдыкорган измеряется два раза в день с 20 ноября по 13 декабря. Здесь самый высокий уровень шума утром составляет - 92,9 мин/с, самая низкая точка - 0,37 мин/с. Что касается показателем вечернего времени, то самый высокий показатель составляет - 93,7 мин/с, а самый низкий показатель составляет - 70,4 мин/с.

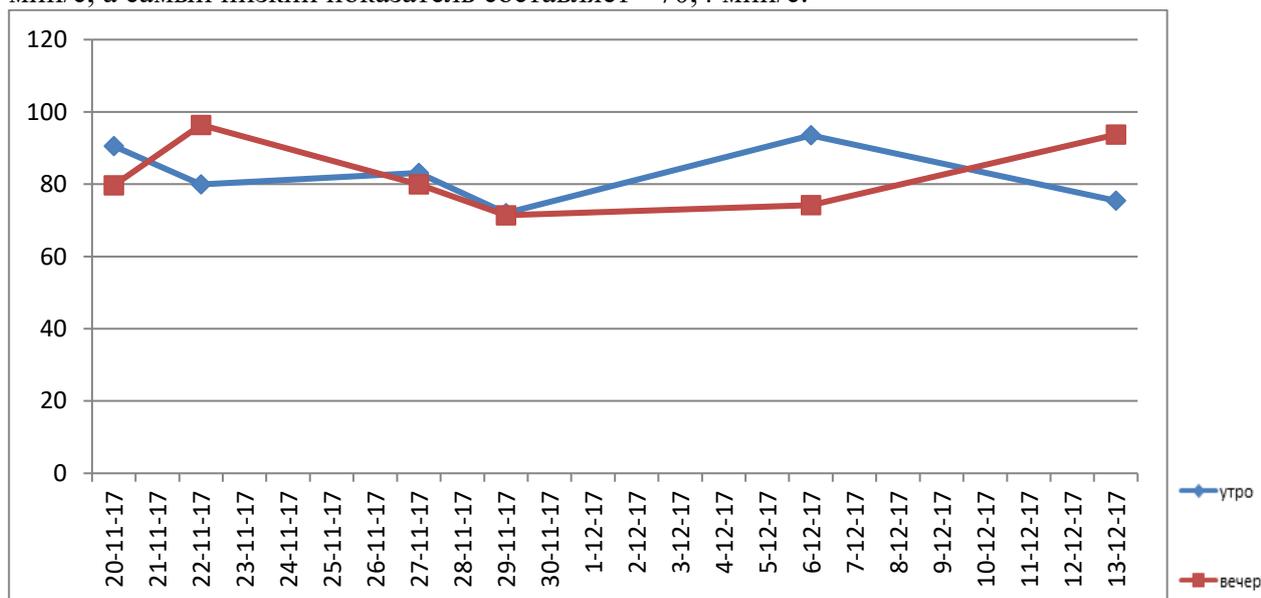


Рис. 10. Восточная сторона г. Талдыкорган «Каратал 3»

**Выводы:** Как видно из девятой картины уровень шума третьей точки микрорайона Каратал в городе Талдыкорган измеряется два раза в день с 20 ноября по 13 декабря. Самый высокий уровень шума утром составляет - 93,5 мин/с, самый низкий показатель составляет - 72,0 мин/с. Что касается показателем вечернего времени, то наибольшая показатель уровень шума составляет - 96,74 мин/с, а самая низкая цифра составляет - 71,4 минуты/секунд.

Все шумомеры классифицируют по точности снимаемых показаний. Если лучшие шумомеры относятся к нулевому классу, то обычные бытовые приборы с невысокой точностью относят к третьему классу. Выбирая шумомер необходимо определить, для каких целей вы собираетесь его использовать, а классы шумомера по степени точности измерения

позволят соблюсти соотношение цены и выполнения возложенных на прибор задач, т.е. — качества.

Исходя из проведенных исследований в городе Талдыкорган, путем измерения ежедневно 2 раза в день уровень шума, можно сделать вывод что уровень шума изменяется в диапазоне от 38 мин/с до 98 мин/с. По результатам исследования можно сказать, что все показатели в норме и соответствуют стандартам микроклимата.

#### Список литературы:

1. Ларионов М.В., Любимов В.Б., Перевозчикова Т.А. обзор научной литературы по проблеме влияния экологических факторов на здоровье человека // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2-6. – С. 1204-1210;
2. Акимова Т.В. Экология. Человек-Экономика-Биота-Среда: Учебник для студентов вузов/ Т.А.Акимова, В.В.Хаскин; 2-е изд., перераб. и дополн.- М.:ЮНИТИ, 2009.- 556 с. Рекомендован Минобр. РФ в качестве учебника для студентов вузов.
3. Акимова Т.В. Экология. Природа-Человек-Техника.: Учебник для студентов техн. направл. и специал. вузов/ Т.А.Акимова, А.П.Кузьмин, В.В.Хаскин.- Под общ. ред. А.П.Кузьмина; Лауреат Всеросс. конкурса по созд. новых учебников по общим естественнонауч. дисциплин. для студ. вузов. М.:ЮНИТИ-ДАНА, 2006.- 343 с. Рекомендован Минобр. РФ в качестве учебника для студентов вузов.

#### References:

1. Larionov M.V., Lyubimov V.B., Perevozchikova T.A. review of scientific literature on the problem of the influence of environmental factors on human health // Fundamental research. - 2015. - № 2-6. - p. 1204-1210;
2. Akimova T.V. Ecology. Man-Economy-Biota-Environment: A Textbook for University Students / T.A. Akimova., V.V. Haskin; 2nd ed., Pererab. and additional .- M.: UNITI, 2009.- 556 p. Recommended Minobr. RF as a textbook for university students.
3. Akimova T.V. Ecology. Nature-Man-Technique .: A textbook for students of tech. directions and special. universities / T.A. Akimova., A.P. Kuzmin., V.V.Haskin ..- Under total. ed. A.P. Kuzmina; Winner Vseross. Competition by created. new textbooks on general natural science. discipline for stud. universities. M.: UNITY-DANA, 2006.- 343 p. Recommended Minobr. RF as a textbook for university students.

УДК 502.22:502.12

### АЙЛАНА-ЧӨЙРӨГӨ ТЕХНОСФЕРАЛЫК БУЛГАНЫШТАРДЫН ТИЙГИЗГЕН ТААСИРИ

*Омуров Жыргалбек Макешович, т.и.к., доцент, И.Раззаков атындагы КМТУ, Кыргыз Республикасы, 720044, Бишкек шаары, Ч.Айтматов проспектиси 66, e-mail: [omurov66@mail.ru](mailto:omurov66@mail.ru). orcid.org 0000-0002-6813-2400*

*Сатыбалдиева Джаркын Касенакуновна, т.и.к., доцент, И.Раззаков атындагы КМТУ, Кыргыз Республикасы, 720044, Бишкек шаары, Ч.Айтматов проспектиси 66.*

*Жангазиев Руслан Бактиярович, магистр, И.Раззаков атындагы КМТУ, Кыргыз Республикасы,, 720044, г.Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66.*

**Аннотация:** Айлана чөйрөнүн сапатын жакшыртууга, өтө көңүл бурулууда. Өндүрүштөн чыккан булганыч сууларды тазалоо, анын калдыктарды калыбына келтирип өндүрүшкө кайрып берүү, курчап турган чөйрөнү сактоо, актуалдуу маселелердин бири. Абага чыгарылган газдарды зыянсыздандыруу, чаң кармагычтарда, чыпкалагычтарда, срубберлерде, газ жуугучтарда, электр чыпкалагычтарында тазалоо жүргүзүлөт.

Суу катмарын коргоо, анын ар түрдүү заттар менен булганышы, негизги касиеттери, катуу бөлүкчөлөрдүн дисперстүүлүктөрү, дисперстик курамы тазалоо ыкмалары берилген.

Өндүрүштө колдонулчу суулар, алардын мүнөздөмөлөрү, суунун зыяндуу заттар менен булгануусу, өндүрүштүк булганыч суулардын өзгөчүлүктөрү каралган. Өндүрүштүк булганыч сууларды коагуляциялоо, адсорбциялоо, тазалоо ыкмалары камтылган.

Өндүрүштүк суунун агып чыгышын гана эмес, сууну сырттан аз алып пайдаланууда, ошондой эле сууну жалпы керектөөнү төмөндөтүү, таза суунун сарпталышын азайтуу чоң мааниге ээ. Өндүрүштөрдүн абага чыгарган булганыч заттардын таасиринин натыйжасында зыяндуу газдардын өлчөмдөрү көбөйүп, айлана чөйрөгө таасир берет.

Өндүрүшүнүн калдыктарын бир нече ирет калыбына келтирилип, кайрадан коагулянт катарында колдонууга болот.

Бул макала крахмал алуу, андан чыккан булганычтарды тазалоо ыкмалары көрсөтүлгөн.

**Статьянын максаты** – Өндүрүш булганычтарын азайтуу, калдыктарды калыбына келтирип аны өндүрүшкө кайрып берүү, курчап турган чөйрөнү сактоо.

**Маанилүү сөздөр:** булганыч суу, чөйрөнү сактоо, коагуляция, адсорбция, физико-химиялык көрсөткүчтөр, концентрациянын мүмкүндүк чеги.

#### **THE CARS WERE CARRYING HEAVY LOADS IN THE MOUNTAIN REGIONS OF CHARACTERIC**

***Omurov Jyrgalbek Makeshovich***, Ph.D., associate Professor, Kyrgyzstan, 720044 , c.Bishkek, KSTU named after I.Razzakov, pr. Ch. Aytmatova 66, e-mail: [omurov66@mail.ru](mailto:omurov66@mail.ru)

***Satybaldieva Jarkyn Kasenakunovna***, Ph.D., associate Professor, Kyrgyzstan, 720044 , c.Bishkek, KSTU named after I.Razzakov, pr. Ch. Aytmatova 66.

***Zhangaziev Ruslan Baktiyarovich***, the magistrant-student, Kyrgyzstan, 720044 , c.Bishkek, KSTU named after I.Razzakov, pr. Ch. Aytmatova 66.

**Annotation:** Pays attention to improving the quality of the environment. Industrial wastewater treatment, waste recycling, and environmental protection

The protective layer, as well as various substances and water pollution, the basic properties of solids, cleaning composition and dispersion methods.

With regard to water, their characteristics, as well as the production of harmful substances and water pollution, industrial wastewater are different. Industrial wastewater treatment methods, coagulants.

Production is not only the outflow of water, use less water from the outside, but also reducing water consumption, it is very important to reduce the use of clean water. Producer of emissions of pollutants in the atmosphere, produced by exposure to increased amounts of greenhouse gas emissions and environmental impact.

Production has been restored several times, and the residue can be used as a coagulant.

This article from the starch and pollution treatment methods.

**The purpose of the article:** Production of pollution reduction, waste management and return to production, as well as environmental protection.

**Keywords:** Contaminated water, environmental protection, coagulation, adsorption, physico-chemical parameters and concentration limits.

Айлана-чөйрөгө чыгарылган булганычтарды жөнгө салуу, калдыктарды, таштандыларды зыянсыздандыруу, калыбына келтирип, өндүрүшкө кайрып берүү, аз калдыктуу тазалоо ыкмаларын иштеп чыгуу каралган. Чөйрөнүн сапатынын начарлашын алдын ала болтурбоого, өндүрүштөн чыгарылган заттарды кайрадан иштетип, коромжусуз пайдалануу азыркы учурдагы нешизги маселелердин бири. Айлана-чөйрөнү өндүрүштөн чыгарылган зыяндуу заттар менен булганышынан коргоо, аларды тазалоо ыкмалары берилген.

Ферменттердин же кислота менен ысытуунун таасиринде гидролизденет. Эрүүчү крахмал, декстриндер пайда болот. Гидролиз учурунда глюкоза алынат.

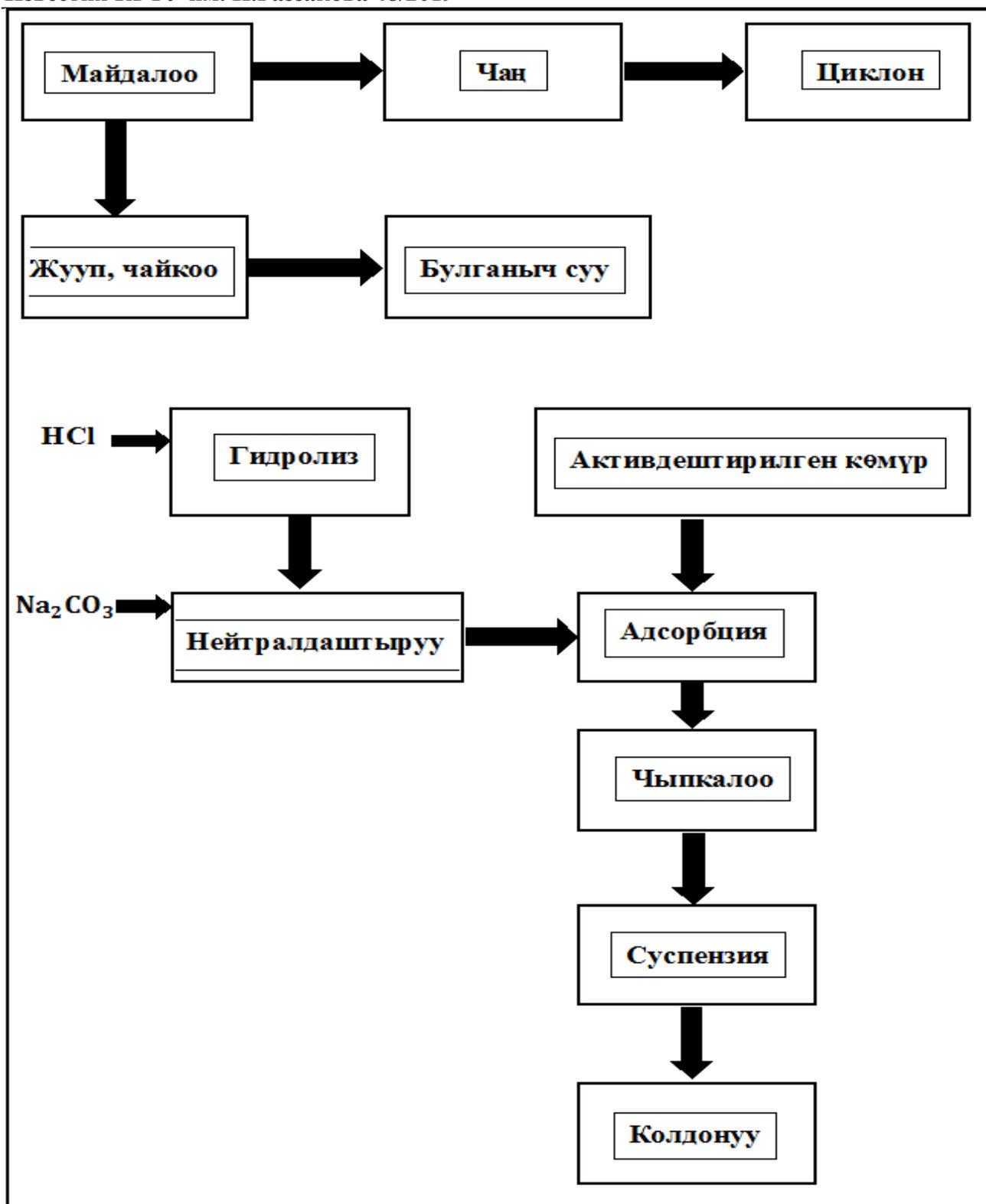
Калдыктардын курамы ар түрдүү болгондуктан, баалуу заттарда бөлүп алуу өзгөчө мамилени талап кылат. Диффузиялык ыкмалардын натыйжалуу болушу үчүн калдыктарды 5 мм ге дейре майдалоо керек.

Кесек, мм	Орточо, мм	Майда, мм
20 – 15	3 – 10	1 – 3
3,5 – 10	1 – 4	0,3 – 0,5

Катуу калдыктарды кырдуу талкалагычтарда майдалашат. Талкалагычтардан чыккан чандуу газдар тазалагычка берилет. Ал чанды чөктүрүү үчүн ылдый жагында чаң чогултуучу чөнөк жайгашат. Газдардын температурасы 400<sup>0</sup>С болсо, тазалоо натыйжалуулугу 95% ке чейин болгон циклон колдонулат. Чандуу газ жогору жагынан берилип, борбордон четтөчү күчтүн жардамы менен чаң четки ички бетке урунуп, конустук жагына чогулуп чөнөккө түшөт, андан өндүрүшкө пайдаланууга берилет. Эгерде чандын чоңдугу 0,1 мм болсо электр чыпкасы колдонулат.

Крахмал алууда жуугуч, майдалагыч, тараза центрифуга, элек, барабан – агымдуу элек, борбордон четтөчү элек, пресс, тундургуч, центрофуга, гидроциклон түзүлүштөрдөн жана жабдыктардан турат. Бул түзүлүштүн ар биринде крахмал алуу ыраатуулукта иштелет: сууда жуулуп, сүргүчкө майдаланып, алынган массага суюк крахмал суусу кошулуп чыпкадан өткөрүлөт. Бөлүнгөн суюктук центрифугадан тунмасынан ажыратылат жана суюк крахмал сүтү тазаланат. Чыпкада калганы кайрадан сүргүчкө сүрүлүп, картошка дагы майдаланат да, андан азыраак өлчөмдөгү крахмал чыгат. Алынган тунмасы тазаланып, тоют катары колдонулат. Бөлүнүп алынган крахмалды тазалоо үчүн аны ар түрдүү чыпкалардан өткөрүшөт. Алынган крахмал гидроциклондо тазаланат.

Өндүрүштө майдалоо, гидролиз аркылуу крахмал алынат. Крахмалдын суспензиясынан патока өндүрүлөт. Схемада көрсөтүлгөн.



Патока өндүрүшүнүн схемасы

Өндүрүштөрдүн абага чыгарган булганыч заттардын таасиринин натыйжасында зыяндуу газдардын өлчөмдөрү көбөйүп, айлана чөйрөгө таасир берет.

Крахмал өндүрүшүнөн абага чыгарылган булганыч заттардын концентрациясы:

$$C_x = \frac{1,3Mk}{v} \left[ \frac{0,6}{H'_{30}} + \frac{42}{(1,4l + b + x)^2} \right], \text{ мг /м}^3;$$

$$C_x = \frac{1,3 \cdot 120 \cdot 1}{1} \left[ \frac{0,6}{10 \cdot 48} + \frac{42}{(1,4 \cdot 48 + 24 + 0)^2} \right] + \frac{2 \cdot 15}{1,4 \cdot 48 \cdot 1} + \frac{1,3 \cdot 60 \cdot 1}{1}$$

$$\left[ \frac{0,6}{10 \cdot 48} + \frac{42}{(1,4 \cdot 48 + 24 + 0)^2} \cdot 0,69 \right] + \frac{1,34 \cdot 0,1}{1} \left[ \frac{0,6}{10 \cdot 48} + \frac{48}{(1,4 \cdot 48 + 210)^2} \cdot 0,23 \right] = 156$$

$$\left[ 0,00125 + \frac{42}{(91,2)^2 = 8317,44} \right] + \frac{300}{672} =$$

$$= 0,446 + 52 \left[ 0,00125 + \frac{42}{(91,2)^2 = 8317,44} \right] \cdot 0,005 \cdot 0,69 \cdot 0,00345 + 91$$

$$[0,00125 + 0,005 \cdot 0,23] = 0,00115 [0,00625 \cdot 0,975 + 91 \cdot 0,0023] =$$

$$= 0,214 - 1,635 \text{ мг /м}^3;$$

$$52 [0,00125 + 0,0057 \cdot 0,23] + 0,0013 + 0,00255 = 0,1326 \text{ мг /м}^3;$$

$$C_x = 156 \cdot 0,00625 + 0,446 + 78 \cdot 0,0047 [0,00125 + 0,00345] \cdot 0,975 + 52$$

$$[0,00125 + 0,0057 \cdot 0,23] = 0,1326 \text{ мг /м}^3;$$

$$C_x = 0,975 + 0,446 + 0,367 + 0,133 = 1,921 \text{ мг /м}^3$$

$$V_{н.у.} = 10,999 \cdot 2160 \cdot 3600 = 8,5528224 \cdot 10^7 \text{ м}^3/\text{с}$$

Хлордуу суутектин концентрациясы

$$C_x = \frac{13 \cdot M \cdot m \cdot k}{V} \left[ \frac{2}{x_1} + \frac{20}{(1,4l + x)^2} \right], \text{ мг /м}^3;$$

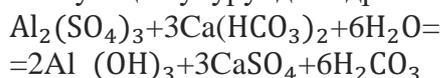
$$C_x = 1,3 \cdot 16,7 \cdot 0,6 \cdot 0,8 \left[ \frac{2}{18 + 83} + \frac{20}{(1,4 \cdot 83 + 28,2)^2} \right] = 0,02 \text{ мг /м}^3$$

$$C_x = \frac{1,3 \cdot 0,008 \cdot 0,6 \cdot 0,8}{12 \cdot 32 \cdot 1} \left[ \frac{2}{18 \cdot 83} + \frac{20}{(1,4 \cdot 83 + 20)^2} \right] = 0,600 \text{ мг /м}^3;$$

$$C_x^{SO_2} = \frac{1,8 \cdot 0,12 \cdot 0,6 \cdot 0,8}{12 \cdot 32 \cdot 1} = 0,0003 \text{ мг /м}^3;$$

Крахмал өндүрүшүнөн чыккан булганыч сууларды коагуляция ыкмасы менен тазалоого болот. Коагуляция учурунда пайда болгон гидроксиддердин бөлүкчөлөрү ириленип, чоң агрегаттарга айланышы, эритменин чөйрөсүнө, концентрациясына, температурасына жараша болот. Бир метр куб. тазалануучу сууга 0,5 кг алюминийдин сульфатын кошкондо, 900 с убакыт ичинде алюминийдин гидроксидинин бөлүкчөлөрү чөгө баштайт. Тазалануучу сууга 0,6 кг коагулянтты кошкондо алюминий гидроксидинин бөлүкчөлөрүнүн чөгүү убактысы 1100 с., ал эми 780 с. темир гидроксидинин бөлүкчөлөрү чөгөт. Коагулянт көбүрөөк кошулганда гидроксид бөлүкчөлөрүнүн чөгүү ылдамдыгы өзгөрбөйт.

Коагуляция учурунда гидролиз жана диссоциация жүрөт.



Тазалануучу суунун щелочтуулугун аныктап, коагулянттын санын эсептеп билүүгө болот.

$$X = D - Щ + 1 = 0,0175 \cdot D - Щ + 1,$$

мында X – щелочтун саны, мг–экв / л,

Д – алюминийдин сульфаты, мг / л

Щ – баштапкы суунун щелочтуулугу, мг – экв / л.

Алюминий гидроксиддин эригичтиги суутек ионунун концентрациясына көз каранды болот. Алюминий гидроксиддинин бөлүкчөлөрү рН - 3 тө пайда болот, толук чөгүшү рН = 6,8 ал эми рН = 9 чөкмөнүн эригичтиги көбөйөт.

Крахмал өндүрүшүнүн булганыч бир литр сууларын тазалоо үчүн

0,5 г алюминийдин сульфаты керектелинет. Кычкылтектин химиялык керектөөсү

0,310 кг О/м<sup>3</sup> тан 0,105 кгО/м<sup>3</sup> га дейре төмөндөйт.

Булганыч сууларды коагуляциялык ыкма менен тазалоо даражасы суудагы органикалык булганычтардын концентрациясына, рН чөйрөсүнө кошулган коагулянттын өлчөмүнө көз каранды болот.

Сууда эрибей турган заттарды органикалык, минералдык заттарын чыпкалоо, тундуруу менен тазалоого болот. Коллоиддик кошундулар сууларга ар кандай түстөрдү берет. Бул кошундулар чөкпөйт, суусу киргилденип тунбайт. Булганыч суулардагы жогорку малекулалуу органикалык заттарды коагуляциялык ыкма менен тазалоого болот. Коагулянт катары темирдин, алюминийдин сульфаты, хлориддери колдонулат. Бул туздар сууда эрип, гидролизге дуушар болушат да, гидроксиддерди пайда кылышат. Алар суудага коллоиддик бөлүкчөлөрдүн тен салмактуулугун жоготуу менен татаал чон агрегаттарды пайда кылып, чөкмөнүн оордук күчү менен чөгүшүнө алып келет. Коагуляциянын тез жана толук жүрүшү үчүн гидролиз убагында пайда болгон суутек ионун нейтралдаштыруу керек. Ал үчүн сууда бикарбонат иону болушу зарыл. Ошондой эле акиташ эритмесин кошуу менен суунун чөйрөсүн өзгөртөт. Темирдин гидроксидинин бөлүкчөлөрү күчтөрүнүн таасири менен майда бөлүкчөлөрдүн ириленишип, биригиши рН=5-7 маанисинде жүрөт. Коагулянттын өлчөмүн тазалоочу сууга көбүрөөк кошкон сайын суудагы темир ионунун саны жогорулайт.

Коагуляциялык тазалоодо колдонулган кант өндүрүшүнүн калдыктарын бир нече ирет калыбына келтирилип, кайрадан коагулянт катарында колдонууга болот. Ал калдыктын курамында кальцийдин карбонаты болгондуктан, аны 950 – 1100<sup>0</sup>С күйгүзгөндө кальцийдин оксиди жана көмүр кычкыл газ пайда болот.

Таблица

Реагент кг/м <sup>3</sup>	Иштетилген калдыкты бир жолу калыбына келтирүү, Э <sub>1</sub> , %	Иштетилген калдыкты экинчи жолу калыбына келтирүү, Э <sub>2</sub> , %	Иштетилген калдыкты үчүнчү жолу калыбына келтирүү, Э <sub>3</sub> , %
0,1	42,1	48,2	51,3
0,3	49,6	52,4	58,6
0,5	54,2	63,1	68,4
0,6	60,4	69,4	73,2
0,8	68,3	72,5	74,8

Бир нече жолу калыбына келтирилген калдык тазалоо натыйжасы таблицанда берилген. Органикалык булганыч сууларды

Крахмал өндүрүшүнүн булганыч сууларынын курамына органикалык, органикалык эмес, ирилген жогорку молекулалуу заттар кирет. Андан сырткары органикалык кислоталар суунун кычкылдуулугун рН 3 – 4 дейре төмөндөтөт. Аны нейтралдашуу үчүн кант өндүрүшүнүн калдыгын пайдаланылат.

**Корутунду:** Өндүрүштөн чыккан булганыч сууларды тазалоо, аны өндүрүшкө кайрып берүү, кант өндүрүшүнүн калдыктарын калыбына келтирип, аны коагулянт катарында колдонуу, булганыч сууну тазалоосу берилген.

**Колдонгон адабияттар**

1. Акимова Т.А., Хаскин В.В. Экология/Учебник для вузов. –М.: ЮНИТИ- ДАНА, 2000. -566с.
2. Алексеевский Н.И. Общие подходы к оценке и достижению гидро-экологической безопасности речных бассейнов/ Н.И. Алексеевский и др.//Вестник МГУ. Сер.5: География.- 2000№1.-С.22-27.
3. Бесценная М.А. Практикум по оценке загрязненности водных объектов: учебное пособие / М.А. Бесценная, В.Г. Орлов.-Л.: Изд-во ЛПИ, 1983.-54 с.
4. Владимиров А.М. Охрана и мониторинг поверхностных вод суши: Учебник/ А.М. Владимиров, В.Г. Орлов.-СПб.:РГГМУ, 2009.-220 с.
5. Водоснабжение и водоотведение: справочник.-М.: Стройинформ, 2006.-456 с.
6. Передельский Х.В., Коробкин В.И., Приходченко О.Е. Экология/Учебник. –М.: ТК. Велби. Изд. Проспект. 2007. -512с.
7. Кривошеин Д.А. Муравей Л.А. Роева Н.Н. и др. Экология и безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие для ВУЗов под ред. Муравья Л.А. –М.: ЮНИТИ- ДАНА, 2000. -447с.
8. Мидоренко Д.А., Краснов В.С. мониторинг водных ресурсов: Учебное пособие.- Тверь: Тверской гос. Ун-т, 2009.-77 с.
9. Стрелков А.К., Теплых С.Ю. Охрана водных ресурсов. Изд-во Ассоциации строительных вузов. 2015. -240 с.
10. Щербина С.В. Экологические основы водопользования. Учебное-методическое пособие. -Воронеж.: Издательство дом ВГУ 2014.

**ТРАНСПОРТ И МАШИНОСТРОЕНИЕ**

УДК 625.42

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАИБОЛЕЕ ОПАСНЫХ КОНСТРУКЦИИ ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ И ПРИЧИНЫ РАЗРУШЕНИЙ ПРИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ**

*Якубов А.О, ассистент кафедры «Промышленное гражданское строительство» Таджикского технического университета им. М.С.Осими*

**Аннотация:**

В статье приведены конструкции подземного пешеходного перехода для сейсмических районов, которой мало отличается от конструктивных решений для несейсмических районов. Единственным отличием является увеличение процента армирования в зависимости от расчетной сейсмичности. Расчет подпорных стен производится на активное давление грунта, а добавочное активное сейсмическое давление не учитывается, что является одной из причин обрушения переходов при многих землетрясениях.

**Ключевые слово:** конструкция, деформация, землетрясения, повреждения, активное давление грунта, обрушения

**DETERMINATION OF THE MOST DANGEROUS CONSTRUCTIONS FOR PEDESTRIANS TRANSITIONS AND THE CAUSES OF DESTRUCTION DURING AN EARTHQUAKE**

*Yakubov A. O- is an assistant of the Department "Industrial civil engineering" of Tajik technical University. M. S. Osimi*

**Annotation:** The article presents the design of an underground pedestrian crossing for seismic areas, which differs little from the design solutions for non-seismic areas. The only difference is the increase in the percentage of reinforcement depending on the calculated seismicity. The calculation of retaining walls is made on the active pressure of the soil, and the additional active seismic pressure is not taken into account, which is one of the reasons for the collapse of transitions in many earthquakes

**Keywords:** design, deformation, earthquake, damage, active earth pressure, collapse

Из последствий многих землетрясений можно обоснованно утверждать, что наибольшими повреждениями подвергались сооружения балочных перекрытий, особенно при пролете в 12 м. Плиты перекрытий изгибались от наклонных деформаций подпорных стен или проваливались от смещения подпорных стен, которые вертикально смещались от вертикальной осадки фундаментов, которые к тому же имели горизонтальное смещение от активного сейсмического давления грунта в зависимости от прочности грунтов основания и степени их влажности.

Более сейсмостойкими оказались конструкции подземных переходов с опорными стойками посередине, что дает сокращение пролета до 6 м и повышает динамическую жесткость. Однако степень повреждения этих сооружений достаточно высока и не соответствует современным требованиям безопасности людей, находящихся в подземных переходах. Степень освещенности таких конструкций зависит от их протяженности и требует

искусственного освещения, которые глубоко не продуманы на случай землетрясения, когда может отключиться электрообеспечение.

Опасность затопления подземного перехода, неоднократно отмечалось при некоторых землетрясениях. Особенно надо продумать при проектировании и избегать участки с высоким уровнем грунтовых вод или соседства с открытыми водоемами (бассейн, озеро, канал).

Наибольшие деформации подземных переходов отмечалось в сечении входных ступеней и основной частью сооружения, что легко объяснить замеренными амплитудно-частотными характеристиками, что дает существенную разницу в динамической жесткости от чего в основном зависит сейсмостойчивость сооружения.

Сохранившиеся подземные переходы от полного разрушения имели прогиб плит перекрытия или провал части или всей плиты, что объясняется воздействием сейсмического активного давления или сдвигом фундаментов стен рис. 1.

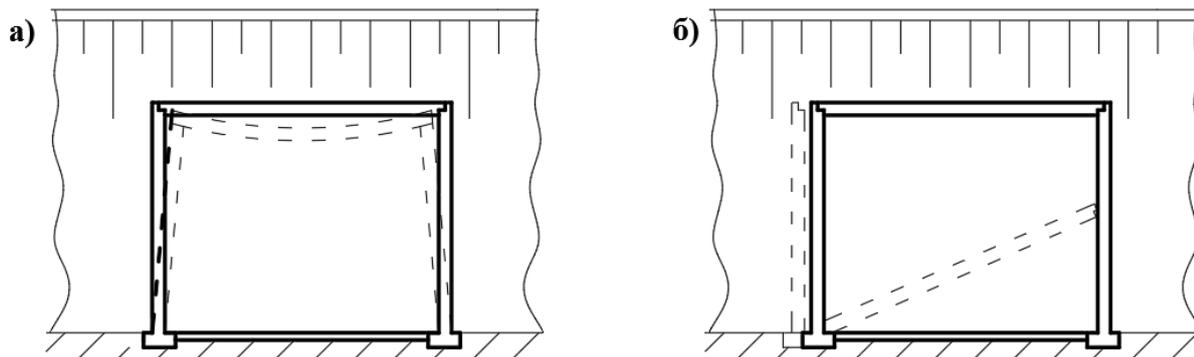


Рис. 1. Схемы различных деформаций при землетрясении.

а) – при деформации стен

б) – при деформации фундамента

Из анализа последствий землетрясений напрашивается обоснованный инженерный вывод:

1. В сейсмических районах следует отказаться от большепролетных подземных переходов с тяжелыми плитами перекрытий и такими же подпорными стенками. Необходимо применять более легкие конструкции, работающие на сжатие, а не на изгиб.
2. Надземные переходы следует укрепить в поперечном направлении и применить арочные элементы, имеющие большую динамическую жесткость и работающие на сжимающие напряжения.

Натурные и модельные эксперименты показывают относительно слабую динамическую жесткость надземных пешеходных переходов, что объясняет разрушение этих сооружений при землетрясении, особенно если направление сейсмической волны было поперек главной оси сооружения. Этот факт приводит к инженерному решению необходимости увеличения устойчивости таких переходов в поперечном направлении и проектированию фундаментов этих сооружений дополнительно к возможному боковому сдвигу от действия сейсмических сил, что и являлось одной из причин многочисленных повреждений этих переходов при землетрясениях. Обрушения подземных переходов через железные дороги явились причиной катастроф аварии поездов от наезда на разрушенные сооружения, так как подвижной состав быстро остановить при землетрясении невозможно. Этот факт являлся причиной остановки поездов из-за повреждения рельс, шпал и балластной призмы[1-3].

Сходные ступени и основная часть наземного перехода имеют большую разницу по динамической жесткости, амплитудно-частотным характеристикам и логарифмическому декременту колебаний, что подтверждается натурными экспериментами и последствиями

землетрясений. Лестничная часть – 1 в большинстве случаев сохраняется с небольшими деформациями, а полному разрушению чаще подвергается основная часть, заключенная между двумя лестничными маршами – 2, то есть между сечениями I-I и II-II

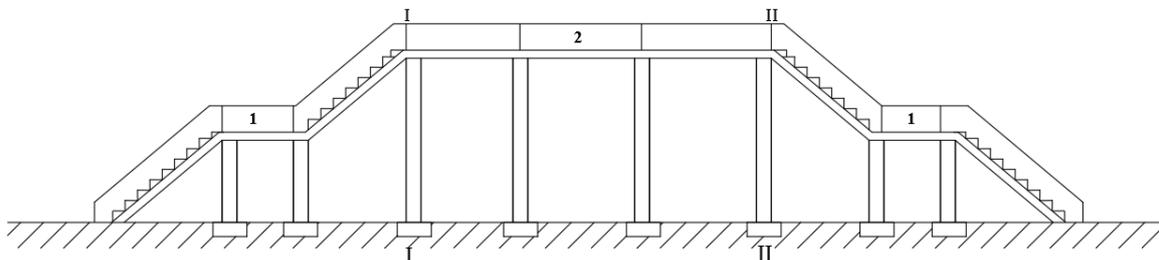


Рис. 2. Схема надземного перехода.

I-II Сечение наибольших деформаций при землетрясении.

Предлагается конструкция арочного перехода.

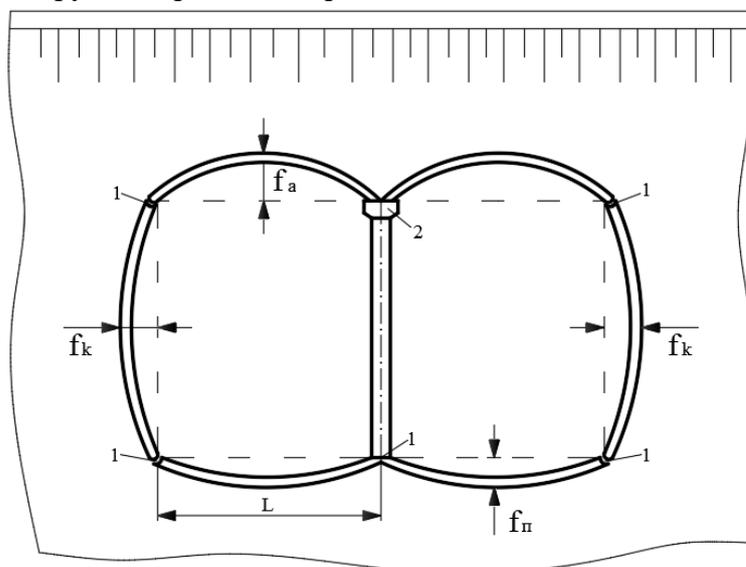


Рис 2.

1- узел сопряжения, 2- бортовой элемент.

$$f_a = 0,05H \quad f_k = 0,05L \quad f_n = 0,05L.$$

Чтобы не сооружать фундаменты под колонны и стены их заменили на арочный пол, что дешевле, технологично и нейтрализует часть нагрузок от стен и плит перекрытия.

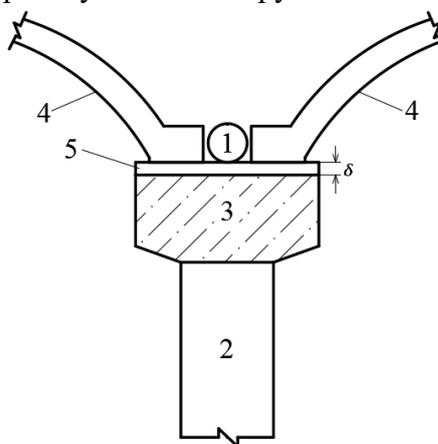


Рис 3.

Сопряжение арочных плит перекрытия с бортовым элементом и опорной колонной.

1 - резиновая прокладка, 2 – колонна, 3 – бортовой элемент, 4 – арочные плиты перекрытия 5 – фторопласт – F4 толщина  $\delta = 3 - 4$ мм

**Выводы:**

1. Проектирование подземных пешеходных переходов для сейсмических районов мало отличается от конструктивных решений для несейсмических районов. Единственным отличием является увеличение процента армирования в зависимости от расчетной сейсмичности. Расчет подпорных стен производится на активное давление грунта, а добавочное активное сейсмическое давление не учитывается, что является одной из причин обрушения переходов при многих землетрясениях.

2. Повреждение и разрушение пешеходных переходов происходило в основном с балочным покрытием с шириной 6, 12 м и является наиболее опасной конструкцией из-за смещения подпорных стен и большой тяжести перекрытий.

3. Существующие расчеты подземных переходов с учетом сейсмических сил приближены частично к расчету тоннелей и не учитывают воздействие наземного транспорта от которых идет постоянное воздействие как от землетрясения от 2 до 4 баллов в зависимости от грунтов, уровня грунтовых вод и глубины заложения основания и динамической жесткости конструкции. При этом если произойдет землетрясение в 3-4 балла, то сооружение будет повреждено воздействием как при землетрясении в 7 или 8 баллов если амплитудно-частотные характеристики сооружения совпадут с колебаниями от землетрясения.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Абдужабаров А.Х., Маруфий А.Т., Жалалдинов М.М. Влияние неполного контакта фундамента и основания на сейсмостойкость, транспортных сооружений. // ВЕСТНИК, КГУСТА, №3(45, II-том), Бишкек, 2014. С.32-36.

2. Абдужабаров А.Х., Хасанов Н.М., Якубов А.О. Воздействие наземного транспорта на подземные пешеходные переходы и тоннели мелкого заложения // Вестник, ТТУ 2/42 - Душанбе: ТТУ, 2018.

3. Хасанов Н.М., Абдужабаров А.Х., Тешаев У.Р. Сейсмостойкость конструкций водопропускных сооружений и подземных переходов. // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 2 (55), г. Санкт-Петербург. С.205-209.

4. Хасанов Н.М., Якубов А.О. Снижение отрицательных воздействий на подземные пешеходные переходы от транспортной и сейсмической нагрузки. // Вестник, ТТУ 2/42 - Душанбе: ТТУ, 2018.

УДК 629.1.02

## **СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

*Кильчицкий Егор Вадимович, магистрант, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), 125319, Россия, Москва, Ленинградский пр., 64, тел.: 8-968-928-24-03, e-mail: [damager121@yandex.ru](mailto:damager121@yandex.ru)*

**Аннотация.** В статье рассмотрены преимущества и перспективы использования беспилотных автотранспортных средств. Проанализирован отчет Всемирной Организации Здравоохранения «о безопасности дорожного движения в мире 2015 год». На основании статистики Госавтоинспекции было выявлено, что нарушение правил дорожного движения является основной причиной дорожно-транспортных происшествий. Рассмотрен отчет Агентства Национального Управления Безопасности Движения на Трассах «Экономическое и социальное воздействие дорожно-транспортных происшествий» и определены денежные потери, вызванные дорожно-транспортными происшествиями. Выявлены 5 уровней автоматизации. Определены лидеры в разработке беспилотных автотранспортных средств на основании отчета Департамента Автотранспорта штата Калифорния. Рассмотрены разработки

в области беспилотных автотранспортных средств компании Waymo. Проанализирована система Temporary Auto Pilot компании Volkswagen. Рассмотрена система Safe Road Trains for the Environment, которая позволяет нескольким автотранспортным средствам двигаться по дороге организованной колонной. Рассмотрен беспилотный трактор компании Flanders Mechatronics Technology Centre.

**Ключевые слова:** беспилотный автомобиль, дорожно-транспортное происшествие, Агентство Национального Управления Безопасности Движения на Трассах, Waymo, Volkswagen, Safe Road Trains for the Environment, государственная организация по развитию энергетических и промышленных технологий, Flanders Mechatronics Technology Centre.

## **CONDITION AND PROSPECTS OF USE OF BEDROOM VEHICLES**

*Kilchitsky Egor Vadimovich, master of Arts, Moscow State Automobile and Road Technical University (MADI), Russia, 125319, Moscow, Leningradsky Prospect, 64, Russia, Moscow, 8-968-928-24-03, [danager121@yandex.ru](mailto:danager121@yandex.ru)*

**Abstract:** The article examines the advantages and prospects of using autonomous vehicles. The report of the World Health Organization «Global Status Report On Road Safety 2015» was analyzed. Based on the statistics of the traffic police found that a traffic violation is a major cause of road accidents. Considered the report of the National Highway Traffic Safety Administration «The Economic and Societal Impact of Motor Vehicle Crashes» and determined the financial loss caused by road accidents. Revealed 5 levels of automation. Identified leaders in the development of autonomous vehicles basis on the report of the Department of Motor Vehicles of the State of California. Considered developments in the field of autonomous vehicles of the company Waymo. Analyzed the system of Temporary Auto Pilot of Volkswagen. A system of Safe Road Trains for the Environment, which allows multiple motor vehicles moving on the road organized column. The autonomous tractor of Flanders Mechatronics Technology Center is considered.

**Keywords:** autonomous vehicle, road traffic accident, National Traffic Safety Agency for Traffic, Waymo, Volkswagen, Safe Road Trains for the Environment, New Energy and Industrial Technology Development Organization , Flanders Mechatronics Technology Center.

Беспилотный автомобиль - автотранспортное средство оборудованное системой автоматического управления, которое может передвигаться без участия человека.

Основные преимущества беспилотных автотранспортных средств:

- Минимизация дорожно-транспортных происшествий;
- Снижение смертности в дорожно-транспортных происшествиях;
- Снижение затрат на технического обслуживании и ремонт за счет уменьшения дорожно-транспортных происшествий и использования более оптимального режима вождения;
- Повышение пропускной способности дорог за счет уменьшения дорожно-транспортных происшествий и использования более оптимального режима вождения;
- Снижение затрат на топливо за счет использования более оптимального режима вождения;
- Снижение стоимости транспортировки грузов и людей;
- Экономия временных ресурсов.

По данным доклада Всемирной Организация Здравоохранения «Global Status Report On Road Safety 2015» («о безопасности дорожного движения в мире 2015 год») за год на дорогах мира погибло примерно 1250000 человек. По статистике, представленной на рисунке 1., абсолютное число случаев смерти в результате дорожно-транспортных происшествий расчет

с каждым годом, но относительное уменьшается. Это обусловлено ростом численности населения и ростом уровня моторизации в мире. [1]

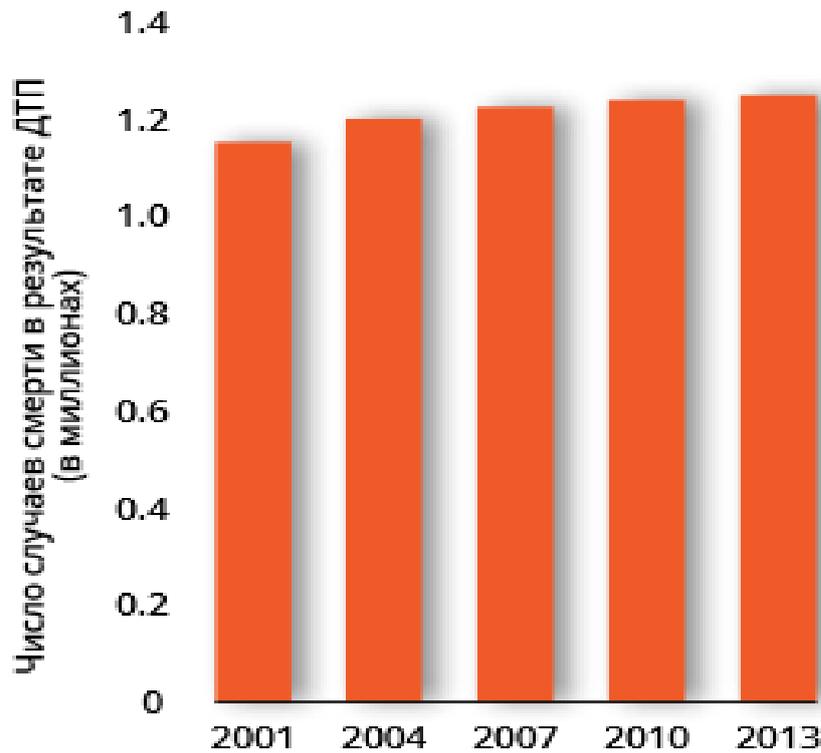


Рис. 1 - Число случаев смерти в результате дорожно-транспортных происшествий в мире

Дорожно-транспортные происшествия являются основной причиной смерти людей в возрасте от 15 до 29 лет, подробный график представлен в рисунке 2.

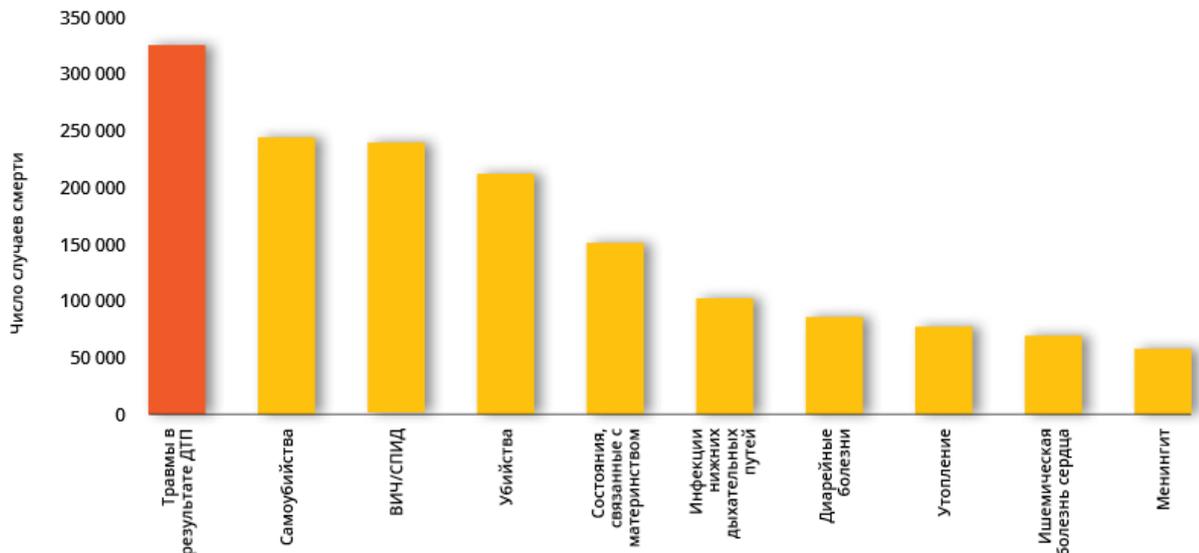


Рис. 2 - Основные причины смертности людей в возрасте от 15-29 лет в мире

По данным Госавтоинспекции, представленных в таблице 1, в России за период с 2004 по 2017 года около 84,5% всех дорожно-транспортных происшествий произошло из-за нарушения правил дорожного движения.[2] По статистике количество дорожно-транспортных

происшествий вызванных нарушением правил дорожного движения уменьшается с каждым годом. Это обусловлено ужесточением законодательной базы, связанной с нарушением правилами дорожного движения, и развитием технологий предупреждения дорожно-транспортных происшествий. Однако это не сможет полностью исключить «человеческий фактор» из процесса вождения.

Таблица 1

Статистика дорожно-транспортных происшествий в России

1	2	3
Год	Общее количество дорожно-транспортных происшествий, ед.	Количество дорожно-транспортных происшествий вызванных нарушением правил дорожного движения, ед.
2004	208558	164342
2005	223342	180578
2006	229140	187531
1	2	3
2007	233809	195488
2008	218322	183349
2009	203618	173327
2010	199431	169437
2011	199868	170788
2012	203597	177504
2013	204068	179017
2014	199720	175862
2015	184000	157943
2016	173694	150860
2017	169432	143458

Согласно статистики Госавтоинспекции из-за большого притока иногородних транспортных средств количество дорожно-транспортных происшествий в Москве увеличивается. Это вызвано тем что водители не знают карты города и не приспособлены к сложным условиям городского движения с резким торможением, интенсивным ускорением, узким боковым расстоянием между автомобилями и регулировкой светофора.[3]

Агентство Национального Управления Безопасности Движения на Трассах (National Highway Traffic Safety Administration - NHTSA) в 2010 году выпустило доклад «Экономическое и социальное воздействие дорожно-транспортных происшествий» (The Economic and Societal Impact of Motor Vehicle Crashes).[4] Согласно этому докладу общие денежные потери в Соединенных Штатах Америки за год в результате дорожно-транспортный происшествий составили 242 миллиарда долларов США. В эту сумму входят: текущее и будущие затраты на лечение пострадавших, затраты государства на каждого умершего человека, потеря прибыли в связи с потерей производительности, затраты на восстановление поврежденного имущества, потери вызванные уменьшением пропускной способности дорог.

Минимизация дорожно-транспортных происшествий позволяет увеличить пропускную способность дорог, что в свою очередь уменьшает затраты и время транспортировки грузов и людей.

Физически и по законодательству всех стран человек не может работать больше 24 часов одновременно, что увеличивает время и стоимость доставки грузов и пассажиров. Внедрение беспилотных автотранспортных средств полностью решает данную проблему, что позволяет сократить расходы на транспортировку грузов и людей.

Правильно смоделированные алгоритмы систем беспилотных автотранспортных средств позволяет оптимизировать процесс вождения, что позволяет сократить затраты на техническое обслуживание и топливо.

NHTSA в своих исследованиях выделило 5 уровней автоматизации автотранспортных средств:

1. Неавтоматизированный (Non-Automation). В этой категории человек осуществляет полный контроль автотранспортным средством.

2. Автоматизированная помощь (Function-specific Automation). В этой категории человек осуществляет общий контроль автотранспортным средством. Автоматизированная система управления выполняет одну или несколько конкретных функций. Автоматизированные функции работают независимо друг от друга. Примером таких технологий является электронная система контроля устойчивости (Electronic Stability Control) или система экстренного торможения (**Pre-Safe Brake, Active City Stop, City Emergency Brake**).

3. Комбинированная автоматизации (Combined Function Automation). В этой категории управление автотранспортным средством может осуществляться автоматизированной системой вождения, но человек должен быть готов в любое время взять на себя управление автотранспортным средством. Автоматизированная система управления выполняет несколько функций одновременно. Примером является сочетания адаптивного круиз контроля (Adaptive Cruise Control, Radar Cruise Control, Distronic) с системой удержания полосы движения (Lane Assist, Lane Keeping Assist, Lane Departure Warning System).

4. Ограниченное автономное вождение (Limited Self-Driving Automation). Автоматизированная система управления выполняет полный контроль над всеми важными функциями безопасности, а водитель осуществляет только контроль за работой системы.

5. Полная автоматизация (Full Automation). Автоматическая система управление автотранспортным средством включает в себя все системы, необходимые для того, чтобы выполнять автоматически все задачи вождения в любых дорожных ситуациях.[5]

На сегодняшний день разработкой беспилотных автотранспортных средств заняты практически все автопроизводители такие как: Audi, Ford, Volkswagen, BMW, Cadillac, Mercedes Benz, General Motors. Так же разработкой технологий для беспилотных автотранспортных средств занимаются ведущие IT-компании такие как: Google, Amazon, Uber, Zoox, Drive.ai.

Согласно результатам отчета Департамента Автотранспорта (Department of Motor Vehicles) штата Калифорния за 2017 год, представленными в таблице 2, ведущими компаниями являются Waymo (дочерняя компания Google), Cruise (дочерняя компания General Motors), Nissan, Zoox, Drive.ai [6].

Таблица 2

Результаты отчета Департамента Автотранспорта штата Калифорния

1	2	3	4
Наименование компании	Кол-во вмешательств водителя в управлении беспилотным АТС, ед/1000 миль	Кол-во автомобилей, штук	Пробег, миль
Waymo	0,18	75	352545
Cruise	0,8	90	125000
Nissan	4,8	5	5007
Zoox	6,2	7	2244
Drive.ai	15,4	7	6015
Baidu	24	4	1971
Telenav	31,3	1	1824
Aptiv/Delphi	45,3	1	1811
1	2	3	4

Nvidia	215,8	2	505
Bosch	412	3	1454
Valeo	375	1	574
Mercedes	774,6	3	1087

Компания Waymo ведет свою деятельность с 2009 года.[7] Компания занимается разработкой технологий для осуществления беспилотного движения автотранспортных средств. Технологии тестируются на базе автомобилей Toyota, Lexus, Fiat.

Чтобы обеспечить беспилотное вождение, Waymo разработала датчики и системы, которые способны создать 3-D модель окружения на расстоянии до 300 метров. Датчики и системы беспилотного движения устанавливаются на кузов автомобиля (рисунок 3).

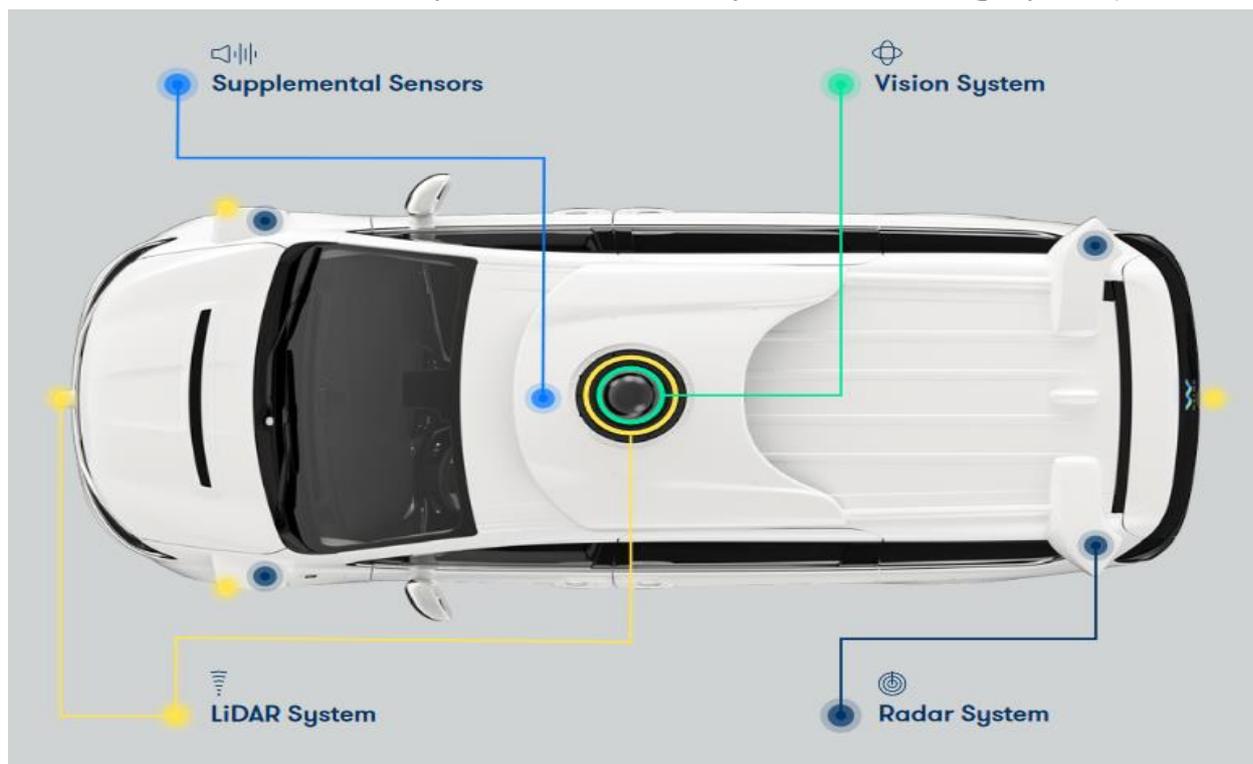


Рис. 3 - Схема установки датчиков на автомобиле

Лидар (LiDAR - Light identification Detection and Ranging) - технология получения и обработки информации об удаленных объектах с помощью активных оптической систем, использующих явления поглощения и рассеивания света в оптически прозрачных средах. Технология излучает миллион лазерных импульсов в секунду вокруг автотранспортного средства и измеряет сколько времени потребуется на отражения импульса. Система беспилотного вождения Waymo включает в себя 3 вида Лидар собственной разработки: Лидар короткой дистанции для обеспечения обзора непосредственно вокруг автомобиля, Лидар средней дистанции и Лидар нового поколения обеспечивающий обзор на расстоянии до 300 метров.

Система видеонаблюдения включает камеры обеспечивающих обзор на 360 градусов. Камеры высокого разрешения способны определять цвета для определения сигнала светофора, проблесковых маячков автомобилей и цвета автомобилей.

Система радаров используя метод радиолокации, основанный на излучении радиоволн и регистрации их отражений от объектов, определяет скорость, расстояние и геометрические параметры всех участников дорожного движения вокруг автотранспортного средства.

В качестве вспомогательных систем установлены датчики обнаружения звука,

позволяющая определить полицейские и аварийные сигналы на расстоянии до 200 метров, и GPS модуль.

Компания Volkswagen в 2011 году представила полуавтоматическую систему управления автотранспортным средством Temporary Auto Pilot.[8] Система позволяет водителю в определенных условиях отдать управление автотранспортным средством автоматической системе управления.

Система Temporary Auto Pilot объединяет уже известные разработки Volkswagen: систему распознавания дорожных знаков (Dynamic Road Sign Display), систему помощи движению по полосе (Lane Assist), систему адаптивного круиз контроль (Adaptive Cruise Control), систему помощи при перестроении (Side Assist), система автоматического экстренного торможения (City Emergency Brake). Система может работать на скорости до 130 км/ч. Temporary Auto Pilot способна выполнять остановку и начало движения, движение и маневрирование по полосе, распознавать знаки ограничения скорости и устанавливать скорость в соответствии с требованиями знаков, поддерживать безопасное расстояния между автомобилями на дороге.

Temporary Auto Pilot использует технологии лидар, радар, видеокамеру и ультразвуковые датчики, сигналы от которых обрабатываются в электронном блоке управления.

Система Temporary Auto Pilot полностью готова для внедрения на серийные автомобили.



Рис. 4 - Автомобиль Volkswagen с установленной системой Temporary Auto Pilot

Консорциум компаний Apples IDIADA, IKA, Robotiker-Tecnalia, SP Technical Research Institute of Sweden, Volvo Car Corporation и Volvo Technology разрабатывает систему Safe Road Trains for the Environment, которая позволяет нескольким автотранспортным средствам двигаться по дороге организованной колонной.[9] Принцип работы системы основан на том, что автомобили движутся за головным автомобилем, в качестве которого выбирается грузовой автомобиль. Автотранспортные средства повторяют движение ведущего грузовика сохраняя дистанцию в 6 метров. Каждый участник колонны может в любое время покинуть группу.

Safe Road Trains for the Environment использует систему адаптивного круиз контроля Volvo. Система находится в стадии испытаний.

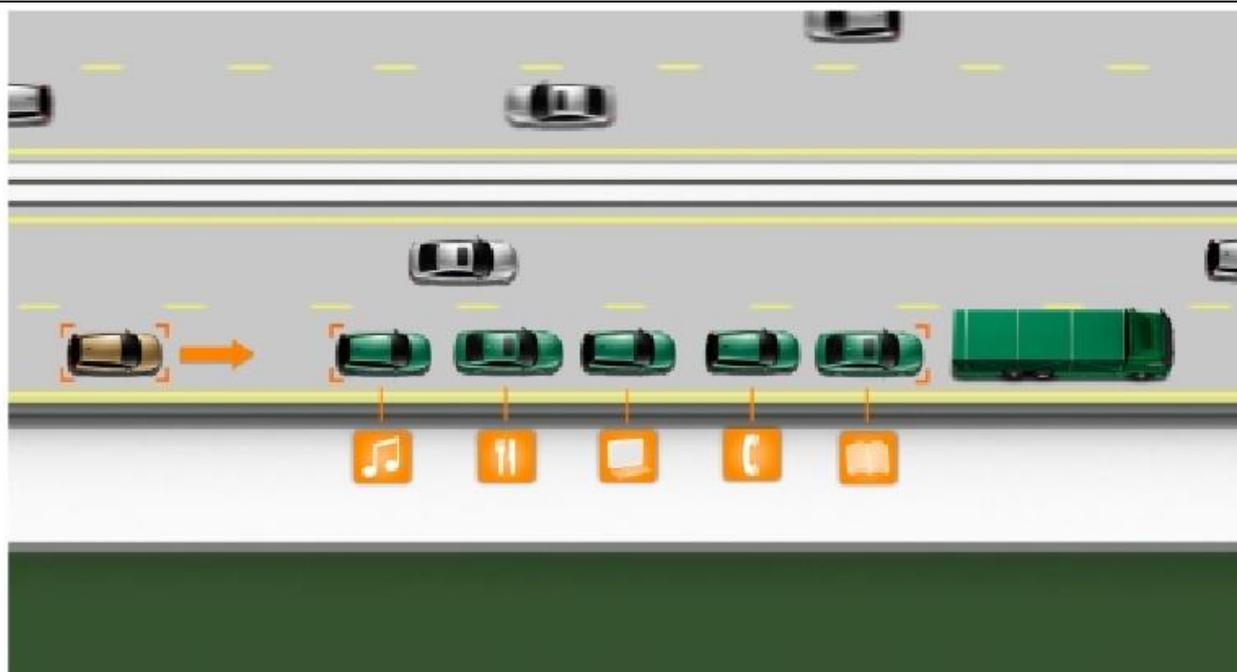


Рис. 5 - Система автоматического движения Safe Road Trains for the Environment

Японская государственная организация по развитию энергетических и промышленных технологий (New Energy and Industrial Technology Development Organization) запрограммировали колонну из четырех грузовиков.[10] Благодаря этому удалось сократить сопротивление воздуха и потребление топлива беспилотных грузовиков.

Бельгийская компания Flanders Mechatronics Technology Centre разработала беспилотный трактор.[11] Трактор способен самостоятельно регулировать скорость и поворачивать, приспосабливаясь к состоянию почвы. Так как на бездорожье скорость автотранспортного средства зависит от вида и твердости почвы, беспилотный трактор оснащен геодезическими датчиками GNSS, которые способны все это отслеживать. На основе полученной с датчиков информации бортовой компьютер рассчитывает приемлемую скорость и радиус поворота с точностью до нескольких сантиметров.



Рис. 6 - Беспилотный трактор компании Flanders Mechatronics Technology Centre

## Библиографический список

1. Global Status Report On Road Safety 2015 / World Health Organization 2015. P. 1-20.
2. Госавтоинспекция [Электронный ресурс] - URL: <http://stat.gibdd.ru/> (дата обращения 07.04.2018).
3. Alexey Solntsev Estimation Method of Nonresident Vehicle Fleetm Inflow Influencing Road Traffic Safety in Megalopolis / Mikhail Malinovsky, Anastasia Juravleva, Slavomir Makovski // 12th International Conference "Organization and Traffic Safety Management in Large Cities", SPbOTSIC-2016, 28-30 September 2016, St. Petersburg, Russia, - 2016. - P. 751-755.
4. Blincoc, L. J., Miller, T. R., Zaloshnja, E., Lawrence, B. A. The economic and societal impact of motor vehicle crashes, 2010. (Report No. DOT HS 812 013). Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration, 2010. P. 1-16.
5. National Highway Traffic Safety Administration [Электронный ресурс] - URL: <https://www.nhtsa.gov/technology-innovation/automated-vehicles-safety> (дата обращения 07.04.2018).
6. Department of Motor Vehicles State of California [Электронный ресурс] - URL: [https://www.dmv.ca.gov/portal/dmv/detail/vr/autonomous/disengagement\\_report\\_2017](https://www.dmv.ca.gov/portal/dmv/detail/vr/autonomous/disengagement_report_2017) (дата обращения 07.04.2018).
7. Waymo [Электронный ресурс] - URL: <https://waymo.com/> (дата обращения 07.04.2018).
8. Volkswagen [Электронный ресурс] - URL: <https://www.volkswagenag.com/en/group/research/driver-assistance.html> (дата обращения 07.04.2018).
9. Volvo [Электронный ресурс] - URL: <https://www.volvocars.com> (дата обращения 07.04.2018).
10. New Energy and Industrial Technology Development Organization [Электронный ресурс] - URL: <http://www.nhtsa.gov> (дата обращения 07.04.2018).
11. Flanders Mechatronics Technology Centre [Электронный ресурс] - URL: <http://www.flandersmake.be> (дата обращения 07.04.2018).

УДК 656.131.7

### АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАСХОДОВ АВТОМОБИЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ ПО РАЗЛИЧНЫМ СХЕМАМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

*Колядина Дарья Александровна, студентка, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), 125319, Россия, Москва, Ленинградский пр., 64, e-mail: [dashaavgust@mail.ru](mailto:dashaavgust@mail.ru)*

*Иванова Анастасия Александровна, студентка, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), 125319, Россия, Москва, Ленинградский пр., 64, e-mail: [miss.asic@mail.ru](mailto:miss.asic@mail.ru)*

**.Аннотация.** В статье рассмотрены основные принципы каршеринговых услуг, дан сравнительный анализ преимуществ и недостатков; выявлены причины постепенного увеличения спроса на каршеринговые автомобили среди потребителей, особенно в больших городах; проведено исследование относительно выгоды использования каршеринга, такси или личного автомобиля; рассчитаны затраты (постоянные и переменные) при пользовании автомобилем по различным схемам; на основе расчётов сделаны выводы о выгодности использования каждой из рассмотренных схем; предложен оптимальный вариант для развития транспортной структуры.

**Ключевые слова:** каршеринг, услуга, пользование автомобилем, аренда, повременная оплата, стоимость поездки, транспортное средство, потребитель.

## ANALYSIS OF OPERATING COSTS OF VEHICLES OPERATING FOR VARIOUS SCHEMES OF USE

*Koladina Darya Alexandrovna, student of Moscow State Automobile and Road Construction Institute, 125319, Moscow, Russian Federation, Leningradsky prospect, 64. e-mail: [dashaavgust@mail.ru](mailto:dashaavgust@mail.ru)*

*Ivanova Anastasiya Alexandrovna, student of Moscow State Automobile and Road Construction Institute, 125319, Moscow, Russian Federation, Leningradsky prospect, 64. e-mail: [miss.asic@mail.ru](mailto:miss.asic@mail.ru)*

**Abstract:** The basic principles of the carsharing services are described in the article, the comparative analysis of advantages and disadvantages is given. The reasons for the gradual increase in demand for carsharing automobiles among consumers have been identified, particularly in large cities. A study was conducted on the benefits of using carsharing, taxi or personal automobile, costs (fixed and variable) of using the car on various schemes were calculated. Based on calculations, conclusions were drawn on the advantages of using each of the scheme considered. The optimal variant for the development of the transport structure was proposed.

**Keywords:** carsharing, service, use an automobile, rent, time-based payment, cost of the trip, vehicle, consumer.

В настоящее время всё более популярной становится аренда автомобиля. Одним из видов аренды является каршеринг, который представляет собой вид пользования автомобилем с поминутной или почасовой оплатой, когда одна из сторон не является его собственником. Это вариант аренды автомобиля у профильных компаний или частных лиц. Такой вид проката достаточно удобен для периодического пользования автотранспортным средством для коротких внутригородских поездок. Оплата услуги осуществляется поминутно и дистанционно, нет никакой необходимости ехать в офис компании и оплачивать аренду на месте. Существует приложение, показывающее, где находится свободный автомобиль. Далее происходит связь с менеджером компании, отсылаются документы необходимые для права передвижения на автотранспортном средстве, после этого автомобиль автоматически открывается и можно осуществлять поездку. Имеется возможность вернуть транспортное средство в любой пункт обслуживания компании. Оплата производится только за время пользования автомобилем, не надо платить за бензин, обслуживание и парковку. Ответственность за возвращение ТС в исходном состоянии несёт пользователь, автомобиль должен быть пригоден для дальнейшего пользования. Существует несколько каршеринговых программ, которые различаются в зависимости от их целевой аудитории, объёма спроса, целей и проч., но основные принципы всегда одинаковы.

На сегодняшний день в Москве представлены 15 компаний и около 7 тысяч автомобилей, которые осуществляют услугу каршеринга. Этот вид проката автомобилей появился в Москве в 2015 году и за последние 3 года молниеносно стал расширяться и становиться все более популярным.

Каршеринг имеет ряд преимуществ, которые и привлекают потребителей. Например, отсутствие необходимости обслуживать и ремонтировать автомобиль, так как за это отвечает компания. Отсутствие оплаты бензина, что тоже не маловажно, с учётом того, что цены на бензин растут достаточно быстро. Пользователю не нужно оплачивать парковку. Особенно это привлекает людей, которые передвигаются по центру Москвы, где парковка превышает стоимость 150 рублей.

К сожалению, не всегда представители каршеринговой компании имеют возможность проверить состояние здоровья водителя. Как следствие, существуют случаи, когда происходят дорожно-транспортные происшествия по вине водителя в нетрезвом состоянии, находящегося за рулём каршерингового транспортного средства.

Одним из основных недостатков каршеринга является то, что пользователи, стремясь как можно быстрее добраться до места назначения (по причине повременной оплаты), меньше внимания уделяют соблюдению ПДД. На такое поведение влияние оказывает и то, что автомобиль, за рулём которого находится пользователь, не является его собственностью.

Несомненно, обладая большим количеством преимуществ каршеринг привлекает множество потребителей, но всё же большинство автолюбителей хотят иметь свой транспорт, чтобы быть полноправным хозяином и не садиться за руль автомобиля, где скорее всего сидели уже сотни других людей.

Главным конкурентом каршеринга является такси, у которого тоже есть свои преимущества. В первую очередь это не обязательное наличие водительских прав, так как услугу осуществляет водитель и пр. Также отсутствует необходимость оплаты парковки со стороны пользователя.

Для проведения анализа расходов рассматриваем автомобиль Hunday Solaris с пробегом 50 тыс. км.

Таблица 1

Исходные данные для личного автомобиля

Показатель	Значение
Стоимость автомобиля, руб	700 000
Стоимость бензина Аи-95, руб	42
Расход на 100 км, л	7,6
Налог на ТС, руб	3 075
Страховые выплаты (ОСАГО), руб	17 790
Стояночное место, руб	72 000
ТО, ТР и прочие затраты, руб	32 498
Срок полезного использования, лет	5
Пробег в день, км	65
Количество дней использования ТС	247

Исходя из стоимости автомобиля, высчитываем амортизационные выплаты:

$$Ам = \frac{Н_а}{100\%} * С_а; Н_а = \frac{100\%}{Т_п.и.},$$

Где  $N_a$  - норма амортизации,  $T_{п.и.}$  - срок полезного использования,  $C_a$ - стоимость автомобиля.

$$N_a = \frac{100\%}{5} = 20$$

$$Ам = \frac{20}{100\%} * 700\ 000 = 140\ 000, \text{ руб}$$

Затраты на бензин в год:

$$S_6 = ((7,6 * 0,65) * 42) * 247 = 51\ 247,56$$

Для расчета затрат на бензин в год были использованы следующие показатели: количество км пробега в сутки, расход топлива на 100 км пробега, стоимость бензина Аи-95, а также количество дней использования ТС в год.

Общие затраты в год:

$$S_{\text{общ}} = 51\,247,56 + 32\,498 + 72\,000 + 3\,075 + 17\,790 + 140\,000 = 316\,611, \text{ руб.}$$

Затраты в сутки:

$$S_{\text{сут}} = \frac{316\,611}{247} = 1\,281,82, \text{ руб.}$$

Удельные затраты на 1 км пробега:

$$S_{\text{уд}} = \frac{S_{\text{общ}}}{L_{\text{год}}}$$

$$S_{\text{уд}} = \frac{316\,611}{16\,055} = 19,72, \text{ руб}$$

Постоянные затраты в год:

$$S_{\text{пост}} = 3\,075 + 17\,790 + 140\,000 + 72\,000 = 232\,865, \text{ руб}$$

Суточные постоянные затраты:

$$S_{\text{пост.сут}} = \frac{232\,865}{274} = 942,8$$

Переменные затраты в год:

$$S_{\text{перем.}} = 51\,247,56 + 32\,498 = 83\,746, \text{ руб}$$

Суточные переменные затраты:

$$S_{\text{перем.сут}} = \frac{83\,746}{274} = 5,23, \text{ руб}$$

При расчете удельных затрат на личный автомобиль в отличие от других рассматриваемых средств передвижения необходимо учитывать, что затраты будут осуществляться независимо от пробега и времени использования ТС, следовательно, существуют постоянные затраты (налоги, страховые выплаты, амортизация и парковка) и переменные затраты (затраты на бензин, ТО-ТР и пр.).

Таблица 2

Исходные данные для каршеринга

Показатель	Значение
Время использования, сутки	247
Время использования, мин/сутки	120
Стоимость минуты, руб	7

Общие затраты в год:

$$S_{\text{общ}} = 120 * 7 * 247 = 207\,480, \text{ руб}$$

Затраты в сутки:

$$S_{\text{сут}} = \frac{207\,480}{247} = 840, \text{ руб.}$$

Удельные затраты на 1 км пробега:

$$S_{\text{уд}} = \frac{207\,480}{16\,055} = 12,92, \text{ руб}$$

Для расчетов тарификации было использовано 3 популярных представителя данной услуги и вычислено среднее значение агрегаторов стоимости минуты поездки, одного км и стоимости подачи автомобиля.

Исходные данные для такси

Показатель	Значение
Стоимость подачи, руб	65,67
Стоимость минуты поездки, руб	8
Стоимость км поездки, руб	8
Время использования, мин/сутки	120
Пробег в день, км	65

Затраты в сутки:

$$S_{сут} = 65 * 8 + 120 * 8 + 65,67 = 1\,545,47, \text{ руб.}$$

Общие затраты в год:

$$S_{общ} = 1\,545,47 * 247 = 381\,780, \text{ руб}$$

Удельные затраты на 1 км пробега:

$$S_{уд} = \frac{381\,780}{16\,055} = 23,78, \text{ руб}$$

Таблица 4

Сводная таблица затрат

Вид ТС	В год	В сутки	На 1 км пробега
Л/а	316 611	1 281,82	19,72
Каршеринг	207 480	840	12,92
Такси	381 780	1 545,67	23,78

Зависимость удельных затрат от среднесуточного пробега

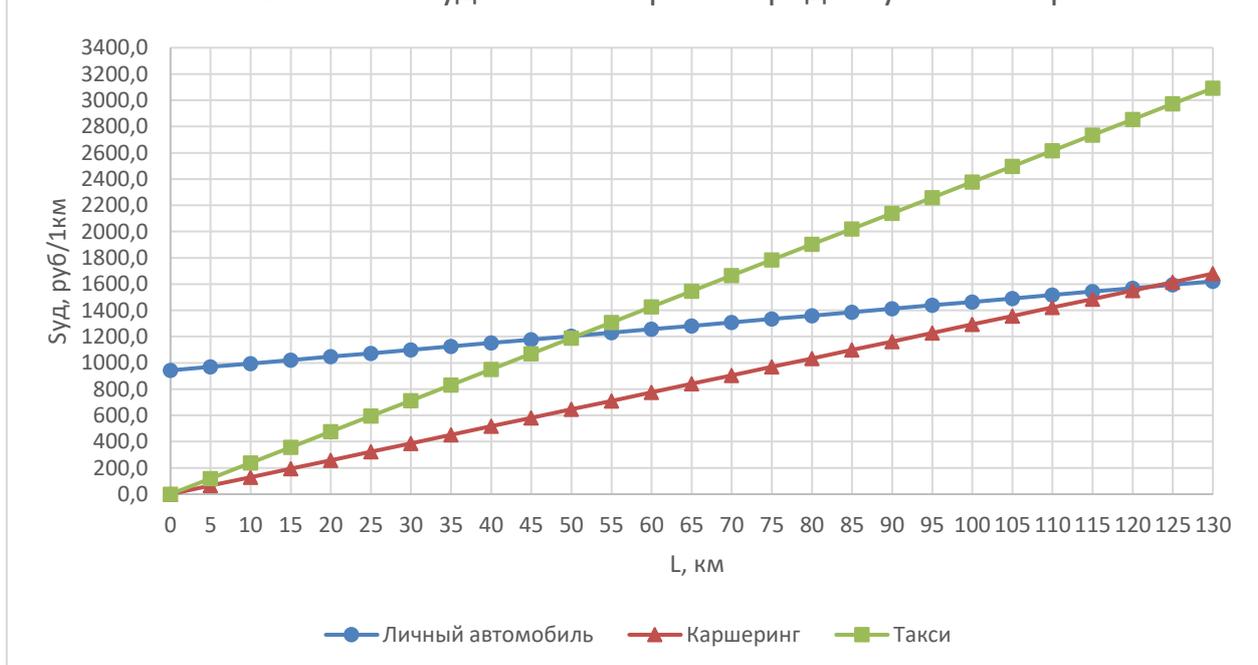


Рис. 1 Зависимость удельных затрат от среднесуточного пробега

В результате проведения работы было выявлено, что личное транспортное средство наиболее целесообразно использовать при суточном пробеге свыше 120 км. При сравнении личного автомобиля и такси - выгоднее использовать такси при суточном пробеге до 50 км. Самым выгодным эффективным использованием ТС является каршеринг с суточным пробегом до 120 км.

В заключение следует отметить, что несмотря на многочисленные преимущества всех рассматриваемых видов передвижения на ТС, объективно выгодным является каршеринг. Это приводит к естественному выводу: степень необходимости владения личным автомобилем становится всё меньше. Развитие таких видов услуг как каршеринг и такси является будущим транспортной структуры. Сокращение личных автомобилей приведёт к решению множества проблем: загруженность потока, сокращение вредных выбросов в атмосферу, улучшение качества дорог и пр.

#### **Библиографический список**

1. Дидманидзе О.Н. Техническая эксплуатация автомобилей. / Дидманидзе О.Н., Солнцев А.А., Асадов Д.Г.О., Богданов В.С., Парлюк Е.П., Иванов С.А., Пуляев Н.Н., Митягин Г.Е., Сильянов В.В. Москва, 2017.
2. Николаев А.Б. Имитационное моделирование адаптивного расписания перевозок грузов в условиях вероятностной неопределенности. / Николаев А.Б., Зайцев Д.В., Солнцев А.А., Сакун Б.В., Кузьмичева Е.О. Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2015. № 4 (43). С. 63-68.
3. Ingos Онлайн-калькулятор ОСАГО [электронный источник] – Режим доступа: <https://www.ingos.ru/auto/osago/calc/>
4. Nalog Онлайн-калькулятор транспортного налога [электронный источник] - Режим доступа: [https://www.nalog.ru/rn77/service/calc\\_transport](https://www.nalog.ru/rn77/service/calc_transport)
5. Hunday [электронный источник] - Режим доступа: <http://www.hyundai.ru/Solaris>, <http://www.hyundai.ru/technical-maintenance>
6. Delimobil Тарифы [электронный источник] - Режим доступа: <https://delimobil.ru/rates/hyundai-solaris>
7. Taxi.Yandex Тарифы [электронный источник] - Режим доступа: <https://m.taxi.yandex.ru/park-tariff/?parkid=905254>
8. Gett Тарифы [электронный источник] - Режим доступа: <https://gett.com/ru/tariff/moscow-tariff>
9. Uber Тарифы [электронный источник] - Режим доступа: <http://uber-tarifi-moscow-ru.ubertarif.ru>.
10. Estimation method of nonresident vehicle fleet inflow influencing road traffic safety in megalopolis Malinovsky M., Solntsev A., Juravleva A., Makovski S. В сборнике: Transportation Research Procedia 2017. С. 751-755.

УДК.: 625.711:303.022.

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ СЕВЕРНОГО МАРШРУТА БАЛЫКЧЫ – КАРАКОЛ В ИССЫК-КУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Калманбетова Айгул Шакировна, кандидат технических наук, доцент, Кыргызского национального аграрного университета им. К. Скрябина, Кыргызстан 720044, г. Бишкек, ул. Медерова бба, e-mail:*

*Толошов Чынгыз Орозалиевич, старший преподаватель кафедры «Организация перевозок и безопасности движения» Кыргызского государственного технического университета им. И.Раззакова, Кыргызстан 720044, г. Бишкек, пр. Мира 66, e-mail: [toloshov1982@mail.ru](mailto:toloshov1982@mail.ru) тел.: +996773327191.*

*Кожомуратов Мукаш Райымбекович, старший инженер кафедры «Организация перевозок и безопасности движения» Кыргызского государственного технического университета им. И.Раззакова, Кыргызстан 720044, г. Бишкек, пр. Мира 66, e-mail:*

**Аннотация.** В данной статье рассматривается исследование дорожной инфраструктуры северного маршрута г. Балыкчи – г. Каракол в соответствии стандарта, нормы и правил. Причины возникновения ДТП, исследованы проблемные участки северного маршрута, протяженность маршрута, режим работы светофорного объекта.

**Ключевые слова:** маршрут, транспортный процесс, пешеходный переход, разметка, безопасность дорожного движения, управление дорожным движением, время движения пешехода, транспортный поток, населённые пункты.

### STUDY OF THE ROAD CONDITIONS OF THE NORTHERN ROUTE BALYKCHY - KARAKOL IN THE ISSYK-KUL REGION

*Kalmanbetova Aigul Shakirovna, Ph.D., associate professor, Kyrgyz National Agrarian University. K. Skryabin, Kyrgyzstan 720044, Bishkek, ul. Mederova 66a, e-mail:*

*Toloshov Chyngyz Orozalievich, Senior Lecturer of the Department "Organization of transport and traffic safety" of the Kyrgyz State Technical University. I.Razzakov, Kyrgyzstan 720044, Bishkek, Mira Ave. 66, e-mail: toloshov1982 @ mail.ru tel .: +996773327191*

*Kozhumuratov Mukash Raimybekovich, Senior Engineer of the Department "Organization of transport and traffic safety" of the Kyrgyz State Technical University. I.Razzakov, Kyrgyzstan 720044, Bishkek, Mira Ave. 66, e-mail:*

**Abstract.** This article discusses the study of the road infrastructure of the northern route of the city of Balykchi - Karakol in accordance with the standard, norm and rules. Causes the occurrence of an accident, investigated the problem areas of the northern route, the length of the route, the mode of operation of a traffic light object.

**Keywords:** route, transport process, pedestrian crossing, marking, traffic safety, traffic management, time of movement of a pedestrian, traffic flow, settlements.

Автомобильные дороги являются важнейшим звеном единой транспортной системы инфраструктуры экономики Кыргызской Республики. На долю автомагистралей приходится основной объем перевозок грузов и пассажиров. Проложенные через многочисленные перевалы, они являются единственными транспортными путями, соединяющими экономические районы, разделенные горными хребтами. В Кыргызстане давно сложилась опорная сеть автомобильных дорог, которая связывает все регионы и области республики. Дорожная инфраструктура, один из факторов, которая обретает особый характер для населения и функционирования экономики.

Дорога должна обеспечивать удобное безопасное движение с расчетной скоростью автомобилей заданной грузоподъемностью в течении круглого года или расчетного сезона. Организация дорожного движения представляет собой совокупность мероприятий, имеющих целью активно воздействовать на формирование и направление транспортных и пешеходных потоков для обеспечения скорости и безопасности движения, наибольших удобств и экономичности перевозки людей и грузов.

Проблема повышения удобства и безопасности движения может быть решена путем совершенствования всех элементов и систем комплекса «водитель-автомобиль-дорога-среда».

Улучшением дорожной инфраструктуры решится вопрос и туристической привлекательности нашей страны. Регионы Кыргызстана обладают большим потенциалом для привлечения потенциальных туристов. Однако, располагая значительным туристическим потенциалом, в силу ряда факторов не может занять свои позиции в мировом обороте туристического бизнеса. Как известно, туризм является одним из важнейших факторов, формирующих имидж страны. Согласно проведенным исследованиям Всемирного экономического форума, в 2016 г. Кыргызстан по уровню конкурентоспособности туристической отрасли занял на мировом туристическом рынке 116-е место по 14 показателям уровня развития туристического сектора, таким как законодательное регулирование, **транспортная и туристическая инфраструктура**, культурные и природные ресурсы, безопасность и др.

Однако, одним из факторов, тормозящих развитие туристической привлекательности нашей страны является *проблема* плохого состояния дорог и инфраструктуры дорожной сети.

На сегодняшний день Министерство транспорта и дорог КР реализует проект по развитию Иссык-Кульской области — реабилитируют дороги, усовершенствуют аэропорты, усиливают меры по обеспечению безопасности на трассах и проводят работы по усилению туризмо-ориентированности районов.

Еще одним важным компонентом проекта является строительство туристических информационных сервисных центров, где гости нашей страны смогут отдохнуть, перекусить, воспользоваться уборными, собрать необходимые сведения об области и туристических объектах, забронировать номер, приобрести сувениры.

Для решения вопросов по проблеме состояния дорог, повышения удобства и безопасности движения, дорожной инфраструктуры (пешеходные разметки, дорожные знаки, остановки в населённых пунктах, пункты СТО т.д.)

рабочая группа научных работников восьми вузов: КГТУ, КРСУ, КНАУ, КГУСТА, Ош ТУ, ЖАГУ, Тал ГУ, НГУ, участвующих в проекте по госбюджетной теме МОН КР, исследовали состояние дорог вокруг озера Иссыкуль.

Северный маршрут Балыкчы – Каракол пролегает через 40 населенных пунктов, включая г.Балыкчы, г. Чолпон – Ата, г. Каракол.

По северному маршруту Балыкчы – Каракол имеются:

- 28 светофорных объектов,
- 47 остановочные пункты,
- 40 автозаправочных станций (АЗС),
- 1 аэропорт «Тамчы» и т.д.



Рисунок 1. - Схема северного маршрута Балыкчы- Каракол.

В ходе исследования северного маршрута Балыкчы – Каракол, протяженностью 216 км, выявлено ряд недостатков при установлении ТСОДД (технические средства организации дорожного движения) и в обеспечении безопасности дорожного движения.

1. Нарушение при нанесении разметки пешеходного перехода. Пешеходный переход возле мэрии в центре г. Чолпон-Ата. (рис. 2). Чтобы перейти дорогу пешеход вынужден изменить траекторию движение под углом 45 градусов перпендикулярно дороге беспрепятственно, соответственно увеличивается время прохождения проезжей части пешехода, увеличивает риск ДТП.

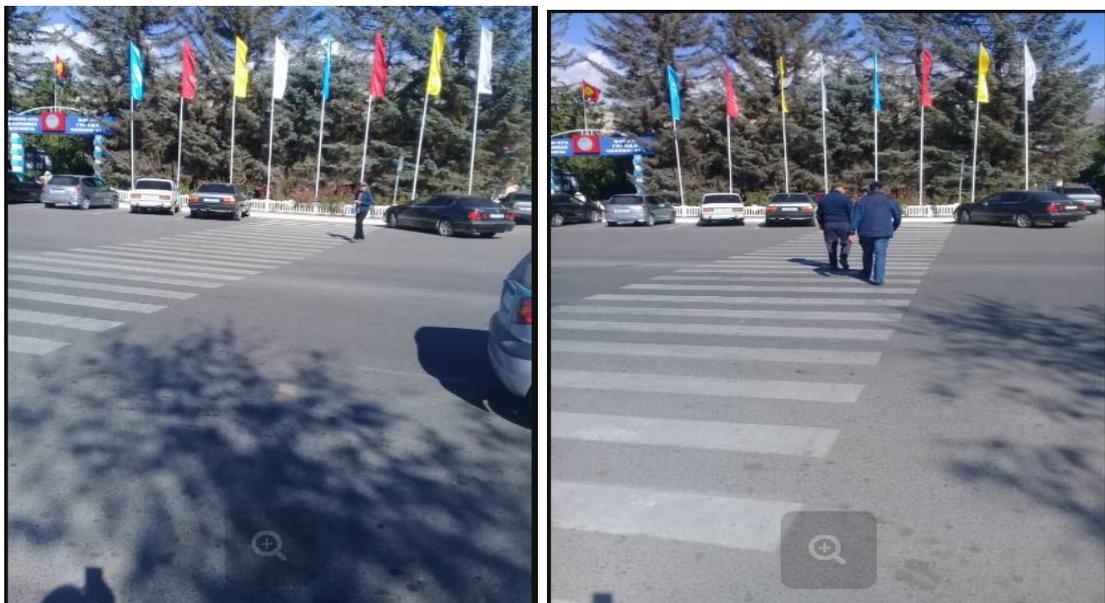


Рис. 2 - Пешеходный переход в г.Чолпон-Ата.

В селе Фрунзе при нанесении разметки пешеходного перехода не соблюдены СНиП, нет соответствующих информационно-указательных знаков 5.16.1, 5.16.2 "Пешеходный переход", геометрические параметры разметки не соответствуют нормативу (рис.3).

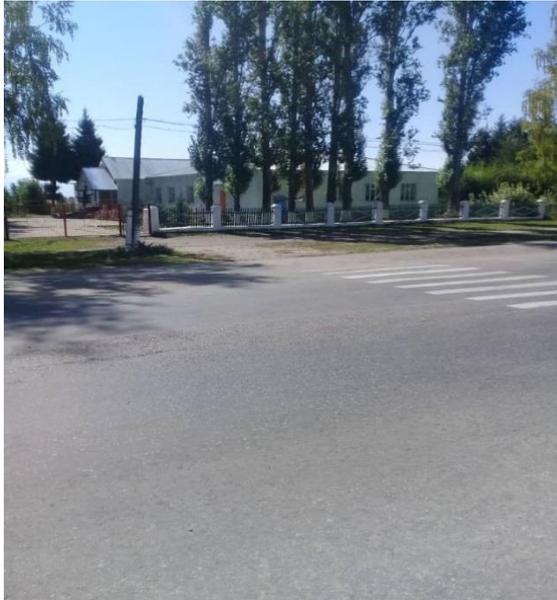


Рисунок 3 - Существующая разметка пешеходного перехода в селе Фрунзе.



Рис. 4 – Существующие дорожные знаки не соответствующие требованиям СНиП.

2. При проведении мониторинга правильности установления дорожных знаков выявили отсутствие дорожных знаков на некоторых опасных участках. (см. хронометраж исследования), а существующие самодельны и не соответствуют стандартам.

3. Практически по всему маршруту исследования отсутствуют тротуары.

4. Остановки есть не во всех населенных пунктах. Существующие остановки со времён Советского союза и не используются по назначению. (Рис.5)

5. По всему маршруту исследования неравномерно распределены пункты СТО. и.т.д.



Рис.5- Остановочные пункты.

6.В с. Ананьево светофорный цикл не соответствует.



Рис.6. Перекресток в с. Ананьево светофорный цикл не соответствует.

Нет дорожных знаков и разметок, неправильно установлен цикл работы светофора на гл. дороге (кр.- 28с. Зелен-25с).

#### Общие выводы.

1. В г. Чолпон – Ата пешеходные переходы необходимо привести соответственно по СНИПу, передвинуть переход или убрать ограждение для удобства прохода пешеходов, а в селе Фрунзе поставить знаки 5.16.1, 5.16.2 "Пешеходный переход".
2. Практически все населенные пункты северного маршрута распределены вдоль дороги. Плотность населения изменилось со времен Советского Союза. Стоит пересмотреть размещение остановок и привести к единому дизайну.
3. Для безопасности дорожного движения на опасных участках необходимо установить дорожные знаки. (см. хронометраж)
4. Дорожные знаки вдоль трассы необходимо установить по единому стандарту.
5. Отсутствие тротуаров в населенных пунктах увеличивает риск ДТП с участием пешехода.

Решение всех этих проблем снизит ДТП, спасет жизнь людей, и улучшит сервис на дорогах. Кыргызстан стремится стать страной туризма. На государственном уровне проводят очень много мероприятий, рекламные ролики на ТВ, проводим международные игры Кочевников. Мы все делаем для привлечения туристов? Потенциал для привлечения туристов у Кыргызстана огромен. Главный вопрос, сервис, который начинается с аэропорта, железнодорожного вокзала, автовокзала и дороги. Основным видом транспорта у нас является автомобиль. Поэтому сервис автомобильных дорог решит очень проблем.

Для проведения исследования использованы комплекс приборов, с помощью которых определяются продольный уклон дороги, ширина проезжей части, сопротивление качения колес автомобиля, коэффициенты сцепления ведущих колес с опорной поверхностью, радиуса поворота, поперечных уклонов дороги, дальность видимости и т.д.



Рис. 7 - Приборы для определения технических характеристик дорожных условий и безопасности движения

В комплекс приборов входят следующие общеизвестные оборудования:

- видеозаписывающий радар «Визир»;
- мобильный радар «Радис»;
- радиостанция Kenwood TK-3107;
- ноутбук DELL INSPIRON N S110;
- автомобильный видеорегистратор GS 800L
- лазерный дальномер GLM 80 BOSCH;
- видеокамеры Samsung FMX – F80 и SHO – ME FHD – 650;
- фотоаппарат Samsung ST66;
- лазерная рулетка SNDWAY SW – M100;
- измеритель скорости движения радиолокационной «РАДИС».

Также для записи уклонов дороги и неровностей микро профиля используется центральная гироскопическая вертикаль ЦГВ – 4, которая представляет собой двух-гироскопный авиагоризонт.

#### **Использованные литературы**

1. Организация и безопасность дорожного движения : учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений / И.Н. Пугачёв, А.Э. Горев, Е.М. Олещенко. - М.: Издательский центр «Академия», 2009. - 272 стр.
2. ГОСТ Р 52289-2004. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств (с Изменениями N 1, 2)
3. Кликовштейн Г.И., Афанасьев М. Б. «Организация дорожного движения». Учеб. для вузов.– 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 2001 – 247 с.
4. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения: учебник для вузов. – М.: Транспорт, 2005. –256 с.

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ АВТОЗАПРАВОЧНОЙ СТАНЦИИ И ПРИЧИНЫ НЕДОСТАТОЧНОЙ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ**

*Голубева Анастасия Александровна, студент, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет, тел: 8-925-339-15-52 e-mail: [Golubeva90615@yandex.ru](mailto:Golubeva90615@yandex.ru)*

**Аннотация.** Рассмотрены основные показатели эффективности работы автозаправочной станции (АЗС) автобусного парка. Выявлены основные причины, влияющие на производительность АЗС. Проанализированы возможные направления увеличения пропускной способности АЗС автобусного парка.

**Ключевые слова:** АЗС, показатели эффективности АЗС, пропускная способность, эксплуатационная нагрузка АЗС.

**EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF THE GAS STATION AND THE REASONS FOR INSUFFICIENT CAPACITY**

*Golubeva Anastasiya Aleksandrovna, student, Moscow state automobile and road technical University, 8-925-339-15-52, [Golubeva90615@yandex.ru](mailto:Golubeva90615@yandex.ru)*

**Abstract.** The main efficiency indicators of the bus fleet's filling station were considered. The main causes that affect the output of the filling station were identified. The possible directions of adding the filling's station capacity were analyzed.

**Keywords:** filling station, efficiency indicators of filling stations, capacity, operational loading of filling stations.

Согласно статистическим данным, изложенных в источнике [1], пассажиропоток на автобусном транспорте имеет отрицательную динамику в период с 1992 по 2015 год. Это связано с активным внедрением альтернативных и новых способов передвижения, таких как, например, такси, carsharing, и, главным образом, со стремительным ростом рынка автомобильного транспорта. По данным исследования [2], динамика продаж автомобилей в 2018-2025 г. г. будет положительной, при этом дальнейшая нагрузка на транспортную сеть в крупных городах России, обусловленная активным использованием горожанами личных автомобилей, будет иметь негативные последствия, связанные со значительными перегрузками транспортной сети и дальнейшим снижением скоростного режима.

Согласно данным, предоставленным ООН, к 2050 году доля городского населения увеличится на 85 % и составит 6,3 млрд человек. Компания MAN и Технический университет Мюнхена (Technical University of Munich) провели масштабное исследование «Что нужно городам», в котором рассмотрели рост численности населения как один из основных факторов, влияющих на планирование транспортной системы. В ходе исследования была выявлена связь между количеством владельцев личного автомобиля и плотностью населения: менее густонаселённые города имеют самое большое количество автомобилей на 1000 жителей [3].

Таким образом, наиболее эффективным и рациональным решением проблемы, связанной с перегрузкой транспортной инфраструктуры в городе является необходимость совершенствования и модернизации сети пассажирских перевозок, в том числе автобусного транспорта. Основные методы совершенствования автобусного городского транспорта:

повышение качества предоставляемых услуг путём внедрения интеллектуальных транспортных систем и минимизации непроизводительных простоев единиц подвижного состава (ПС).

В рамках проведенных исследований, целью которых являлось выявление причин простоя единиц подвижного состава (ПС), были определены и проанализированы следующие показатели эффективности работы автозаправочной станции автобусного парка и их влияния на производительность АЗС:

1. Пропускная способность АЗС, ед./сутки.
2. Загруженность АЗС по часам суток (в будний и выходной дни), ед./час.
3. Время, затрачиваемое на заправку одной единицы ПС, мин.
4. Оснащённость АЗС ТРК, ед.
5. Технические характеристики ТРК, в том числе производительность, л/мин.

На основании анализа полученных данных были разработаны рекомендации по увеличению эффективности работы АЗС.

Замер фактических данных по распределению потока ПС на АЗС проводился в рабочие и выходные дни способом натуральных измерений. Пропускная способность исследуемой АЗС составила 300 ед./сутки. Техническое оснащение исследуемой АЗС составило четыре топливораздаточные колонки (ТРК). В момент проведения исследования рабочем состоянии находились три ТРК, основная выдача топлива осуществлялась через две ТРК, т.к. более 70 % процентов ПС имели возможность только одностороннего подъезда к ТРК в связи с расположением у них топливного бака преимущественно с левой стороны.

Фиксировались:

- Время подъезда транспортных средств к АЗС
- Длина очереди
- Время въезда на АЗС
- Время установки транспортного средства на пост заправки
- Время начала залива топлива
- Время окончания залива топлива
- Время освобождения поста заправки
- Время выезда с АЗС

Основные результаты измерений приведены на гистограммах (Рис. 1 и 2), показывающих распределение потока ПС на АЗС по часам в сутки в будние и выходные дни.

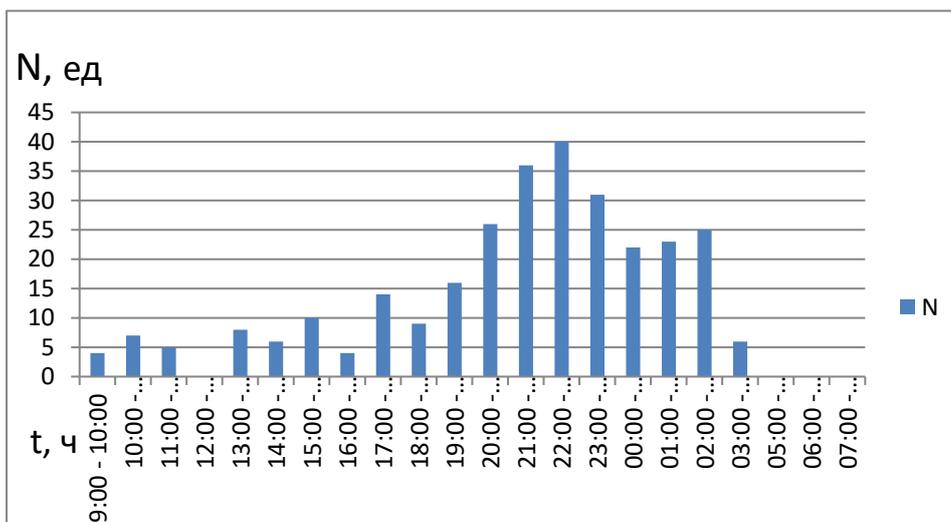


Рис. 1 Распределение потока ПС по часам суток в рабочий день

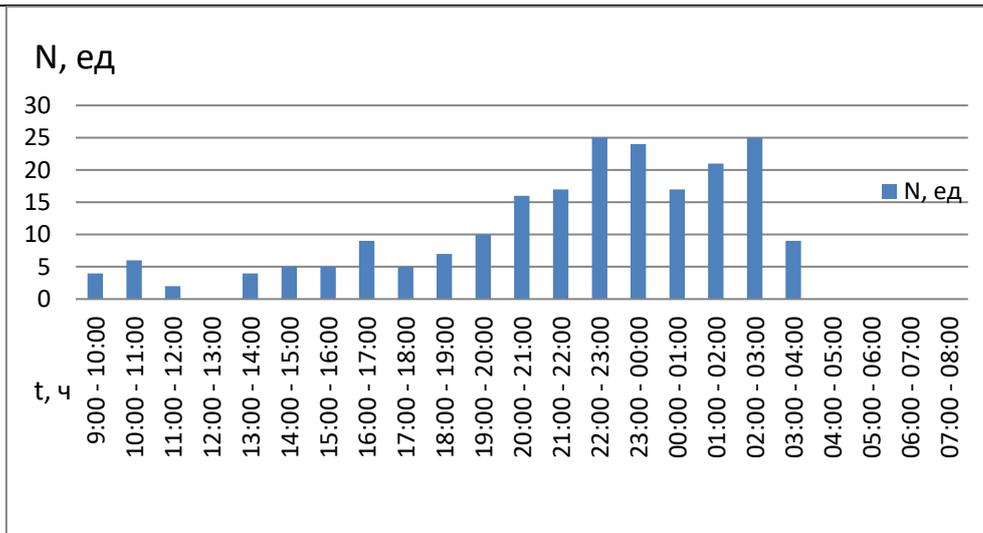


Рис. 2 Распределение потока ПС по часам суток в выходной день

В будний день общее число заправленных автобусов составило 287 единиц. Более 70% из них (204 ед.) производили заправку в период с 20 до 03.00.

По понятным причинам в будний день общее число ПС, прибывающих на АЗС для заправки, значительно превысило их число в выходной. Период пика заправки в выходной и будний дни совпали. Это обусловлено меньшим количеством заправляемых ПС в этот день и более равномерным их распределением в течение суток.

Длина очереди фиксировалась визуально по количеству подвижного состава и с помощью секундомера. В будний день очередь на АЗС наблюдалась в период с 20.00 до 3.00, этот период совпадает с пиком количества заправок. Максимальная длина очереди на АЗС в будний день составила 19 единиц ПС (43 мин) в период с 22.00 до 23.00. (Рис. 3)

В выходной день величина очереди значительно ниже. Это обусловлено меньшим количеством заправляемых ПС и более равномерным их распределением в течение суток. Максимальная длина общей очереди составила 4 единицы ПС (25 мин). Максимальная длина очереди на одну ТРК – 1,7 единиц ПС (11 мин).

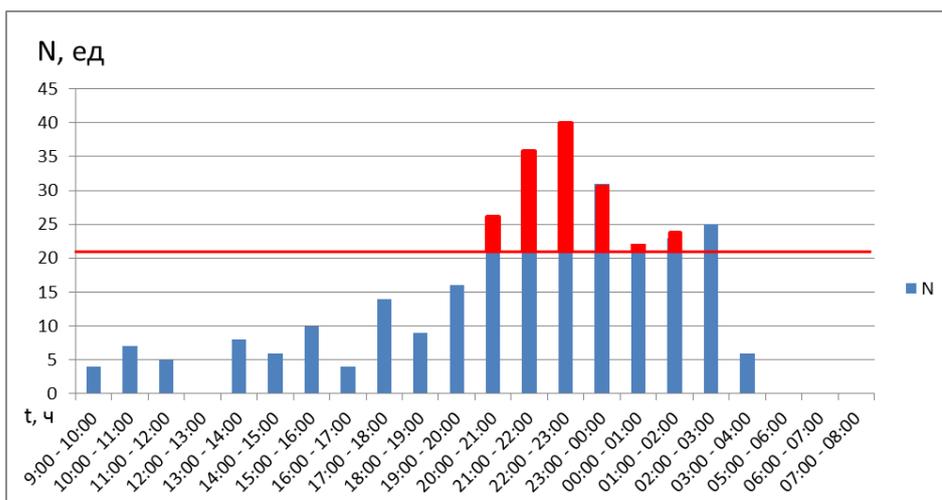


Рис. 3 Формирование очереди ПС. Будний день

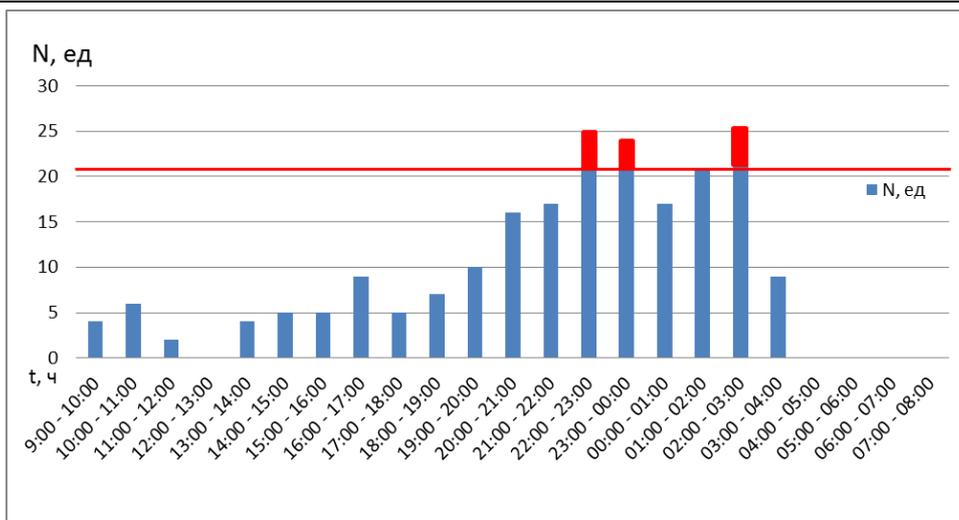


Рис. 4 Формирование очереди ПС. Выходной день

В выходной день величина очереди значительно ниже. Это обусловлено меньшим количеством запрашиваемых ПС и более равномерным их распределением в течение суток. Максимальная длина общей очереди составила 4 единицы ПС (25 мин). Максимальная длина очереди на одну ТРК – 1,7 единиц ПС (11 мин).

На рисунках 3 и 4 показан момент образования очереди при полностью задействованных двух ТРК. Однако при организации технической возможности для использования четырех ТРК при существующем потоке ПС на АЗС длина очереди из единиц ПС сократиться до 1-2 единицы и только в период с 22.00 до 23.00 (Рис. 5).

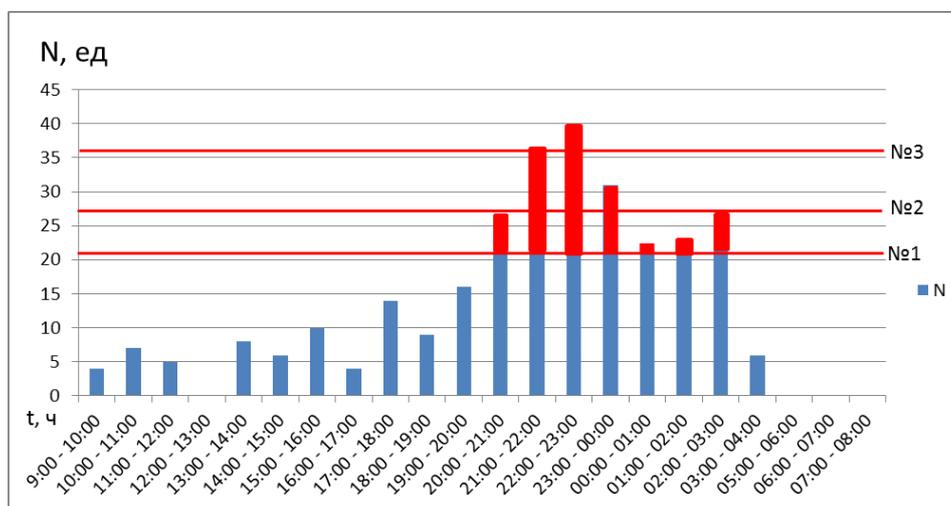


Рис. 5 Формирование очереди ПС при работе различного числа ТРК

Горизонтальная красная линия №1 также показывает момент образования очереди при полностью задействованных двух ТРК, №2 и №3 – при трёх и четырёх ТРК, соответственно.

При оценке распределения потока запрашиваемого топлива среди ПС, было установлено, что чаще всего производится заправка объёмом от 91 до 100 л. (Рис. 6 и 7), в то время как средний объём заправки ПС в будний день составляет 116, 2 л., в выходной – 113, 4 л.

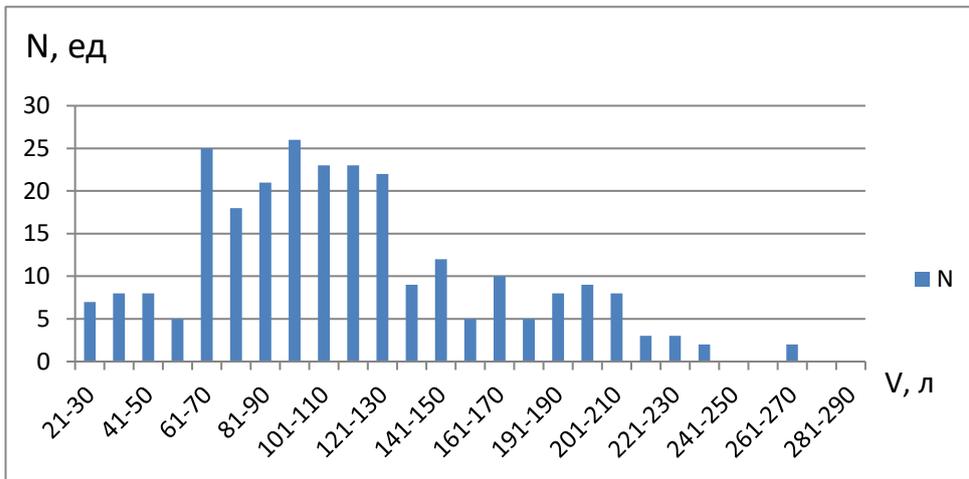


Рис. 6 Распределение объемов топлива. Будний день

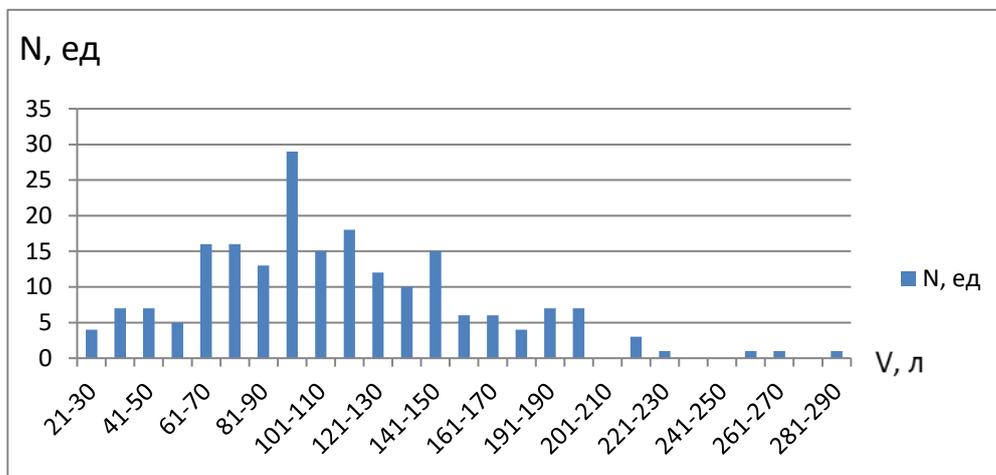


Рис. 7 Распределение объемов заправляемого топлива. Выходной день

Время, затрачиваемое водителем на залив топлива, зависит только от объёма заправляемого топлива и производительности ТРК, за время проведения замеров иных факторов, значимо влияющих на время залива, не выявлено. По результатам наблюдений определено среднее время залива топлива в бак, которое составляет 3.5 мин.

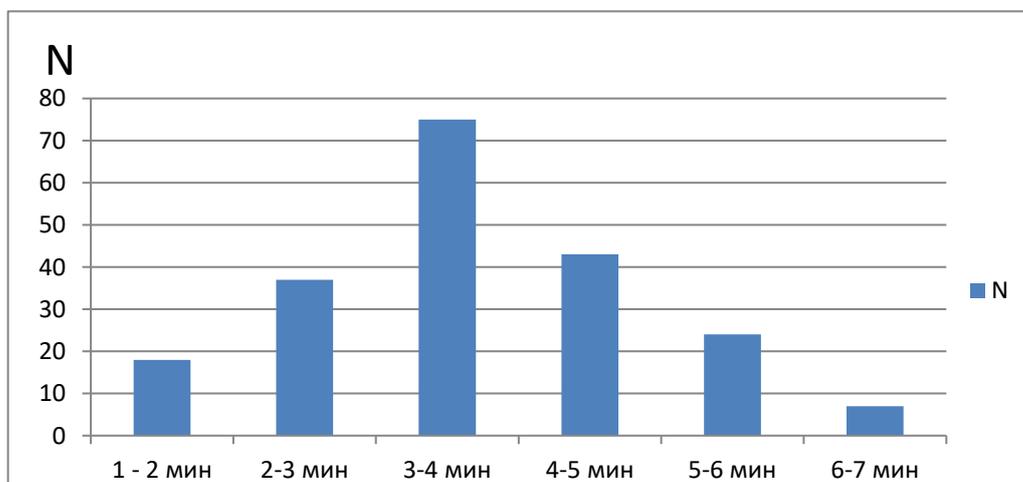


Рис.8 Распределение времени непосредственно на залив топлива

Подвижной состав парка, возвращаясь с линии, поступает на посты заправки с высокой неравномерностью по времени. «Пик» возврата приходится на период с 20.00 до 3.00. Наличие или отсутствие очереди на АЗС оказывает влияние на ритмичность работы сотрудников АЗС и водителей ТС. Временные затраты водителя на прохождение этапов заправки изменяются, так как во время возникновения очереди изменяется последовательность этапов заправки. Общее время заправки ТС в момент отсутствия очереди составляет 6,5 минут. Очередность этапов заправки в этом случае следующая: ТС устанавливается на пост заправки, после установки ТС на пост водитель приступает к первой части оформления документов, подает путевой лист и в устной форме сообщает оператору АЗС информацию о необходимом объеме топлива, после чего производится непосредственно заправка ТС топливом. По окончании заправки водитель снова возвращается к оператору АЗС для оформления ведомости и путевого листа. (Рис.9)

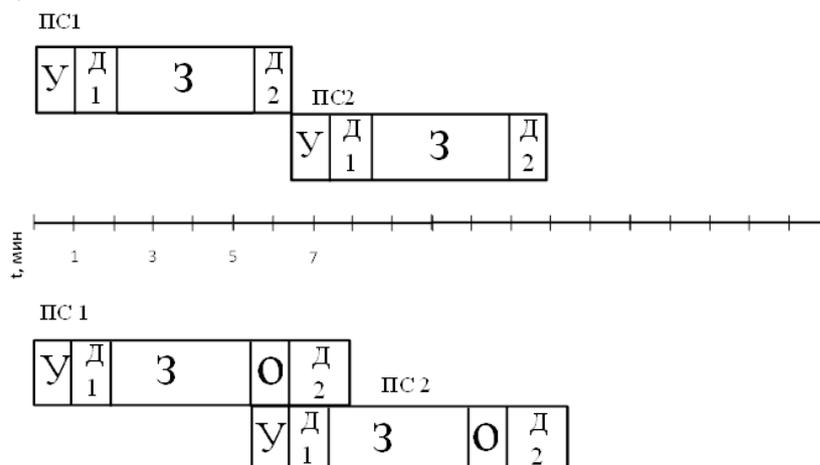


Рис. 9 Движение ТС на посту АЗС при наличии и отсутствии очереди

Общее время заправки ТС при наличии очереди составляет 4,5 минуты. Последовательность прохождения водителем ТС этапов заправки изменяется следующим образом: ТС устанавливается на пост заправки, водитель подаёт путевой лист оператору АЗС, производит заправку, и, не завершая этап оформления документов, освобождает пост для следующего ТС в очереди. Освободив пост, водитель останавливает ТС на некотором расстоянии от поста, чтобы завершить этап оформления документов. Такая последовательность заправки позволяет сократить время всех ТС в очереди, но увеличивает временные потери каждого водителя в отдельности.

В результате проведенных исследований для снижения непроизводительных простоев ТС автобусного транспорта на АЗС были предложены следующие мероприятия:

- 1) Организация бесперебойной работы всех ТРК;
- 2) В соответствии с паспортом ТРК имеют номинальную производительность 90 л/мин. При этом фактическая производительность ТРК по результатам хронометража составляет менее 35 л/сек. Выяснение причин снижения производительности и доведение производительности до номинальной позволит сократить время средней заправки на величину от 0,5 до 2,0 мин. При детальном анализе выяснено, что снижение производительности связано с установкой топливораздаточного шланга диаметром меньше номинального;
- 3) В связи с расположением топливного бака с левой стороны у значительной части транспортных средств, эксплуатируемых в парке, фактическая загрузка АЗС возможна с использованием в полную мощность только трех ТРК. Для использования четырех ТРК на полную мощность необходимо изменить схему движения транспортных средств на территории АЗС, организовав подъезд автобусов к ТРК с противоположной стороны относительно существующего. Это позволит обеспечить одновременную заправку четырех транспортных средств. Однако изменение схемы движения на АЗС требует дополнительной

проработки и увязки со схемой движения внутри автобусного парка в целом, так как эти изменения, возможно, потребуют организации дополнительных площадок для разворота и маневрирования ТС. Предлагаемая схема движения на АЗС приведена на рисунке 6. Также дополнительной проработки требует возможное предложение по организации более равномерного по времени суток поступления ТС на АЗС, в частности заправка автобусов в межсменное время.

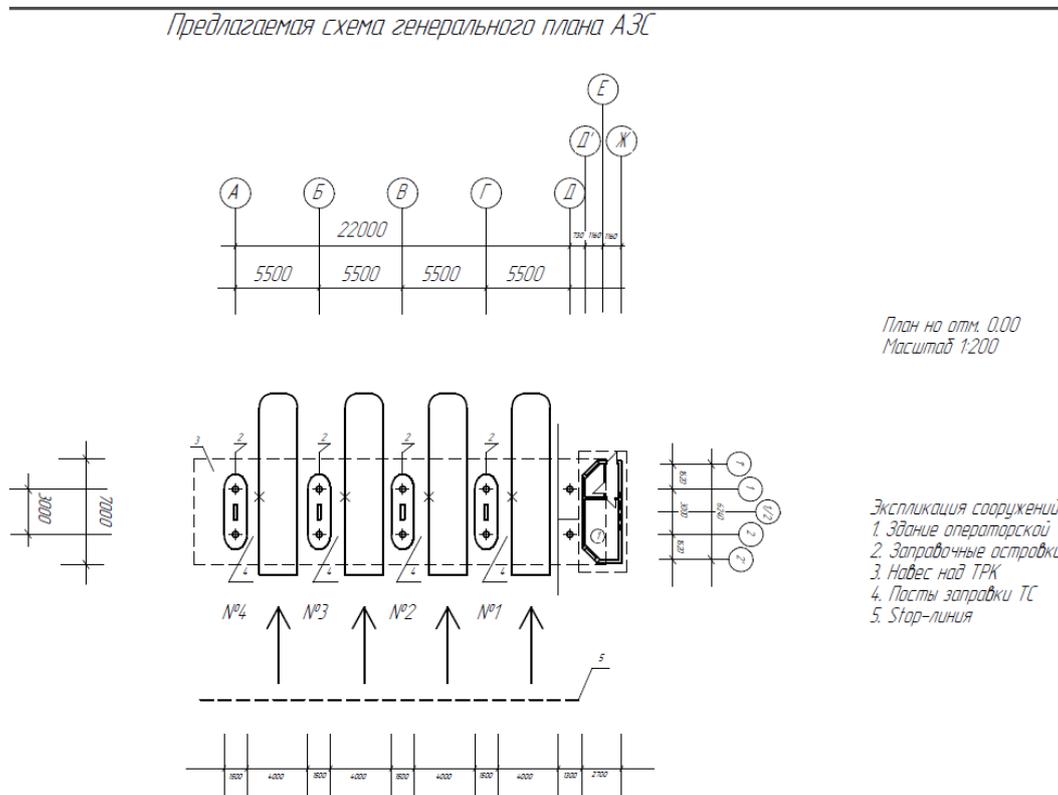


Рис. 10 Предлагаемая схема генерального плана АЗС

### Библиографический список

1. Федеральная служба государственной статистики Россия в цифрах, Гл. 19.6, 2016
2. Гулый В.В. Моделирование динамики объема продаж легковых автотранспортных средств на российском рынке для обновения возможности создания оптимизации систем управления запасами запасных частей и материалов / Солнцев А.А., Зенченко В.А., Гулый В.В., // Транспортное дело России. - 2017. - №5. - С. 143 - 148.
3. Что нужно городам? // Грузовик. 2014. № 2. С. 10-16.
4. К вопросу создания перспективного бортового компьютера городских автобусов / Максимов В.А., Гребенюк В.В., Исмаилов Р.И., Зиманов Л.Л., Рошак С.В., Солнцев А.А., // Грузовик. 2014. № 2. С.17-20.

УДК 629.113.084

### АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ РЫНКА ПРОДАЖ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ И ДИЛЕРСКИХ СЕТЕЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Гулый В.В.** Аспирант, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, РФ Москва, e-mail: [gulyv.v@yandex.ru](mailto:gulyv.v@yandex.ru), тел: 8(985)262-56-00

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы текущего и прогнозируемого состояния рынка продаж легковых автомобилей и состояние дилерских сетей на территории РФ.

**Ключевые слова:** автомобильный рынок, динамика, прогноз, продажи, дилерские центры.

### THE ANALYSIS OF THE MARKET OF PASSENGER CAR SALES AND DEALER NETWORKS OF THE RUSSIAN FEDERATION

*Guly V.V. Postgraduate student, Moscow State Automobile and Road Construction Institute Moscow, Russian Federation gulyv.v@yandex.ru ,8(985)262-56-00*

**Abstract** This article discusses the current and projected state of the passenger car sales market and the state of dealer networks in the Russian Federation.

**Keywords:** car market, dynamics, forecast, sales, dealership.

Автотранспортный рынок РФ является достаточно перспективным, что обусловлено ростом парка автомобилей индивидуального пользования (см. рисунок 1.). В результате сложной геополитической обстановки и возникшие в экономике страны в 2014 году продажи упали приблизительно на 30% по сравнению с 2017 годом. При этом потенциал отечественного рынка новых автомобилей значительно высок, при условии благоприятной макроэкономической обстановке и восстановления ее к значениям 2012 года, в котором были показаны рекордные для автомобильных продаж результаты.

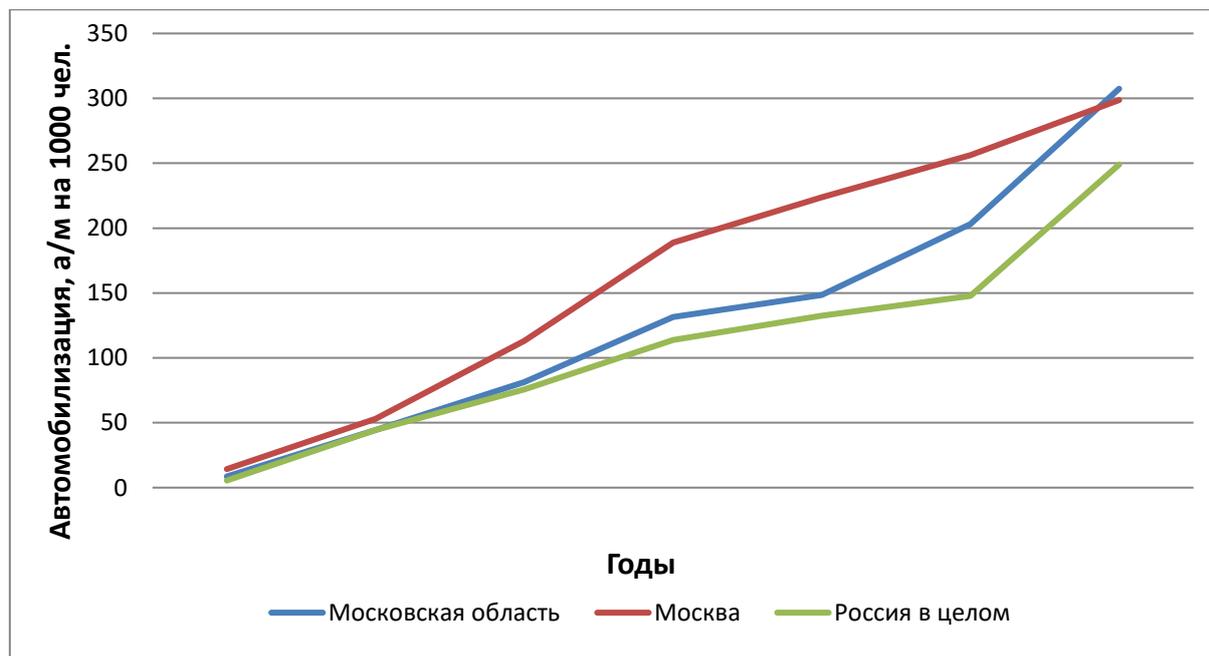


Рис. 1. Динамика автомобилизации регионов ЦФО и Российской Федерации в целом за период 1975-2017 гг.

Анализ экономической конъюнктуры (рост цен на нефть, возможное снижение таможенных пошлин, индексация утилизационного сбора) и дальнейшего развития автомобильной отрасли в РФ (инвестиционная активность) позволяет спрогнозировать объемы продаж легковых автомобилей на ближайшие 5 лет (см. рис. 2). [3,4,7]



Рис. 2. Динамика и прогноз продаж легковых транспортных средств в Российской Федерации с 2005 по 2022 год в млн. шт.

Главное место на автомобильном рынке РФ занимают дилерские центры, которые являются связующим звеном между производителем и покупателями. В настоящее время деятельность автомобильных дилерских центров осуществляется в условиях жесткой конкуренции. На конец 2014 года в России насчитывалось более 4 тысяч дилерских центров. Несмотря на рост продаж легковых автомобилей в 2017 году, число дилерских центров сократилось в России до 3410 салонов.

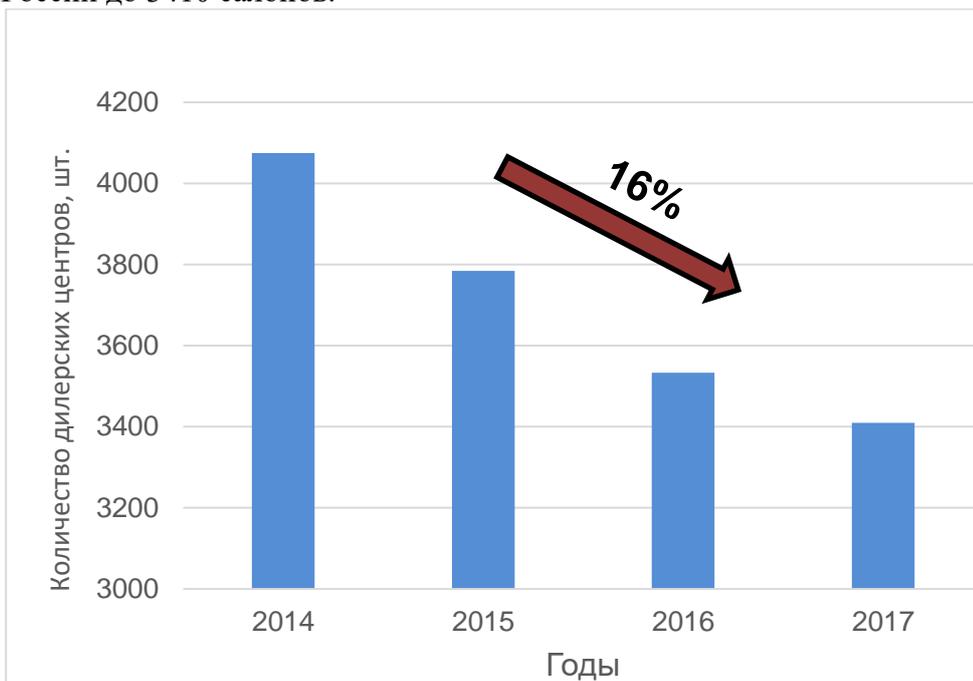


Рис. 3. Динамика изменения количества дилерских центров в России

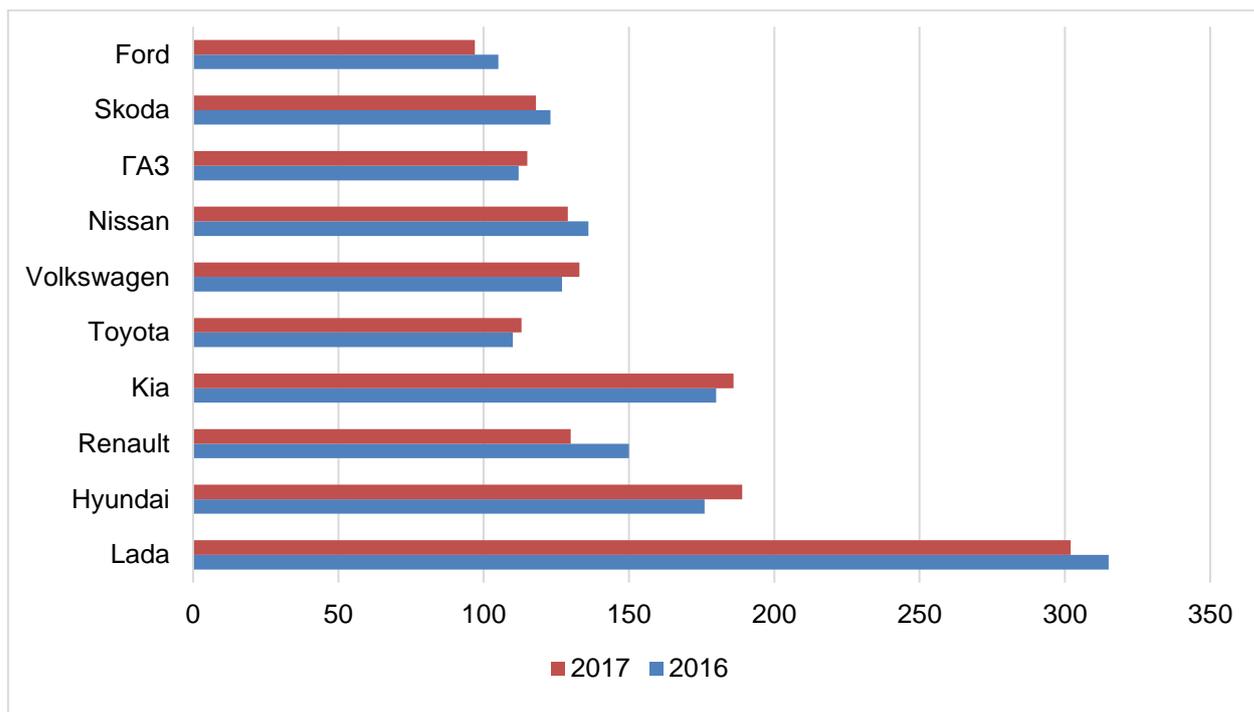


Рис. 4. Динамика изменения количества дилерских центров Топ-10 брендов в России

Количество центров, находящихся долгое время на российском рынке, сокращается в связи с кризисом отрасли 392 компании, в то же время на него выходят новые дилерские салоны, за обозначенный период их открылось 303.

Деятельность дилерских центров автомобильного рынка РФ включает в себя не только продажи новых и подержанных автомобилей, но и различные услуги, которые они оказывают клиентам. К основным услугам относятся сервисные услуги (техническое обслуживание, гарантийный ремонт, установка дополнительного оборудования и тд.). Дилерские организации также осуществляют продажу запасных частей, расходных материалов и аксессуаров, как отечественного, так и импортного производства.

МАССОВЫЙ СЕГМЕНТ	ПОКАЗАТЕЛЬ	ПРЕМИАЛЬНЫЙ СЕГМЕНТ
10 460	количество заездов на СТО	7 860
4 260 Р	средний чек (без учёта кузовного ремонта)	8 950 Р
47 320 000 Р	выручка от услуг автосервиса	74 800 000 Р
90 450 000 Р	выручка от продаж запчастей	196 560 000 Р
3 050 000 Р	выручка от сервиса и запчастей на 1 работника сервиса	5 320 000 Р

Источник: опрос дилеров в рамках «Автодилер года 2016» (АВТОСТАТ)

[www.autostat.ru](http://www.autostat.ru)

Рис. 5. Количество обращений на сервис и анализ прибыли от сервисной деятельности [1]

Зависимость дилерских организаций от экономических условий ставит перед управлением новые задачи, связанные с учетом и анализом внешних факторов, влияющих на их деятельность.

Общая проблема дилерских центров в условиях кризиса заключается в снижении количества обращений клиентов после окончания срока гарантии, в связи с этим крупными брендами предприняты усилия, которые направлены на удержание клиента на более долгий период путем увеличения срока гарантии на новый автомобиль. К примеру такой крупный производитель как Audi увеличил срок гарантии с 2-х лет до 4-х, при этом первые два года без ограничений для пробега. С учетом увеличения гарантийного периода значительное внимание уделяется качеству гарантийного ремонта.

В настоящих условиях для эффективной работы дилерского центра необходимо повышать качество работы с клиентом, путем усовершенствования процессов сервисного обслуживания, гарантийного ремонта, сокращая, как собственные затраты (хранение запасных частей и время простоя постов), так и клиентские (время в ожидании/без ТС). Вместе с тем, также необходимо учитывать влияние внешних факторов отражающих: экономическую конъюнктуру; существующего и потенциального рынка автосервисных услуг; структуру потребительских услуг по поддержанию и восстановлению работоспособности автомобилей, предлагаемых дилерскими и альтернативными автосервисными предприятиями с учетом конкуренции между ними; существующее законодательство в сфере бизнеса и отношение к нему государственных органов и т.д. [5,6]

#### Библиографический список

1. «АВТОСТАТ Аналитическое Агенство» [www.autostat.ru](http://www.autostat.ru).
2. «Ассоциацией европейского бизнеса (АЕБ)» [www.aebrus.ru](http://www.aebrus.ru).
3. Григорьев М.В., Зенченко В.А. Проблемы прогнозирования продвижения автосервисных услуг в обеспечении работоспособности элементов транспортно-технологических комплексов. Сборник научных трудов по материалам 75-ой научно-методической и научно-исследовательской конференции МАДИ, Техполиграфцентр, 2017, 267с.
4. Зенченко В.А., Антонов Д.В. Прогнозирование развития рынка автосервисных услуг МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ к семинарским занятиям по курсу «Основы маркетинга в сфере сервиса». МАДИ. – М., 2011. – 48 с.
5. Лазаренко А.В., Николаев А.Б., Солнцев А.А. ПРИНЦИПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИЛЕРСКИХ СЕТЕЙ Автоматизация и управление в технических системах. 2013. № 4.2. С. 46-53.
6. Николаев А.Б., Солнцев А.А., Саная А.Г., Якунин П.С. МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИЛЕРСКИХ СЕТЕЙ В мире научных открытий. 2012. № 12 (36). С. 163-173.
7. Чернышов А.Е., Зенченко В.А. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СПРОСА НА УСЛУГИ АВТОСЕРВИСНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2004. № 2. С. 76-82.

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, СЕТИ И СИСТЕМЫ**

**РАЗРАБОТКА УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЛАБОРАТОРНОГО  
СТЕНДА «ЦИФРОВАЯ СХЕМОТЕХНИКА»**

*Мананников Никита Александрович, магистрант КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, г.Бишкек, пр. Айтматова Ч.Т., 66, e-mail: [manannikov\\_nikita@mail.ru](mailto:manannikov_nikita@mail.ru)*

*Ерёмин Алексей Сергеевич, магистрант КГТУ им. И.Раззакова. Кыргызстан, г. Бишкек, пр. Айтматова Ч.Т., 66, e-mail: [aleksey.5555@mail.ru](mailto:aleksey.5555@mail.ru)*

*Тентиева Светлана Мысабековна, к.т.н., профессор КГТУ им. И.Раззакова. Кыргызстан, г.Бишкек, пр. Айтматова Ч.Т., 66,*

*Алымкулов Салмор Аманович, д.т.н., профессор, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, г.Бишкек, пр. Айтматова Ч.Т., 66, e-mail: [salmor55@mail.ru](mailto:salmor55@mail.ru)*

*Исраилова Нелла Амантаевна, к.т.н., доцент, КГТУ им. И.Раззакова. Кыргызстан, г.Бишкек, пр. Айтматова Ч.Т., 66, e-mail: [inela.kstu@gmail.com](mailto:inela.kstu@gmail.com)*

**Аннотация:** В учебном процессе практическим занятиям и лабораторному практикуму придается очень большое значение. Выполнение лабораторных задач прививает навыки использования теоретических знаний на практике, развивает мышление, помогает детально разобраться с принципами действия отдельных элементов, узлов и устройств и возможности их практического применения. Проектирование новых учебно-исследовательских лабораторных стендов по цифровой схемотехнике на современной элементной базе является актуальной задачей. Разработан учебно-исследовательский лабораторный стенд «Цифровая схемотехника», предназначенный для изучения и исследования логических элементов и узлов электронно-вычислительных машин (ЭВМ).

**Ключевые слова:** узлы, устройства, микросхемотехника, программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС), логические элементы, интегральные схемы.

**DEVELOPMENT OF EDUCATIONAL AND RESEARCH LABORATORY STAND  
"DIGITAL CIRCUITRY"**

*Nikita Manannikov, undergraduate student at KSTU. I.Razzakov, Kyrgyzstan, Bishkek, Aitmatov Ave. Ch.T., 66, e-mail: [manannikov\\_nikita@mail.ru](mailto:manannikov_nikita@mail.ru)*

*Yeremin Alexey Sergeevich, a student of undergraduate at KSTU named after. I.Razzakov. Kyrgyzstan, Bishkek, Aitmatov Ave. Ch. T., 66, e-mail: [aleksey.5555@mail.ru](mailto:aleksey.5555@mail.ru)*

*Tentieva Svetlana Musabekovna, Ph.D., professor KSTU them. I.Razzakov. Kyrgyzstan, Bishkek, Aitmatov Ave. Ch. T., 66,*

*Alymkulov Salmor Amanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, KSTU. I.Razzakov, Kyrgyzstan, Bishkek, Aitmatov Ave. Ch.T., 66, e-mail: [salmor55@mail.ru](mailto:salmor55@mail.ru),*

*Israilova Nella Amantaevna, Ph.D., Associate Professor, KSTU. I.Razzakov. Kyrgyzstan, Bishkek, Aitmatov Ch. T., 66, e-mail: [inela.kstu@gmail.com](mailto:inela.kstu@gmail.com)*

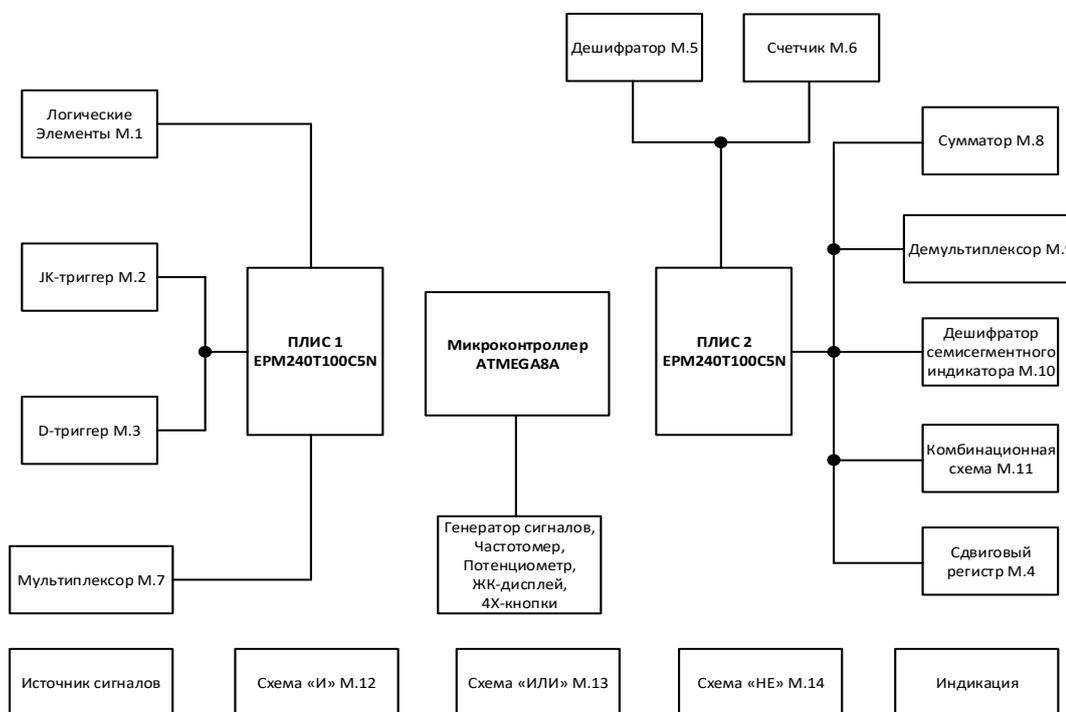
**Abstract.** In the educational process, practical training and laboratory practical work are of very great importance. The implementation of laboratory tasks instills the skills of using theoretical knowledge in practice, develops thinking, helps to understand in detail the principles of operation of individual elements, nodes and devices and the possibility of their practical application. Designing new teaching and research laboratory stands on digital circuitry on a modern element base is an urgent task. A teaching and research laboratory stand “Digital Circuit Design” has been developed, designed to study and study the logic elements and nodes of electronic computers.

**Keywords:** nodes, devices, microcircuitry, programmable logic integrated circuits (FPGA), logic elements, integrated circuits

При проектировании различных узлов и устройств вычислительной техники, применение новых электронных и микроэлектронных интегральных схем открывает широкие перспективы повышения надежности и улучшения качественных показателей электронных вычислительных машин.

В учебном процессе практическим занятиям и лабораторному практикуму придается очень большое значение. Выполнение лабораторных задач прививает навыки использования теоретических знаний на практике, развивает мышление, помогает детально разобраться с принципами действия отдельных элементов, узлов и устройств, и возможности их практического применения.

Разработан новый учебно-исследовательский лабораторный стенд по цифровой схемотехнике, на современной элементной базе, который предназначен для изучения принципов работы логических элементов и базовых узлов и применяется при выполнении лабораторных работ по курсу «Схемотехника», а также может быть использован в смежных курсах. Структурная схема стенда приведена на рис. 1.



**Рис. 1. Структурная схема лабораторного стенда.**

В процессе разработки лабораторный стенд прошел все стадии проектирования, включая конструкторское и технологическое (Рис.2-7). Изготовлен опытный образец лабораторного стенда (Рис. 2).

Стенд представляет собой переносную портативную настольную установку (размером: 60см X 36см), с блоком питания (220В) и лицевой панелью. На задней стенке корпуса имеется тумблер питания и гнездо +9В. Стенд построен на базе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС).

В состав наборного поля включены логические элементы и базовые узлы, приведенные в таблице 1. Все входы и выходы этих элементов выведены на лицевую коммутационную панель, и каждый элемент имеет порядковый номер. Экспериментальное исследование

элементов и узлов студенты могут проводить, путем коммутации соединительными проводами.

В стенде предусмотрено следующее дополнительное сервисное оборудование для исследования схем в различных режимах:

1. Генератор сигналов содержит три регулируемых выхода (Г1, Г2, Г3);
  2. Частотомер содержит один вход (Ч1). Данные о частоте выводятся на жидкокристаллический дисплей (ЖК);
  3. Потенциометр содержит два выхода (П1, П2) и имеет диапазон напряжения от 0 до 3.3В. Данные о напряжении выводятся на дисплей;
  4. Задание входных сигналов обеспечивается через блок «Источник сигналов».
- Наглядность физических процессов в схемах обеспечивается с помощью индикации, через блок «Индикация».

Таблица 1

Тип логического элемента	Кол-во	Номер модуля на лицевой панели
2ИЛИ	3	М.1
2И	3	М.1
2ИЛИ-НЕ	3	М.1
2И-НЕ	3	М.1
НЕ	4	М.1
JK-триггер	2	М.2
D-триггер	2	М.3
Сдвиговый регистр	1	М.4
Дешифратор	1	М.5
Счетчик	1	М.6
Мультиплексор	1	М.7
Сумматор	1	М.8
Демультимплексор	1	М.9
Дешифратор семисегментного индикатора	1	М.10
Комбинационная схема	1	М.11
Схема И	1	М.12
Схема ИЛИ	1	М.13
Схема НЕ	1	М.14

Лабораторный стенд удобен в эксплуатации и для выполнения лабораторных работ необходимо следующее:

1. Перед включением лабораторного стенда убедиться, что в цифровых разъемах нет посторонних предметов;
2. Вставить вилку в сеть, включить кнопку «питание» на задней панели. При этом должен загореться индикатор на логотипе лицевой панели;
3. Произвести необходимые соединения функциональных элементов стенда в соответствии с заданной схемой и описанием лабораторной работы;
4. При осуществлении коммутации необходимо следить за правильностью подключения входных и выходных сигналов.

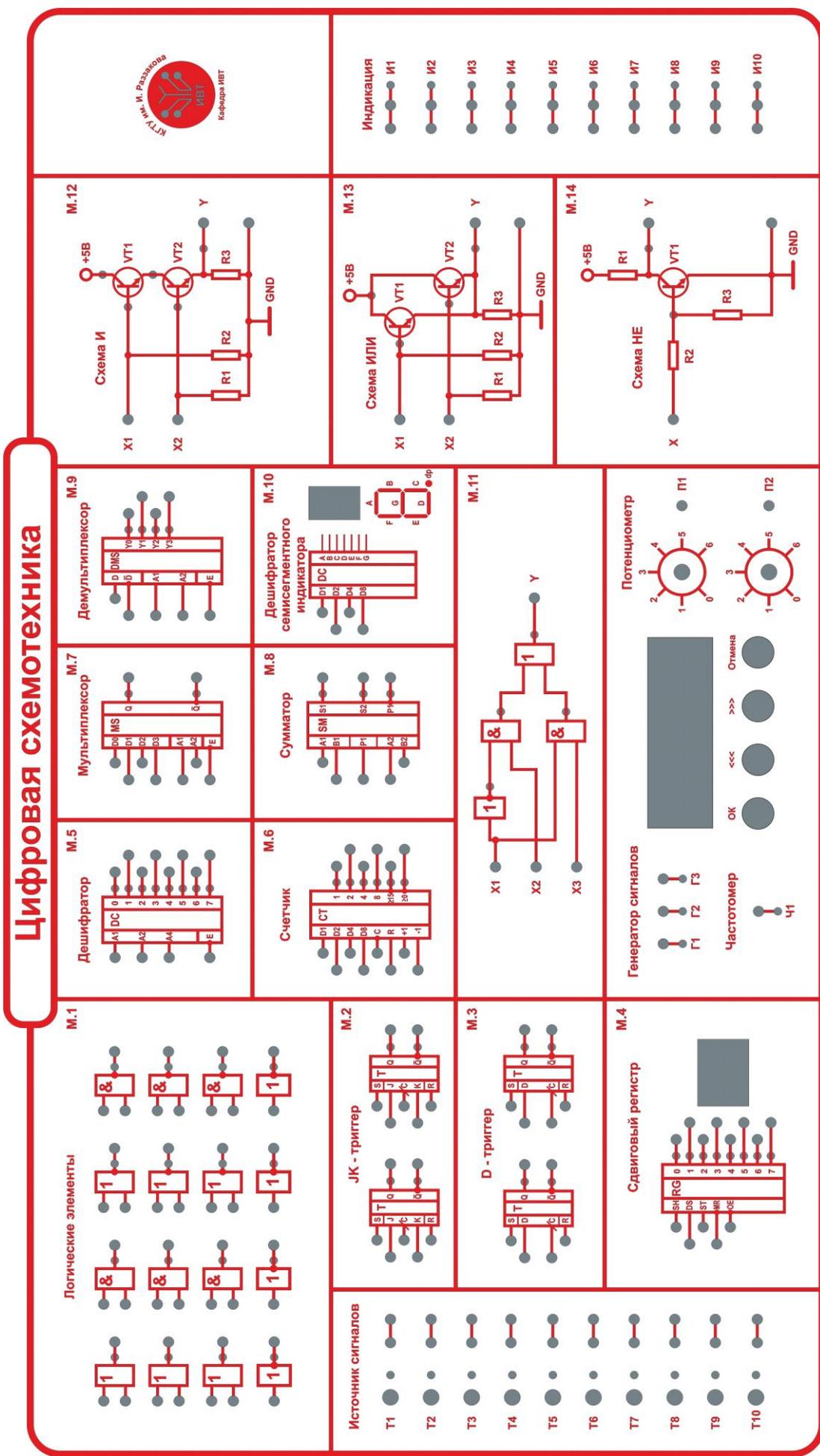


Рис. 1. Коммутационная панель.

Ниже приведены разработанные печатные платы лабораторного стенда.

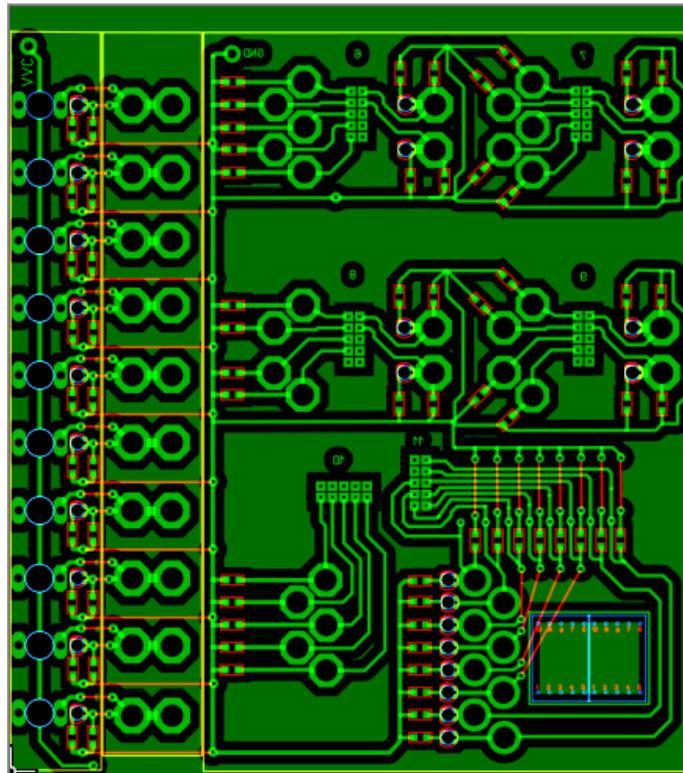


Рис. 3. Печатная плата блока модулей м2-м4.

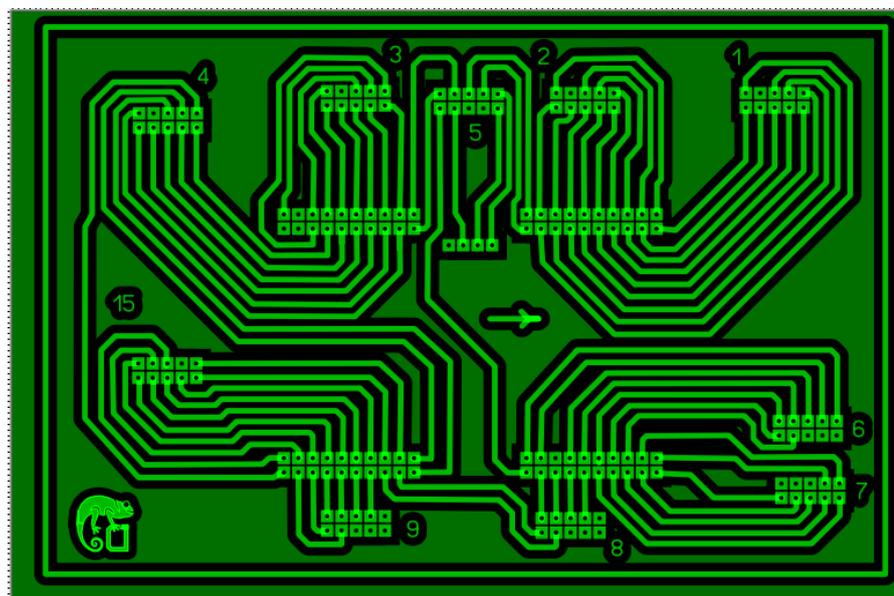


Рис.4. Печатная плата схемы ПЛИС 1.

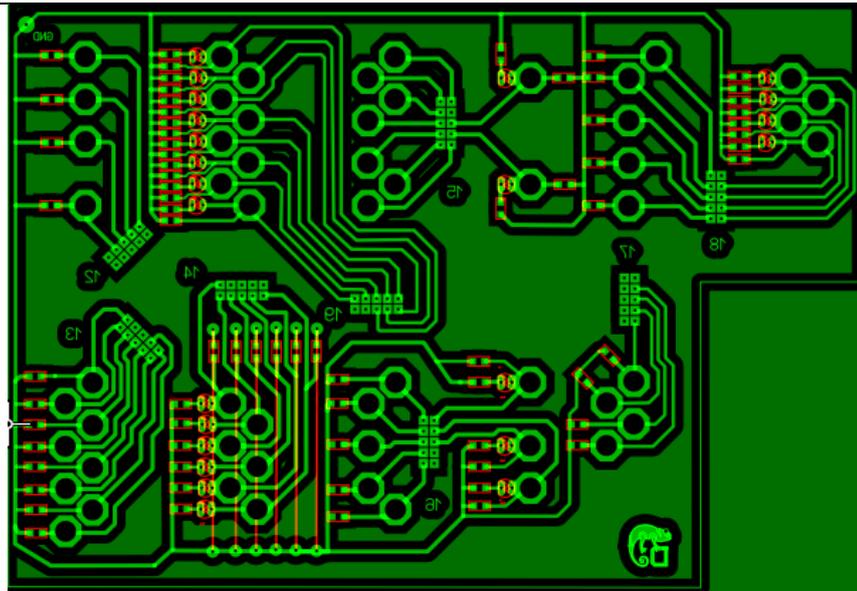


Рис.5. Печатная плата блока модулей м5-м10.



Рис. 6. Печатная плата индикации.

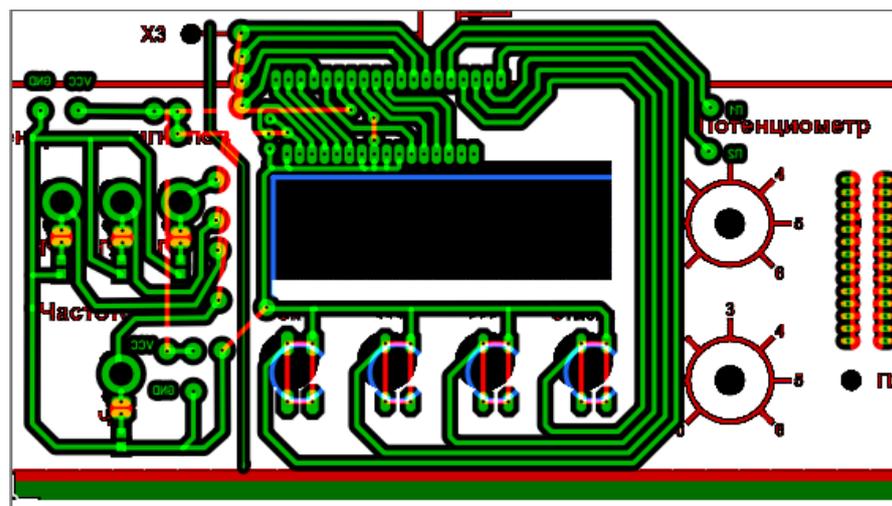


Рис. 7. Печатная плата генератора сигналов.

Процесс изучения и освоения лабораторного стенда осуществляется в следующем порядке:

1. Изучается описание лабораторного стенда, при необходимости прорабатывается дополнительная литература, указанная в описании работы;
2. Настраивается дополнительное сервисное оборудование при помощи кнопок управления (ОК, <<<, >>>, Отмена);

3. Проверяется работоспособность элементов и базовых узлов лабораторного стенда в следующем порядке:

а. Проверить работу генератора сигналов. Для этого с помощью частотомера измерить частоту импульсов Г1, Г2 и Г3. Снять осциллограммы;

б. Проверить работу ГОИ. Для этого нужно в меню управления выбрать генератор одиночных импульсов. Соединить вход синхронизации одного из JK-триггеров с одним из выходов Г1 или Г2. При многократном нажатии одной из кнопок: <<<<(Г1) или >>>>(Г2), наблюдать переброс триггера по световой индикации;

а. Измерить уровни выходных сигналов логической «1» и логического «0» заданных логических элементов. Результаты занести в табл.2, вычислить среднее значение  $U_{вых1}$  и  $U_{вых2}$ ;

Таблица 2

Измеряемый параметр	Номер логической схемы				Средние значения

б. Проверить работу счетчика, для этого:

- Установить счетчик в состояние «0000»;
- Подавая на счетный вход импульсы с генератора сигналов, убедиться в соответствии между таблицей истинности и значением выходов схемы;

- При помощи световых индикаторов и генератора одиночных импульсов также убедиться в правильности функционирования счетчика;

с. Проверить работу мультиплексора при помощи светодиодных индикаторов, для этого:

- Подключить выходы мультиплексора к индикатору;
- Адресные входы подключить к тумблерам;
- Поочередно подавать на информационные входы значения 0 и 1, и задавать адреса очередного информационного входа, убедиться в соответствии работы мультиплексора с таблицей истинности;

д. Проверить работу триггеров (JK, D), для этого:

- Соединить выходы триггера со светодиодными индикаторами;
- Соединить информационные входы триггера с тумблерами, а динамический вход с генератором сигналов;

- Подавая различные комбинации сигналов на входы триггера, убедиться в правильности его функционирования, сверив полученные результаты с таблицей истинности.

### Литература

1. Угрюмов Е.П. Проектирование элементов и узлов ЭВМ. М.: Высшая школа, 1987.
2. Алексеенко А.Г., Шагурин И.И. Микросхемотехника. М.: Радио и связь, 1982.
3. Схемотехника ЭВМ: Учебник для студентов вузов спец. ЭВМ / Под ред. Г.Н.Соловьева. М.: Высшая школа, 1985.
4. Сергеев Н.П., Вашкевич Н.П. Основы вычислительной техники. –М.: Высшая школа, 1988. – 311 с.
5. Шило В.Л. Популярные цифровые микросхемы: Справочник. –М.: Радио и связь, 1989. – 352 с.

6. ГОСТ 2.743-82 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Элементы цифровой техники.
7. Интегральные микросхемы: Справочник / Под ред. Б.В. Тарабрина.-М.: Радио и связь, 1984. – 528 с.
8. СХЕМОТЕХНИКА: Методические указания к лабораторным работам для студентов специальности 552801.01 «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети»/ КГТУ им. И.Раззакова; Составители: Алымкулов С.А., Тентиева С.М.- Б: ИЦ «Текник», 2007.- 28с.
9. СХЕМОТЕХНИКА: Методические указания к лабораторным работам для студентов специальности 552801.01 «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети» (часть II)/ КГТУ им. И.Раззакова; Составители: Алымкулов С.А., Тентиева С.М.- Б: ИЦ «Текник», 2009.- 28с.
10. СХЕМОТЕХНИКА: Методические указания к практическим занятиям для студентов специальности 552801.01 «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети»/ КГТУ им. И.Раззакова; Составители: Алымкулов С.А., Тентиева С.М.- Б: ИЦ «Текник», 2009.- 30с.
11. СХЕМОТЕХНИКА: Методические указания к курсовому проектированию для студентов специальности 552801.01 «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети»/ КГТУ им. И.Раззакова; Составители: Алымкулов С.А., Тентиева С.М.- Б: ИЦ «Текник», 2010.- 16с.
12. ЭЛЕМЕНТЫ, УЗЛЫ И УСТРОЙСТВА ЭВМ: Методические указания к лабораторным работам №1-№7, /ФПИ; Составители: Акаев А.А., Тентиева С.М., Алымкулов С.А.-Фрунзе: Типография ФПИ, 1983.-74с.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВИДЕОКОНТРОЛЛЕРА НА БАЗЕ ПЛИС

*Мананников Никита Александрович, магистрант, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира 66, e-mail: [manannikov\\_nikita@outlook.com](mailto:manannikov_nikita@outlook.com)*

*Исраилова Нелла Амантаевна, к.т.н., доцент кафедры «Информатика и вычислительная техника» КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Айтматова Ч. , 66, e-mail: [inela.kstu@gmail.com](mailto:inela.kstu@gmail.com)*

**Аннотация.** В данной статье изложено описание процесса проектирования видеоконтроллера на основе ПЛИС. В эпоху современных технологий, проектирование цифровых устройств в большинстве случаев разрабатываются на ПЛИС (Программируемые логические интегральные схемы), так как разработка не требует физического соединения проводников между транзисторами, а все соединяется методом программирования. Такой метод обеспечивает возможность глубокой внутренней отладки и быстрые сроки разработки. Проектируемый видеоконтроллер может быть использован для мини-ЭВМ, который планируется для внедрения в учебный процесс по подготовке бакалавров направления 710100- Информатика и вычислительная техника и инженеров по специальности 590001- Информационная безопасность.

**Ключевые слова:** HDMI, VGA, FPGA, ПЛИС, Управление памятью RAM, Двойная буферизация, видеоконтроллер, процессор, мини-ЭВМ, Modelsim.

## DESIGNING OF VIDEO CONTROLLER BASED ON THE FPGA

*Manannikov Nikita Aleksandrovich, undergraduate, KSTU n/a I.Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Aitmatov Ave., e-mail: [manannikov\\_nikita@outlook.com](mailto:manannikov_nikita@outlook.com)*

**Abstract.** This article describes the process of designing a video controller based on FPGA. In the era of modern technology, the design of digital devices in most cases are developed on the FPGA (Programmable logic integrated circuits), since the development does not require a physical connection of conductors between transistors, and everything is connected by a programming method. This method provides deep internal debugging and fast development times. The projected video controller can be used for a mini-computer, which is planned for implementation in the educational process for the preparation of bachelors on the 710100- Computer Science and Computer engineering and engineers on the specialty 590001- Information Security.

**Keywords:** HDMI, VGA, FPGA, RAM memory management, Double buffering, video controller, processor, minicomputer, Modelsim

## ВВЕДЕНИЕ

Необходимость проектирования видеоконтроллера обусловлена отсутствием качественной лабораторной базы по специальным дисциплинам профессионального цикла направления 710100-Информатика и вычислительная техника, связанных с проектированием устройств ЭВМ. И реализация устройств ЭВМ на базе ПЛИС является эффективным и оптимальным способом изучения процессов проектирования ЭВМ. В предыдущей статье были рассмотрены этапы проектирования 8-ми разрядного процессора на базе ПЛИС [1]. В данной статье будут изложены основные этапы проектирования видеоконтроллера.

В современных системах видеоконтроллер является неотъемлемой частью, и на его проектирование уделяется тоже не мало времени. Возлагаемая задача на видеоконтроллер заключается в обеспечении корректной, согласованной передачи данных на дисплей и своевременной подготовки одного кадра данных (изображения) во временный буфер перед отправкой.

Временные ограничения связаны с тем, что конкретное разрешение (в данном случае 1024x600, 43Hz) требует определенных значений индивидуальных параметров по временным интервалам горизонтальной и вертикальной синхронизации.

В эпоху современных технологий, проектирование цифровых устройств в большинстве случаев разрабатываются на FPGA (Программируемые логические интегральные схемы), так как разработка не требует физического соединения проводников между транзисторами, а все соединяется методом программирования. Такой метод обеспечивает возможность глубокой внутренней отладки и быстрые сроки разработки.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВИДЕОКОНТРОЛЛЕРА

Процесс проектирования видеоконтроллера включает в себя следующие этапы:

1. Построение контроллера горизонтальной и вертикальной синхронизации.
2. Создание буфера двойной буферизацией данных, размером 6,1 КВ.
3. Построение главного контроллера управления.
4. Отладка в среде разработки «Modelsim».

Далее рассмотрим более подробно каждый из указанных этапов проектирования.

### 1. Построение контроллера горизонтальной и вертикальной синхронизации

Одним из важных компонентов в видеоконтроллере является контроллер горизонтальной и вертикальной синхронизации. Именно с него мы и начнем конструирование.

Так как данный контроллер предназначен для синхронизации экрана, то мы должны учесть какие нам нужны параметры для обеспечения разрешения 1024x600 и частоту обновления 43Гц. Такое разрешения выбрано из тех соображений, что в данной системе будет использоваться тип дисплея «7inch HDMI LCD(C)», так как он имеет относительно низкую цену и при этом выдает хорошее качество изображения.

Условно графическое отображения контроллера и спецификация приведены на Рис.1.

Наименование	Горизонтальная синхронизация 32MHz	Вертикальная синхронизация 37kHz
ACTIVE_VIDEO	1024	600
FRONT_PORCH	40	13
SYNC_PULSE	48	3
MAX	1152	645

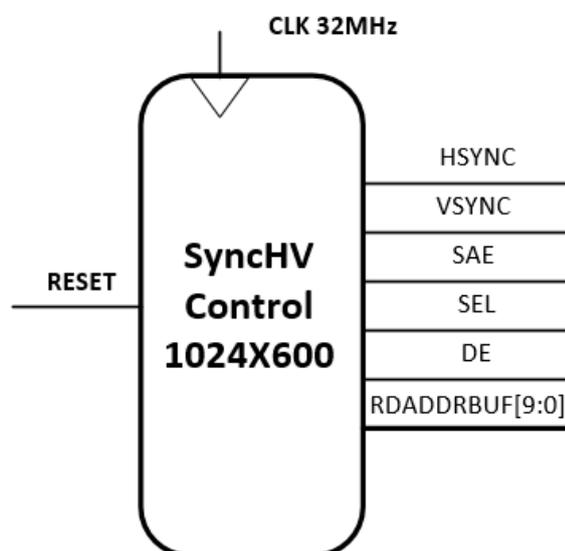


Рис. 2. Условно графическое отображения контроллера горизонтальной и вертикальной синхронизации

Сигнал	Кол-во линий	Вход/Выход	Комментарий
RESET	1	Вход	Перезагрузка контроллера и восстановление всех параметров по умолчанию
CLK 32 MHz	1	Вход	Тактовый генератор (32 МГц)
HSYNC	1	Выход	Горизонтальная синхронизация дисплей
VSYNC	1	Выход	Вертикальная синхронизация дисплей
SAE	1	Выход	Запрос начального адреса изображения для вывода на дисплей
SEL	1	Выход	Управление буфером
DE	1	Выход	Разрешение на передачу данных
RDADDRBUF	10	Выход	Генерация адрес для чтения данных из буфера

2. Создание буфера с двойной буферизацией данных, размером 6,1 КВ

Теперь, когда был разработан контроллер горизонтальной и вертикальной синхронизации возник вопрос: а как нам передавать изображения на экран и при этом не потерять производительность.

При первых попытках, была поставлена идея реализовать кадровый буфер в ОЗУ. Но когда был реализован этот метод обнаружилась проблема. Проблема связана с тем, что используемая ОЗУ «LDDR2», также используется процессором и при обновлении экрана это приводит к заметному снижению производительности. Снижение производительности было вызвано тем, что видеоконтроллер на большое время занимал цикл шины памяти и при этом процессор не успевал обрабатывать данные.

Выходом из данной проблемы послужил буфер двойной буферизации. Данная технология позволяет одновременно писать и читать данные с буфера. Но так как разработка происходит на ПЛИС, мы имеем ограниченную по объёму память. Чтобы хранить целиком изображения разрешением 1024x600 пикселей, нам нужна память объёмом 1,8 МБ. Были приняты меры хранить только одну строку изображения в нашем буфере. Пока одна строка выводится на экран, вторая при этом заполняется новыми данными. Этот метод хорош тем, что нам не нужно иметь большого объема буферной памяти и при этом скорость записи на много выше, что дает процессору больше времени для работы с ОЗУ.

Условно графическое отображения буфера двойной буферизации изображено на Рис.2.

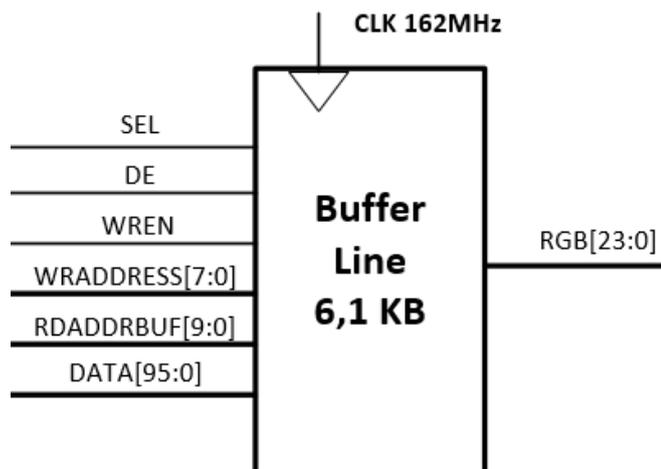


Рис. 3. Условно графическое отображения буфера двойной буферизации

Сигнал	Кол-во линий	Вход/Выход	Комментарий
CLK 162MHz	1	Вход	Тактовый генератор (162 МГц)
SEL	1	Вход	Управление буфером
DE	1	Вход	Разрешение на передачу данных
WREN	1	Вход	Разрешающий сигнал для записи в буфер
WRADDRESS	8	Вход	Адрес для записи данных
RDADDRBUF	10	Вход	Адрес для чтения данных
DATA	96	Вход	Данные из временного регистра ГКУ
RGB	24	Выход	Данные для каждого цвета, выводимые на экран

3. Построение главного контроллера управления

При разработки основных компонентов, теперь можно приступит к построению главного контроллера управления.

Главный контроллер управления служит для взаимодействия с ОЗУ, при этом не задействует центральный процессор. Такая технология называется прямым доступом к памяти (ПДП). Также контроллер имеет наивысший приоритет у арбитра шины, так как вывод изображения на экран нельзя прерывать, что может вызвать различные аномалии. Запись в буфер управляется тоже данным контроллерам. Условно графическое отображения главного контроллера управления изображена на Рис.3.

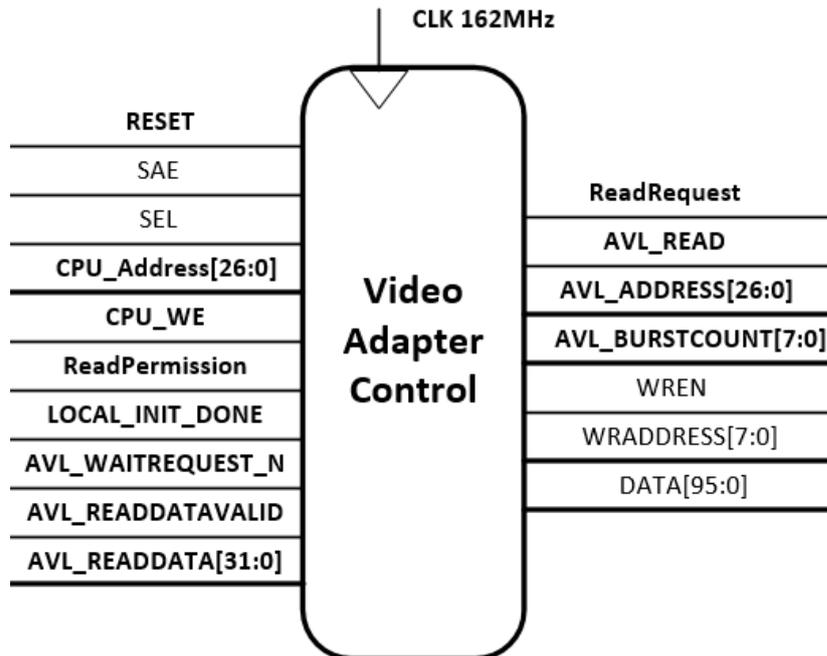


Рис. 4.Условно графическое отображения главного контроллера управления

Сигнал	Кол-во линий	Вход/Выход	Комментарий
RESET	1	Вход	Перезагрузка контроллера и восстановление всех параметров по умолчанию
CLK 162MHz	1	Вход	Тактовый генератор (162 МГц)
SAL	1	Вход	Установка контроллера на начальный адрес
SEL	1	Вход	Управление записью и чтение с буфера
CPU_Address	27	Вход	Процессор указывает начальный адрес изображения в ОЗУ
CPU_WE	1	Вход	Разрешение для записи адреса
ReadParmission	1	Вход	Разрешение на чтения данных с ОЗУ
LOCAL_INIT_DONE	1	Вход	Инициализация ОЗУ прошла успешно
AVL_WAITREQUEST_N	1	Вход	Ожидание ответа ОЗУ
AVL_READDATAVALID	1	Вход	Разрешение на чтения ОЗУ
AVL_READDATA	32	Вход	Шина данных ОЗУ

ReadRequest	1	Выход	Запрос на разрешения арбитра
AVL_READ	1	Выход	Запрос на чтения ОЗУ
AVL_ADDRESS	27	Выход	Шина адреса ОЗУ
AVL_BURSTCOUNT	8	Выход	Размера пакета передаваемый ОЗУ
WREN	1	Выход	Разрешение записи в буфер
WRADDRESS	8	Выход	Адрес для записи данных
DATA	96	Выход	Данные из временного регистра

Контроллер разработан при помощи двух конечных автоматов. Граф схема приведена на Рис.4.

Словесное описание граф схемы:

- **Состояния S0**, при поступлении на вход «RESET» логической '1', производится сброс контроллера и устанавливаются все значения по умолчанию. При логическом '0' переходит в состояния S1;
- **Состояния S1**, при поступлении на вход «CPU\_WE» логической '1', происходит запись начального адреса «CPU\_Address» изображения в буферный регистр «CPU\_Buf\_Address», далее происходит переход в состояния S2. При логическом '0' переходит в состояния S1;
- **Состояния S2**, производится запись с буферного регистра «CPU\_Buf\_Address» в счетчик адреса «CounterAddr», далее происходит переход в состояния S3.
- **Состояния S3**, производится запись в регистр «ReadRequest» логической '1' для разрешения на чтения у арбитра шины. При поступлении на вход «Read Permission» логической '1', происходит переход в состояния S4. При логическом '0' переходит в состояния S3;
- **Состояния S4**, при поступлении на вход «LOCAL\_INIT\_DONE» логической '1', происходит запись адреса с счетчика «CounterAddr» в регистр «AVL\_ADDRESS» и в регистр «AVL\_BURSTCOUNT», записывает значения 192. Далее происходит переход в состояния S5. При логическом '0' переходит в состояния S4;
- **Состояния S5**, производится запись в регистр «AVL\_READ» логической '1' для разрешения на чтения из памяти. При поступлении на вход «AVL\_WAITREQUEST\_N» логической '1', происходит переход в состояния S6. При логическом '0' переходит в состояния S5;
- **Состояния S6**, производится запись в регистр «AVL\_READ» логический '0'. При достижении счетчика «BurstCountEnd» значением 192, происходит переход в состояния S7. При логическом '0' переходит в состояния S6 и запускает внутренний автомат;
- **Состояния S7**, прибавляет к счетчику адреса «CounterAddr» значением 192. При достижении счетчика «EndLine» значением 4, происходит переход в состояния S8. Иначе переходит в состояния S4;
- **Состояния S8**, производится запись в регистр «EndLine» логический '0'. При поступлении на вход «SEL» логической '1', происходит переход в состояния S9. При логическом '0' переходит в состояния S10;
- **Состояния S9**, при поступлении на вход «SEL» логической '1', происходит переход в состояния S9. При логическом '0' переходит в состояния S3;
- **Состояния S10**, при поступлении на вход «SEL» логической '1', происходит переход в состояния S3. При поступлении на входы «SEL и SAE» логической '1', происходит переход в состояния S2. При логическом '0' переходит в состояния S10;

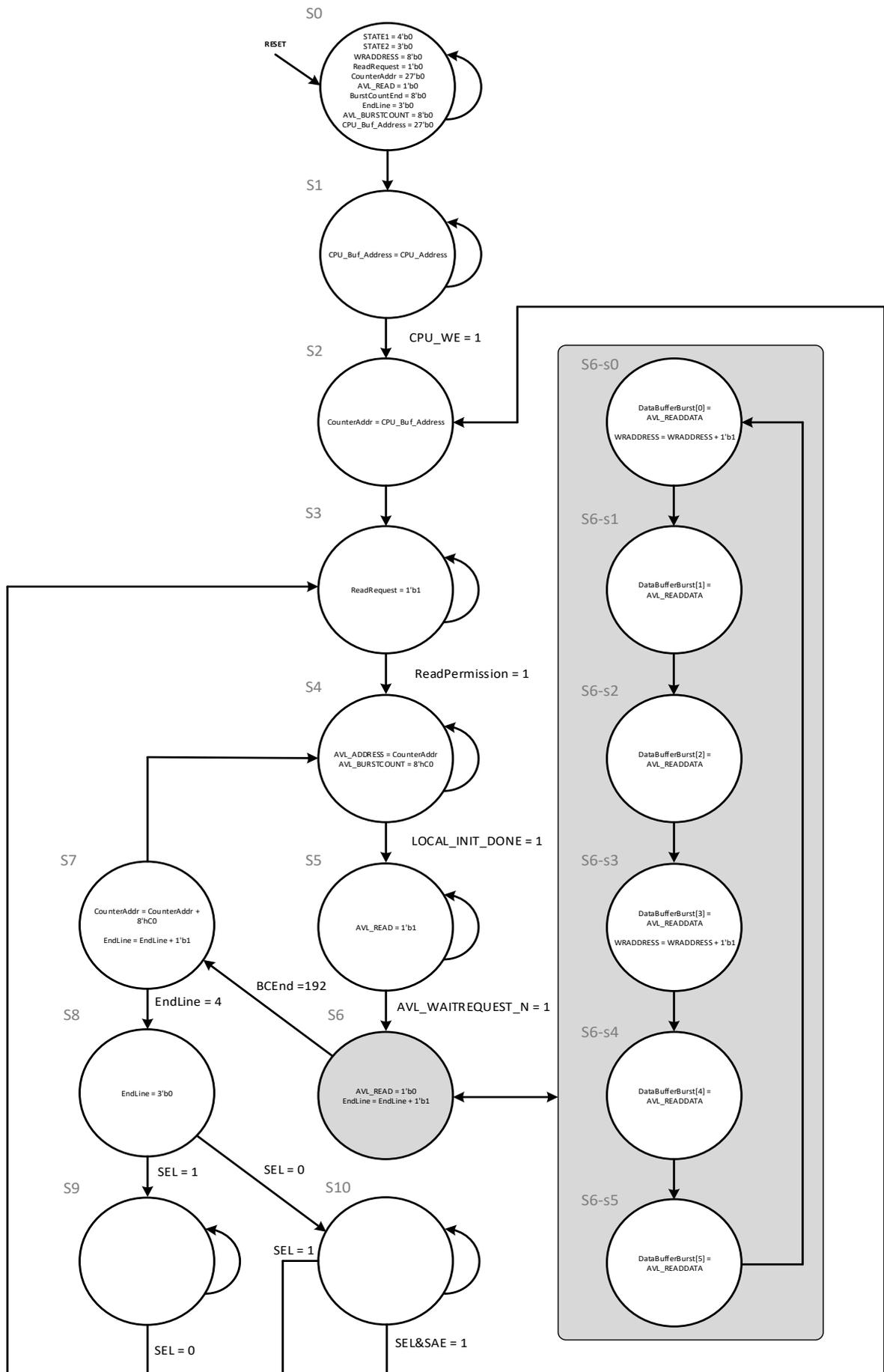


Рис. 5. Граф схема работы главного контроллера управления

4. Отладка в среде разработки «Modelsim».

«Modelsim» является одним из мощных симуляторов для, конструирования средств вычислительной техники. Данный инструмент наглядно показывает все внутренние протекающие процессы при работе видеоадаптера Рис. 5. Также при конструировании, благодаря «Modelsim» удалось смоделировать весь этап передачи целого кадра изображения. И устранить небольшие недочеты в тракте контролера. Схема видеоконтроллера изображена на Рис.6.

При конструировании вычислительных устройств сразу на ПЛИС, без использования различных симуляторов. Снижается время проектирования, так как компиляция больших проектов занимает не мало времени. И по этой причине видеоконтроллер сначала разрабатывался в симуляторе, а потом уже тестировался на ПЛИС.

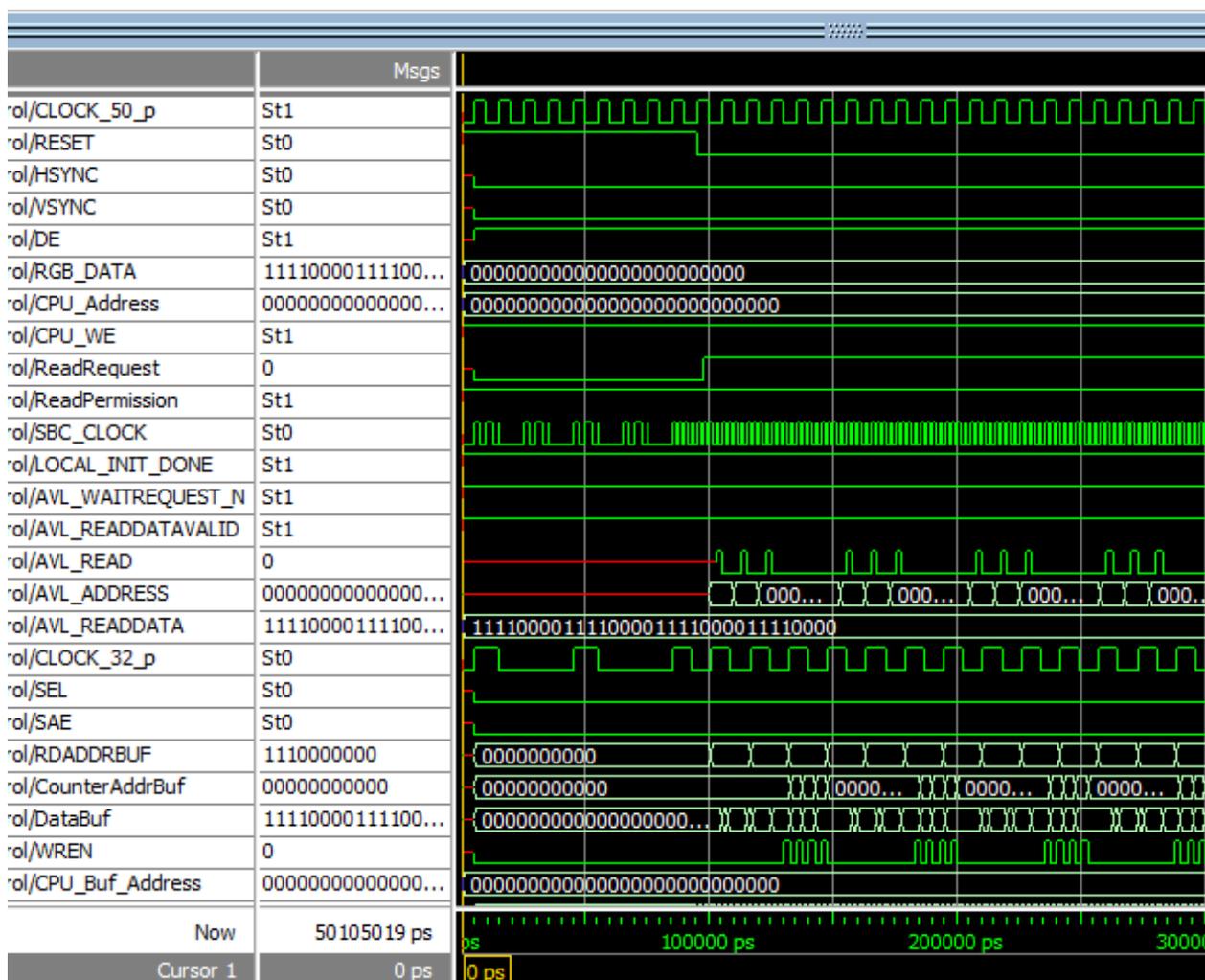


Рис. 6. Окно «Wave» в программе «Modelsim»

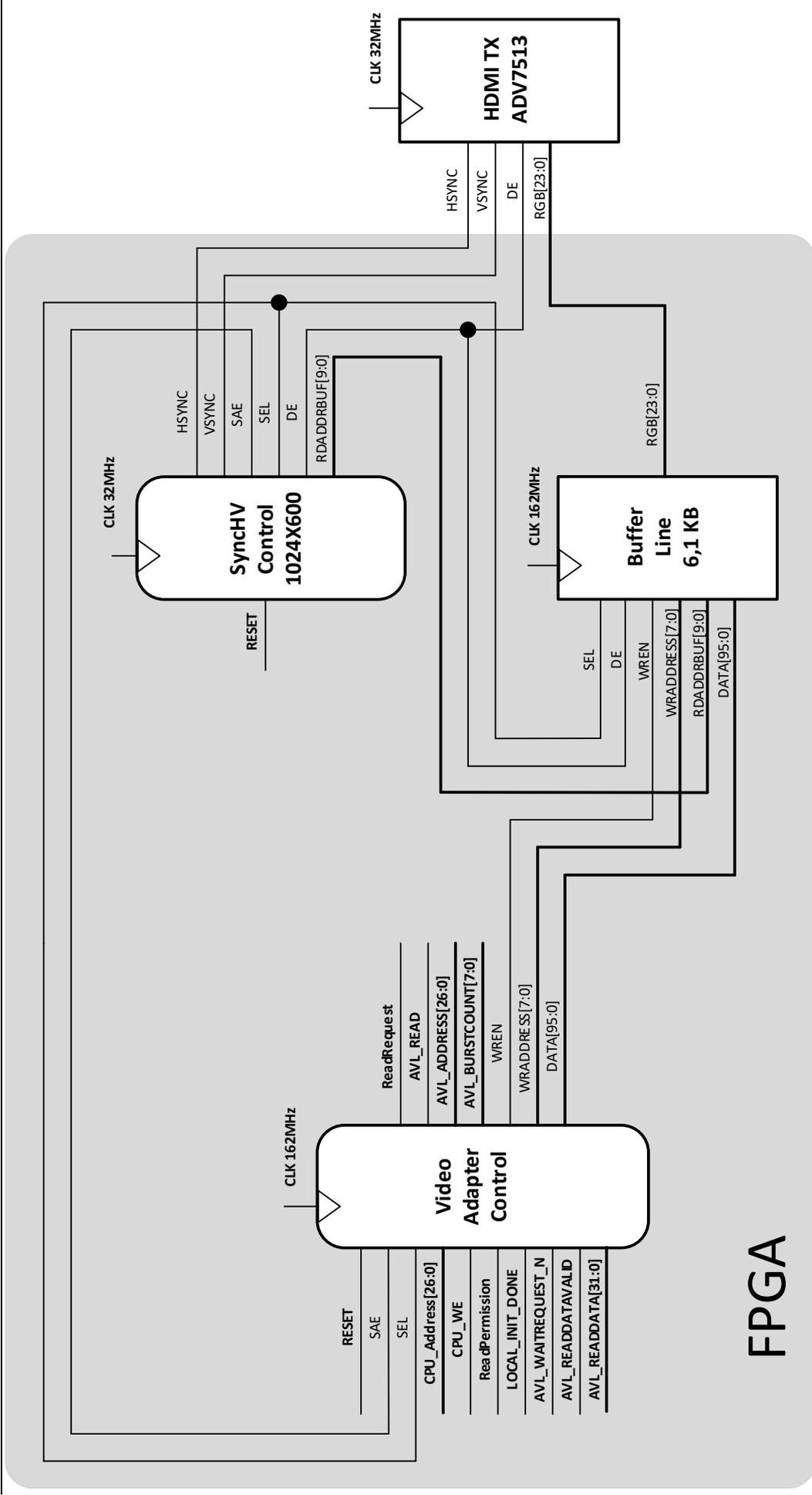


Рис. 7. Схема видеоконтроллер

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проектирования видеоконтроллера были построены следующие блоки:

1. Контроллер горизонтальной и вертикальной синхронизации, дающий разрешение экрана 1024x600 с частотой обновления 43Гц;
2. Videобуфер двойной буферизации, размером 6.1 КВ, что обеспечило повышение производительности системы;
3. Главный контроллер управления с прямым доступом к памяти.

Разработанный видеоконтроллер был протестирован на отладочной плате «Cyclone V GX Starter Kit» от компании «Terasic». Результаты тестирования показали, что контроллер успешно функционирует в данной системе.

Разработка видеоконтроллера является одним из важных этапов в процессе реализации учебной Мини-ЭВМ, ориентированной на изучение и применение в учебном процессе. Простота и доступность подобной реализации видеоконтроллера позволит обеспечить наглядность и удобство процесса проектирования при выполнении самостоятельной работы студентов направления 710100-Информатика и вычислительная техника”, специальности 590001-Информационная безопасность по специальным курсам профессионального цикла программы.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мананников Н.А., Исраилова Н.А. Проектирование 8-ми разрядного одноклового процессора с RISC архитектурой на базе ПЛИС/ Н.А.Мананников, Н.А.Исраилова -Бишкек, Известия КГТУ, 270-276с.
2. Таненбаум Э., Остин Т. Архитектура компьютера / Э. Таненбаум, Т. Остин -6-е издание, Питер 2013.
3. Паттерсон Д., Хеннесси Дж. Архитектура компьютера и проектирование компьютерных систем/ Д. Паттерсон, Дж. Хеннесси- Питер, 2012.
4. Кириллов В.В. Архитектура базовой ЭВМ./ В.В. Кириллов - Санкт-Петербург 2010.
5. Соловьев В.В. Основы языка проектирования цифровой аппаратуры VERILOG/ В.В. Соловьев - Москва 2014
6. Дэвид М. Харрис, Сара Л. Харрис. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера / М. Дэвид Харрис, Л. Сара Харрис - 2-е издание, Morgan Kaufman 2013.
7. Анатолий Жмакин. Архитектура ЭВМ/ А.Жмакин-2-е издание, Санкт-Петербург 2010.
8. Рональд ДЖ. Точчи, Нил С. Уидмер. Цифровые системы теория и практика/ Рональд ДЖ. Точчи, Нил С. Уидмер. -8-е издание, издательский дом “Вильямс” 2004.
9. Поляков А.К. Языки VHDL и VERILOG в проектировании цифровой аппаратуры/ А.К. Поляков Москва 2003.
10. Samir Palnitkar. Verilog HDL: A Guide to Digital Design and Synthesis, Second Edition/ Samir Palnitkar Prentice Hall, 2003.

УДК.:303.447.3:528.8.04-022.322:528.931.3

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА БЫСТРОГО АНАЛИЗА НЕЗАВИСИМЫХ КОМПОНЕНТ В КЛАССИФИКАЦИИ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

*Каримова Гульмира Токтомуратовна - старший преподаватель кафедры «Информационные системы и технологии в телекоммуникациях», Институт электроники и телекоммуникации при КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызская Республика, 720044, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, e-mail: [k.gulpeace@gmail.com](mailto:k.gulpeace@gmail.com)*

*Каримов Бактыбек Токтомурастович – к.т.н., профессор кафедры «Радиоэлектроники», Институт электроники и телекоммуникации при КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызская Республика, 720044, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, e-mail: [karimov\\_bt@mail.ru](mailto:karimov_bt@mail.ru)*

**Аннотация.** Классификация данных дистанционного зондирования Земли с целью выявления изменений в почвенно-растительном покрове являются одной из актуальных задач, который ставит перед собой цифровая обработка данных. В статье исследуется метод быстрого анализа независимых компонент (АНК), который применяется при «слепом» разделении множественного спектрального изображения. Рассматриваются принципы анализа независимых компонент, и предлагается применить алгоритм быстрого – АНК для данных Landsat ETM +. В результате работы алгоритма был сжат большой объем данных и получена тематическая информация, а также извлечены области снимка с изменениями в значениях спектрального излучения.

**Ключевые слова:** Анализ независимых компонент, данные дистанционного зондирования земли, классификация мультиспектральных снимков

## INVESTIGATION OF FAST INDEPENDENT COMPONENT ANALYSIS PRACTICAL APPLICATION IN MULTISPECTRAL REMOTE SENSING DATA CLASSIFICATION

*Karimova Gulmira Toktomuratovna – Senior Lecturer, Department of Information System and Technology in Telecommunication, Electronics and Telecommunication Institute under Kyrgyz State Technical University names after I.Razzakov, 66 Prospect Ch.Aitmatova, Bishkek, 720044, Kyrgyz Republic, e-mail: [k.gulpeace@gmail.com](mailto:k.gulpeace@gmail.com)*

*Karimov Baktybek Toktomuratovich – Candidate of Technical Science, Professor of “Radio Electronics” Department, Electronics and Telecommunication Institute under the Kyrgyz State Technical University named I.Razzakov, 66, Ch.Aitmatov Prospect, Bishkek, 720044, Kyrgyz Republic. E-mail: [karimov\\_bt@mail.ru](mailto:karimov_bt@mail.ru)*

**Abstract.** The classification of remote sensing data in order to detect land cover changes is one of the urgent tasks that digital data processing sets itself. The article explores the method of Independent Component Analysis (ICA), which used in the "blind" separation of multiple spectral images. The ICA principles considered and proposed to apply the fast-ICA algorithm for Landsat ETM + data. The algorithm helps to compress a large amount of data in order to obtain thematic information and changes in image.

**Key words:** Independent Component Analysis, remote sensing data, multispectral images classification

### Введение

Поиск быстрого и высокоточного классификационного метода для выявления изменений в почвенно-растительном покрове является актуальной задачей для специалистов в области цифровой обработки данных [9]. С ростом категорий классификаций, возрастает и вероятность роста ошибки при классификации этих категорий. Возможность с высокой точностью разделить значение пикселей в спектральных каналах, снизит вероятность ошибок при классификации и увеличит скорость обработки.

До сих пор не найдены унифицированные решения в этой области. Существующие методы требуют предварительной обработки изображений, и ограничены в способности точно выявить изменения. Одним из таких методов является метод главных компонент, который требует нахождения пороговых значений для обнаружения изменений. Метод быстрого

анализа независимых компонент используется для дифференцирования сигнала в области медицины [8]. В данной работе сделана попытка применения АНК при классификации спутникового снимка ЕТМ + имеющего три канала и проверки эффективности и преимущества АНК алгоритма в классификации и выявлении изменений в мультиспектральном изображении.

*Анализ независимых компонент (Independent Component Analysis)*

Анализ независимых компонент (Independent Component Analysis) является статистическим методом разложения сложного набора данных на независимые подразделы [1,2]. Он базируется на «слепом» разделении данных и преобразует наблюдаемый многомерный вектор в компоненты, которые статистически независимы друг от друга настолько, насколько это возможно. Существует по крайней мере три разных определения АНК.

*Определение 1:* АНК случайного вектора  $X$  состоит в нахождении линейного преобразования  $S = WX$ , так чтобы компоненты  $S_i$  были независимыми настолько насколько возможно, в свете максимизации некоторых функций  $F(S_1, \dots, S_m)$ , которая измеряет независимость.

*Определение 2:* АНК случайного вектора  $X$  состоит из оценки следующей модели, генерирующей данных:

$$X=AS+n$$

где  $X$  – исследуемый вектор сигналов,  $n$  – вектор шума,  $A$  – оцениваемая смесевая матрица и  $S$  - взаимно независимые компоненты.

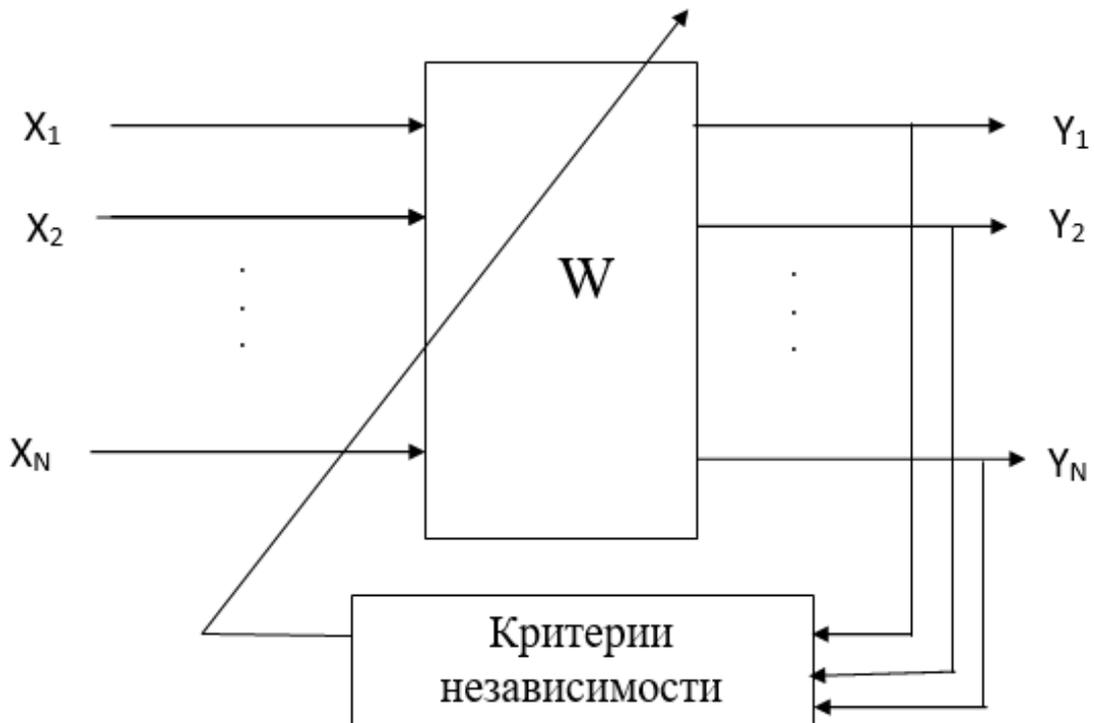
*Определение 3:* АНК без помех

$$X=AS$$

где  $A$ - матрица и  $S$  - взаимно независимые компоненты.

Существует множество алгоритмов для реализации АНК, но самым эффективным на сегодняшний день является алгоритм быстрого АНК, который был предложен А.Хювяринен [8], это алгоритм с фиксированной точкой, основанный на оптимизации энтропийной функции, называемой отрицательной энтропией.

В отличие от анализа главных компонент, АНК можно рассматривать как инструмент, основанный на более высоком порядке статистики, и он не только не коррелирует входные сигналы, но также делает результат как можно более независимым, неповторяющимися друг друга [2]. Алгоритм быстрого АНК обладает свойствами объективной оптимизации функций и стабилен. Модель быстрого анализа независимых компонент представлен на рисунке 1.



**Рис.1** Модель быстрого анализа независимых компонент

$$J_G(w_i) = [E\{G(w_i^T x)\} - E\{G(v)\}]^2, \quad (1)$$

где информативность признака с номером  $i$  переменной  $y_i = w_i^T x$  и  $w$  –  $m$ - мерный вектор ограниченный функцией  $E\{G(w_i^T x)\} = 1$ , является весовым компонентом,  $v$  – Гаусовская нулевая случайная величина и единичная дисперсия,  $G(y_i)$  – пространство признаков. Для того чтобы достичь идеального разделения канала, нам необходимо следующее условие ограничения

$$E\{(w_k^T x)(w_l^T x)\} = \delta_{jk} \text{ при максимизации } \sum_{i=1}^N J_G(w_i)$$

Изображения полученные в результате поворота в  $m$ -мерном пространстве имеют наибольший контраст, они содержат наибольшее количество информации, которое ранее находились в исходных изображениях и были распроточены на разных каналах. [6]

#### *Классификация изображений*

Если предположить, что состав каждого смесового пикселя является случайным значением, и спектральные кривые различных типов объектов земли не зависят друг от друга, каждая кривая спектрального отклика представляет собой полосу источника, а мультиспектральное изображение можно рассматривать как смесовую полосу, полученную из исходных полос снимка, то классификация спектрального изображения становится задачей «слепого» разделения смесовой полосы (канала), для которой и будет использован алгоритм быстрого АНК [5].

Этапы использования алгоритма быстрого АНК для классификации мультиспектрального изображения заключается в следующем:

**Шаг 1.** Выравнивание (эквализация) гистограммы;

**Шаг 2.** Удаление шума в полосе (канале);

**Шаг 3.** Зададим значение весовому вектору  $w$  и установим ошибки сходимости  $\epsilon$ ;

**Шаг 4.** Обновление весового вектора  $w$ . Для улучшения стабильности добавим размер шага  $\mu$  и используем следующую итерационную формулу (2):

$$w_i^+ = w_i - \mu[E\{xg(w_i^T x)\} - \beta w_i]/[E\{g(w_i^T x)\} - \beta], \quad (2)$$

где  $\beta = E\{w_i^T, xg(w_i^T, x)\}$

**Шаг 5.** Нормализуем вектор веса  $w_i^+$ ;

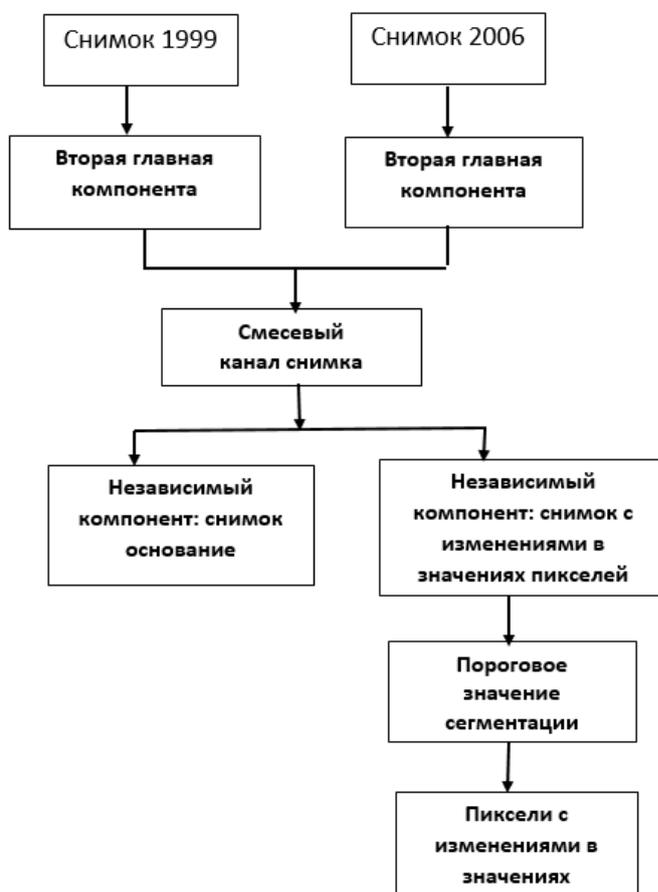
**Шаг 6.** Если  $|w_{k+1} - w_k| > \varepsilon$ , алгоритм не достигает сходимости, повторим шаги (4) и (5);

**Шаг 7.** Если алгоритм не достигает сходимости и итерация превышает предварительно заданное наибольшее число (например, 100), уменьшаем размера шага на половину и возвращаемся на шаги (4) и (5) до выполнения условия  $|w_{k+1} - w_k| < \varepsilon$ ,

**Шаг 8.** Получаем матрицу разделения по информативности  $w$  и АНК-преобразованный исходный снимок;

**Шаг 9.** Извлекаем тематическую информации из АНК снимков.

*Получение изменений на снимке*



**Рис.2** Модель выявления изменений на основе АНК снимка

АНК алгоритм для обнаружения изменений основана на методе пространственной проекции. Для двух случайных величин  $x_1$  и  $x_2$  оценим независимые компоненты для  $s_1$  от  $x_1$ , то можем проецировать  $x_2$  на  $s_1$ . Предположим, что проецируемая величина  $x_2'$ , тогда разностное значение величин  $x_2'$  и  $x_2$  есть величина изменений  $x_2$  относительно  $x_1$ .

Можно предположить, что подпространство  $x_1$ , как компонента: снимок основание и снимок с изменениями в значениях пикселей в качестве другого компонента. Две компоненты независимы друг от друга.

В результате преобразования исходных снимков за 2001 и 2006 методом главных компонент были получены два снимка. Из них в результате работы АНК алгоритма был получен смесевый снимок (полоса). Который имеет два канала: один из которых снимок

основание, второй снимок с изменениями. Для второго снимка находится пороговое значение. При большом количестве каналов необходимо сжать и проанализировать в каком же из полос (каналов) содержится больше информативной компоненты. Для этого с использованием алгоритма главных компонент были получены компоненты, показанные на рис.3, PCA (Principal Component Analysis) – главные компоненты.

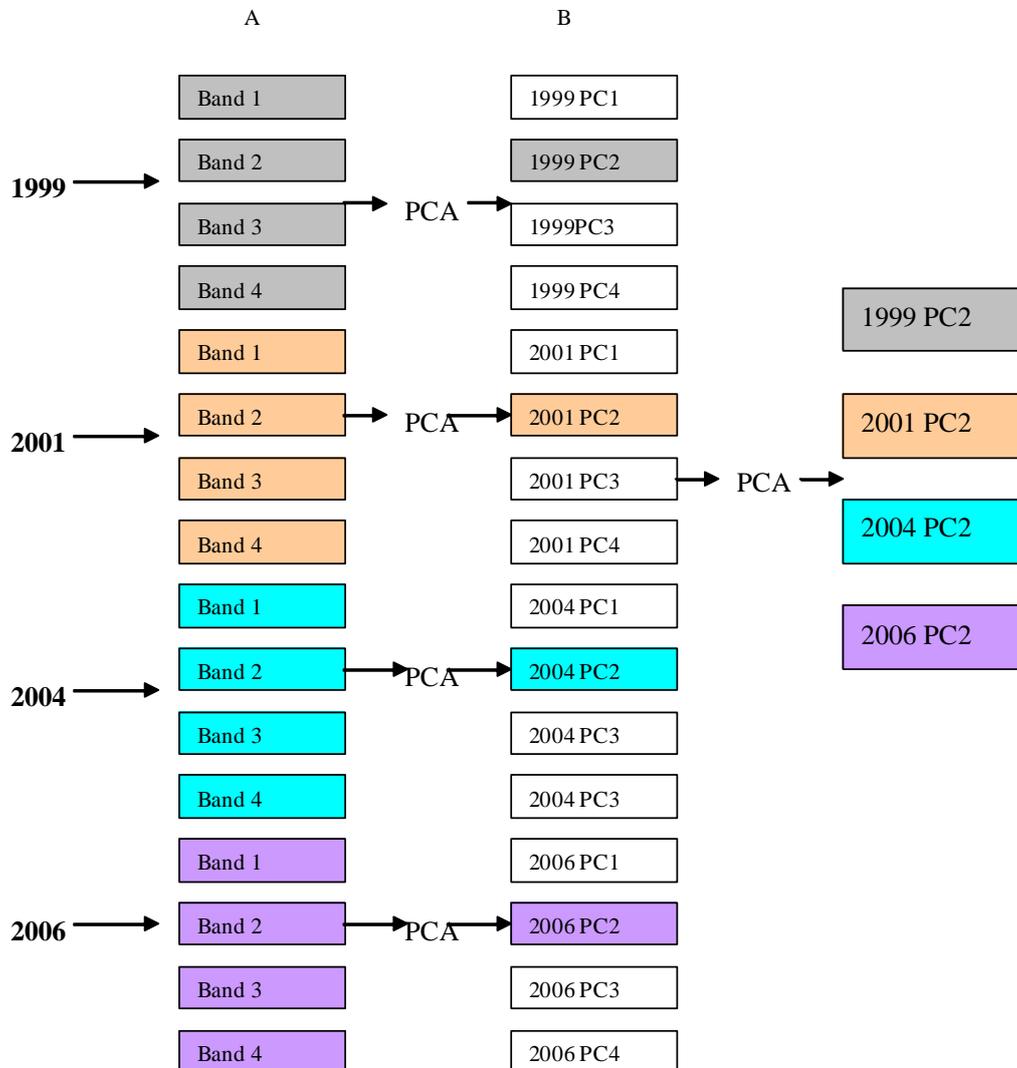


Рис.3 Получение главных компонент (PC)

После проведенных вычислений на основе формулы Байеса было получено процентное содержание компонент, показанных в таблице 1 и обоснован выбор снимков 2001 года и 2006 года для классификации.

Таблица 1.

Даты	PC1(%)	PC2 (%)	PC3 (%)	PC4 (%)
1999PC2	19.66	14.22	14.22	30.69
2001PC2	32.35	<b>36.32</b>	7.68	18.73
2004PC2	10.51	29.36	0.009	<b>50.58</b>
2006PC2	<b>37.48</b>	20.10	<b>58.19</b>	0.008

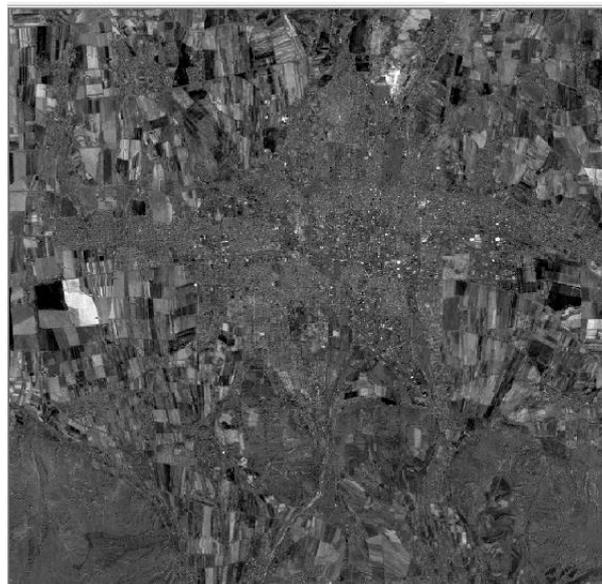
Областью исследования является окрестные районы Бишкека. Два изображения ЕТМ + получены в 2001 и 2006 годов соответственно и используемыми полосами являются band3,

band4 и band5. Предварительная обработка изображения с выравниванием и очищением от шумов, затем три полосы используются в качестве входных сигналов для преобразования АНК.

Сначала мы использовали алгоритм АНК для классификации изображений 2001 года, чтобы подтвердить осуществимость и эффективность этого алгоритма. Затем использовали указанную выше модель обнаружения изменений для выявления изменений в области между этими двумя годами. Экспериментальные результаты показаны следующим образом:



**Рис.4** Независимая компонента1  
снимок-основание



**Рис.5** Независимая компонента2  
снимок с изменениями

**Выводы:** Эта статья посвящена анализу независимых компонентов и применению их в классификации и обнаружении изменений в значениях мультиспектральных снимков. Для того чтобы преимущественно извлечь измененные участки на основе АНК, тематическая информация, полученная из независимой компоненты очень полезна для последующей обработки при выявлении и обнаружении изменений. Результаты эксперимента подтвердили целесообразность и эффективность использования АНК в классификации снимков. Тем не менее, в этой статье рассматривается применение АНК, но не сравнивается с другими методами. Метод быстрого АНК используется больше для подготовки данных ДЗЗ и для последующей классификации. Снимки с большим количеством каналов занимают больше времени обработки, причем каналов с полезной информацией может быть сравнительно мало. АНК помогает сжать данные, уменьшить размерность и тем самым вывести на первые места качественную информацию.

#### **Литература:**

1. Andrew Ng CS229 Сборник лекций, Глава 12 «Анализа независимых компонент», 2007
2. Васеги С., Жетелова Х. Анализ главных и независимых компонент при обработке снимков, 2015
3. Вершовский Е.А., Разработка методов и алгоритмов кластеризации мультиспектральных данных дистанционного зондирования земли, 2010
4. Кастеллуччо М., «Классификация землепользования в изображениях дистанционного зондирования с помощью сверхточных нейронных сетей», 2015.
5. Кашкин В.Б., Баскова А. А., Рублева Т. В., Власов А. С. «Цифровая обработка аэрокосмических изображений» Версия 1.0 [Электронный ресурс], 2008

6. Колтунов И.А., Великая Я.Г. «Тематическая обработка изображений с помощью смесевых моделей вероятностных моделей», 2016
7. Кочуб Е. В. Анализ методов обработки материалов дистанционного зондирования земли. Белорусский государственный университет, Минск
8. Хювяринен А. «Быстрый и надежный алгоритм анализа независимых компонент», 2011
9. Шовенгердт Р.А. Учебник «Дистанционное зондирование. Методы и модели обработки изображений» Техносфера М.-2010

УДК 528.8.04:553.04 (575.2)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ И ВЫЯВЛЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

*Тултемирова Гульназ Усенбековна, ст. преподаватель, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, e-mail: [tultemirova@gmail.com](mailto:tultemirova@gmail.com)*

В этой статье рассматривается исследование минеральных ресурсов Кыргызстана с использованием спутниковых данных. Приводится результат исследования мультиспектрального снимка восточного региона Иссык-Кульской области.

**Ключевые слова:** дистанционное зондирование, космический снимок, спектральный канал, пиксель.

## THE USE OF REMOTE SENSING TECHNOLOGY IN GEOLOGICAL INVESTIGATION AND MINERAL DETECTION IN KYRGYZ REPUBLIC

*Tultemirova Gulnaz, Senior Lecturer, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek c., Ch. Aitmatov av.66, KSTU named after I. Razzakov e-mail: [tultemirova@gmail.com](mailto:tultemirova@gmail.com)*

Exploration of mineral resources of Kyrgyzstan using satellite data is considered in this paper. The study result of the multispectral image of the eastern region of the Issyk-Kul region is given.

**Keywords:** remote sensing satellite image, the spectral channel, pixel.

Первая сводка о полезных ископаемых республики была составлена в 1986г. Многие сведения в ней не нашли отражения ввиду существующих ранее ограничений к информации; другие – утратили свое значение. Кыргызская Республика обладает значительным потенциалом по многим видам природного минерального сырья. На ее территории выявлено геологами тысяча различных месторождений и рудопроявлений рудных и нерудных полезных ископаемых. Сложное и длительное геологическое развитие кыргызского Тянь-Шаня создало благоприятные условия для формирования месторождений разнообразных полезных ископаемых. С распадом Советского Союза горнорудные предприятия Кыргызской Республики столкнулись с такими проблемами, как потеря рынка сбыта, рост цен на топливо, электроэнергию, дефицит оборотного капитала, утечка специалистов, снижение роли государства в деятельности горной промышленности, изношенность морально устаревшего оборудования, падение цен на металлы, необходимости перехода к добычным работам на больших глубинах. В результате этого производства горнорудной промышленности существенно снизилось. Почти в 10 раз уменьшилась выработка угля, в 2-3 раза – сурьмы, прекратилась добыча редкоземельных элементов, закрылись все урановые и

полиметаллические рудники, а наземные методы поиска и анализа новых месторождений полезных ископаемых требует больших капиталовложений и длительного времени обработки данных [1].

Одним из современных и актуальных путей решений вышеперечисленных проблем в исследовании минеральных ресурсов Кыргызстана является использование методов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). В последние годы благодаря современным аэросъемкам и зондированию Земли из космоса стало реальным комплексное познание земных недр, прогнозирование месторождений полезных ископаемых, изучение состояния и изменений литосферы под воздействием техногенеза, организация оперативного мониторинга геологической среды [3]. Технология дистанционного зондирования может играть важную роль в разведке полезных ископаемых. Используя технологию дистанционного зондирования, исследователи могут охватывать большие площади поверхности суши, чтобы выбрать участок, который требует дальнейших геологических исследований. Методы дистанционного зондирования используются из-за их экономической эффективности, их способности изучать области, которые труднодоступны, и из-за того, что данные дистанционного зондирования могут быть получены часто и быстро в больших масштабах. Доступность Landsat ETM+ обеспечивает новую технологию цифрового геологического картографирования, которая может быть использована для определения новых потенциальных месторождений полезных ископаемых.

В этом исследовании использовались данные мультиспектрального Landsat ETM +, геометрически скорректированные по геологической карте и географическим привязкам. Ложные цвета спектров 7, 4, 2 в красной, зеленой и синей полосе соответственно использовались для поверхностного литологического анализа с использованием контролируемой классификации максимального правдоподобия. Сначала пиксели были выбраны из изображения, которое представляло собой растительный покров (разные типы пород).

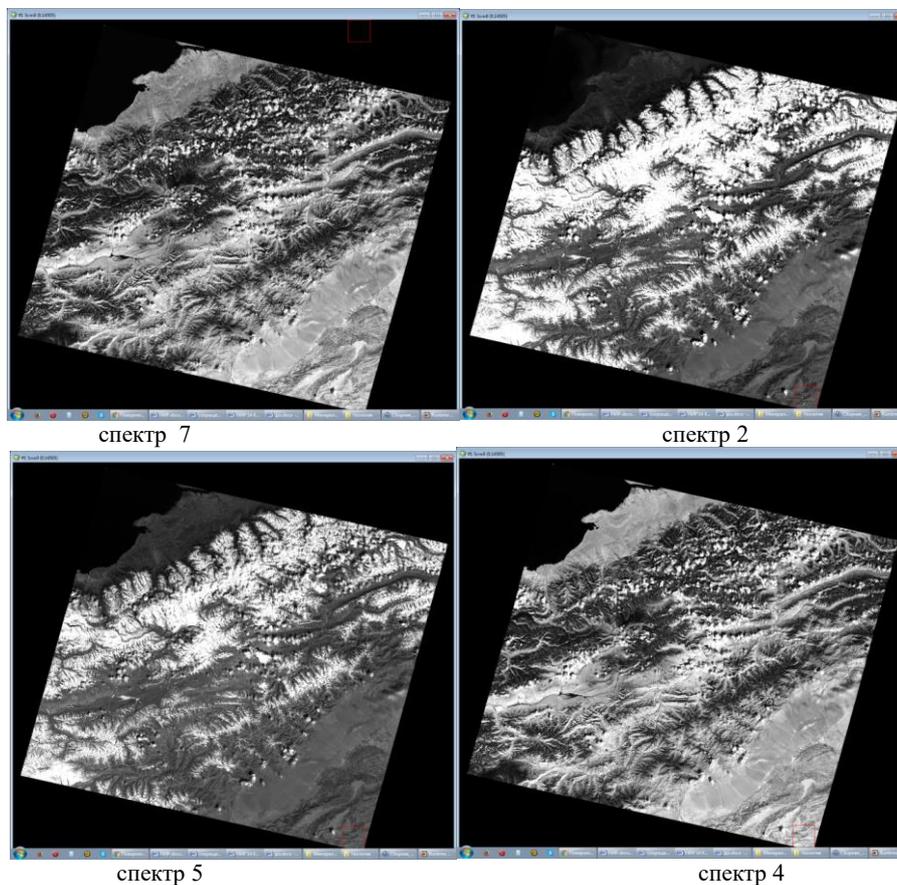


Рис. 1 Снимок Landsat 5 юго-востока Иссык-Куля в разных спектрах

Территория Кыргызской Республики характеризуется сложным геологическим строением. Это обусловлено многообразием осадочных, магматических и метаморфических пород, сформированных в различных, многократно сменяющихся геотектонических обстановках.

Для литологического исследования и распознавания минералов в восточной части Иссык-Куля было использовано соотношение полос изображений. Они были получены путем деления цифрового номера (DN) в одной группе на соответствующий DN в другой группе для каждого пикселя, растягивая результирующее значение для построения новых значений в виде изображения. Этот метод используется, чтобы извлечь спектральную информацию из многоспектральных образов.

Отношение полосы 3 к полосе 1 (3/1) приводит большую часть области в темно-серый или светло-серый, что соответствует зонам сильного гематитного (красный железняк) изменения, подчеркивающих глину. Спектральный диапазон от выветренных минералов железа имеет слабые отражения в синей области (полоса 1) и сильную отражательную способность в красной области (группы 3), так что отношение 3/1, которое имеет высокие значения, может быть использовано для оксида железа. Коэффициент 4/2 аналогичен 3/1, но светлые области появляются смещенно. Это можно объяснить наличием растительности или органических материалов.

Поглощение обусловлено тем, что каолинит, монтмориллонит и глинистые минералы приводят к низкому отражению в диапазоне 7 и высокому отражению в диапазоне 5. Так, соотношение спектров 5/7 будет иметь яркие подписи для глинистых минералов. Неизменные породы в полосах 5 и 7 идентичны по яркости. Эта яркость равна в одном случае соотношению изображения для черных минералов; лучшее соотношение спектра 5/4.

Для составления карт литологического и гидротермальных изменений в данном исследовании были использованы соотношения полос изображений. Цветовая композиция соотношения спектров 3/1, 5/7, 3/5 (RGB) более выражает геологическую информацию и обеспечивает более высокую контрастность между блоками, чем обычные цветные изображения (рис. 2). [6]

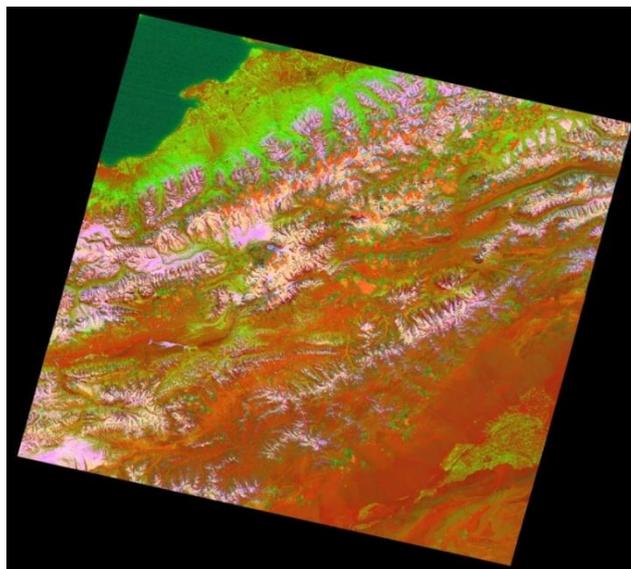


Рис 2. Цветовая композиция соотношений 3/1, 5/7, 3/5, полученных из Landsat ETM +, выражающая основные геологические формации.

В таблице 1 приведены соотношения полос для выявления некоторых горных пород. Используя теоретические знания о спектральных свойствах большинства горных пород и минералов, были выбраны ТМ полосы 3/1 и 5/7 для оксидов железа и гидроксил несущих

минералов соответственно. В то время как отношение полос 5/4 был вычислен для повышения возможных черных окислов.

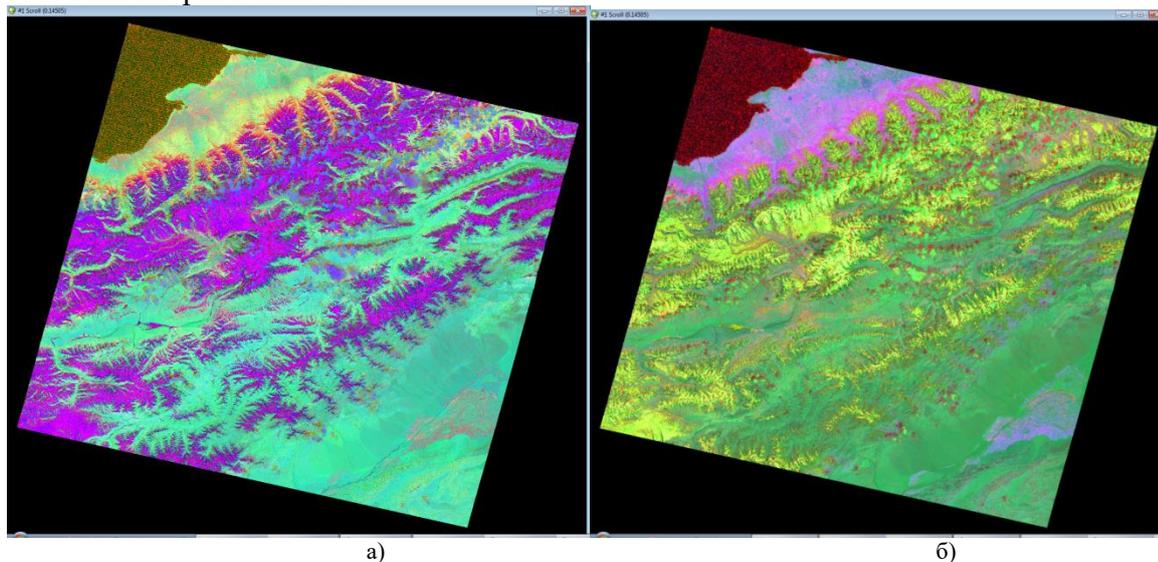


Рис.3. Изображение соотношений, полученное с помощью следующих комбинаций спектров: (5/7), (3/1) и (4/3) в R, G и B соответственно (а). Изображение соотношений, полученное с помощью следующих комбинаций спектров: (5/7), (5/4) и (3/1) в R, G и B соответственно (б).

На основании выше приведенных спектральных особенностей железа и гидроксил - несущей полезных ископаемых, которые богаты на гидротермально измененные породы, используются для получения изображений ложных цветов, используя композиты комбинаций полос 5/7, 5/4 и 3/1 в R, G и B соответственно (рис.3. а).

**Таблица возможных комбинаций соотношений спектров для проведения геологического анализа**

Таблица 1

Соотношение	Описание
5/7	Усиливает породы, которые богаты Al-OH
3/1	Усиливает гидротермальные и красные оксиды железа
1/2, 2/1	Усиливает взвешенные отложения, и камни, которые богаты железными оксидами
3/1, 3/2	Усиливает растительности и водные объекты
4/1, 4/2	Усиливает растительности и водные объекты
3/4	Усиливает бесплодные земли и городские местности
7/5	Усиливает глиняные богатые породы
5/7	Усиливает железные-оксиды

Наземный контроль данных из изложенных областей измененных горных пород раскрыл существование кварцевого штокверка, который содержит золото и цветные металлы сульфидной минерализации.

Как видно на рисунке 4 спектральные профили двух отношений зеркально отображаются.

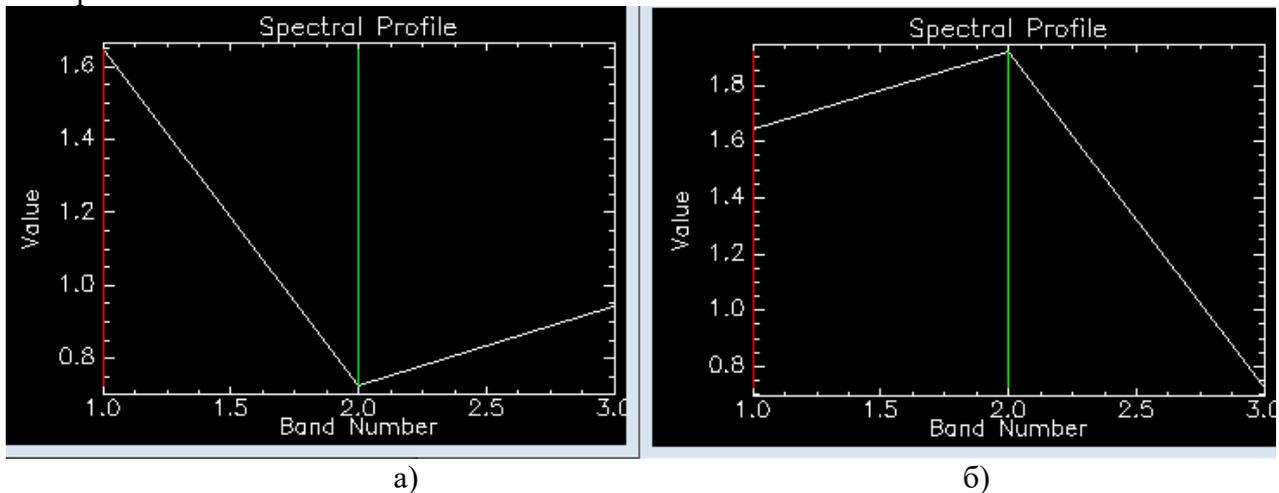


Рис.4. Спектральные профили изображений отношений (5/7), (5/4), (3/1) и (5/7), (3/1), (4/3)

Следующим шагом в исследовании минеральных ресурсов является выделение областей изучения определенного вида пород и их классификация (Рис 5.). В соответствии с классификацией на изображении отдельных видов минералов должна быть составлена база данных.

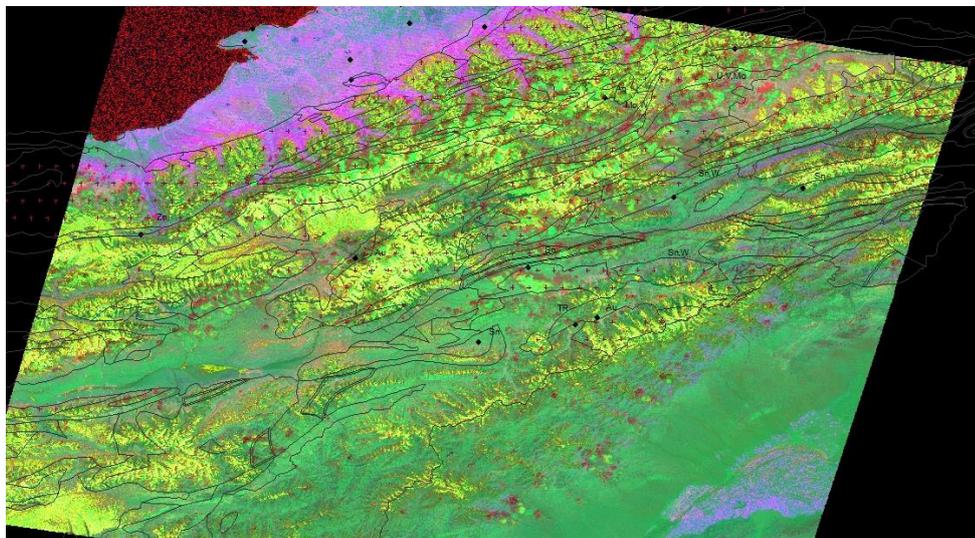


Рис.5. Выделение областей изучения определенного вида пород

В результате цветовой композиции соотношения спектров 3/1, 5/7, 3/5 снимка с ДЗЗ были получены 3 основных геологических формаций, выделенных оттенками зеленого, красного, розового оттенков, которые соответствуют некоторым сегментам электронной карты.

Для проверки правильности результатов, как было описано выше, необходимо проверить степень сходства исследуемого участка поверхности с эталонным. В качестве эталона была использована геологическая карта КР. Проходя эти этапы итерационно можно корректировать алгоритмы использования соотношения каналов, при детектировании именно данного вида элемента.

После получения преобразованных снимков производится наложение его на электронную геологическую карту для дальнейшего анализа.

**Выводы:** В результате цветовой композиции соотношения спектров 3/1, 5/7, 3/5 снимка с ДЗЗ были получены 3 основных геологических формаций выделенных оттенками зеленого, красного, розового оттенков, которые соответствуют некоторым сегментам электронной карты. Анализ результатов выдал неплохие результаты, около 60% совпадения.

Это исследование показало, что методы дистанционного зондирования являются эффективными инструментами для геологического картирования и исследования минералов. Различные методы обработки были применены к Landsat ETM +, чтобы различать и очерчивать литологические единицы. Дистанционное зондирование оказалось очень мощным инструментом в разведке полезных ископаемых.

#### **Список литературы**

1. Белецкий В. С., Гайко Г.И. Хронология горной в странах мира. - М.: Донецкое отделение НТШ, "Редакция горной энциклопедии", УКЦентр, 2006. - 224 с. (ч. 1, ч. 2)
2. Бондур В.Г., Макаров В.А., Мурынин А.Б. Дистанционный поиск сложных минералов с использованием высокоэнергетических протонов // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка, № 1, 2011
3. Губин В.Н., Дистанционные методы в геологии, –Мн.: БГУ, 2004.– 138 с.
4. Козин Е.С. Автоматизация привязки космических снимков // Материалы 6-го Сибирского совещания по климатологическому мониторингу, 14-16 сентября 2005 г. Томск: Ин-т мониторинга климат. и эколог. систем СО РАН , 2005. С. 421– 423.
5. Милютин А.Г. Геология и разведка месторождений полезных ископаемых // Учеб. пособие для вузов. –М.: Недра, 1989. –296 с.
6. Тультемирова Г.У., ДЗЗ для исследования минеральных ресурсов Кыргызской Республики// Известия КГТУ им. И.Раззакова 31/2014. С.43-45
7. Bezdek, J. C., Ehrlich, R. and Full W. // “FCM: The fuzzy c-means clustering algorithm”, Computers and Geosciences, Vol. 10, No. 2-3, pp. 191-203, 1984

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ЭНЕРГЕТИКЕ**

УДК 622.481.24(575.2-25)

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА  
ПРИ СЖИГАНИИ НА ТЭЦ Г. БИШКЕК**

*Гопка Анастасия Викторовна, магистрант, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, с.Новопокровка, ул. Логвиненко, дом-3, кв-3. Тел: 0703-89-71-45, e-mail: [anastasiyayak96@gmail.com](mailto:anastasiyayak96@gmail.com) ORCID ID 0000-0002-0199-7418*

*Саньков Вячеслав Иванович, к.т.н., проф. кафедры Теплоэнергетика, КГТУ им. И. Раззакова (+996) 545183, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66, e-mail: [sancovskaya@gmail.com](mailto:sancovskaya@gmail.com)*

**Аннотация.** В данной статье ставится задача определения эффективности и экономичности использования местных видов топлива при сжигании их на ТЭЦ г. Бишкек. Исходя из характеристик используемого топлива произведен расчет теплового баланса для одного котельного агрегата БКЗ-160. Определены расход и стоимость используемого топлива за отопительный период.

**Ключевые слова:** Котёл, топливо, расход, температура, давление, энтальпия, потери теплоты, коэффициент полезного действия, нагрузка.

**EFFICIENCY OF USING VARIOUS TYPES OF FUEL WHEN BURNING AT A  
THERMAL POWER STATION IN BISHKEK**

*Gopka Anastasiya Viktorovna, graduate student, KSTU named after I.Razzakov, Kyrgyzstan, v. Novopokrovka, st. Logvinenko, h-3, apt-3. Phone: 0703-89-71-45, e-mail: [anastasiyayak96@gmail.com](mailto:anastasiyayak96@gmail.com) ORCID ID 0000-0002-0199-7418*

*Sankov Vyacheslav Ivanovich, Ph.D., professor, the department of "Thermal Engineering", KSTU them I. Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek city, st. Ch. Aitmatova 66, e-mail: [sancovskaya@gmail.com](mailto:sancovskaya@gmail.com)*

**Abstract.** This article aims to determine the efficiency and cost-effectiveness of using local types of fuel when burning them at a thermal power station in Bishkek. Based on the characteristics of the fuel used, the heat balance was calculated for one boiler unit. The consumption and cost of fuel used for the heating period are determined.

**Keywords:** Boiler, fuel, consumption, temperature, pressure, enthalpy, heat loss, efficiency, load.

В современном мире достаточно трудно представить себе жизнь без электрической и тепловой энергии. Человек зависим от энергии: бытовая техника, мобильные телефоны, освещение, отопление. Ежегодно потребность в электрической и тепловой энергии растет, в связи с этим необходимо увеличивать её производство. Поэтому очень важно бесперебойное поступление как электричества так и тепла потребителям.

Строительство ТЭЦ г. Бишкек начиналось с обеспечения станции котлами БКЗ-160, изготовленные Барнаульским котельным заводом, вертикально водотрубные с естественной циркуляцией, предназначенные для сжигания Карагандинского и Ташкумырского каменных углей, а так же природного газа и мазута [4].

Следует отметить, что все котельные агрегаты на ТЭЦ г. Бишкек были спроектированы на сжигание Карагандинского угля с обязательным использованием подсветочного топлива (газ, мазут). После распада СССР карагандинский каменный уголь перестал поступать на станцию. Закупочная цена газа и мазута с каждым годом увеличивается. В результате чего ТЭЦ г. Бишкек вынуждена оптимизировать структуру сжигания топлива, в следствии чего будет снижена себестоимость выработки тепло-и электроэнергии на ТЭЦ с учетом технологического производства.

Так же большую роль в выборе топлива сыграла модернизация ТЭЦ г. Бишкек. Были установлены котельные агрегаты типа НГ-710/13.8 в количестве двух единиц, которые спроектированы на сжигание Кара-Кечинского бурого угля.

В период с 2018 по 2019 гг. планируется произвести полный переход ТЭЦ г. Бишкек на использование углей местного месторождения. В связи с этим возникла необходимость произвести расчет и анализ качественных характеристик углей Кара-Кечинского и Ташкумырского месторождений при сжигании их на БКЗ-160.

Для произведения расчета приняты следующие исходные данные [2, стр. 3]:

Тип котла: БКЗ-160

Номинальный расход перегретого пара:  $D_{\text{пн}}=160$  т/ч

Фактический расход перегретого пара:  $D_{\text{пн}}=140$  т/ч

Номинальное давление перегретого пара:  $P_{\text{пн}}=100$  кгс/см<sup>2</sup> = 9,81 Мпа

Номинальная температура перегретого пара:  $t_{\text{пн}}=540^{\circ}\text{C}$

Номинальная температура питательной воды:  $t_{\text{пв}}=215^{\circ}\text{C}$

Расчетные характеристики топлива представлены в таблице 1, в соответствии с данными анализов топливной лаборатории ТЭЦ г. Бишкек.

Таблица 1.

Расчетные характеристики используемого топлива

№	Параметры топлива	Кара-Кече (ЗБ)	Ташкумыр (ДСШ)
1.	Рабочая масса топлива, %		
	$W_t^r$	20.5	17.5
	$W^a$	5.9	5.1
	$A^r$	19.4	21.9
	$C^r$	75.5	74.5
	$H^r$	4.2	4.8
	$N^r$	0.8	1.2
	$O^r$	18.4	17.6
	$S_k^r + S_{op}^r$	1.1	1.9
	Выход летучих веществ, $V^r$ , %	43.0	37.4
2.	Коэффициент размоловоспособности, $K_{ло}$	1,7	1,3
3.	Низшая теплота сгорания, $Q_{пн}^p$ , МДж/кг; Ккал/кг	16,76 4000	17,59 4200
4.	Зольность на сухую массу, $A^d$ , %	24,4	26,6
5.	Температура плавкости золы, °С		
	$t_1$ (температура размягчения)	1150	1275
	$t_2$ (температура плавления)	1300	1335
	$t_3$ (температура жидкого состояния)	1315	1360
6.	Коэффициент избытка воздуха за ВП 1 ст, $\alpha_{yx}$	1,41	1,41
7.	Доля шлака, $\alpha_{шл}$	0,05	0,05

Исходя из характеристик используемого топлива был произведен расчет теплового баланса котельного агрегата на Кара-Кечинском и Ташкумырском углях. Результаты расчета сведены в таблицу 2.

Таблица 2

Тепловой баланс котельного агрегата

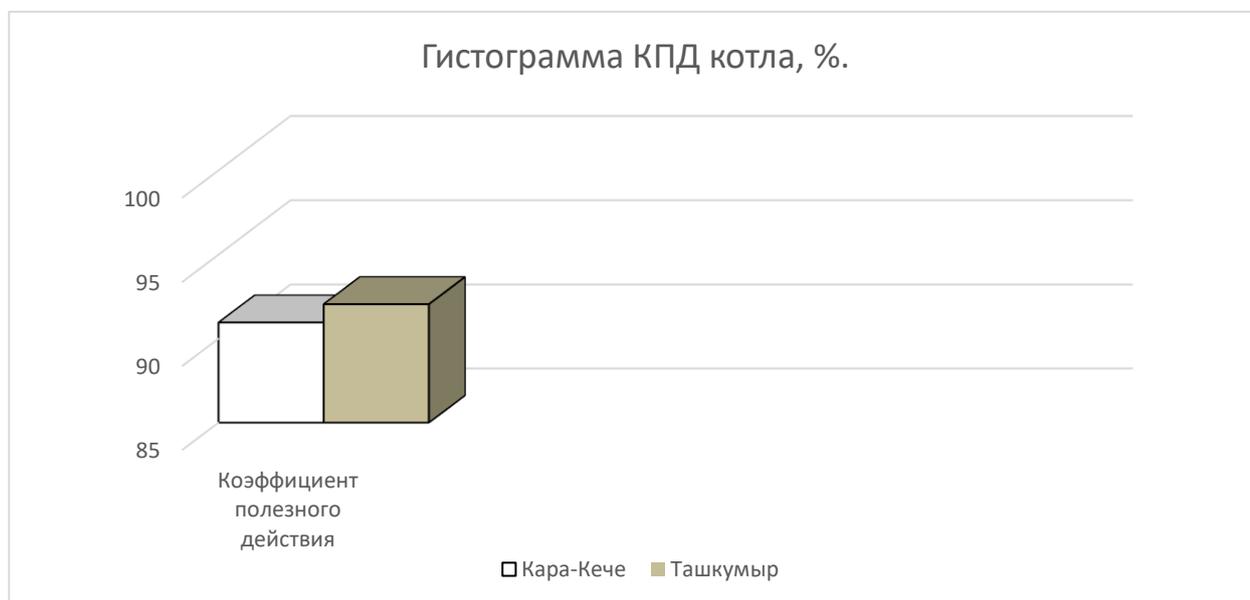
№	Наименование величины	Обозначение	Размерность	Формула и обоснование	Результат и расчет	
					Кара-Кече	Ташкумыр
1	2	3	4	5	6	7
1.	Низшая теплота сгорания	$Q_{пн}$	кДж/кг	Принимается из таблицы 1.	16760	17590
2.	Температура уходящих газов	$t_{yx}$	$^{\circ}C$	Температура должна быть в пределах 110-180 $^{\circ}C$ . В расчете принята =150 $^{\circ}C$ .	150	150
3.	Теоретическая энтальпия газа и воздуха	$I_{г}^{\circ}$ $I_{в}^{\circ}$	кДж/кг	Принимается по $t_{yx}$	1245 1056,5	1038,5 883
4.	Энтальпия уходящих газов	$I_{yx}$	кДж/кг	Определяется из теоретических энтальпий газа и воздуха [8,стр.29] $I_{yx} = I_{г}^{\circ} + (\alpha_{yx} - 1) * I_{в}^{\circ}$	$I_{yx} = 1245 + (1,41 - 1) * 1056,5 = 1678$	$I_{yx} = 1038,5 + (1,41 - 1) * 883 = 1400,53$
5.	Температура холодного воздуха	$t_{хв}$	$^{\circ}C$	Принимается равной 30 $^{\circ}C$	30	30
6.	Энтальпия холодного воздуха	$I_{хв}$	кДж/кг	[8,стр.161]	210,6	176,1
7.	Потеря теплоты от химического недожога	$q_3$	%	Данная величина учитывается при сжигании газообразных топлив.	0	0
8.	Потеря теплоты от механического недожога	$q_4$	%		0,5	0,5
9.	Потеря тепла с уходящими газами	$q_2$	%	Зависит от выбранной температуры уходящих газов, коэффициента	$q_2 = \frac{1678 - 1,41 * 210,6}{16760} * (100 - 0,5) = 8,19$	$q_2 = \frac{1400,53 - 1,41 * 176,1}{17590} * (100 - 0,5) = 6,51$

				избытка воздуха и определяется по формуле [8, стр. 29] $q_2 = \frac{(I_{ух} - \alpha_{ух} * I_{хв}) * (100 - q_4)}{Q_{рн}}$		
10.	Потеря тепла в окружающую среду	$q_5$	%	Зависит от номинальной производительности котла. $q_5^H = (60/D_{ном})^{0.5} / \lg D_{ном}$ <p>В связи с износом основного и вспомогательного оборудования котельного цеха, агрегаты не могут работать на номинальной производительности пара, поэтому уточняем значение <math>q_5</math> [3, стр. 27]:  <math display="block">q_5 = q_5^H * \frac{D_{ном}}{D_{факт}}</math></p>	$q_5^H = (60/160)^{0.5} / \lg 160 = 0.27$ $q_5 = 0,27 * 160 / 140 = 0,31$	$q_5^H = (60/160)^{0.5} / \lg 160 = 0.27$ $q_5 = 0,27 * 160 / 140 = 0,31$
11.	Потеря тепла с физической теплотой шлака	$q_6$	%	Зависит от способа шлакоудаления и определяется по формуле [3, стр. 28] $q_6 = \frac{\alpha_{шл} * (Ct)_{шл} * Ar}{Q_{рн}}$ <p>При твердом шлакоудалении принимается <math>t_{шл} = 600^\circ\text{C}</math>, <math>(Ct)_{шл} = 560</math> кДж/кг</p>	$q_6 = \frac{0,05 * 560 * 19,4}{16760} = 0,032$	$q_6 = \frac{0,05 * 560 * 21,9}{17590} = 0,034$
12.	Сумма тепловых потерь	$\sum q$	%	$\sum q = q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6$	$\sum q = 8,19 + 0 + 0,5 + 0,31 + 0,032 = 9,032$	$\sum q = 6,51 + 0 + 0,5 + 0,31 + 0,034 = 7,954$
13.	Коэффициент полезного действия котельного агрегата (брутто)	$\eta_{ка}^{бр}$	%	Определяется как отношение полезно используемого тепла к располагаемому [3, стр. 26]:	$\eta_{ка}^{бр} = 100 - 9,032 = 90,96$	$\eta_{ка}^{бр} = 100 - 7,954 = 92,05$

				$\eta_{\text{ка}}^{\text{бр}} = 100 - \sum q$		
14.	Энтальпия перегретого пара	$I_{\text{пп}}$	кДж /кг	Определяется по давлению и температуре перегретого пара [7, стр. 113]	3476,4	3476,4
15.	Энтальпия питательной воды	$I_{\text{пв}}$	кДж /кг	Определяется по температуре питательной воды [7, стр. 113]	920,6	920,6
16.	Давление в барабане котельного агрегата	$P_6$	МПа	Определяется по формуле: $P_6 = P_{\text{пп}} + 0,1 * P_{\text{пп}}$	10,79	10,79
17.	Энтальпия воды на линии насыщения	$I'$	кДж /кг	По давлению в барабане [7, стр. 112]	1442,8	1442,8
18.	Расход свежего пара	$D_{\text{пп}}$	кг/с		38,88	38,88
19.	Расход продувочной воды	$D_{\text{пр}}$	кг/с	$D_{\text{пр}} = D_{\text{пп}} * r * 0,01$ где $r$ - непрерывная продувка котла принимается равной 3% от производительности пара.	$38,88 * 3 * 0,01 = 1,16$	$38,88 * 3 * 0,01 = 1,16$
20.	Полезно используемое тепло в К/А	$Q_{\text{ка}}$	кВт	Большая часть тепла, вносимого в котельный агрегат, воспринимается поверхностями нагрева и передается рабочему телу. За счет этого тепла производится подогрев воды, ее испарение и перегрев пара: [1, стр 32] $Q_{\text{ка}} = D_{\text{пп}} * (I_{\text{пп}} - I_{\text{пв}}) + D_{\text{пр}} * (I' - I_{\text{пв}})$	$Q_{\text{ка}} = 38,88 * (3476,4 - 920,6) + 1,16 * (1442,8 - 920,6) = 99975,25 \text{ кВт}$	$Q_{\text{ка}} = 38,88 * (3476,4 - 920,6) + 1,16 * (1442,8 - 920,6) = 99975,25 \text{ кВт}$
21.	Полный расход топлива	$B$	кг/с	[3, стр. 29] $B = \frac{Q_{\text{ка}} * 100}{Q_{\text{рн}} * \eta_{\text{ка}}}$	$B = \frac{99975,25 * 100}{16760 * 90,96} = 6,56$	$B = \frac{99975,25 * 100}{17590 * 92,05} = 6,17$

22.	Расчетный расход топлива	$B_p$	кг/с	[3, стр. 29] $B_p = B \cdot (1 - q_4 / 100)$	$B_p = 6,56 \cdot (1 - 0,5 / 100) = 6,52$	$B_p = 6,17 \cdot (1 - 0,5 / 100) = 6,13$
-----	--------------------------	-------	------	---	---	---

Данные, полученные в результате расчета теплового баланса котельного агрегата представлены в гистограмме 1.



Для сравнения экономичности работы котлоагрегата БКЗ-160 при сжигании Кара-Кечинского и Ташкумырского углей необходимо определить расход топлива за отопительный период при работе одного агрегата на фактической максимальной нагрузке.

$$Q_{от.п.} = Q_{ка} \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 151 \cdot 10^{-6} = 99975,25 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 151 \cdot 10^{-6} = 1304317,1 \text{ ГДж/от.п}$$

где 151 - условное количество дней в течение отопительного периода при работе одного котельного агрегата на фактической максимальной нагрузке.

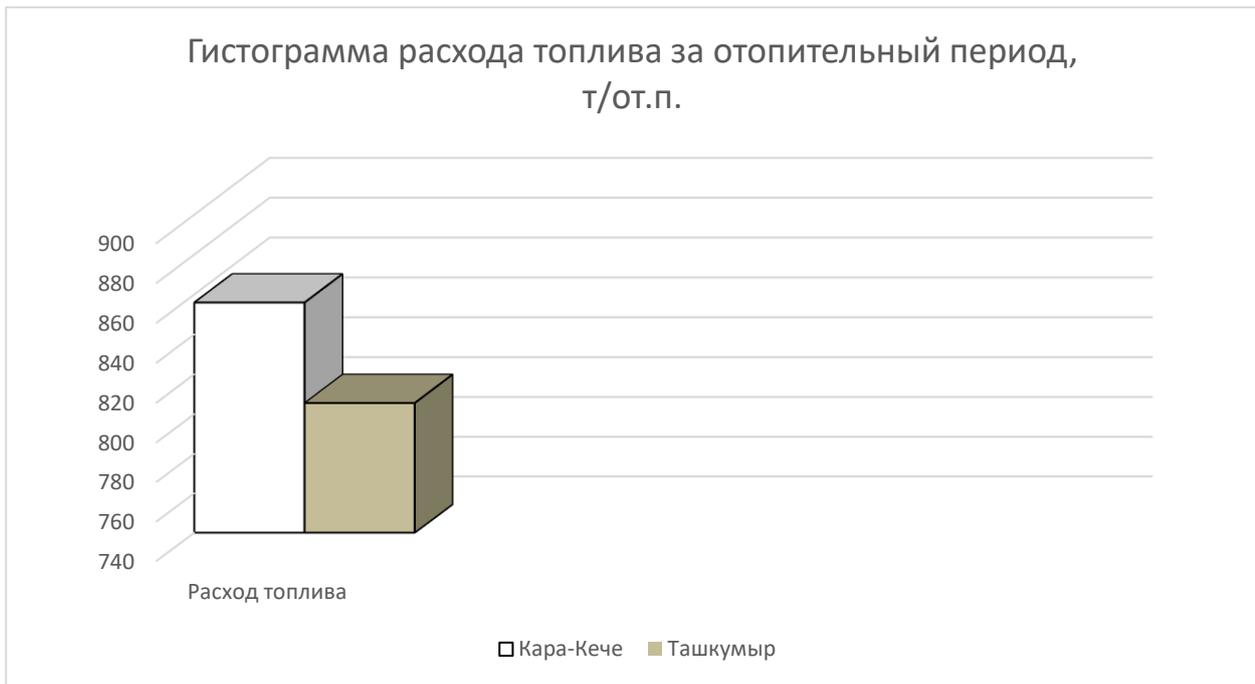
Расход топлива за отопительный период при работе агрегата на угле месторождения Кара-Кече и Ташкумыр:

$$B_{от.п.} = \frac{Q_{от.п.}}{Q_{рн*п*ка}} \cdot 10^6$$

$$B_{от.п.} = \frac{1304317,1}{16760 \cdot 90,92} \cdot 10^6 = 855952,622 \text{ кг/год} = 855,9 \text{ т/от.п.};$$

$$B_{год} = \frac{1304317,1}{17590 \cdot 92,05} \cdot 10^6 = 805551,954 \text{ кг/год} = 805,5 \text{ т/от.п.};$$

Данные, полученные в результате расчета расхода топлива за отопительный период представлены в гистограмме 2.



В соответствии с расходом топлива за отопительный период затрачивается:

$$C = 855,9 * 3500 = 2 \text{ млн } 995 \text{ тыс } 650 \text{ сом}$$

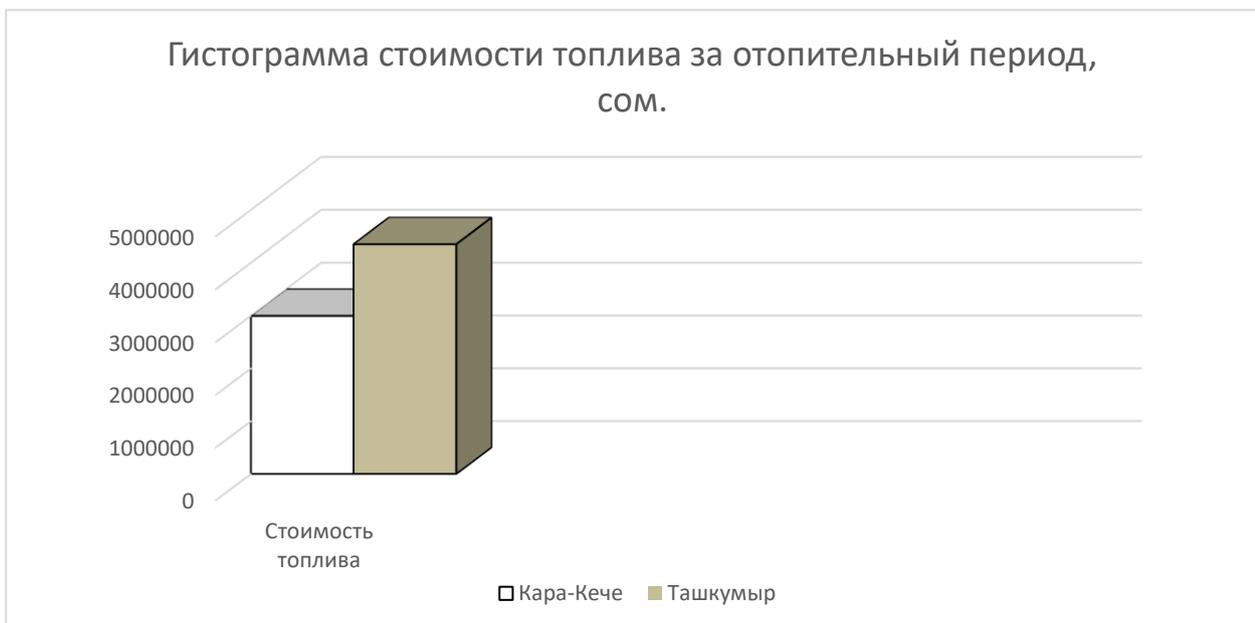
где 3500-стоимость 1 тонны угля месторождения Кара-Кече.

$$C = 805,5 * 5400 = 4 \text{ млн } 349 \text{ тыс } 700 \text{ сом}$$

где 5400-стоимость 1 тонны угля месторождения Ташкумыр.

Такая разница в стоимости объясняется транспортными расходами.

Данные, полученные в результате расчета стоимости топлива за отопительный период представлены в гистограмме 3.



**Выводы:** На современном этапе развития теплоэнергетики преобладающее количество тепловой энергии, направляемой на цели теплоснабжения и технологические нужды, вырабатывается паровыми котельными агрегатами. В условиях резкого роста цен на энергетическое топливо к проектированию и эксплуатации котлоагрегатов предъявляются

повышенные требования в части эффективности и надежности их работы. В связи с этим дальнейшее развитие источников теплоснабжения предусматривает обеспечение рационального использования топливно-энергетических ресурсов на работающих котлоагрегатах и надежность выработки тепловой энергии [5, стр. 5]

Из сравнительных расчетов следует, что:

1. При работе котла на Ташкумырском угле его КПД больше, чем на угле месторождения Кара-Кече.
2. Расход топлива за отопительный период у Ташкумырского угля меньше, чем у Кара-Кечинского. Это объясняется тем, что у первого низшая теплота сгорания сравнительно выше, поэтому для получения тепла понадобится затратить меньше топлива.
3. При выработке одного и того же количества тепла затраты на топливо будут выше при использовании Ташкумырского угля.

#### **Список литературы**

1. Бойко Е.А. Котельные установки и парогенераторы. (Учебное пособие). Красноярск 2005.-292с.:ил.
2. Инструкция по обслуживанию котельного оборудования на ТЭЦ г. Бишкек.
3. Липов Ю.М. и др. Л 61. Компоновка и тепловой расчет парового котла: Учеб. пособие для вузов/ Ю.М. Липов, Ю.Ф. Самойлов, Т.В. Виленский.-М.: Энергоатомиздат, 1988.-208с.:ил.
4. [Определена компания для поставки импортного угля для ТЭЦ г. Бишкек.- Режим доступа: <http://kabar.kg/news/opredelena-kompaniia-dlia-postavki-importnogo-uglia-dlia-tetc-bishkeka/> \(дата обращения 10.12.2018\), свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.](http://kabar.kg/news/opredelena-kompaniia-dlia-postavki-importnogo-uglia-dlia-tetc-bishkeka/)
5. [Пак Г.В. Котельные установки промышленных предприятий. Тепловой расчет промышленных котельных агрегатов. Учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – Братск: БрГТУ, 2002. – 135с.](#)
6. Резников М.И. Паровые котлы тепловых электростанций/ М.И. Резников, Ю.М. Липов. М.: Энергоиздат, 1981.
7. Ривкин С.Л., Александров А.А. Р 49. Теплофизические свойства воды и водяного пара. – М.: Энергия, 1980. – 424с., ил.
8. Тепловой расчет котлов (Нормативный метод). Издание 3-е, переработанное и дополненное. Издательство НПО ЦКТИ, СПб, 1998. 256 с. с ил.

**УДК: 536. 213. 3:54. 0.27:658. 26 (575.2)**

#### **ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ «ИЗОЛЛАТ» ПРИ ТЕПЛОВЛАЖНОСТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ КЛИМАТА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

*Касымова Гульсара Токтокуновна, заведующая Лабораторией «Энергосбережение, энергоэффективность и экология» Научно-исследовательского института энергетики и экономики при Государственном комитете промышленности, энергетики и недропользования Кыргызской Республики, (+996)312 510348, Кыргызстан, 720044 г. Бишкек, ул. Ахунбаева 119, e-mail: [gulsara.kasimova@gmail.com](mailto:gulsara.kasimova@gmail.com), [orcid.org/0000-0002-0934-5924](http://orcid.org/0000-0002-0934-5924)*

*Богатова Наталья Алексеевна, ведущий инженер Лаборатории «Энергосбережение, энергоэффективность и экология» Научно-исследовательского института энергетики и экономики при Государственном комитете промышленности, энергетики и недропользования, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, ул. Ахунбаева 119, e-mail: [bogatova7@gmail.com](mailto:bogatova7@gmail.com).*

*Стамбекова Гүлзада Анаркуловна, преподаватель кафедры «Теплоэнергетика», (+996)545183, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, e-mail: [stambekova80@mail.ru](mailto:stambekova80@mail.ru), [orcid.org/0000-0003-2757-5632](http://orcid.org/0000-0003-2757-5632)*

## APPLICATION OF INNOVATIVE HEAT-INSULATING MATERIALS “IZALLAT” IN THE ENTERPRISES OF THE FUEL AND ENERGY COMPLEX OF THE KYRGYZ REPUBLIC

*Kasymova Gulsara Toktokunovna, Head of the Energy Saving, Energy Efficiency and Ecology Laboratory of the Research Institute of Energy and Economics under the State Committee of Industry, Energy and Subsoil Use Kyrgyz Republic, (+996)312 510348, Kyrgyzstan, Bishkek, Ahunbaeva 119, e-mail: [gulsara.kasimova@gmail.com](mailto:gulsara.kasimova@gmail.com), [orcid.org/0000-0002-0934-5924](http://orcid.org/0000-0002-0934-5924)*

*Bogatova Natalya Alekseevna, Leading Engineer of the Energy Saving, Energy Efficiency and Ecology Laboratory of the Research Institute of Energy and Economics under the State Committee of Industry, Energy and Subsoil Use, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, ul. Akhunbaeva 119.*

*Stambekova Gulzada Anarkulovna, teacher of the department "Thermal Engineering", (+996) 545183, KSTU. I. Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Ch. Aitmatov Ave. 66, e-mail: [stambekova80@mail.ru](mailto:stambekova80@mail.ru), [orcid.org/0000-0003-2757-5632](http://orcid.org/0000-0003-2757-5632)*

Вопросы применения инновационных теплоизоляционных материалов на предприятиях топливно-энергетического комплекса, зданиях и сооружениях жилищно-коммунального и промышленного сектора и других отраслях экономики соответствует приоритетному направлению государственной политики в области энергосбережения и энергоэффективности, проводимой в последние годы Правительством Кыргызской Республики. Анализ применения традиционного изоляционного материала из базальтового волокна показал ряд недостатков, особенно при тепловлажностных воздействиях, при контакте с которыми снижаются теплоизоляционные характеристики утеплителя, а также наблюдается промерзание наружных ограждающих конструкций и образуются «мостики холода». Таким образом, возникла необходимость поиска инновационных теплоизоляционных материалов и проведение научно-исследовательской работы по изучению их теплофизических и экономических характеристик на примере ТЭЦ г. Бишкек с точки зрения политики энергосбережения и энергоэффективности.

Авторами проведена научно-исследовательская работа по изучению вопроса внедрения инновационного теплоизоляционного материала системы «Изоллат» на предприятиях.

Для этого, подготовлены экспериментальные участки трубо- и паропроводов котельного цеха различных диаметров и температуры теплоносителя, изолированные многослойным покрытием с применением краски «Изоллат» и иглопробивного материала (стеклохолст).

Проведены замеры на экспериментальных участках при температурновлажностных воздействиях в течение года. Проведен сравнительный анализ технико-экономических показателей выбранного инновационного изоляционного материала «Изоллат» по сравнению с традиционным изоляционным базальтовым волокном.

Авторы показали, что изученное в ходе эксперимента комбинированное полимерное покрытие с применением краски «Изоллат» и стеклохолста в сравнении с традиционным изоляционным базальтовым волокном показал простоту нанесения изоляционных слоев экспериментального материала, его долговечность, использование его в широком диапазоне температур для различных климатических условий, обладает незначительной толщиной изоляции, сокращение капитальных и эксплуатационных расходов, антивандальность и стойкость базовой антикоррозионной защиты. Материал рекомендован для внедрения на предприятиях топливно-энергетического комплекса.

**Ключевые слова:** инновационные изоляционные материалы, тепло- и паропроводы, топливно-энергетический комплекс, трубопровод, инженерное оборудование, мостики холода, тепловлажностные воздействия, теплопроводность, антикоррозийность, долговечность.

The use of innovative heat-insulating materials at enterprises of the fuel and energy complex, buildings and structures of the housing and utilities and industrial sectors and other sectors of the economy corresponds to the priority direction of the state policy in the field of energy saving and energy efficiency pursued by the Government of the Kyrgyz Republic in recent years.

Analysis of the use of traditional insulating material made of basalt fiber showed a number of drawbacks, especially during heat and humidity influences, when contacting with which thermal insulation characteristics of insulation are reduced, and freezing of external enclosing structures is observed and “cold bridges” are formed. Thus, it became necessary to search for innovative heat-insulating materials and conduct research to study their thermal and economic characteristics on the example of the Bishkek thermal power station from the point of view of energy saving policies and energy efficiency.

The authors carried out research work on the study of the introduction of innovative insulation material of the Isollat system in enterprises.

To this end, experimental plots of pipe and steam pipelines of the boiler shop of various diameters and coolant temperature, isolated by a multilayer coating using Isollat paint and needle-punched material (glass canvas), were prepared.

Measurements were carried out on experimental plots at temperature and humidity influences throughout the year. A comparative analysis of the technical and economic indicators of the selected innovative Isollat insulation material compared with traditional insulating basalt fiber has been carried out.

The authors showed that the combined polymer coating using Isollat paint and fiberglass studied in the course of the experiment compared to traditional insulating basalt fiber showed simplicity of applying insulating layers of experimental material, its durability, its use in a wide range of temperatures for different climatic conditions, has a slight insulation thickness, reduced capital and operating costs, vandal resistance and durability of basic anti-corrosion protection. The material is recommended for implementation at the enterprises of the fuel and energy complex.

**Keywords:** innovative insulation materials, heat and steam pipelines, fuel and energy complex, pipeline, engineering equipment, cold bridges, thermal and moisture effects, thermal conductivity, anti-corrosion, durability.

Рациональное использование топливно-энергетических ресурсов является одной из приоритетных задач в развитии экономики. Существенная роль в решении проблемы энергосбережения принадлежит высокоэффективной промышленной тепловой изоляции, обеспечивающей эффективность и удобство ее применения в жилищно-коммунальном хозяйстве, энергетике и в других отраслях экономики. В энергетике объектами тепловой изоляции могут быть паровые котлы и турбины, газовые турбины, теплообменники, тепло- и паропроводы, баки-аккумуляторы горячей воды, дымовые трубы и другое оборудование. Существенную роль в оценке качества применяемого теплоизоляционного материала играют параметры наружного воздуха, периодически изменяющиеся в течении года.

Тепловая изоляция на предприятиях топливно-энергетического комплекса обеспечивает заданные параметры при изменяющихся параметрах окружающей среды, улучшает теплозащитные качества конструкций, снижает потери тепловой энергии, создает безопасные условия труда на производстве, сохраняет сжиженные природные газы в изотермических хранилищах и другое.

За долгие годы доминирования традиционной изоляции (минеральная вата, стекло- и шлаковата) многие потребители приходят к заключению, что они исчерпали свои возможности. Не смотря на то, что эти материалы являются недорогими и хорошими изоляторами, они имеют ряд недостатков таких, как боязнь пара и влаги, при контакте с которыми в несколько раз снижаются теплоизоляционные характеристики утеплителя, а также тепловлажностные воздействия окружающей среды.

Таким образом, возникла необходимость применения совершенно новых, инновационных материалов, которые помогут перейти на качественный уровень систем теплоизоляции в целом. В последнее время, на рынке услуг республики появился ряд инновационных энергосберегающих теплоизоляционных материалов, таких как теплоизоляционные многослойные комбинированные полимерные покрытия с применением нового изоляционного покрытия «Изоллат», которые снижают тепловые потери не только в зданиях и сооружениях, но и на инженерном и теплотехническом оборудовании предприятий топливно-энергетического комплекса (далее –ТЭК) при периодически изменяющихся параметрах климата.

В основу изобретения покрытия «Изоллат» были положены технологии советского и американского опыта, а проведение целого ряда экспериментов и испытаний позволило создать новый материал, который по своим характеристикам существенно превзошел предшествующие образцы и традиционные изоляционные материалы. «Изоллат» в процессе эксплуатации и производстве, не выделяет токсичные вещества, не угрожает здоровью человека, не требует мер предосторожности и относится к четвертой группе опасности согласно ГОСТ-12.1.007 [ 1].

Покрытие «Изоллат» как жидкий утеплитель адаптирован для теплоизоляции трубопроводов разного масштаба и назначения, не имеет недостатков традиционных утеплителей, не нуждается в создании дополнительной защиты и полностью соответствует всем требованиям СНиП 41-03-2003 [2].

Для эффективной теплоизоляции поверхностей с высокой температурой до +500°С используется комбинация «Изоллат-Эффект», представляющая комбинированную технологию с использованием стеклохолста (*иглопробивное стекловолокнистое полотно*) и краска-термос «Изоллат». Теплоизоляционные маты из стекловолокна (стеклохолст) выпускается более 10 видов.

Изоляционное покрытие по своим свойствам значительно превосходит зарубежные аналоги и традиционные изоляционные материалы. Покрытие «Изоллат» обладает низкой теплопроводностью, удобен и прост в применении, обеспечивает высокотемпературную изоляцию до 500°С, долговечность, огнестойкость, морозостойкость, сейсмоустойчивость, антикоррозионную защиту.

Большое значение имеет применение покрытия «Изоллат» при реконструкции (реновации) зданий и сооружений, при этом решается вопрос устранения «мостиков холода», которые возникают при периодических воздействиях температуры и влажности, солнечной радиации. Справиться с проблемой «мостиков холода» при помощи традиционных теплоизоляционных материалов: минеральной ваты, пенополистирола и т.д. практически невозможно. Применение материала «Изоллат» также позволяет в любой момент осуществить локальный ремонт вышедшего из строя участка изоляции, в том числе, на эксплуатируемом объекте без остановки производственного процесса. За счет ремонтпригодности увеличивается надежность объекта.

На сегодня, предприятия теплоэнергетической отрасли характеризуются высоким уровнем потерь тепловой энергии, особенно в наружных надземных тепло- и паропроводах, изолированных традиционными изоляционными материалами. Они постоянно в течение года подвергаются не только воздействиями наружного климата (температура, влажность, солнечная радиация, скорость и направление ветра), но и вандализму со стороны населения, которое использует изоляционный материал в своем домашнем хозяйстве. Так например, ОАО

«Бишкектеплосеть», имеющая на своем балансе магистральные и распределительные наружные тепловые сети, характеризуется высоким уровнем потерь тепловой энергии, который в среднем составляет около 35 %. Вопрос внедрения инновационных теплоизоляционных материалов на предприятиях теплоснабжающих организаций является приоритетом.

Государственная политика в области энергосбережения и энергоэффективности для предприятий ТЭК требует от уполномоченного государственного органа по энергетике требует искать пути решения поставленной задачи. Одним из таких решений является внедрение на предприятиях теплоэнергетики инновационных энергосберегающих теплоизоляционных материалов, таких как теплоизоляционная система «Изоллат». На сегодня, «Изоллат» уже широко и успешно внедряется в различных отраслях экономики Российской Федерации и странах СНГ. Производителем материала является российская компания ООО «Специальные технологии, которые имеют сертификаты соответствия ТУ-2216-001-59277205-2002, патенты и свидетельства.

В Кыргызской Республике, в качестве демонстрации системы «Изоллат», кыргызские представители от российских производителей "Специальные технологии" уже выполняли пилотные проекты по использованию изоляционной системы «Изоллат» на отдельных участках теплотехнического и инженерного оборудования, включая на тепловых сетях теплоснабжающих организаций [3]. Однако результаты демонстрационных проектов не нашли понимания со стороны государственных органов и других предприятий ТЭК.

Для продвижения инновационных теплоизоляционных материалов системы «Изоллат» и внедрения их на территории Кыргызской Республики, представители "Специальные технологии" - ОсОО «Нанотек Компани» неоднократно обращалось в Министерство энергетики и промышленности Кыргызской Республики и на предприятия ТЭК. В Министерстве и на предприятиях ТЭК, представители «Нанотек Компани» неоднократно презентовали свою продукцию. Учитывая, что продукт является новым в республике, а для внедрения его на предприятиях ТЭК требуется процедура проведения научных исследований с целью изучения его технико-экономических показателей и сравнение их с используемым традиционным изоляционным материалом. Поэтому, Министерство поручило Научно-исследовательскому институту энергетики и экономики (далее –НИИЭЭ) совместно с ОАО «Электрические станции» провести научные исследования по определению экономической эффективности системы «Изоллат» в сравнении с базальтовым волокном, применяемым на предприятиях ОАО «Электрические станции» в качестве изоляционного материала.

Научно-исследовательская работа, проводимая авторами совместно с представителями ОсОО «Нанотек Компани» и к.т.н., проф., Саньковым В.И., соответствует современной политике по энергосбережению. Целью данной НИР является определение экономической эффективности разных видов теплоизоляционных многослойных комбинированных полимерных покрытий, иглопробивных материалов (стеклохолст) и кремнеземистого одеяла теплоизоляционной конструкции «Изоллат» при годовом наружном воздействии окружающей среды для различных температурах теплоносителя и диаметрах трубопроводов в сравнении с применяемой теплоизоляцией из базальтового волокна, используемого на теплоэлектростанции (ТЭЦ) ОАО «Электрические станции».

Для достижения цели были решены следующие задачи:

1. разработана и утверждена на Научно-техническом Совете (далее-НТС) ОАО «Электрические станции» «Методика проведения экспериментальных исследований и порядок расчета тепловых потерь изолированными участками трубопроводов»;
2. подготовлены для исследования экспериментальные участки тепло- и паропроводов ТЭЦ г.Бишкек, изолированные теплоизоляционной системой «Изоллат» различной модификацией с различными температурой теплоносителя и диаметрами тепловых сетей;

3. проведены натурные замеры экспериментальных участков с обработкой измеренных данных, проведены теплотехнические расчеты и сравнительный анализ технико-экономических показателей исследуемых экспериментальных участков.

3. подготовленный Отчет с рекомендациями по внедрению теплоизоляционной системы на предприятиях ТЭК утвержден на Ученом Совете НИИЭЭ при ГКПЭиН КР.

Для проведения испытания были выбраны 4 экспериментальных участка с различными диаметрами и температурой теплоносителя:

- участок №1- вертикальный трубопровод пара для собственных нужд котлоагрегата ст.№18 в котельном цехе на отметке +4 м;
- участок №2- горизонтальный трубопровод подачи горячей воды в котельном цехе на линии заполнения у котлоагрегата ст. №18 на отметке +4 м;
- участок №3 – участок периодической продувки пароперегревателя котлоагрегата ст.№18 на отметке +8 м;
- участок №4 – гребенка подачи горячей воды в котельный цех на отметке +7,8м.

Различные типы изоляционных покрытий Изоллат 100, Изоллат 200, Изоллат 300 конструкции «Изоллат - эффект» наносились на экспериментальные участки по технологии, рекомендуемой производителем ОсОО «Специальные технологии» [4].

Для испытаний теплоизоляционного покрытия «Изоллат» были использованы средства измерений - штангенциркуль, тепловизор типа Testo 882 серийный № 02203509, контактный цифровой термометр ТК- 5.04, прибор для измерения плотности теплового потока ИПП-2. ТФАП.405126.003 РЭ, бесконтактный термометр (пирометр), лабораторный термометр-гигрометр ВИТ-2. Испытания проводились в течении года, в период с июля 2016 года по октябрь 2017 года.

В ходе испытаний проведены замеры наружного диаметра трубо- и паропроводов, температуры и влажности окружающей среды, плотность теплового потока поверхности всех видов изоляционного покрытия, толщина экспериментальных составляющих изоляционных слоев, температуры на поверхности экспериментальных изолированных слоев и теплоносителя (вода и пар), диаметр трубопровода.

Все расчеты были выполнены на основании СНИП и СП, инструкций и Методик, действующих на территории Российской Федерации и Кыргызской Республики. Для расчетов толщины экспериментальных слоев теплоизоляционного покрытия системы «Изоллат» основополагающими документами были СНИП 2.04.14-88 и 41-03-2003 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов» [5]. Для обработки экспериментальных данных, проведения тепловых изоляционных слоев и нормативных линейных потерь в тепловых сетях использовались документы, действующие на территории республики [6,7]. Для теплового расчета изоляционных слоев системы «Изоллат» использовались уравнения стационарной теплопередачи через цилиндрические поверхности при минимальном значении коэффициента теплопроводности, равным  $0,002 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$  и максимальным значением равным  $0,026 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ .

Экономические показатели экспериментальных многослойных теплоизоляционных слоев системы «Изоллат» и базальтового волокна, применяемого на ТЭЦ г.Бишкек ОАО «ЭС» рассчитывались на основании документации, применяемой российским производителем «Специальные технологии» для системы «Изоллат», а для изоляционного слоя из базальтового волокна на основании отраслевых документов, указаний и нормативов по списанию материалов изоляционных материалов, используемых на ТЭЦ г.Бишкек ОАО «ЭС» [8,9,10].

Полученные экспериментальные и расчетные показатели 4-х экспериментальных участков сравниваются с нормативными потерями тепла трубопроводов, покрытых базальтовым изоляционным материалом. Далее дается оценка эффективности действия каждого вида изоляционного покрытия паро- и теплопроводов различных типов конструкции «Изоллат-Эффект» – Изоллат 100, Изоллат 200, Изоллат 300. Результаты расчетов технико-

экономических показателей многослойных экспериментальных теплоизоляционных слоев приведены в Отчете, подготовленном авторами и одобренных Ученым Советом Научно-исследовательского института энергетики и экономики при ГКПЭиН КР [11].

К примеру, величина линейных тепловых потерь экспериментальной многослойной изоляционной системы Изоллат -02 марки 100, выполненной из 1-го слоя - краска «Изоллат -02» толщиной 0,5 мм, 2-ого слоя - стеклохолст ИПМ-Е-9-1000 толщиной 9 мм, 3-его слоя - малярная сетка (серпянка) с ячейкой 2\*2 мм и 4-го слоя - краска «Изоллат-02» толщиной 1 мм, рассчитанная на 2-х экспериментальных участках (вертикальный трубопровод диаметром 133 мм и горизонтальный участок диаметром 76 мм) ниже величины нормативных потерь тепла через изолированные участки теплопроводов в среднем от 31% и 38% при максимальном коэффициенте теплопроводности равном 0,026 Вт/м<sup>2</sup>\*°С. При этом, сравнительный анализ показал, что эти экспериментальные участки экономичнее традиционного теплоизоляционного слоя из базальтового волокна на 403 сом на участке трубопровода диаметром 133 мм, а диаметром 76 мм - на 471 сом. Параметры окружающей среды при проведении экспериментов в среднем составляли по температуре - около 35°С и влажности - 40%.

Экспериментальная теплоизоляционная многослойная конструкция, выполненная из «Изоллат-02» марки 100 при коэффициенте теплопроводности, равным 0,026 Вт/ м °С и стеклохолста ИПМ-Е-9-1000 при температурах теплоносителя ниже 100 °С для диаметров трубопровода 133 мм и 76 мм также оказались экономичнее традиционной изоляции, выполненной из базальтового волокна, покрытой асбестоцементной штукатурки.

Проведенные исследования и анализ жидко-керамического покрытия системы «Изоллат» показал достоинства применения ее в широком диапазоне температуры рабочей среды от -60°С до 500°С при сезонных изменениях климата по сравнению с традиционным изоляционным материалом, выполненного из базальтового волокна.

Выводы по научно-исследовательской работы:

Анализ теплоизоляционной многослойное комбинированное полимерное покрытие с применением краски «Изоллат» и стеклохолста в сравнении с традиционным изоляционным базальтовым волокном показал простоту нанесения изоляционных слоев экспериментального материала, его долговечность, использование его в пределах рабочей температуры от -60°С до +170°С при периодически изменяющихся (зимний и летний сезоны) параметрах наружного климата, незначительную толщину рабочего слоя, которая колеблется в пределах от 0,5 - 3 мм, сокращение капитальных и эксплуатационных расходов, антивандальность и стойкость базовой антикоррозионной защиты;

Авторы рекомендовали ОАО «Электрические станции» и другим предприятиям ТЭК применять *многослойное комбинированное полимерное покрытие с применением краски «Изоллат» и иглопробивных материалов (стеклохолст)* в качестве теплоизоляционного, антикоррозионного покрытия на инженерных сетях и магистралях, а также используемого для решения проблемы промерзающих стен и «мостиков холода» в зданиях и сооружениях.

### **Список литературы**

1. Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.1.007-76. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности / М: Госкомстат ССР, 10.03.1976 г., №579 – 5с.
2. Свод правил СП 61.13330.2012. Актуализированная редакция СНиП 41-03-2003. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. / М: Минстрой РФ, 2012 г., 47 с.
3. Возможности применения новых теплоизоляционных материалов. г. Бишкек, КР, КГТУ, УДК.: 621.186.4.
4. Технологическая инструкция по нанесению жидко-керамического теплоизоляционного покрытия «Изоллат – 02» в комбинации с иглопробивным стеклохолстом./ г. Екатеринбург, РФ, ООО «Специальные технологии», 02.02.2015г., 5 с.

5. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. СНИП 41-03-2003 (взамен СНИП 2.04.14-88) / М.: Госстрой РФ, 2004 г., 33 с.

6. Методика расчета тепловой и электрической энергии зданий / г.Бишкек, КР: ИС ГАЭ при ПКР: 24.09.2002 г., №151-п – 87 с.

7. Методика испытаний и расчета тепловых потерь изолированных участков трубопроводов./ г.Бишкек, КР: Указание ОАО «ЭС» №133 от 01.07.2016 г., 5 с.

8. Сборник указаний по ремонту тепловой изоляции энергооборудования и теплопроводов на тепловых станциях И4-014-СУ1984 г./г.Бишкек, КР:

9. Временные ведомственные нормы расхода материалов для приготовления бетонных и растворных смесей, применяемых при ремонте изоляции и обмуровочных работах на оборудовании ТЭЦ г.Бишкек. /г.Бишкек, КР: 25.05.2011 г.

10. Методические указания по составлению энергетической характеристики для систем транспорта тепловой энергии по показателю "тепловые потери" СО 153-34.20.523(3)-2003 / М.: МЭ КР, 30.06.2003, №278, 35 с.

11. Мониторинг и проведение натурных измерений на экспериментальных участках теплоизоляционных многослойных комбинированных полимерных покрытий с применением «Изоллата», иглопробивных материалов (стеклохолст) и кремнеземистых одеял, используемых на экспериментальных участках теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) ОАО «Электрические станции»./ г.Бишкек, КР: Отчет НИИЭЭ, 2017 г. -56 с.

УДК: 621. 3. 017: 622. 481. 2

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТИЧЕСКИХ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ В ВОДЯНЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ

*Насирдинова Сайрагуль Мухамбетовна, к.т.н., доцент кафедры Теплоэнергетика, КГТУ им. И. Раззакова (+996)545183, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66, e-mail: [sai-ra@mail.ru](mailto:sai-ra@mail.ru), orcid.org: 0000-0003-4712-8549*

*Саньков Вячеслав Иванович, к.т.н., проф. кафедры Теплоэнергетика, КГТУ им. И. Раззакова (+996) 545183, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66, e-mail: [sancovskaya@gmail.com](mailto:sancovskaya@gmail.com)*

*Стамбекова Гулзада Анаркуловна, преподаватель кафедры «Теплоэнергетика», (+996)545183, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, e-mail: [stambekova80@mail.ru](mailto:stambekova80@mail.ru), orcid.org: 0000-0003-2757-5632*

Развитие теплофикации и централизованного теплоснабжения в г.Фрунзе, республики Кыргызстан до распада СССР происходило планомерно, и являлось одним из основных способов рационального энергосбережения, а также путей снижения удельных расходов топлива на выработку электроэнергии.

Развитие промышленности и жилых микрорайонов потребовало строительства магистральных и распределительных тепловых сетей в городе для обеспечения их тепловой энергией в виде горячего водоснабжения и производственного пара. Это стало возможно с расширением ТЭЦ города.

Теплопроводы проектировались на максимально возможные расходы горячей воды, которые должны были обеспечить все потребности теплофикации жилого сектора и предприятий, с учетом перспективы их развития.

Конструкции магистральных и распределительных теплопроводов и тепловая изоляция вполне удовлетворяла нормам и правилам эксплуатации водяных тепловых сетей, т.к. расходы теплоносителя были максимальными.

Причиной возрастания тепловых потерь в магистральных и распределительных теплопроводах стало ухудшение состояний тепловой изоляции, сокращение теплопотребления производственных предприятий, в связи с их закрытием.

Снижение расходов воды в магистралях и распределительных теплопроводах за счет уменьшения теплопотребления промышленных предприятий естественно вносит существенный вклад в увеличение удельных потерь тепла за счет наружного охлаждения, но при разветвленной сети за параллельных теплопроводов выделить такой вклад и выполнить тепловые испытания по определению таких потерь тепла для всей тепловой сети практически невозможно.

После изучения схемы теплоснабжения ОАО БТС было вынесено решение о выделении участка магистрального теплопровода ЗПЗ ТЭЦ – НС9 для проведения тепловых испытаний с целью определения реальных потерь тепла за счет наружного охлаждения.

В настоящей статье рассматриваются результаты испытаний определения фактических тепловых потерь горячей воды магистральными теплопроводами.

**Ключевые слова:** магистральные теплопроводы, режимы работы, тепловые потери, учет расхода тепла и воды, транспорт тепла, эффективность, экономия тепла.

## **DETERMINATION OF ACTUAL THERMAL LOSSES IN WATER THERMAL NETWORK**

*Nasirdinova Sairagul Muhambetovna, Ph.D., associate professor, the department of "Thermal Engineering", KSTU them I. Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek city, st. Ch. Aitmatova 66, e-mail: [sai-ra@mail.ru](mailto:sai-ra@mail.ru), orcid.org: 0000-0003-4712-8549*

*Sankov Vyacheslav Ivanovich, Ph.D., professor, the department of "Thermal Engineering", KSTU them I. Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek city, st. Ch. Aitmatova 66, e-mail: [sancovskaya@gmail.com](mailto:sancovskaya@gmail.com)*

*Stambekova Gulzada Anarkulovna, teacher the department of "Thermal Engineering", KSTU them I. Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek city, st. Ch. Aitmatova 66, e-mail: [stambekova80@mail.ru](mailto:stambekova80@mail.ru), orcid.org: 0000-0003-2757-5632*

The development of district heating and centralized heat supply in the city of Frunze, the Republic of Kyrgyzstan before the collapse of the USSR took place systematically, and was one of the main ways of rational energy conservation, as well as ways to reduce specific fuel consumption for electricity generation.

The development of industry and residential neighborhoods required the construction of trunk and distribution heating networks in the city to provide them with thermal energy in the form of hot water supply and industrial steam. This became possible with the expansion of the CHP of the city.

Heat pipelines were designed for the maximum possible costs of hot water, which were to provide all the needs of the heating sector of the residential sector and enterprises, taking into account the prospects for their development. The designs of trunk and distribution heat pipelines and thermal insulation fully met the norms and rules of operation of water heating networks, since coolant costs were maximum.

The reason for the increase in heat losses in the main and distribution heat pipelines was the deterioration of thermal insulation, reduction of heat consumption of production enterprises, due to their closure.

Reducing water consumption in highways and distribution heating lines by reducing the heat consumption of industrial enterprises naturally makes a significant contribution to the increase in specific heat losses due to external cooling, but with an extensive network, parallel inputs make such a contribution and perform thermal tests to determine such heat losses for the entire heat source. network is almost impossible.

After studying the heat supply scheme of BTS OJSC, a decision was made to allocate a section of the main heat pipe ZPZ CHPP – NS9 to conduct thermal tests in order to determine the actual heat loss due to external cooling. This article discusses the results of tests for determining the actual heat loss of hot water by main heat pipelines.

**Key words:** trunk heat pipelines, operation modes, heat losses, heat and water consumption, heat transport, efficiency, heat savings.

Объектами исследования являются магистральные и распределительные теплопроводы горячей воды ОАО “БТС” в условиях нестационарного режима их работы, а также режимы горячего водоснабжения и системы учета расхода горячей воды и потери тепла в теплопроводах.

Целью работы является определение фактических тепловых потерь магистральными теплопроводами путем проведения испытаний на выделенном участке нетрадиционными методами, оценка фактических потерь в сравнении с нормами, выдача рекомендаций по повышению эффективности транспорта тепла.

Действующие теплопроводы ОАО БТС проектировались на максимально возможные расходы горячей воды, которые должны были обеспечить все потребности теплофикации жилого сектора и предприятий, с учетом перспективы их развития.

По мере сворачивания многих производственных предприятий сократилось теплопотребление предприятий, ухудшилось состояние тепловой изоляции, обусловленное ее старением, это привело к возрастанию относительных потерь тепла в магистральных и распределительных теплопроводах. При снижении расхода транспортирующего тепло агента с определенной температурой отвод тепла за счет наружного охлаждения трубопроводов обратно пропорционален расходу этого тепло агента, изменение энтальпии и температуры возрастает, а также увеличиваются относительные потери тепла.

При разветвленной сети за параллельных теплопроводов выделить такой вклад и выполнить тепловые испытания по определению таких потерь тепла для всей тепловой сети практически невозможно.

Для проведения тепловых испытаний с целью определения реальных потерь тепла за счет наружного охлаждения был выделен участок магистральных теплопроводов ЗПЗ ТЭЦ-НС9.

Принципиальная схема магистрального водяного теплопровода приведена на рис.1. ЗПЗ-ТЭЦ

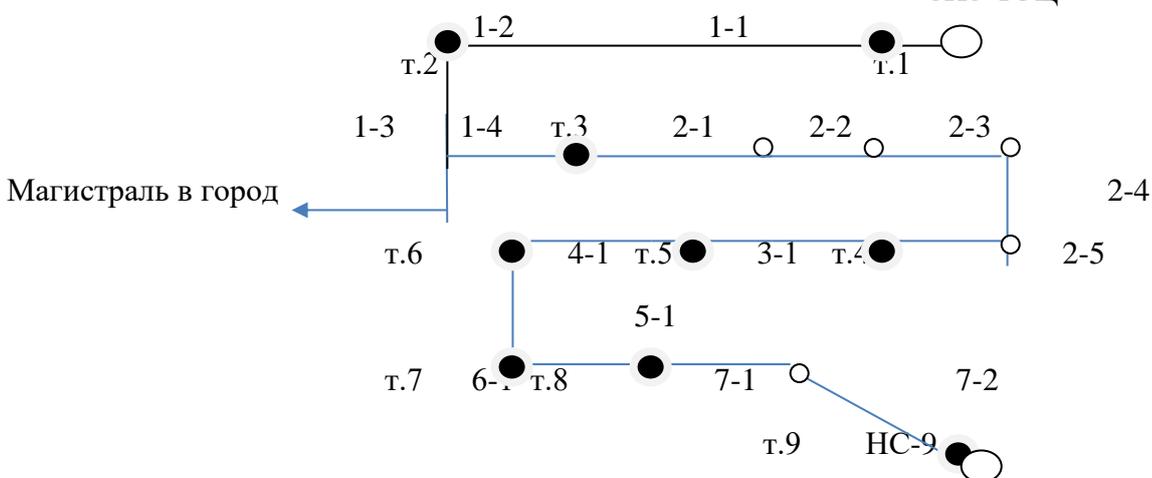


Рис.1. Принципиальная схема магистрального теплопровода

Участок 1 состоит из отрезков 1-1, 1-2, 1-3, 1-4.  $L=311\text{м}$ ;  $\varnothing 900\text{мм}$

Участок 2 состоит из отрезков 2-1, 2-2, 2-3, 2-4, 2-5  $L = 615,3\text{м}$ ;  $\varnothing 1000\text{мм}$

Участок 3 состоит из отрезка 3-1.  $L = 94,6\text{м}$ ;  $\varnothing 500\text{мм}$

Участок 4 состоит из отрезка 4-1.  $L = 645\text{м}$ ;  $\varnothing 700\text{мм}$

Участок 5 состоит из отрезка 5-1.  $L = 240\text{м}$ ;  $\varnothing 500\text{мм}$

Участок 6 состоит из отрезка 6-1.  $L = 304\text{м}$ ;  $\varnothing 500\text{мм}$

Участок 7 состоит из отрезков 7-1, 7-2.  $L = 500\text{м}$ ;  $\varnothing 70\text{мм}$

Условные обозначения на принципиальной схеме:

- «Т.-цифра»- точки, в которых установлены гильзы для ртутных термометров, используемых для измерений температуры воды при испытаниях;
- «Т.1» (исходная) – установлена на узле учета ТЭЦ ЗПЗ (Запад-3) рядом измерительной диафрагмой расходомера с термометрами сопротивления для измерения давления и температуры воды;
- «Т.9» - установлена на узле учета насосной НС-9 .

**Методика проведения испытаний** теплопровода на тепло потери заключается в следующем. Перед проведением испытаний выполняются все требования, предусмотренные нормативными документами [1-4].

Измерительная аппаратура должна быть установлена в точках на входе (ЗПЗ-ТЭЦ) и выходе теплопровода (НС-9). Измерениям подлежат: температура окружающего воздуха ( $t_0$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ); барометрическое давление ( $P_6$ , мм.рт.ст); параметры воды в начале и конце участков ( $T_1 \div T_9$ ); температура воды в местах установки термометров ( $t_w$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ); расход воды в начале (ЗПЗ-ТЭЦ) и конце теплопровода (НС-9); давление воды в начале и конце магистрального теплопровода. В течении всего эксперимента (6 часов) во всех точках одновременно через каждые 15 мин. Измеряются температура, расход, давление.

Испытания проводились в существующем режиме работы выделенного участка магистрали. На узлах учета ЗПЗ ТЭЦ и НС-9 фиксировались расходы, давления, температуры воды и потоки тепла, с помощью штатных комплектов приборов типа СКАД и СПТ-961.

Результаты измерений приборов с периодичностью в 1 час передавались на центральный диспетчерский пункт и хранились в памяти компьютера. По всей магистрали в точках «Т. №» (см.рис.1) фиксировались мгновенные значения температуры воды по ртутным термометром ТЛ-4 с ценой деления  $0,1^{\circ}\text{C}$ .

После проверки согласованности всех измеренных параметров разными приборами учета определение удельных тепловых потерь выполнялось двумя методами:

- 1- методом температурной волны;
- 2- методом, основанным на теории подобия.

**1. Метод температурной волны** заключается в следующем:

По известным температуре  $T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) и давлению  $P$  ( $\text{кг}/\text{см}^2$ ) определена плотность воды  $\rho$  ( $\text{кг}/\text{м}^3$ ). Для определения плотности использованы таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара [5].

Скорость течения воды в трубопроводах определялась из условия неразрывности струи по уравнению:

$$W=M/F \cdot \rho \quad (1)$$

где  $W$  – скорость течения воды, м/с;  $M$  – расход воды, кг/с;

$F$  – площадь поперечного сечения трубопровода,  $\text{м}^2$ ;  $\rho$  – плотность воды,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Время течения воды на каждом участке определялось по уравнению

$$\tau = \ell / W \quad (2)$$

где  $\tau$  – время течения воды, м/с;  $\ell$  - длина испытываемого участка, м.

По результатам расчета времени течения воды на каждом испытываемом участке, определялось время запаздывания течения воды от начальной точки 1 ТЭЦ последовательно

в каждой исследованной точке теплотрассы до конечной точки 9 (НС-9) как сумма времени течения воды на каждом участке:

$$\Delta\tau = \sum_{i=0}^n \tau_i \quad (3)$$

Определяется разность температур на каждом участке  $\Delta t$ .

Удельные потери тепла на исследуемых участках определялись по формуле:

$$q = Q/(L(1+\beta)), \text{ кВт/м} \quad (4)$$

где  $Q$  – тепловые потери на соответствующем участке, кВт

$L$  – длина участка, м;  $\beta = 0,25$  – коэффициент местных тепловых потерь.

Тепловые потери определены по формуле:

$$Q = M \cdot C_p \cdot \Delta t \quad (5)$$

где  $M$  – среднеинтегральный массовый расход воды, кг/с;

$C_p$  – удельная массовая изобарная теплоемкость воды равная 4,19 кДж/кг·К

$\Delta t$  – разность температур в соответствующих точках, °С

Коэффициент превышения фактических удельных тепловых потерь определяется по формуле:

$$K = q_{\text{фак}}/q_{\text{норм}} \quad (6)$$

где  $q_{\text{фак}}$  – фактические удельные тепловые потери, Вт/м;

$q_{\text{норм}}$  – нормативные удельные тепловые потери принятые по [1], Вт/м.

## 2. Метод, основанный на теории подобия [6].

Метод заключается в использовании теории подобия и определения тепловых потерь по закону Ньютона-Рихмана:

$$q_c = \frac{\pi(t_{\text{из}} - t_{\text{ос}})}{\frac{1}{\alpha d_{\text{из}}}}, \text{ Вт/м} \quad (7)$$

где  $t_{\text{из}}$ ,  $t_{\text{ос}}$  – соответственно температуры изоляции и окружающей среды, °С

$\alpha$  – коэффициент теплоотдачи, Вт/м·К;  $d_{\text{из}}$  – диаметр изоляции, м.

Коэффициент теплоотдачи определяют из уравнения:  $\alpha_k = N_u \cdot \lambda_{\text{ж}} / d_{\text{из}}$  (8)

где  $\lambda_{\text{ж}}$  – коэффициент теплопроводности теплоносителя, Вт/м·К

Критерий Нуссельта для свободной конвекции определяют по уравнению

$$N_u = C(G_{\text{гж}} \cdot R_{\text{гж}})^n \quad (9)$$

Критерий Грасгофа:  $G_{\text{гж}} = \frac{g \cdot \beta (t_{\text{из}} - t_{\text{ос}}) d_{\text{из}}^2}{\nu^2}$  (10)

где  $\nu$  – кинематическая вязкость;  $g$  - ускорения свободного падения;

$\beta$  – температурный коэффициент объемного расширения для газа

$$\beta = \frac{1}{t_{\text{ж}} + 273}, \frac{1}{\text{К}} \quad (11)$$

Критерий Прандтля  $R_{\text{гж}}$ ,  $\lambda_{\text{ж}}$ ,  $\nu_{\text{ж}}$  – определяются по определяющей температуре [6];  $C$  и  $n$  – постоянные зависящие от режима течения жидкости.

Коэффициент теплоотдачи излучением:

$$\alpha_{\text{л}} = \varepsilon \cdot C_0 10^{-8} [T_{\text{из}}^4 - T_{\text{ос}}^4] / (T_{\text{из}} - T_{\text{ос}}) \quad (12)$$

где  $\varepsilon$  – степень черноты системы;

$C_0 = 5,7 \text{ Вт/ (м}^2 \text{К}^4)$  – коэффициент излучения абсолютно черного тела.

Таким образом, зная диаметр изоляции и измерив температуры окружающего воздуха и изоляции можно определить мгновенные значения линейной плотности теплового потока.

По результатам расчетов выполненных двумя методами средняя относительная погрешность коэффициента превышения удельных тепловых потерь для всей теплотрассы составляет 1,6% ( $K_{1\text{ср}} = 1,985$ ,  $K_{2\text{ср}} = 1,954$ ) [7].

Превышение удельных тепловых потерь на отдельных участках приведено на диаграмме 1.

**Выводы по результатам исследований.** Обновление тепловой изоляции выделенного участка магистрального трубопровода ЗПЗ ТЭЦ НС-9 для проведения тепловых испытаний с целью определения тепловых потерь за счет наружного охлаждения по данным ОАО БТС

выполнено в 1996 г. Срок эксплуатации тепловой изоляции на момент испытаний составил 19 лет.

Возникает вопрос об оценке старения тепловой изоляции и определения коэффициента ежегодного превышения тепловых потерь по сравнению с нормативными потерями. Если принять коэффициент превышения тепловых потерь равным единице в год ввода тепловой изоляции в эксплуатацию, то ежегодное превышение коэффициента тепловых потерь может быть определено по уравнению:

$$K_{\phi} = K_{в} + \Delta K \cdot n \quad (13)$$

где  $K_{\phi}$  – фактический коэффициент превышения нормативных потерь;

$K_{в} = 1$  – коэффициент превышения нормативных потерь в год ввода тепловой изоляции в эксплуатацию;

$\Delta K$  – ежегодное приращение коэффициента превышения нормативных потерь;

$n$  – время эксплуатации тепловой изоляции (лет).

По результатам исследований получены следующие значения ежегодных приращений.

$$\Delta K_{1cp} = \frac{1,985-1}{19} = 0,0518; \quad \Delta K_{2cp} = \frac{1,954-1}{19} = 0,0502$$

$$\Delta K_{(1-2)cp} = \frac{0,0518-0,0502}{2} = 0,0008$$

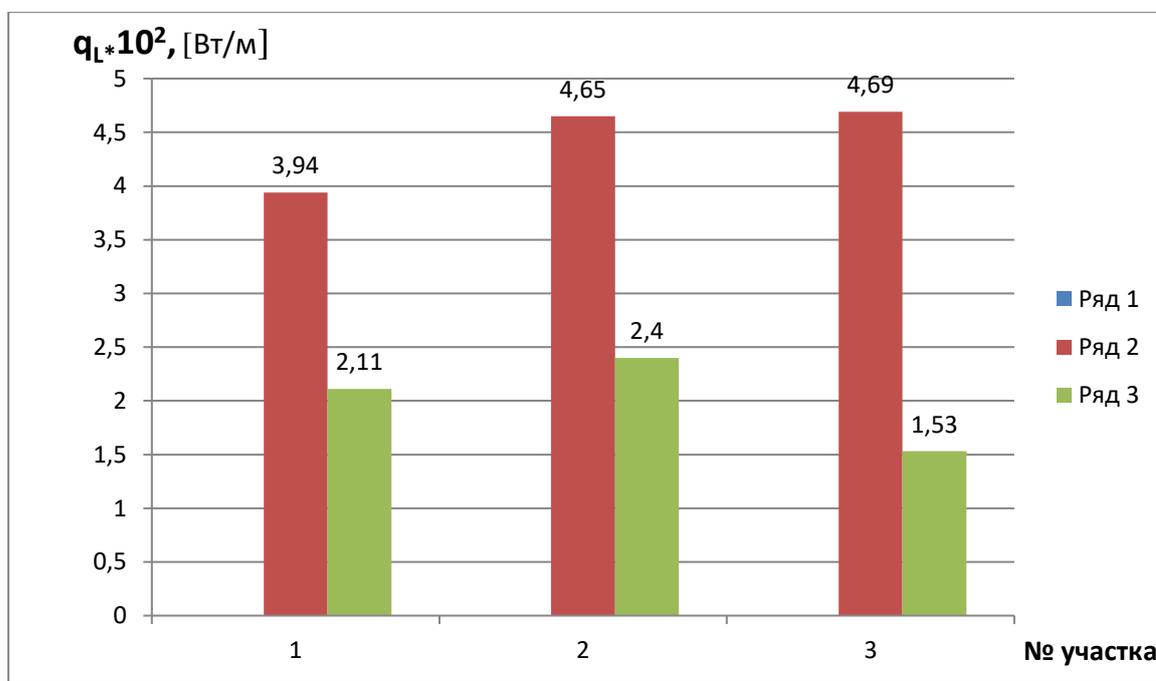
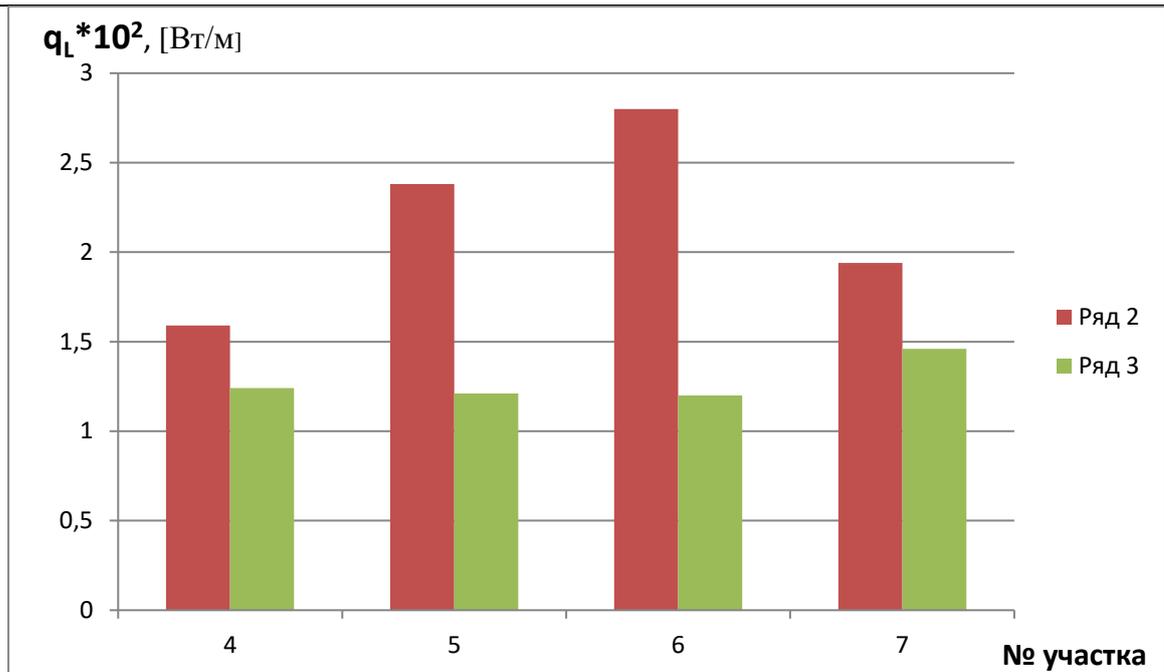


Диаграмма 1. Сравнение фактических и нормативных удельных тепловых потерь на отдельных участках тепловой магистрали на участках 1-3



**Диаграмма 2.** Сравнение фактических и нормативных удельных тепловых потерь на отдельных участках тепловой магистрали на участках 4-7

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнены исследования по определению фактических тепловых потерь магистральными и распределительными водяными теплопроводами в условиях нестационарной их работы. Расчеты выполнены двумя методами.

При испытании были выявлены следующие особенности на выделенном участке теплопроводов:

1. Вследствие пульсации расхода горячей воды связанных с неравномерностью теплового потребления в системе теплоснабжения вероятнее всего возрастание погрешностей расходомеров переменного перепада давления.
2. В процессе испытаний в т. НС-9 расходомеры работали в области заниженных расходов.
3. На теплопроводе наблюдается частичное повреждение и провисание тепловой изоляции, что приводит к дополнительным потерям тепловой энергии в окружающую среду.

**Рекомендация:** 1. Для более точного измерения потребляемого расхода воды и тепловой энергии необходимо в т. НС -9 заменить сужающее устройство, рассчитанное на минимальный расход воды 240 т/ч на сужающее устройство соответствующее минимальным расходам в летний период, так как в процессе испытаний расход воды составлял 40-50- т/ч.

При данных расходах тепло вычислители по расходу воды и тепловой энергии попадают в область ненормируемой погрешности, оценка которых не представляется возможным.

1. Тепловая изоляция на всем участке теплотрассы требует усиления.
2. Результаты рассчитанных фактических потерь тепловой энергии и коэффициенты превышения, могут быть рекомендованы для оценки потерь тепловой энергии для аналогичных способов прокладки трубопроводов и типов тепловой изоляции водяных тепловых сетей ОАО БТС.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Методические указания по определению тепловых потерь в водяных тепловых сетях. РД 34.09 255-97. СПО ОРГРЭС, Москва, 1998г.

2. Методические указания по определению тепловых потерь в водяных и паровых тепловых сетях. МУ 34-70-080-84. М., ОРГРЭС.1985г.
3. Правила учета тепловой энергии и теплоносителя. Утверждены постановлением Правительства Кыргызской Республики от 12 января 2012 г. №26.
4. Методические указания по определению тепловых потерь в водяных и паровых тепловых сетях МУ 34-70-080-84. М., Изд. Союзтехэнерго ГТУ Минэнерго СССР. 1985г. – 70с.
5. Ривкин С.Л., Александров А.А. «Теплофизические свойства воды и водяного пара». М. Энергия – 1980. - 424с.
6. Михеев А.М., Михеева М.М. Основы теплопередачи М. издательство «Энергия» 1976 г, 312 стр.
7. Определение потерь магистральными и распределительными паровыми и водяными тепловыми сетями «БТС» в условиях нестационарного режима их работы путем испытаний. Т.2. Водяные тепловые сети. Бишкек 2014, 82с. Отчет НИР.

**УДК 658. 264: 620. 91**

### **КОМБИНИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ**

*Насирдинова Сайрагуль Мухамбетовна, к.т.н., доцент кафедры Теплоэнергетика, КГТУ им. И. Раззакова (+996)545183, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66, e-mail: [sai-ra@mail.ru](mailto:sai-ra@mail.ru), orcid.org: 0000 -0003- 4712- 8549*

В статье представлены результаты исследований системы солнечного теплоснабжения с сезонным аккумулятором тепла (ССТСАТ) и возможности использования комбинированной системы теплоснабжения автономного объекта, с применением солнечного сезонного аккумулятора тепла и биогазовой установки (БГУ) в условиях Кыргызской Республики.

Освещены основные **проблемы**:

- энергетики Кыргызстана в целом;
- ограниченности природных ресурсов для целей теплоснабжения;
- энергоэффективности зданий и индивидуальных жилых домов;
- необходимости применения современных теплоизоляционных материалов, с учетом теплофизических свойств этих материалов;
- превышения потребления электроэнергии;
- использования услугами центрального теплоснабжения;
- проблемы при использовании угольных печей и котельных установок.

Обосновывается важность разработки исследований комбинированной системы теплоснабжения, с применением возобновляемых источников энергии и предпринята попытка решения проблемы теплоснабжения для объектов, отдаленных от центрального теплоснабжения.

Показано, что применение комбинированной системы теплоснабжения позволит полностью или частично отказаться от традиционных источников энергии, в целях экономии имеющихся энергоресурсов и улучшения экологической обстановки.

**Ключевые слова:** традиционные и нетрадиционные источники энергии, сезонное аккумулирование тепла, бак аккумулятор, солнечный коллектор, отходы животноводства, биогаз, производство биогаза.

---

**COMBINED HEAT SUPPLY SYSTEMS BASED ON RENEWABLE ENERGY SOURCES**

---

*Nasirdinova Sairagul Muhambetovna, Ph.D., associate professor, the department of "Thermal Engineering", KSTU them I. Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek city, st. Ch. Aitmatova 66, e-mail: [sai-ra@mail.ru](mailto:sai-ra@mail.ru), [orcid.org: 0000 -0003- 4712- 8549](https://orcid.org/0000-0003-4712-8549)*

The article presents the results of studies of the solar heat supply system with seasonal heat accumulator (CCTCAT) and the possibility of using the combined heat supply system of an autonomous facility, using a solar seasonal heat accumulator and a biogas plant (BSU) in the Kyrgyz Republic.

The main problems are covered:

- energy in Kyrgyzstan as a whole;
- limited natural resources for heat supply;
- energy efficiency of buildings and individual houses;
- the need to use modern thermal insulation materials, taking into account the thermophysical

properties of these materials;

- excess of electricity consumption;
- use of central heating services;
- problems with the use of coal furnaces and boiler plants.

The importance of developing studies of a combined heat supply system using renewable energy sources is substantiated and an attempt is made to solve the problem of heat supply for objects remote from the central heat supply.

It is shown that the use of a combined heat supply system will allow to completely or partially abandon traditional energy sources, in order to save available energy resources and improve the ecological situation.

**Key words:** traditional and non-traditional sources of energy, seasonal heat accumulation, tank battery, solar collector, animal waste, biogas, biogas production.

### **Введение**

С каждым годом в мире все шире развивается нетрадиционная энергетика с возобновляемыми источниками энергии. Эти источники вполне могут обеспечить человечество экологически приемлемой энергией в количестве, намного превышающем наши потребности. Тем не менее, все острее встает проблема ограниченности природных ресурсов для целей теплоснабжения зданий. По разным подсчетам запасов природных ископаемых хватит на 50-100 лет.

Целью данной работы является разработка схемы комбинированных систем теплоснабжения, включающих в себя два вида возобновляемых источников энергии:

- Системы солнечного теплоснабжения, с применением сезонного аккумулятора тепла;
- Биогазовой установки.

Под сезонным баком-аккумулятором понимается такой аккумулятор, который в течении неотапительного периода (с 1 апреля по 31 октября) аккумулирует солнечную энергию и затем в отопительный период (с 1 ноября по 31 марта) это тепло используется для теплоснабжения здания \ 4).

**Актуальность** данного направления для Кыргызстана очевидна.

Она связана с рядом объективных обстоятельств: кризисным состоянием экономики нашей страны, структурой цен на энергетические ресурсы и искаженной тарифной политикой. С другой стороны отсутствие собственных ресурсов нефти, газа, незначительной добычи угля

приводит к необходимости импорта этих ресурсов из других стран, что ставит развитие ТЭК страны в сложное положение.

Следует отметить, что значительная часть энергии идет на нужды отопления:

- до 40% вырабатываемой энергии сегодня используется для отопления различных зданий и помещений львиная доля, которых составляют индивидуальные жилые дома и помещения /4; 5/;
- энергетическая эффективность этих домов достаточно низка и более 80% домов построены без использования современных теплоизолирующих материалов;
- среднее потребление энергии в год из расчета на 1м<sup>2</sup> общей площади в республике составляет 450-650 кВт, то время, когда в европейских странах с таким же климатом этот показатель не превышает 100-150 кВт /4/;
- услугами центрального теплоснабжения пользуются около 19-20% части населения /5/. Остальные зависят от малоэффективных электрических систем отопления (35%). Из-за нагруженности энергосистемы создаются зимние дефициты ЭЭ;
- для теплоснабжения широко используются угольные печи или котельные (около 40 %), загрязняя при этом окружающую среду.

Поэтому исследования направленные на разработку комбинированной системы теплоснабжения с использованием солнечного сезонного бака-аккумулятора и биогазовых установок для отопления жилых домов представляются **весьма перспективными и актуальными**.

Особенно актуально это направление для жителей сельской местности, где имеются неиспользованный потенциал биомасс в виде отходов животных.

Все системы теплоснабжения в зависимости от вида используемых источников энергии могут быть классифицированы на: *традиционные*, где в качестве топлива используются не возобновляемые виды энергии (уголь, газ и т.д.); *нетрадиционные*, использующие энергию возобновляемых источников (Солнца, ветра, рек, биомассы и т.д.); *комбинированные*, которые сочетают в себе традиционные и нетрадиционные типы или два разных типа нетрадиционных систем.

Нами была исследована возможность покрытия тепловых потерь частного дома в условиях г. Бишкек, с использованием системы солнечного теплоснабжения с сезонным аккумулятором тепла (ССТСАТ) /5/.

ССТСАТ обладает рядом *преимуществ* /8/:

- Отказ от традиционного вида топлив (уголь, газ и т.д.);
- Сокращение выбросов в атмосферу, которое образовывается при сжигании твердого топлива;
- Энергетическая независимость.

В результате исследований построена обобщенная математическая модель ССТСАТ. При чем модель бака-аккумулятора была максимально приближена к реальному процессу, где бак-аккумулятор был расположен непосредственно в подвальной части здания.

Расчетная модель этой схемы приведена на рис.1. /5/

Разработан алгоритм и программа для определения зарядки и разрядки сезонного бака-аккумулятора при расположении его в подвале, с учетом изменения температуры воды в баке, при среднемесячной температуре окружающей среды и при температуре воздуха в подвале 10°C.

Результат исследования зарядки и разрядки аккумулятора приведен на рис.2. /5/

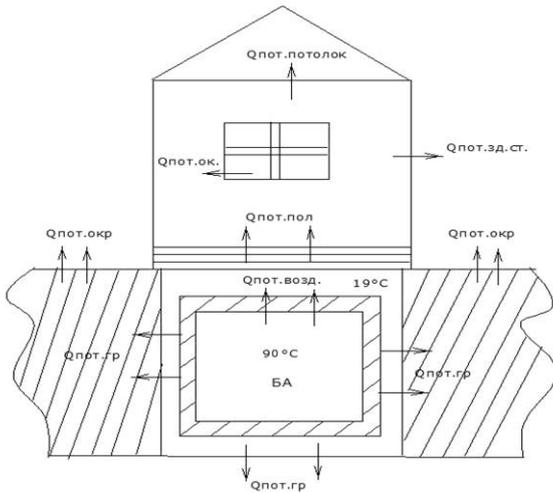


Рис.1. Расчетная модель дома, при расположении его в подвале

$Q_{\text{пот.пол}}$  - потери тепла через пол;  $Q_{\text{пот.зд.ст.}}$  - потери тепла через стенки здания;  $Q_{\text{пот.ок.}}$  - потери тепла через окна;  $Q_{\text{пот.потол.}}$  - потери тепла через потолок;  $Q_{\text{пот.гр.}}$  - потери тепла на грунт;  $Q_{\text{пот.возд.}}$  - потери тепла в воздух подвала;  $Q_{\text{пот.окр.}}$  - потери тепла в окружающую среду

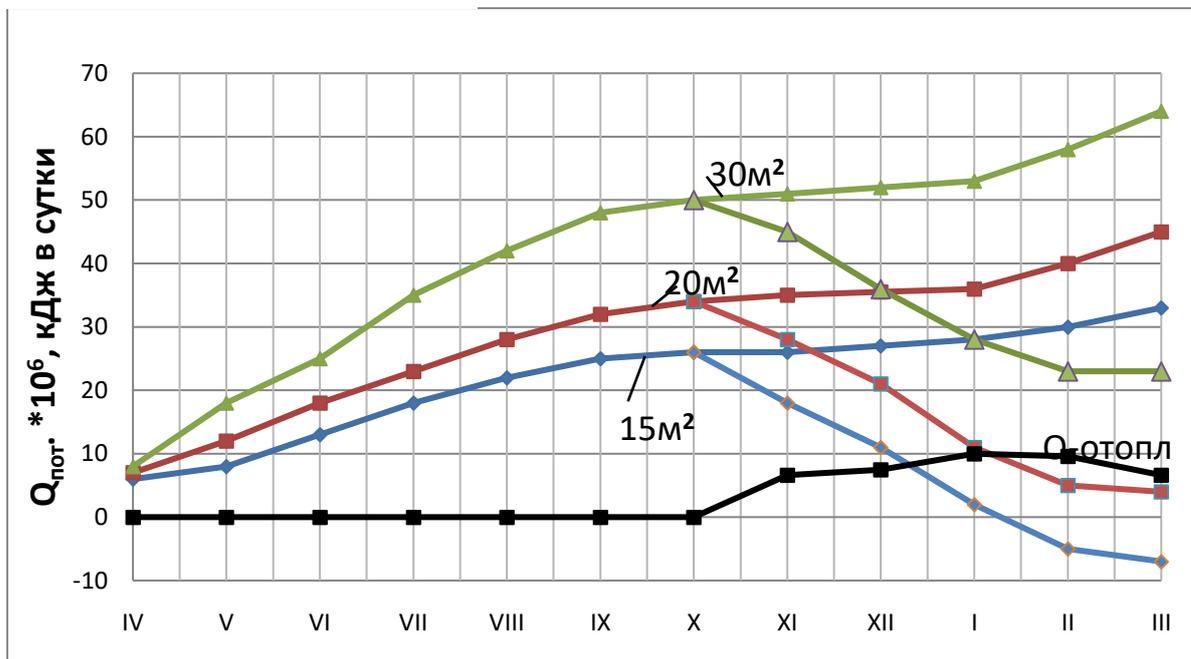


Рис.2. Диаграмма зарядки и разрядки аккумулятора

Исследования показали, что использование сезонных аккумуляторов тепла достаточно эффективно в условиях нашей республики. Однако покрытие отопительной нагрузки происходит не полностью, поэтому нам представляется весьма перспективное использование дополнительного источника в виде биогазовой установки, работающей на биомассе.

Целью данной работы является разработка схемы комбинированных систем теплоснабжения, включающих в себя два вида возобновляемых источников энергии:

1. ССТСАТ;
2. Биогазовые установки.

Нами ранее по результатам исследований [5;6] была синтезирована принципиальная схема системы теплоснабжения, с использованием солнечной энергии.

Использование БГУ для обеспечения теплоснабжения путем получения и сжигания биогаза достаточно распространено и широко используется в практике. Одна из наиболее типовых схем БГУ приведена на рис.3.

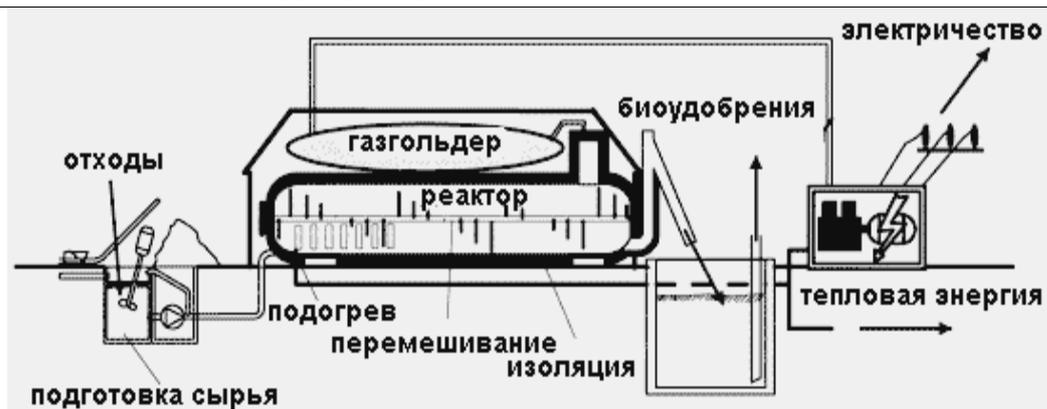


Рис.3. Принципиальная схема биогазовой установки с мягким газгольдером, типичная для развитых стран /1/

По этой принципиальной схеме (рис.3) построена БГУ, с целью получения биогаза для отопления и приготовления пищи, в Таласской области Кыргызстана /2; 3/. Установка состоит из одного надземного реактора без подогрева с ручной загрузкой, выгрузкой и перемешиванием сырья.

Конструктивные недостатки включают недоработку системы ручного перемешивания, крайнее неудобства загрузки и выгрузки сырья. Отсутствие изоляции и обогрева реактора делают установку непригодной для круглогодичной эффективной работы.

Учитывая те или иные недостатки имеющихся БГУ в Кыргызстане, целесообразно разработать научно-обоснованную методику комбинированной системы теплоснабжения для частного дома в сельской местности с применением этих двух видов ВИЭ: **ССТСАТ и БГУ**.

Комбинированная система теплоснабжения работает по следующему принципу (рис.4): через циркуляционный насос-2 нагретый теплоноситель циркулирует через теплообменник -5 и солнечный коллектор-1 в замкнутом контуре.

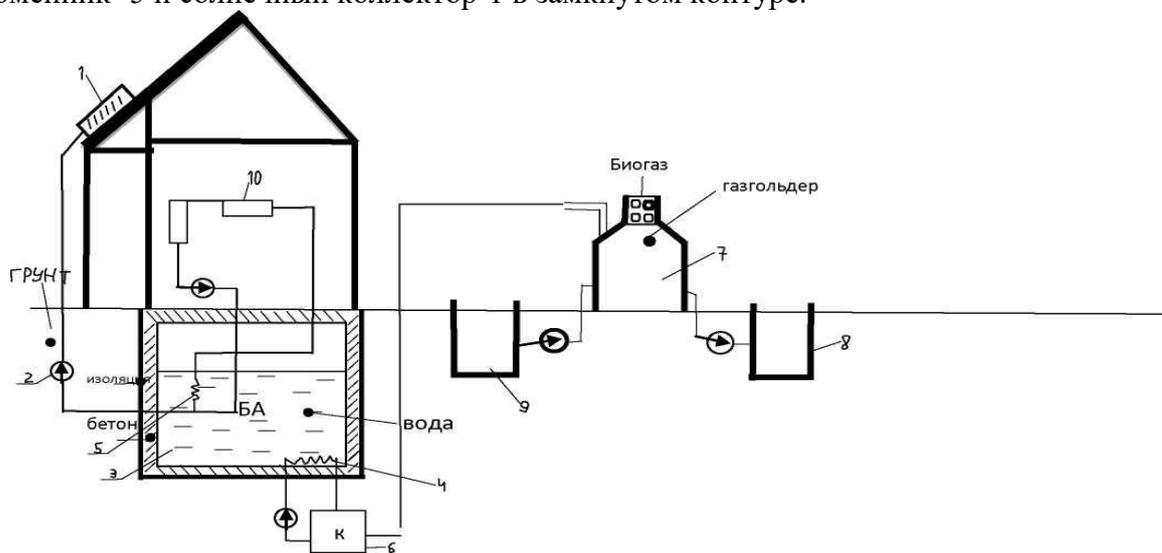


Рис.4. Комбинированная система теплоснабжения здания с использованием сезонного солнечного аккумулятора и БГУ

1-Солнечный коллектор; 2- циркуляционный насос; 5-теплообменник солнечного контура; 4- теплообменник газового контура; 3- сезонный аккумулятор тепла; 6- газовый котел; 7-метантенк; 8- выгрузочное устройство; 9- загрузочное устройство; 10-система с отопительными батареями здания.

С одной стороны в сезонном баке аккумуляторе аккумулируется тепло за счет солнечного контура, а с другой стороны для поддержания температуры теплоносителя в баке,

функционирует круглый год биогазовая установка. Выработанный биогаз нагревает воду в газовом котле-6. Через циркуляционный насос-2 подается нагретая вода в теплообменник газового контура - 4.

Таким образом температура теплоносителя в баке доводится до 90 °С и в отопительный период подается в систему отопления здания -10.

Естественно, при преобразовании энергии как из биомассы, так и из солнечной энергии в тепловую, возникнут определенные сложности. К примеру, одним из способов преобразования энергии биомасс является анаэробная переработка отходов в БГУ. При данном способе несомненным достоинством является его экологичность и возобновляемость, простота конструкции, а также низкие эксплуатационные затраты. Недостаток - нестабильность во времени и низкая плотность потока энергии.

Основной проблемой при проектировании зданий с сезонным аккумулярованием тепла является неравномерность наружной температуры, т.е. процесс является нестационарным. Наружная температура воздуха меняется не только в течении года, но и в течении месяца и даже суток. Этот фактор и вызывает сложность процесса управления.

Поэтому **основными задачами** при проектировании системы комбинированного теплоснабжения с применением сезонного аккумулярования тепла и биогазовых установок являются:

1. Анализ известных схемных решений и разработка на его основе принципиальной схемы функционирования комбинированной системы теплоснабжения, сочетающей в себе два вида возобновляемых источников энергии- солнечной и биомассы.

2. Разработка функциональной модели комбинированной системы теплоснабжения как совокупность отдельных взаимосвязанных блоков параметров, описывающих:

а) влияние внешней среды;

б) работу источников теплоты, использующих возобновляемую энергию солнца и биомассы.

3. Разработка алгоритма работы модели комбинированной системы теплоснабжения и его программная реализация.

4. Разработка теории, преобразования и передачи энергии при нестационарных режимах работы комбинированной системы.

5. Разработать методику расчета комбинированной системы теплоснабжения.

6. Определить рациональные параметры биореактора и солнечной системы сезонного бака аккумулятора.

Решение этих задач позволит разработать научно обоснованные методы расчета и выбора параметров системы комбинированного теплоснабжения с применением ВИЭ.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Веденев А.Г., Веденева Т.А. «Руководство по биогазовым технологиям», стр.5, «ДЭМИ», 2011

2. Веденев А.Г., Веденева Т.А. «Введение в биогазовых технологий», -Б.: «Алтын Принт», 2012.

3. Концептуальная нота. Материалы семинара для экспертов, инженеров, архитекторов и специалистов по холодильному делу и кондиционированию воздуха [Текст]/ Региональная озоновая сеть стран ВЕКЦА, Бишкек, Кыргызстан, 8 апреля 2015 г.

4. Насирдинова С. М. «Исследование и разработка систем солнечного теплоснабжения с использованием сезонных аккумуляторов тепла»

5. Насирдинова С.М. «К одной из задач использования сезонных аккумуляторов тепла», Известия КГТУ им. И. Раззакова №16, Бишкек, 2009.

6. Сохраняя тепло: Варианты городского теплоснабжения в Кыргызской Республике, 26 февраля 2015 г. - [www.worldbank.org/ru/.../urban-heating-options-for-the-kyrgyz-republi](http://www.worldbank.org/ru/.../urban-heating-options-for-the-kyrgyz-republi).

7. Обозов А.Дж., Саньков В.И., Насирдинова С.М. «Влияние экологической составляющей на экономическую эффективность солнечного дома», Известия КГТУ им. И. Раззакова №31, Бишкек, 2014.

8. Обозов А.Дж., Саньков В.И., Насирдинова С.М. “Выбор рациональных параметров сезонного бака- аккумулятора системы солнечного теплоснабжения”, Материалы 5-й международной научно-практической конференции; Таджикский Технический университет им. Академика М.С. Осими. Душанбе – 2011, стр.80-83.

9. Обозов А.Дж., Саньков В.И., Насирдинова С.М. ”Энергоэффективный солнечный дом”, Материалы 52-й научно-технической конференции, КГТУ им.И.Раззакова, Бишкек, 2010.

**УДК 621.316.1.-027**

### **МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РАЗУКУРУПНЕНИЮ СЕЛЬСКИХ ВОЗДУШНЫХ ЭЛЕКТРОЛИНИЙ 6-10 Кв**

*Кадыркулов Суеркул Сеитович, к.т.н., профессор, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, e-mail: [suerkul@mail.ru](mailto:suerkul@mail.ru), orcid.org/0000-0001-5478-0004*

*Рахматулов Ашурали Зокирович, аспирант кафедры “электроэнергетика”, КГРУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, e-mail: [918191467@mail.ru](mailto:918191467@mail.ru), orcid.org/0000-0002-3050-933X*

*Жусубалиева Бубуканипа Керимовна, к.т.н., доцент, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, e-mail: [jusubalievak@mail.ru](mailto:jusubalievak@mail.ru), orcid.org/0000-0003-0389-8656*

**Аннотация.** Путем анализа результатов замера суточных режимных показателей работы линий 10 кВ и ТП 10/0,4 кВ показана недопустимо низкий уровень напряжения существующих сельских воздушных сетях 0,38-10 кВ и обоснована актуальность реконструкции линий с высокими потерями напряжения путем их разукрупнения. Предлагается методика выбора точек разделения линий на части с образованием новых фидеров, обеспечивающих нормативные уровни напряжения в сети и потребителей.

**Ключевые слова:** линии 10 кВ, подстанции 10/0,4 кВ, потери напряжения, режимные показатели, разукрупнение фидера, точки разделения

### **METHODICAL APPROACH TO DECONTAMINATION RURAL AIR ELECTROLINES 6-10 kV**

*Kadyrkulov Suerkul Seitovich, Ph.D., Professor, KSTU. I. Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, pr. Ch. Aitmatov 66, e-mail: [suerkul@mail.ru](mailto:suerkul@mail.ru), orcid.org/0000-0001-5478-0004*

*Rakhmatuloev Ashurali Zokirovich, graduate student of the department "electric power industry", KGRU them. I. Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Ch. Aitmatov Ave. 66, e-mail: [918191467@mail.ru](mailto:918191467@mail.ru), orcid.org/0000-0002-3050-933X*

*Jusubalieva Bubukanipa Kerimovna, Ph.D., Associate Professor, KSTU. I. Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, pr. Ch. Aitmatov 66, e-mail: [jusubalievak@mail.ru](mailto:jusubalievak@mail.ru), orcid.org/0000-0003-0389-8656*

**Annotation.** By analyzing the results of measuring daily operating parameters of 10 kV lines and 10 / 0.4 kV TPs, the unacceptably low voltage level of the existing 0.38-10 kV rural air networks is shown and the relevance of the reconstruction of lines with high voltage losses by disaggregating

them is justified. The technique of selecting the points of dividing lines into parts with the formation of new feeders, providing the normative levels of voltage in the network and users, is proposed.

**Keywords:** 10 kV lines, 10 / 0.4 kV substations, voltage loss, operating parameters, feeder downscaling, separation points

Изучение эксплуатационного состояния сельских электросетей

6-10 кВ Кыргызстана и Таджикистана /1,2/, исследование путем замеров показателей их нагрузочных режимов, особенно уровня напряжения показали, что на высокой стороне абсолютного большинства питающ-ихся от них ТП 6-10 /0,4 кВ снижение напряжения значительно ниже /3/, чем допустимый предел - 7,5% /4/ от номинального, из-за чего на низкой их стороне напряжение существенно ниже чем, номинальное 400 В/табл.1/.

Как видно из табл.1, у абонентов ТП фидера 10 кВ независимо от места подключения питающей их ТП к фидеру, даже в середине дня уровень напряжения у абонентов снижается на 18-24 % , а его снижение в вечерние часы доходит до 25-33% . Замеры показывают, что снижение напряжения на шинах вторичной стороны ТП по мере удаления от начала фидера 6-10 кВ становится все значительнее.

Такое положение убедительно доказывает необходимость разработ-отки методических вопросов реконструкции сельских распределительных электросетей. Реконструкция (модернизация) электросетей должна решать комп-лекс задачи по кардинальному улучшению функционирования

Таблица 1 - Замеры суточных режимных показателей ТП 10/0,4 кВ, подключенных к разным точкам по длине фидера 10 кВ (осенне-зимний период 2016-2017гг.)

Мощность ТП, кВА, место установки на фидере 10 кВ	Часы замеров	Фазные токи $I$ (А) и линейное напряжение $U$ (В) на шинах 0,4кВ ТП 10/0,4 кВ						Ток на нулевом проводе $I_0$ (А)	Фазное $U_{\phi}$ , (В) у удаленного абонента	Снижение напряжен. у абонента, $\Delta U_{\phi}$ , в %
		Фаза АВ		Фаза ВС		Фаза АС				
		$I_{a,A}$	$U_{AB}$	$I_{b,A}$	$U_{BC}$	$I_c$	$U_{AC}$			
250 в начале	8-00	365	390	360	390	365	390	30	176,40	-19,82
	13-00	290	390	280	390	300	390	30	180,2	-18,1
	20-00	380	390	400	390	390	390	45	165,2	-25,1
400 в середи-не	8-00	550	370	550	370	550	370	25	160,7	-27,0
	13-00	405	380	405	380	405	380	25	173,4	-21,2
	20-00	560	370	560	370	560	370	20	156,3	-29,0
250 в конце	8-00	360	340	370	340	345	340	45	151,7	-31,0
	13-00	325	350	355	350	320	340	65	166,5	-24,2
	20-00	365	340	405	340	390	340	25	147,6	-32,9

системы электроснабжения, включающим такие технико-экономических показателей, как повышение надежности работы, нормализация режима напряжения на всех участках распределительных электросетей и у потре -бителей, минимизация потерь энергии в элементах сетей и снижение их аварийности. Решение этих задач достигается применением различных средств повышения эффективности работы (СПЭР) электросетей.

Отличительной особенностью задачи реконструкции действующих сельских электросетей 0,38-10 кВ является то, что при практической реализации проектов их



где  $\Delta U_{уд\%}$  - удельные потери напряжения в процентах на один км отрезка линии (фидера) длиной  $l_m$ , выполненной проводом конкретной марки и сечения;

Обозначим произведение  $l_m \cdot S_{расч} = B_{нвп}$ , назовём его **нормативным весовым параметром** конкретного фидера, величина которого определяет часть длины его МЧФ  $l_m$  начиная от головного выключателя фидер, выполненный конкретным проводом с определенной нагрузкой т.е. **значение** произведения  $l_m \cdot S_{расч}$  позволяет определить на МЧФ точку разделения фидера (разукрупнения) с образованием нового фидера. Как видно из рис.1, у фидера его МЧФ выполнен проводом АС-50, для которого согласно /2/ удельные потери напряжения  $\Delta U_{уд\%} = 0,68 \cdot 10^{-3} \% \text{ кВАкм}$ . По выражению (1) для фидера на рис. 1 находим значение нормативного весового параметра  $B_{нвп}$

$$B_{нвп} = l_m \cdot S_{расч} = 7,5\% / 0,68 \cdot 10^{-3} \% = 11029,4 \text{ кВА} \cdot \text{км}.$$

Для нахождения места разделения фидера на головном участка его МЧФ подбираем точку, которая соответствует произведению  $l_m \cdot S_{расч} = 11029,4 \text{ кВАкм}$ . Проверка расчетом показывает, что точка разделения фидера на рис. 1 находится за суммарной установленной мощностью 8 ТП, где эта сумма равна 2660 кВА, т.е.

$$l_{норм1} = B_{нвп} / K_{рост} \cdot S_{расч} = 11029,4 / 0,77 \cdot 0,65 \cdot 1,07 \cdot 2660 = 6,85 \text{ км}$$

т.е. разделение (разукрупнение) фидера выполняется на МЧФ на расстоянии 6,85 км от головного выключателя (ГВ) фидера. При этом потери напряжения в конце вновь образованного фидера (ВОФ1) составит

$$\Delta U_1 \% = \Delta U_{уд\%} \cdot S_{расч1} \cdot l_{мчф1} = 0,68 \cdot 10^{-3} \cdot 0,77 \cdot 0,65 \cdot 2660 \cdot 6,85 = 6,2\%$$

Проверим оставшуюся (отделенную) вторую часть фидера на рис.1 на требование нормативного уровня потерь напряжения. Оставшаяся часть МЧФ фидера также имеет провод сечением АС-50, а длина МЧФ  $l_{ум} = 17,58 - 6,85 = 10,73 \text{ км}$ , количество ТП на ней  $n = 15$  с суммарной установленной мощностью  $\sum S_{ТП} = 8120 - 2660 = 5460 \text{ кВА}$ . При таких параметрах процент потерь напряжения в конце линии составит

$$\Delta U_i \% = \Delta U_{уд\%} \cdot S_{ур} \cdot l_{ум} = 0,68 \cdot 10^{-3} \cdot 0,725 \cdot 0,65 \cdot 5460 \cdot 10,73 = 20,09\%,$$

Так, как  $20,09\% > 7,5\%$ , т.е. потери напряжения существенно превышают нормативный уровень, поэтому необходимо дальнейшее разукрупнения остальной части фидера.

Как видно из схемы рис.1, сечение провода МЧФ отделенной части фидера также АС-50, поэтому и для него  $\Delta U_{уд\%} = 0,68 \cdot 10^{-3} \% \text{ кВА км}$  и величина нормативного весового параметра  $B_{нвп}$  остается неизменной. Установленная мощность ТП на втором участке МЧФ (рис.1) 3360 кВА. Тогда длина второго участка МЧФ по выражению

$$l_{норм1} = B_{нвп} / K_{рост} \cdot S_{расч} = 11029,4 / 1,07 \cdot 0,77 \cdot 0,65 \cdot 3360 = 5,41 \text{ км}.$$

Процент потерь напряжения в конце второго ВОФ2

$$\Delta U_i \% = \Delta U_{уд\%} \cdot S_{ур} \cdot l_{ум} = 0,68 \cdot 10^{-3} \cdot 0,77 \cdot 0,65 \cdot 3360 \cdot 5,41 = 6,18 \% < 7,5\%$$

Таким образом вторая точка разделения фидера рис.1 выполняется в точке 3 на МЧФ.

Остальная часть фидера, начиная с точки 3 образует третью ВОФ3 с параметрами: длиной МЧФ 5,32 км, суммарной установленной мощностью 1960 кВА. Потери в конце третьего ВОФА2 составляет

$$\Delta U_i \% = \Delta U_{уд\%} \cdot S_{ур} \cdot l_{ум} = 0,68 \cdot 10^{-3} \cdot 0,79 \cdot 0,65 \cdot 1960 \cdot 5,32 = 3,9\% < 7,5\%$$

Таким образом, фидер по рис.1 разделен на 3 новых ВОФ.

На неразукрупненной (основной) схеме фидеров точка их разделения (разрыва) на ее МЧФ показано знаком ( $\angle$ ).

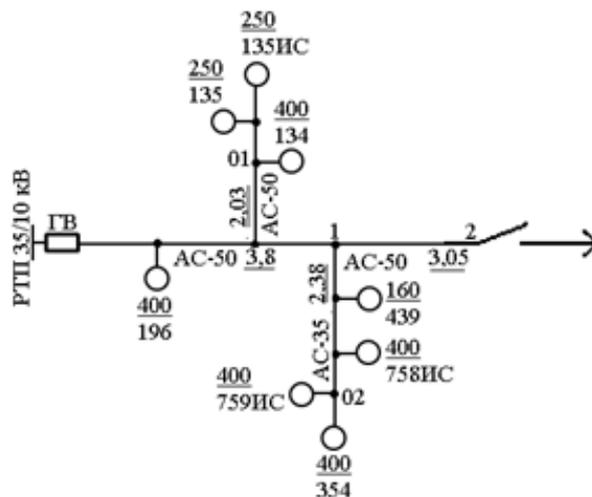


Рис.2. Фидер 10 кВ ВОФ1 Основные параметры общая длина  $L_{\Sigma}=11,26$  км; длина МЧФ  $l_{мчф} = 6,85$  км, суммарная установленная мощность ТП  $S_{\Sigma}= 2660$  кВА, количество ТП  $n=8$ .

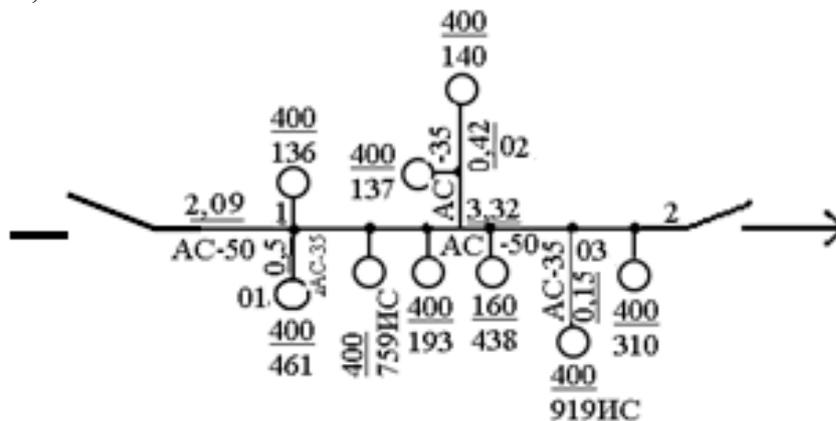


Рис.3. Фидер 10 кВ ВОФ2 Основные параметры общая длина  $L_{\Sigma}=6,48$  км, длина МЧФ  $l_{мчф} = 5,41$  км, суммарная установленная мощность ТП  $S_{\Sigma}= 3360$  кВА, количество ТП  $n=9$ .

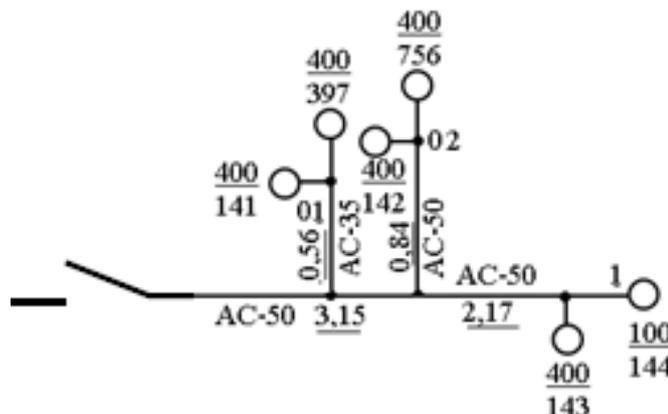


Рис.4. Фидер 10 кВ ВОФ3.  $L_{\Sigma}=6,72$  км,  $l_{мчф}=5,32$  км,  $S_{\Sigma}=2100$  кВА  $n = 6$

### Литература

1.Кадыркулов С.С. Показатели аварийности сельских электросетей 10 кВ долинных районов Кыргызстана и задачи повышения их надежности [Текст] / С.С. Кадыркулов // Центр научно–технической информации по энергетике и электрификации. Серия: строительство сельских электросетей, вып.7 (198). – М. – 2001.

2. Рахматулов А.З. О характеристике сельских электросетей Таджикистана, состояние их надёжности работы и качества электроснабжения [Текст] / А.З. Рахматулов // Весник: Курган - Тюбенского государственного университета имен Носира Хусрава, (научный журнал) серия естественных наук №2/2(54). Бохтар – 2017 г.

3. Рахматулов А.З. О методическом подходе к определению распределения потерь напряжения по длине ВЛ 6–10 кВ [Текст] / Р.Т. Каражанова, А.З. Рахматулов, О.М. Медетбеков // Известия Ошского технологического университета № 1/2018, Материалы Республиканской научно – практической конференции «Физико–технические проблемы в образовании и науке», – Ош, 2018.

4. Министерство энергетики Республики Беларусь. Технический кодекс установившейся практики ТКП 385–2012 (02230). Нормы проектирования электрических сетей внешнего электроснабжения напряжением 0,4 – 10 кВ. Изд. официальное, Мн.: 2012, 48 с.

УДК 66. 013. 6: 658.26 (575.2)

## ПОЛИТИКА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

*Касымова Гульсара Токтокуновна, Заведующая Лабораторией «Энергосбережение, энергоэффективность и экология» Научно-исследовательского института энергетики и экономики при Государственном комитете промышленности, энергетики и недропользования Кыргызской Республики, (+996)312 510348, Кыргызстан, г. Бишкек, Ахунбаева 119, e-mail: [gulsara.kasimova@gmail.com](mailto:gulsara.kasimova@gmail.com), [orcid.org/0000-0002-0934-5924](https://orcid.org/0000-0002-0934-5924)*

**Аннотация.** После приобретения независимости, в Кыргызской Республике предприятия теплоэнергетической отрасли в своей производственной деятельности и до настоящего времени еще руководствуются многочисленными нормативными документами, которыми пользовались в период существования Советского Союза.

Созданная законодательная база Кыргызской Республики в области топливно-энергетического комплекса требовала разработки механизмов ее реализации. Одним из основных приоритетных направлений было создание национальной нормативной документации, регулирующей деятельность между поставщиками и потребителями тепловой энергии.

Многочисленные жалобы населения по вопросу некачественной подачи тепловой энергии, отсутствие счетчиков тепловой энергии, нормативной документации по расчету оплаты за тепловую энергию, позволили упорядочить вопросы взаимоотношений между поставщиками и потребителями тепловой энергии.

Для этого была создана нормативная документация в виде контрактов, Правил и Методик по расчету тепловой энергии в области теплоэнергетики, действующими до настоящего времени на территории республики. Политика энергосбережения в различных отраслях экономики, являющаяся приоритетом высшего руководства страны, позволила также создать ряд нормативных правовых актов, стратегий, планов действий и программ по рациональному и экономному использованию тепловой энергии как у поставщиков, так и у потребителей тепловой энергии.

**Ключевые слова:** тепловая энергия, топливно-энергетический комплекс, жилищно-коммунальное хозяйство, энергосбережение, энергоэффективность, энергетический аудит, бюджетные организации

POLICY OF ENERGY SAVING IN THE HEAT AND ENERGY INDUSTRY OF  
THE KYRGYZ REPUBLIC

*Kasymova Gulsara Toktokunovna, Head of the Energy Saving, Energy Efficiency and Ecology Laboratory of the Research Institute of Energy and Economics under the State Committee of Industry, Energy and Subsoil Use Kyrgyz Republic, (+996)312 510348, Kyrgyzstan, Bishkek, Ahunbaeva 119, e-mail: [gulsara.kasimova@gmail.com](mailto:gulsara.kasimova@gmail.com), [orcid.org/0000-0002-0934-5924](https://orcid.org/0000-0002-0934-5924)*

After gaining independence, in the Kyrgyz Republic, the enterprises of the heat and power industry in their production activities are still guided by numerous regulatory documents that were used during the existence of the Soviet Union.

The created legislative base of the Kyrgyz Republic in the field of the fuel and energy complex required the development of mechanisms for its implementation. One of the main priorities was the creation of a national regulatory documentation governing the activities between suppliers and consumers of thermal energy.

Numerous complaints of the population regarding the poor quality of heat supply, the absence of heat meters, normative documentation on the calculation of payment for heat energy, made it possible to streamline the relationship between suppliers and consumers of heat energy.

For this purpose, regulatory documents were created in the form of contracts, Rules and Methods for calculating thermal energy in the field of thermal power engineering, which are still in force in the territory of the republic. The policy of energy conservation in various sectors of the economy, which is a priority of the country's top leadership, also made it possible to create a number of regulatory legal acts, strategies, action plans and programs for rational and economical use of heat energy from both suppliers and consumers of heat energy.

**Keywords:** heat energy, fuel and energy complex, housing and communal services, energy saving, energy efficiency, energy audit, budget organizations

Генеральная Ассамблея ООН, отмечает, что большинство людей в развивающихся странах не имеет доступа к энергии, которая является движущей силой развития и решения глобальных проблем во всех странах. В связи с чем, резолюция ООН [1] объявила период 2014–2024 гг. «Декадой устойчивой энергии для всех». Кыргызская Республика активно включилась в программу «Декада устойчивой энергии для всех».

С распадом Советского Союза, в республике произошел резкий спад промышленного производства, а структура потребления тепловой и электрической энергии кардинально изменилась. Основная доля потребления тепловой (80-90%) и электрической энергии (50-70%) приходится на население, остальная часть приходится на бюджетную сферу и прочую категорию потребителей.

Постепенный рост экономики приводит к ежегодному дефициту электрической энергии, величина которой в среднем составляет около 3 млрд. кВт·ч. Отсутствие финансовых средств на ремонтные работы энергосектора, по причине низкого тарифа на энергоносители, отрицательно влияет на надежность тепло- и электроснабжения. Надежность электроснабжения является особенно низкой в отопительный сезон, так как население, включая потребителей централизованной системы теплоснабжения ввиду некачественной подачи тепла, использует электроэнергию на цели отопления.

В связи с дефицитом электроэнергии, подъем экономики уже в ближайшее время будет происходить в сложных условиях энергосбережения для всех ее отраслей. Основным потенциалом энергосбережения сосредоточен в отраслях топливно-энергетического комплекса (далее-ТЭК), включая теплоэнергетику, а также в зданиях и сооружениях жилищно-коммунального хозяйства (далее – ЖКХ).

Основным документом, устанавливающим стратегическую базу для развития ТЭК в стране, является «Национальная энергетическая программа Кыргызской Республики на 2008 - 2010 гг. и Стратегия развития топливно-энергетического комплекса до 2025 года» [2].

Одним из приоритетом энергетической стратегии является достижение рационального и эффективного использования энергетических ресурсов и повышение качества жизни населения.

Мониторинг реализации задач в области энергосбережения, показал декларативный характер действующей Стратегии. Причиной этому, в частности, явилось отсутствие механизмов их реализации и как правило дефицит финансовых средств, институциональной структуры по энергоэнергосбережению и энергоэффективности и другое.

Правительством КР актуализируется. Стратегия развития ТЭК на период до 2040 года, в основном нацеленная на продвижение политики энергосбережения и энергоэффективности в различных отраслях экономики страны с целью сокращения дефицита энергии в стране.

Одобренная Президентом КР в 2018 году, «Национальная стратегия развития Кыргызской Республики на 2018-2040 годы» [3] нацелена на решение вопросов энергосбережения и энергоэффективности во всех отраслях экономики, включая сектор теплоэнергетики, внедрение энергосберегающих технологий, ответственности руководителей предприятий за нерациональное использование топлива и энергии.

В Кыргызской Республике создана законодательная база в виде законов «Об энергосбережении» [5] и «Об энергоэффективности зданий» [6]. В целях реализации закона «Об энергосбережении», принятого в 1998 году, по вопросу рационального использования энергоресурсов в области теплоэнергетики, а также упорядочения вопросов теплоснабжения и потребления тепловой энергии потребителями теплоснабжающих организаций, впервые в стране были приняты нормативные правовые акты в области теплоэнергетики.

Так, в 2002 году была принята действующая «Методика расчета тепловой и электрической энергии для зданий» [7], в 2004 году - «Долгосрочная стратегия развития теплоснабжения в Кыргызской Республики» [8], действуют Правила пользования и учета тепловой энергии, типовые договора на поставку тепловой энергии населению и прочим потребителям тепловой энергии. Вышеуказанные нормативные правовые акты приняты при непосредственном участии автора статьи.

С приобретением независимости, при поддержке международных организаций, в стране реализовываются пилотные проекты по энергоаудиту и принятию энергосберегающих мер в жилищно-коммунальном секторе экономики. Результаты показали, что предприятия ЖКХ могут снизить энергопотребление на 13% только простыми техническими методами, около 30% экономии тепловой энергии достигается за счет улучшения теплозащитных качеств ограждающих конструкций зданий, а также количественного и качественного регулирования тепловой энергии. Результаты пилотных проектов показал, что основной потенциал энергосбережения в зданиях и сооружениях сосредоточен в наружной оболочке здания. В целом потенциал экономии энергии по оценкам Комиссии Европейского Сообщества составил 58,0 тыс. МВт в год или 25% по электроэнергии и 750,0 тыс. Гкал или 15% тепловой энергии.

Долгосрочная Стратегия теплоснабжения предусматривает мероприятия по улучшению теплозащитных качеств ограждающих конструкций зданий, внедрение энергоэффективного отопительного оборудования, организационные меры, основные принципы собственности и деятельности, переходы на более эффективный режим работы источников тепла, частичную децентрализацию теплоснабжения, закрытие неэффективных котельных и другие меры. Теплоснабжающие организации постепенно внедряют энергосберегающее отопительное и котельное оборудование, устанавливают у населения индивидуальные счетчики горячей воды, а при наличии финансовых средств – теплосчетчики в элеваторных узлах жилых зданий.

Организации бюджетной сферы полностью оснащены тепловыми счетчиками с целью экономии тепловой энергии и соответственно бюджетных средств. Внедрение тепловых

счетчиков у бюджетников позволило сэкономить тепловую энергию на 30% по сравнению с расчетной величиной, полученной на основании Методики. Теплоснабжающие организации при предоставлении счетов на оплату за тепловую энергию населению до настоящего времени используют Методику ввиду отсутствия у населения теплосчетчиков. Задача повсеместной установки тепловых счетчиков у населения является приоритетной задачей руководства страны с целью сокращения бюджетного субсидирования этой категории потребителей.

Ежегодный дефицит электроэнергии в последние годы, поставил перед Правительством КР принятие срочных решений по реализации политики энергосбережения и планирование политики энергоэффективности. В связи с чем, Министерством энергетики и промышленности КР при поддержке экспертов проекта CASEP Европейского Союза и непосредственном участии автора статьи разработана и принята Правительством КР «Программа Правительства КР по энергосбережению и планированию политики энергоэффективности Кыргызской Республики на 2015 - 2017 годы» [9]. Программа уже сегодня требует актуализации на период до 2024 года.

С момента принятия Стратегии страны, ряда вышеназванных стратегических национальных и государственных программ по энергосбережению, отмечается ограниченный прогресс в достижении поставленных целей. Очевидно, что за последние годы многие вызовы остаются нерешенными, которые негативно влияют на ТЭК страны.

Не смотря на имеющиеся барьеры в продвижении политики энергосбережения, руководство страны ежегодно предпринимает меры по ее реализации. Так, Правительство КР делегировало свои полномочия по проведению единой государственной политики по энергосбережению Государственному комитету промышленности, энергетики и недропользования КР (далее – ГКПЭиН КР) [10], а внедрение механизмов энергоэффективности и энергосбережения, в том числе энергетического аудита поручено Научно-исследовательскому институту энергетики и экономики при ГКПЭиН КР (далее – НИИЭЭ) [11].

Государственным уполномоченным органом в области строительства и архитектуры совместно с уполномоченным органом по продвижению политики энергосбережения продвигается отраслевая программа по энергоэффективности, направленная на усовершенствование нормативной базы в области теплозащитных качеств ограждающих конструкций зданий и сооружений, ужесточению требований строительных норм и правил, сертификации зданий, отопительных систем теплоснабжения и котельного оборудования, внедрение энергетических паспортов предприятия, включая здания и сооружения.

По поручению Правительства КР [12,13,14], начиная с 2017 года под руководством автора, НИИЭЭ проводит энергетическое обследование и анализ лимитов и фактическое потребление тепловой и электрической энергии в зданиях бюджетных организаций с целью повышения эффективности использования энергоресурсов и бюджетных средств, выделяемых на коммунальные услуги. Работы по энергообследованию продолжаются.

### **Список литературы**

1. Резолюция Генеральной Ассамблеи ООН. Содействие расширению использования новых и возобновляемых источников энергии. A/RES/67/215: принята 21 декабря 2012 года.
2. Национальная энергетическая программа на 2008-2010 гг. и Стратегия развития ТЭК до 2025 года [Текст] / г.Бишкек, Кыргызская Республика: Жогорку Кенеша, 14.04. 2008 г., №346 -IV - 69 с.
3. Национальная стратегия развития КР на период 2018-2040 годы. [Текст] / г.Бишкек, Кыргызская Республика: Дом Правительства, 13.08. 2018 г., №1 - 150 с.
4. Закон Кыргызской Республики «Об энергосбережении» №88 от 7 июля 1998 года. [Текст] / г. Бишкек, Кыргызская Республика: Дом Правительства, в редакции 24.12. 2008 г., №268 - 5 с.

5. Закон Кыргызской Республики «Об энергетической эффективности зданий». [Текст]/ г. Бишкек, Кыргызская Республика: Дом Правительства, 26.07. 2011 г., №137 - 7 с.
6. Методика расчета тепловой и электрической энергии зданий [Текст] / г. Бишкек, ИС ГАЭ при ПКР: 24.09.2002 г., №151-п – 87 с.
7. Долгосрочная стратегия развития теплоснабжения в Кыргызской Республике. [Текст] / г. Бишкек, Кыргызская Республика: Дом Правительства, 27.04. 2004 г., №300 – 7 с.
8. Программа Правительства КР по энергосбережению и планированию энергоэффективности на 2016-2017 гг. [Текст] / г. Бишкек, Кыргызская Республика: Дом Правительства, 25.08. 2015 г., №601 - 16 с.
9. «О вопросах подведомственных организаций Государственного комитета промышленности, энергетики и недропользования Кыргызской Республики» [Текст] / г. Бишкек, Кыргызская Республика: Дом Правительства, 16.12. 2015 г., №687 - 22 с.
10. «О внесении изменений и дополнений в некоторые решения Правительства Кыргызской Республики» [Текст] / г. Бишкек, Кыргызская Республика: Дом Правительства, 29.04. 2016 г., №225 - 2 с.
11. Распоряжение Правительства Кыргызской Республики [Текст] / г. Бишкек, Кыргызская Республика: Дом Правительства, 04.04.2016 г., №140-р - 14 с.
12. Распоряжение Правительства Кыргызской Республики. О внесении изменений в распоряжение Правительства КР от 04.04.2016 г. №140-р [Текст] / г. Бишкек, Кыргызская Республика: Дом Правительства, 09.02.2017 г., № 35-р - 4 с.
13. Распоряжение Правительства Кыргызской Республики. [Текст] / г. Бишкек, Кыргызская Республика: Дом Правительства, 20.06. 2017 г., №208-р - 18 с.

УДК: 628.312.3:621.3.036.272

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ЧЕРНОТЫ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ТРУБОК ПРИ ЕСТЕСТВЕННОЙ КОНВЕКЦИИ

*Стамбекова Гүлзада Анаркуловна, преподаватель кафедры «Теплоэнергетика», (+996)545183, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, e-mail: [stambekova80@mail.ru](mailto:stambekova80@mail.ru), [orcid.org: 0000-0003-2757-5632](https://orcid.org/0000-0003-2757-5632)*

Рассмотрены протекающие процессы теплообмена в ряде промышленных объектов, выполнен анализ процессов теплообмена, выявлены факторы присущие данным процессом и зависимость коэффициента конвективной теплоотдачи от скорости потока и характера движения, от формы и размера обтекаемого тела, от свойств и состояния среды, приведены законы описывающие процессы теплопроводности и конвективного теплообмена, рассмотрены режимы течения при свободной и вынужденной конвекции.

Экспериментально исследованы зависимости степени черноты  $\varepsilon$  горизонтальных трубок от температуры стенки.

Актуальность данной работы следует из анализа в справочных данных по степени черноты для различных материалов. Как правила в справочниках представлены значения степени черноты лишь для отдельных или в каком-либо интервале температур.

Поэтому была поставлена задача выявить зависимость степени черноты от температуры стенки для металлических трубок (серая и черная).

Данная задача является актуальной еще и потому, что в настоящее время применяются новые лакокрасочные и теплоизоляционные материалы степени черноты и их зависимость не изучены.

**Ключевые слова:** воздух, температура воздуха, естественная конвекция, степень черноты, коэффициент теплоотдачи, критерий Грасгофа и Нуссельта, конвективный теплообмен, закон Ньютона-Рихмана.

## DETERMINATION OF THE DEGREE OF BLACKNESS OF HORIZONTAL TUBES AT NATURAL CONVECTION

*Stambekova Gulzada Anarkulovna, teacher the department of "Thermal Engineering", KSTU them I.Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek city, st. Ch. Aitmatova 66, e-mail: [stambekova80@mail.ru](mailto:stambekova80@mail.ru), [orcid.org: 0000-0003-2757-5632](https://orcid.org/0000-0003-2757-5632)*

The ongoing heat exchange processes in a number of industrial objects are considered, analysis of heat exchange processes is carried out, factors inherent in this process and the dependence of the convective heat transfer coefficient on the flow rate and the nature of movement, on the shape and size of the streamlined body, on the properties and state of the environment are described, the laws describing the processes of heat conduction and convective heat transfer, flow regimes under free and forced convection are considered.

The dependences of the degree of blackness of horizontal tubes on the wall temperature were experimentally investigated.

The relevance of this work follows from the analysis in the reference data on the degree of blackness for various materials. As rules in reference books, the values of the degree of blackness are presented only for individual or in any temperature range.

Therefore, the task was to identify the dependence of the degree of blackness on the temperature of the wall for metal tubes (gray and black).

This task is also relevant because at the present time new paintwork and heat-insulating materials of the degree of blackness are used and their dependence has not been studied.

**Keywords:** air, air temperature, natural convection, blackness, heat transfer coefficient, Gragof and Nusselt criterion, convective heat transfer, Newton-Richman law.

### Введение

Конвекция – это перенос тепла при перемещении микрочастиц подвижной среды (газа или жидкости) в пространстве из области с одной температурой в область другой температуры [2].

В зависимости от причины возникновения движения подвижной среды различают: вынужденную и естественную конвекцию [2].

При естественной конвекции движение жидкости или газа происходит вследствие действия подъемной силы, возникающей в самой среде, из-за разности плотностей нагретых и холодных частиц подвижной среды [1].

**Актуальность данной работы** следует из анализа в справочных данных по степени черноты для различных материалов. Как правила в справочниках представлены значения степени черноты лишь для отдельных или в каком-либо интервале температур.

Поэтому была поставлена задача выявить зависимость степени черноты от температуры стенки для металлических трубок (серая и черная).

Для выполнения данной задачи нами выполнен экспериментальный стенд, который представлен на рис.1.

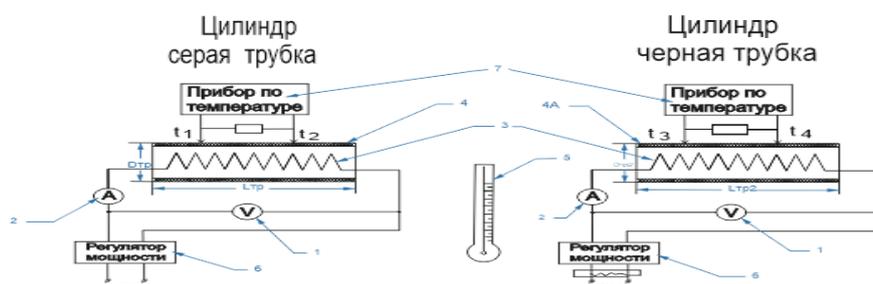


**Рис.1. Экспериментальный стенд для определения степени черноты горизонтальных трубок при естественной конвекции**

Данная задача является актуальной еще и потому, что в настоящее время применяются новые лакокрасочные и теплоизоляционные материалы степени черноты и их зависимость не изучены.

Выполненные исследования является I этапом в изучении зависимости степени черноты от температуры поверхности различных стенок.

Исследование проводилось при естественной конвекции при различных стационарных режимах установки (рис.2).



**Рис.2. Принципиальная схема установки для определения зависимости степени черноты горизонтальных труб при естественной конвекции.**

- 1-вольтметр;
- 2-амперметр-марка HELES CR-52;
- 3-источники тепла (эл.нагреватель);
- 4- цилиндрическая серая трубка; 4А-цилиндрическая черная трубка;
- 5-термопара ( $t_1, t_2$ ) и ( $t_3, t_4$ );
- 6-прибор для измерения температуры марки REXC 700;
- 7-термометр (ртутн.) °С;
- 8-переключатель термопар;
- 9-регулятор мощности марки POWER.Regulation.

По достижению каждого стационарного режима производились измерения.

1. Температура поверхности трубок ( $t_{ст}$ ) измерялось с помощью хромель-копелевых термопар;

2. Температура окружающей среды (воздуха,  $t_b$ ) измерялось с помощью термометра ТЛ с ценной деления  $0,1^{\circ}\text{C}$ ;

3. Напряжения и ток измерялись с помощью вольтметра и амперметра.

4. Изменение мощности на нагреватель осуществлялось с помощью регулятора напряжения.

Результаты измерений всех параметров представлены в табл.1 и 2.

**Результаты измерений (серая трубка)**

табл.1

№ опыта	$t_1, ^{\circ}\text{C}$	$t_2, ^{\circ}\text{C}$	I, A	U, В	W, Вт	$t_b, ^{\circ}\text{C}$
1	37	37	2,1	0,54	1.109	22
2	52	52	3	0,88	2.627	22
3	74	76	3,7	1,4	5.44	22
4	86	86	4,8	1,44	6.9	22
5	109	109	6	1,7	10.2	22
6	138	139	7,2	2,16	15.6	22
7	161	161	8,6	2,6	22.4	22
8	199	199	9	3,69	33.21	22

**Результаты измерений (черная трубка)**

табл.2

№опыта	$t_3, ^{\circ}\text{C}$	$t_4, ^{\circ}\text{C}$	I, A	U, В	W, Вт	$t_b, ^{\circ}\text{C}$
1	32	34	1.9	0.42	0.800	22
2	45	43	2.5	0.8	2	22
3	46	48	2.55	0.94	2.4	22
4	58	61	3.5	1.2	4.2	22
5	63	63	3.6	1.28	4.64	22
6	72	69	3.7	1.6	5.92	22
7	79	81	4.5	1.76	7.92	22
8	90	88	5.1	2	10.2	22
9	100	101	6	2.26	13.56	22

**Обработка результатов производилось следующим образом:**

Тепло, выделяющееся в единицу времени на электронагревателе  $Q_3$  определялось по формуле:

$$Q_3 = I \cdot U, \text{ Вт}$$

где I – сила тока, (А);

U – эл. напряжение, (В).

Оно равно количеству тепла, переданному за одну секунду в окружающую среду за счет конвективного теплообмена и теплового излучения:

$$Q_3 = Q_k + Q_l$$

Количества тепла переданного за счет конвективного теплообмена в окружающую среду определялось по формуле Ньютона- Рихмана [4]:

$$Q_k = \alpha \cdot F \cdot (t_{ст} - t_b)$$

Коэффициент теплоотдачи  $\alpha$  определялся посредством теории подобия из критериев Нуссельта:

$$\alpha = \frac{Nu \cdot \lambda}{d}$$

Для определения критериев Nu использовалось уравнение [4] [стр.95-96] рекомендуемое для горизонтальных трубок при произведении  $10^3 < Gr_{ж} \cdot Pr_{ж} < 10^8$  и представляет следующий вид:

$$Nu = 0,46 (Gr)^{0,25}$$

где критерий Gr определяется по следующей формуле:

$$Gr = \frac{g \cdot \beta \cdot (t_{ст} - t_{в}) \cdot d^3}{\nu_{в}^2}$$

где  $g - 9,81 \text{ м/с}^2$ , ускорение свободного падения;  $\nu$  – коэффициент кинематической вязкости воздуха,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;  $\beta = \frac{1}{t_{в} + 273}$  – коэффициент объемного расширения газов;  $d_{тр} = 10 \text{ мм}$ .

При  $t_{в}$  были получены физические свойства сухого воздуха [3].

Таким образом, определив критерий Gr, Nu определяем:

- коэффициент теплоотдачи  $\alpha$ ;
- количество тепла, переданное конвективным теплообменом  $Q_k$ .

Зная количество тепла  $Q_{эл.}$ ,  $Q_k$  определяется количества тепла переданное излучению  $Q_l$  по уравнению:

$$Q_l = Q_{эл} - Q_k$$

Степени черноты трубок  $\varepsilon$  определялись по следующей формуле [4]:

$$\varepsilon = \frac{Q_l}{C_0 \cdot \left[ \left( \frac{T_c}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_{в}}{100} \right)^4 \right] \cdot F}$$

где  $C_0 - 5,67 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}^4$ , коэффициент излучения абсолютно черного тела;  $F$  – внешняя поверхность трубок,  $\text{м}^2$ ;  $T_{в}$  и  $T_c$  – соответ-но абсолютные температуры воздуха и стенки,  $\text{К}$ .

**Результаты расчетов показаны в сводных таблицах 3 и 4:**

**Сводная таблица (серая трубка)**

табл.3

N реж.		$t_{в}, \text{ }^\circ\text{C}$	$W$	$Gr$	$Nu$	$\alpha$	$Q_k$	$Q_l$	$\varepsilon$
1	37	22	1.109	2178.63	3.14	8.15	1.03	0.079	0.1
2	52	22	2.627	4357.27	3.73	9.7	2.44	0.187	0.11
3	75	22	5.44	7.698	4.3	11.17	5	0.44	0.13
4	86	22	6.9	9295.51	4.51	11.7	6.3	0.6	0.14
5	109	22	10.2	12636.08	4.86	12.68	9.27	1.03	0.16
6	138	22	15.6	16848.12	5.24	13.6	13.25	2.35	0.23
7	161	22	22.4	20188.7	5.52	14.34	16.74	5.66	0.42
8	199	22	33.21	25707.9	5.82	15.12	22.48	10.73	0.54

**Сводная таблица (черная трубка)**

табл.4

N реж.		$t_{в}, \text{ }^\circ\text{C}$	$W$	$Gr$	$Nu$	$\alpha$	$Q_k$	$Q_l$	$\varepsilon$
1	33	22	0.8	1597.66	2.9	7.53	0.7	0.1	0.18
2	44	22	2.0	3289.31	3.483	9.048	1.672	0.328	0.27
3	47	22	2.4	3631.05	3.57	9.27	1.94	0.4	0.33
4	60	22	4.2	5681.54	4	10.4	3.32	0.88	0.4
5	63	22	4.64	5955	4.04	10.5	3.61	1.04	0.42
6	70	22	5.92	7176.68	4.234	11	4.43	1.49	0.5
7	80	22	7.92	8278.81	4.38	11.4	5.55	2.37	0.63
8	89	22	10.2	9731.24	4.568	11.87	6.68	3.52	0.7
9	100	22	13.56	11329	4.74	12.31	8.06	5.5	0.9

В результате получены следующие зависимости:

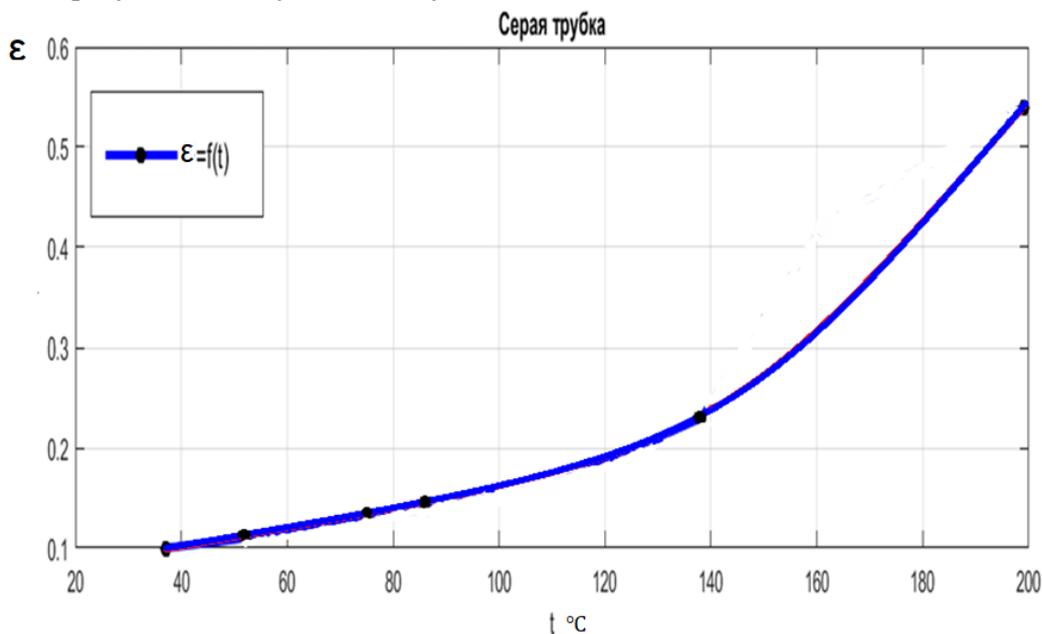


Рис.3. Зависимость степень черноты от температуры стенки трубы  $\epsilon=f(t)$

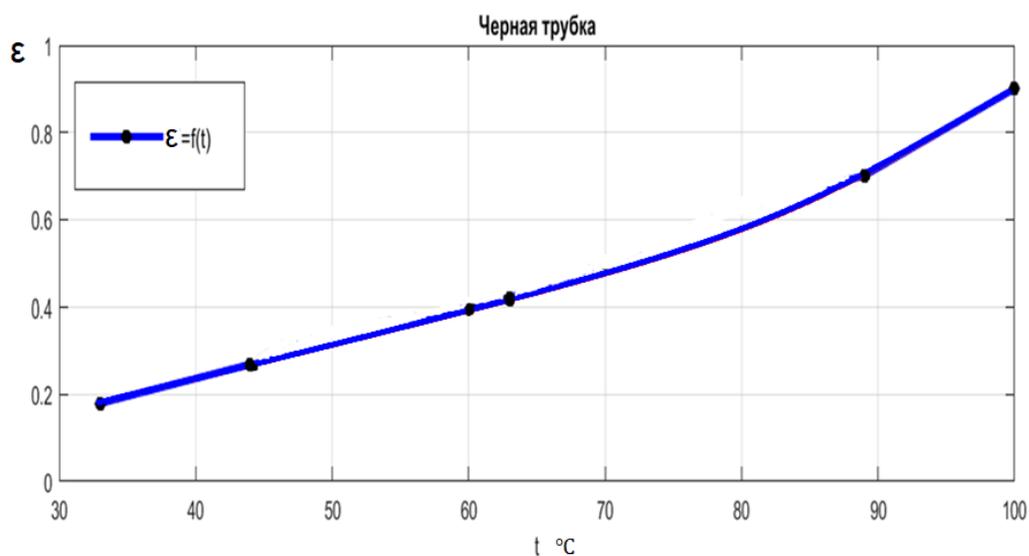


Рис.4. Зависимость степень черноты от температуры стенки трубы  $\epsilon=f(t)$

**Заключение.**

Из графика видно, что степень черноты  $\epsilon$  повышается с увеличением температуры стенки.

Создана экспериментальная установка, получены зависимость степени черноты  $\epsilon$  от температуры стенки серой трубки в интервале от 37<sup>0</sup>C до 199<sup>0</sup>C; а черной трубки от 33<sup>0</sup>C до 100<sup>0</sup>C.

Данная установка рекомендована в качестве лабораторной работы для исследования процессов конвективного теплообмена при естественной конвекции.

## Список литературы:

1. Баскаков А.П., Гуревич М.И. Общая теплотехника.
2. Исаченко В.П., Сукомел А.С. Теплопередача.
3. Теплотехнический справочник
4. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи.

УДК 661.961.1

### ОБ ОСНОВНЫХ НАУЧНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ РАЗВИТИЯ УГОЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В КЫГЫЗСТАНЕ

*Жумалиев Кубанычбек Мырзабекович, академик НАН КР, д.т.н., профессор, e-mail: [jkm56@mail.ru](mailto:jkm56@mail.ru),*

*Асанов Арстанбек Авлезович, д.т.н., профессор, e-mail: [Asanov52@mail.ru](mailto:Asanov52@mail.ru), spin-kod 5529-8915*

*Жаманкызов Насипбек Курманалиевич, д.т.н., доцент, e-mail: [nasip49@gmail.com](mailto:nasip49@gmail.com),*

*Алымкулов Салмор Аманович, д.т.н., профессор, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, г.Бишкек, пр. Чуй 265а, e-mail: [salmor55@mail.ru](mailto:salmor55@mail.ru), [orcid.org/0000-0002-4313-9307](https://orcid.org/0000-0002-4313-9307)*

В статье рассмотрена ситуация в энергетике Кыргызстана. Обоснована целесообразность развития угольной энергетики. Сформулированы основные направления исследования угольной генерации энергии на основе экологически чистых угольных технологий.

**Ключевые слова:** энергетика, угольная отрасль, генерация, стратегия, оборудование.

### ABOUT THE MAIN SCIENTIFIC DIRECTIONS OF THE DEVELOPMENT OF COAL ENERGY IN KYRGYZSTAN

*Zhumaliev K.M., d.t.s., professor, academician NAS KR, e-mail: [jkm56@mail.ru](mailto:jkm56@mail.ru),*

*Asanov A.A., d.t.s., professor, e-mail: [Asanov52@mail.ru](mailto:Asanov52@mail.ru), spin-kod 5529-8915*

*Jamankyzov N.K., d.t.s., e-mail: [nasip49@gmail.com](mailto:nasip49@gmail.com),*

*Alymkulov S.A., d.t.s., professor, KSTU, Kyrgyz Republic, e-mail: [salmor55@mail.ru](mailto:salmor55@mail.ru),*

The article considers the situation in the energy sector of Kyrgyzstan. The expediency of the development of coal energy has been substantiated. The main directions of the study of coal energy generation based on clean coal technologies are formulated.

**Key words:** energy, coal industry, generation, strategy, equipment.

Развитие цивилизации человечества вызывает во все возрастающих объемах потребность в топливно-энергетических ресурсах. Нынешняя мировая система энергообеспечения основывается по большей части на использовании не возобновляемых энергоносителей (нефть, газ, уголь, уран), а гидроресурсов. В последние десятилетия ускоренными темпами получает развитие возобновляемые источники энергии (ВИЭ) /6-8/.

Большим потенциалом для развития энергетики Кыргызстана, благодаря значительному количеству горных рек, обладает отрасль гидроэнергетики, а также коммунальная и промышленная энергетика, основанная на использовании ископаемых углей. На самой многоводной и мощной реке в республике – реке Нарын построен уникальный каскад гидроэлектростанций во главе с флагманом кыргызской энергетики Токтогульской ГЭС.

Производственная база гидроэнергетики Кыргызстана в текущий момент включает в себя 9 крупных электростанций и столько же малых электростанций, суммарной проектной мощностью всего около 3000 МВт, хотя Кыргызстан по своим потенциальным возможностям мог бы выработать больше и стать крупным производителем электроэнергии в регионе.

В текущий момент вырабатываемый объем электроэнергии в основном идет на внутренний рынок, так до 70 % потребляет население, остальное идет на поддержку промышленности, бизнеса и других потребителей. В этих условиях для дальнейшего сбалансированного и диверсифицированного экономического развития страны необходимы кардинальные решения, в первую очередь, потребуются формирование качественной производственной инфраструктуры и новых энергогенерирующих мощностей.

Гидроэнергетика - это одновременно и сильная, и слабая сторона энергетики Кыргызстана. Сильная потому, что гидроэнергетика не загрязняет окружающую среду и стоимость электроэнергии существенно ниже других возобновляемых источников энергии и составляет около 0.01 долл. США. Слабая – это первоначальные высокие затраты и длительный срок окупаемости, а также то, что в годы маловодья нуждается в поддержке от других более затратных источников энергии. И все же, несмотря на слабые стороны, гидроэнергетика является магистральным путем развития энергетических мощностей и увеличения выработки электроэнергии для потребностей основных секторов экономики страны. По подсчету специалистов, в настоящее время гидроэнергетический потенциал страны освоен на 10%. Поэтому согласно стратегии развития страны на 2020-2040 годы, будут привлекаться инвестиции на строительство и реконструкцию следующих объектов: Камбаратинской ГЭС-1 и ГЭС-2, Верхненарынского каскада ГЭС и Ак-Булунской ГЭС, Учкурганской ГЭС, Атбашинской ГЭС и Токтогульской ГЭС. Уже есть планы строительства и даже начаты строительство малых ГЭС на малых реках, насчитывающих сотнями.

Вместе с тем, следует заметить, что в Энергостратегии-2030 должное внимание было уделено чрезмерной ориентации на водные ресурсы и снижению доли угля в топливном балансе, составляющих одну из основных проблем, которые сдерживают развитие топливно-энергетического комплекса КР, и представляют угрозу ее энергетической безопасности. Для адекватного преодоления сложившихся негативных тенденций должна быть поставлена задача формирования рационального топливно-энергетического баланса в результате снижения доли воды и соответствующего увеличения доли угля.

Имея разведанных 1.3 млрд.т угольных запасов Кыргызстан все же испытывает нехватку углеводородов и зависимость массового завоза из соседней страны. В стране функционирует единственная ТЭЦ г. Бишкек на угле. Она пошла модернизацию, мощность генерирующей станции достигла 800 МВт. Однако, при потребности угля до 1.0 млн. т. зависимость от импортируемого угля осталось, например, более 50 % от объема потребного угля завозится из Казахстана. В перспективе рассматривается строительство крупного ТЭС на месторождении бурого угля Кара-Кече в Нарынской области /4,5/.

Вселяет надежду и то, что Кыргызстан намерен в рамках принятой стратегии и далее развивать ускоренными темпами топливно-энергетический комплекс страны, улучшать законодательную и нормативную базу в энергетической сфере.

В текущий момент проблема рационального использования природных ресурсов с учетом современных повышенных требований экологии становится в числе наиважнейших. Это касается и угольной отрасли, которая начинает возрождаться после десятилетий застоя. Основное применение добываемого в республике угля в настоящее время энергетическое, т.е. получение тепла и электроэнергии /1/.

В современных условиях классическая энергетика достигла предела в части эффективности использования топлива, а также имеет наивысшую степень загрязнения окружающей среды по сравнению с другими угле-водородными топливами. Отказаться от использования угля в энергетике сегодня и в ближайшие десятилетия невозможно, поэтому

необходимы решения, позволяющие повысить эффективность ее сжигания, а также снизить или во все ликвидировать выбросы в атмосферу вредных веществ /7,8/.

Кыргызстан имеет все предпосылки для развития этого приоритетного направления в виде колоссальных запасов угольного сырья, наличием простаивающих шахт во многих его регионах, трудовых ресурсов, потребностью в коксовых продуктах для вновь строящихся энергоемких заводов промышленного, строительного и металлургического профиля в дешевой тепловой и электрической энергии.

Для замены (вытеснения) экологически «грязных» способов использования угля нужны технологии, резко снижающие вредные выбросы в окружающую среду, необходимо разработка и внедрение принципиально новых, энергетически и экономически эффективных, экологически безопасных инновационных технологий и оборудования.

В кооперации отдельных институтов НАН КР и вузов республики, и в меру своих возможностей, заделов и финансовых ресурсов, начаты комплексные исследования по созданию экологически безопасных угольных технологий, позволяющих получать конкурентоспособные продукты и сравнительно дешевую тепловую и электрическую энергию. Эти исследования охватывают такие направления как /3,4,5/:

- замена импортируемых нефти и газа для технологических целей генераторным газом, получаемого из местных углей;
- получение эффективного пылеугольного топлива из коксовых продуктов взамен угольного сырья;
- выработка водяного пара со сверхкритическими параметрами на основе подземной газификации угля;
- использование механоактивированных деминерализованных угольных суспензий для угольной генерации энергии.
- производство бездымных высококалорийных топливных брикетов.

Эти направления исследования для внедрения их результатов на практике предполагают, помимо разработки инновационных технологий, создание новых видов технологического оборудования для их реализации.

Исходя из вышеизложенных позиций, имея определённый научный задел и практический опыт в этом плане, была подготовлен проект «Программы развития угольной отрасли Кыргызской Республики на 2018 – 2022 годы.

Основной целью Программы является дальнейшее развитие угольной генерации энергии, восстановление производственной инфраструктуры шахтерских городов республики, создание новых производств и рабочих мест, на основе разработки и производства угольной продукции с улучшенными потребительскими свойствами с использованием современных угольных технологий, а также сокращение технологического разрыва с зарубежным уровнем.

Эта цель может быть достигнута при использовании нескольких групп технологических процессов с применением в большей части обогащенного угля. Исходя из вышеизложенного, предлагаемая концепция развития угольных технологий в этой Программе включает целый ряд направлений, основанных на современных достижениях и прогнозе приоритетных направлений фундаментальной и прикладной отечественной и мировой науки в указанной сфере.

Исследования и разработки в этом направлении за рубежом сосредоточены вокруг решения ряда проблем, среди них: использование современных технологий бездымного сжигания и переработки угля в газообразное и обгаженное твердое топливо. И уже достигнуто первые результаты: удельные затраты на сооружение больших энергогенерирующих мощностей обходятся 1200 – 1800 долл. США на 1 Квт; сроки сооружения снижаются на 4-5 лет; окупаемость при комплексном подходе к переработке угля намного ниже, чем аналогичных по мощности гидростанций, отсутствует отвод земли под водохранилища и т.д.

Согласно стратегии развития страны 20-40 выработка электроэнергии к 2025 году должна быть удвоена и составит до 30 млрд. кВт\*ч в год. Это даст нам возможность не только полностью обеспечить электроэнергией внутреннее потребление и привлечь в страну стратегические энергоёмкие производства, такие как ферросплавные, или алюминиевые заводы, но и поставлять электроэнергию в экспорт. Рынок для этого имеется, например, страны Южной Азии – Афганистан, Пакистан и Индия инициировали проект CASA-1000. Рынок этих стран представляет для нас огромный интерес, так как пик годовой потребности в электроэнергии в них приходится на летний период. т.е. как раз тогда, когда Кыргызстан имеет большие избытки из-за сброса воды из Токтогульского водохранилища для нужд соседних стран.

### **Литература**

1. Асанов А.А. Переработка угля – основа новых технологий и энергетики Кыргызстана. – Бишкек. ИЦ «Текник», 2011. – 215 с.
2. Асанов А.А. Развитие современных угольных технологий в Кыргызстане. /соавторы А.А. Асанова, К.К. Орозов, Горный журнал (Россия) № 6, 2016 , с. 61 – 65.
3. Асанов А.А. Современное состояние, проблемы и перспективы развития угольной энергетики Кыргызстана/Известие КГТУим. И.Раззакова №4(44) 2017, с 45-53
4. Джаманбаев А.С. Угли Киргизии и пути их рационального использования. – Фрунзе, :Илим, 1983. – 150 с.
5. Жумалиев К.М., Алымкулов С.А., Асанов А,А., Сарымсаков Ш.С. Исследование и разработка технологии производства угольных брикетов для промышленных и коммунально-бытовых нужд. Бишкек,из-во «Макспринт»,2012, 254 с.
6. Современные природоохранные технологии в электроэнергетике: информационный сборник / под общей ред. В.Я. Путилова. М.: Издательство МЭИ, 2007. -406 с.
7. Технологии эффективного и экологически чистого использования угля: сборник докладов международной научно-технической конференции. М.:ОАО «ВТИ», 2009. - 392с.
8. Экологически чистая энергетика: концепция и краткое описание проектов Государственной научно-технической программы. М.: Информэлектро, 1990. -192 с.

**УДК 621.3 016. 351: 621.31**

### **АЙЫЛ ЧАРБА КЕРЕКТӨӨЧҮЛӨРҮН ЭЛЕКТР МЕНЕН ЖАБДУУ СИСТЕМАЛАРЫН СТАТИКАЛЫК ТУРУКТУУЛУГУН КАМСЫЗДОУ**

*Суеркулов Манас Асанбекович, профессор КГТУ, И.Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университети, Кыргыз Республикасы, Бишкек шаары*  
*Бийгазиева Калмира Жорупбековна, И.Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университети, Кыргыз Республикасы, Бишкек шаары, e-mail: kalmira.beygazieva@mail.ru*

**Аннотация:** Бул макалада статикалык туруктуулукту караганда системанын генераторлорунун роторлорунун салыштырмалуу кыймылынын пайда болуу шартын табуу жана процесстин мындан ары өнүгүүсүн кеңири анализдебестен машинанын баштапкы кыймылындагы (монотондуу же термелүү түрүндө өскөн өтмө процесстин пайда болуу мүмкүнчүлүгү) анын мүнөзүн ачып берүү каралат.

**Ачкыч сөздөр:** транспорт логистикасы, транспорт инфраструктурасы, шаар жериндеги кыймыл.

---

**ENSURING WAYS OF STATIC STABILITY OF ELECTRIC SUPPLY SYSTEM OF AGRICULTURAL CONSUMERS**

---

*Suerkulov Manas Asanbekovich, Professor of KSTU I Razzakov, Kyrgyz state technical university named I Razzakov, Bishkek, Kyrgyz Republic*

*Biyyazieva Kalmira Zhorupbekovna, Kyrgyz state technical university named I Razzakov, Bishkek, Kyrgyz Republic, e-mail: kalmira.beygazieva@mail.ru*

**Annotation:** In this article consideration of static stability is assumed only to find the conditions for the relative motion of rotors of the system generators and identification of its character in the initial stage of motion of machines (possibility of a monotonically or vibrationally growing transition process) without a detailed analysis of the further course of the process.

**Keywords:** transport logistics, transport infrastructure, urban traffic.

**Аннотация:** В данной статье рассмотрении статической устойчивости предполагается только нахождение условий возникновения относительного движения роторов генераторов системы и выявление его характера в начальной стадии движения машин (возможность возникновения монотонно или колебательно нарастающего переходного процесса) без подробного анализа дальнейшего протекания процесса.

**Ключевые слова:** транспортная логистика, транспортная инфраструктура, движение в условиях городской среды

Татаал электр системасынын статикалык туруктуулугун толук анализдегенде ок менен бир мезгилде айланганына жараша роторлордун, бардык генератордун жалпы айлануусу катары кароо зарыл. Өз ара акырын ылдамдыкта система генераторлорунун роторлор менен өз ара орун которуусу бири-бирине болгон катышы өз ара туруктуулугуна жараша болот.

Мындай учурда роторлордун жалпы айлануусунан (өз ара же салыштырма туруктуулук) тышкары роторлордун өз ара которулуусун гана кароо жетиштүү. Статикалык туруктуулукту караганда системанын генераторлорунун роторлорунун салыштырмалуу кыймылынын пайда болуу шартын табуу жана процесстин мындан ары өнүгүүсүн кеңири анализдебестен машинанын баштапкы кыймылындагы (монотондуу же термелүү түрүндө өскөн өтмө процесстин пайда болуу мүмкүнчүлүгү) анын мүнөзүн ачып берүү каралат.

Баштапкы кыймылдаткычтын ылдамдыгын автоматтык түрдө жөнгө салуу динамикасын эсепке алганда системанын статикалык туруктуулугуна анализ жыштыктын монотондуу же термелме өзгөрүүсүнүн – “жыштыктын туруксуздугунун” пайда болуу (машинанын өз ара кыймылынын басаңдоосуна карабастан) мүмкүнчүлүгүн таба алат. Бирок баштапкы кыймылдаткычтын ылдамдыгын автоматтык түрдө жөнгө салуу анализи автономдуу иштөө (станциянын жалпы шинасына кошулган бир же эки генератор) шартына чечиле турган өзүнчө маселе катары каралат. Мындай анализдин негизинде кабыл алынуучу чечимдер системадагы жыштыктын туруксуздугун дээрлик жокко чыгарат. Жыштыкты жана активдүү кубаттуулукту жөнгө салуу системасы болгон учурда айрым учурда системанын статикалык туруктуулук анализине жана жыштыктын (жыштык менен кубаттуулукту экинчилик жөнгө салуу жай таасир этүүчү болуп саналат жана бул жөнгө салуунун туруктуулугун камсыздоону жеңилдетсе дагы) өзгөрүүсүнө карата зарылдык пайда болот.

Электр системасынын статикалык туруктуулугун эсептөө төмөнкүдөй максатты көздөйт:

а) акыркы режим параметрлерин аныктоо, мисалы электр берүүнүн бул же тигил линиясы менен акыркы берилүүчү кубаттуулукту ( $P_{np}$ ), кооптуу чыңалуусун  $U_{кр}$ , жүктөмдү кубаттандырган системанын негизги түйүн чекиттерин ж.б. [Л.13];

б) запастын коэффициентинин жана электр берүү линиясы менен активдүү кубаттуулуктун коё берилүүчү агымынын маанисин аныктоо;

- кубаттуулук боюнча запастын коэффициенти

$$K_p = \frac{P_{пр} - P_0 - \Delta P}{P_0} 100\% \quad (1.1)$$

мында  $P_0$  – баштапкы режимде берилүүчү кубаттуулук;  $\Delta P$  – системалар аралык жөнгө салынбаган переток, ал системалар аралык байланышта эсепке алынат;

- берилген запас коэффициентинде берилүүчү кубаттуулукта

$$P_{доп} = \frac{P_{пр} - \Delta P_n}{K_{рн} + 100} \cdot 100 \quad (1.2)$$

мында  $K_{рн}$  и  $\Delta P_n$  – запас коэффициентинин маанисине жана чыңалуу боюнча запас

$$K_U = \frac{U_0 - U_{кр}}{U_0} 100\%$$

коэффициентине , (1.3) [Л.1] ылайык каралуучу режимге кабыл алынган кубаттуулук боюнча жөнгө салынбаган системалар аралык перетокко шайкеш келет;

мында  $U_0$ ,  $U_{кр}$  – түйүн чекитинин чыңалуусу баштапкы жана акыркы (кооптуу) режимдерге ылайык келет;

- АРВ түздөлүүчү параметрлер боюнча запас коэффициенти

$$S_x = \frac{K_{макс} - K_{мин}}{K_{макс} + K_{мин}} \quad (3.4)$$

мында  $K_{макс}$  и  $K_{мин}$  – статикалык туруктуулук жаатындагы чекке туура келген түздөлүүчү параметрлердин максималдуу жана минималдуу маанилери;

в) энерго системаларынын статикалык туруктуулуктун жогорулатуу үчүн иш-чараны тандоо же өткөрүп бергич механизмдин берилген өткөрүү жөндөмүн камсыздоо;

г) өтмө процесстердин туруктуулуктун жана сапатын жакшыртууга багытталган талаптарды иштеп чыгуу. Мында чыңалууну колдоонун талап кылынуучу тактыгын камсыздаган автоматтык козгоо регуляторлорунун түздөгүчү тандалып алынып, өз алдынча термелүү чегинде туруктуулук запасы жана өтмө процесстердин мыкты сапат көрсөткүчтөрү аныкталат.

Эсептөө методдорун жана эсептөө каражаттарын тандоо эсепти дайындоо, идеализация даражасы жана системанын татаалдыгы менен аныкталат.

Статикалык туруктуулуктун бузулуу процесси ( $\delta$  салыштырма бурчтардын өзгөрүү мүнөзү боюнча апериодикалык же периодикалык болушу мүмкүн, анда статикалык туруктуулуктун эки маселесин карап чыгуу кажет [Л.10, 12, 39] .

Автоматтык жөнгө салуу түзүлүшү электр системасында өз алдынча термелүүсүз бардык текшерилген режимде камсыздайт деп болжолдонот. Мындай учурда электр системасынын акыркы режимин аныктоодо төмөнкүдөй маселе турат:

- каралуучу системаны сыпаттаган мүнөздүү теңдеменин эркин мүчөсүнүн нөлгө барабардык шарты боюнча;

- тийиштүү практикалык критерийи боюнча;

- энергосистеманын иштөө режиминин атайын уюштурулган итерация процессинин окшоштугу боюнча.

Көп учурда апериодикалык туруктуулукту анализдөө менен чектелүүгө уруксат берилет.

Бул иште [Л.1, 2, 3] келтирилген методдорго ылайык өз алдынча термелүү мүмкүнчүлүгүн эске алуу менен статикалык туруктуулукту эсептөө маселеси каралат. Бул

эсептер электр системасында жаңы элементтер пайда болгон учурда зарыл. козголуу жана жөнгө салуу жаңы системалары менен жары конструкциядын генераторлору менен кубаттуу четтетилген станциялар, алыска электр берүү линиялары ж.б.; системанын система конфигурациясы өзгөргөндө эки система биригип, аралык система кошулат, кошумча подстанциялар киргизилет ж.б.

Бул үчүн татаал электр системасынын математикалык сыпаттамасы келтирилип, статикалык туруктуулукту эсептөө жүргүзүлөт, андан соң энерго системасынын баштапкы режиминин оордотуусун аткаруу зарыл жана өз алдынча термелүүсүн эске алуу менен энерго системанын статикалык туруктуулугун эсептөө аткарылат.

Төмөндө катуу таасир берүүчү АРВ бир нече станцияларды (подстанция) катыган татаал системанын статикалык туруктуулугун эсептөө жүргүзүүнүн ырааттуулугуна мисал келтирилет:

а) бардык АРВ режимдик параметрлерин четтөөсүн жөнгө салуу коэффициенти (станция шинасынын чыңалуусун колдоо тактыгынын негизинде) жана турукташтыруу параметрлеринин кошумча параметрлеринин коэффициенти (куру бекер жүрүшүндө генераторлордун туруктуулук шарты боюнча) тандалып алынат;

б) номиналдуу кубаттуулук режиминдеги ар бир эквиваленттүү синхрондук машинанын негизги турукташтыруу параметрлеринин коэффициентинин тегиздигинде салыштырмалуу кыймылдын туруктуулук жагы эсептелет жана ички тармагынын эң чоң коэффициенти тандалып алынат;

в) берилген мүнөздүү режимдер үчүн эквиваленттүү синхрондук машинанын АРВ туруктуу параметрлеринин тегиздигинде негизги кыймылдын тармагы эсептелет;

г) бөлүнгөн станцияга туруктуулук тарабы болбосо, бул станциянын АРВга кошумча туруктуу параметрлери киргизилип, эсептөө кайталанат;

д) бөлүнгөн станцияга туруктуулук тарабы болсо, анын ичиндеги коэффициенттери тандалып, системанын калган синхрондук машиналарына ырааттуулук менен негизги кыймыл туруктуулугунун тараптарын эсептөө жүргүзүлөт.

#### **Корутунду:**

1. Баштапкы кыймылдаткычтын ылдамдыгын автоматтык жөнгө салуу динамикасын автономдуу (станциянын жалпы шинасына кошулган бир же эки генератор) иштөө шартына чечилген өзүнчө мсале катары кароо зарыл. Мындай анализдин негизинде кабыл алынуучу чечим системадагы жыштыктын туруксуздугун дээрлик жокко чыгарат.

2. Электр менен жабдуу системасынын статикалык туруктуулугун эсептөө үчүн татаал электр системасынын математикалык сыпаттамасы келтирилип, андан соң өз алдынча термелүүнүн жоктугунда статикалык туруктуулукту эсептөө аткарылгандан кийин энергетикалык системанын баштапкы режимин оорлотууну жүргүзүп, өз алдынча термелүүнү эске алып, энергетикалык системанын статикалык туруктуулугун эсептөө аткарылат.

#### **Колдонулган адабияттардын тизмеси:**

1. Жданов П.С. Вопросы устойчивости электрических систем. / Под ред. Л.А.Жукова. – М.: Энергия, 1979. 456 с., ил.

2. Куликов Ю.А. Переходные процессы в электрических системах. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002. 283 с.

**ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА. МАТЕМАТИКА И ФИЗИКА**

УДК 004.942

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕДАЧИ И ПРИЁМА  
РЕАЛИЗАЦИЙ ШУМА**

*Ваниюков Андрей Юрьевич, ст. преп., КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66. Тел: +996 (312) 542986, e-mail: [vanjukov@rambler.ru](mailto:vanjukov@rambler.ru), ORCID ID 0000-0003-4861-8945*

**Аннотация.** В работе исследуется обработка реализаций шума с полным учётом помех и искажений в канале. В модели учитывается действие мешающего сигнала, аддитивного шума, импульсных помех, полосовой фильтрации. Математическое моделирование проводилось на компьютере с использованием программы Mathcad. Реализации шума получены путём использования функции случайной генерации чисел и последующей цифровой фильтрацией. Для демодуляции использовался оптимальный корреляционный приём сигналов. На основе модели рассчитана вероятность ошибки, которая указывает на возможность передачи в рассмотренных условиях. Проанализированные сигналы могут использоваться для передачи сообщений по различным каналам связи, в частности по электросети. Преимуществом рассматриваемого метода является высокая помехоустойчивость, энергетическая скрытность, электромагнитная совместимость с другими сигналами, передаваемыми в этом же канале в той же полосе частот. Предложенный способ может обеспечить одновременную передачу большого числа различных сигналов, не требуя их согласования во времени. Данный метод может использоваться для передачи по проводам высокого напряжения сигналов от датчиков и к исполнительным устройствам системы «умный дом». Рассмотренная математическая модель достаточно близка к практической реализации, поскольку задаёт все источники воздействия на передаваемый сигнал, а также использует математические действия, подобные операциям в микропроцессорах.

**Ключевые слова:** реализация шума, вероятность ошибки, мешающий сигнал, шум, моделирование, отношение сигнал/шум, отчёты, электросеть.

**MATHEMATICAL MODELING OF TRANSMISSION AND RECEPTION OF  
NOISE REALIZATION**

*Vaniukov Andrei Y., senior teacher, KSTU named after I.Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, c. Bishkek, Ch. Aitmatov avenue, 66. Phone: + 996 (312) 542986, e-mail: [vanjukov@rambler.ru](mailto:vanjukov@rambler.ru), ORCID ID 0000-0003-4861-8945*

**Abstract.** The article studies the processing of noise realizations with full account of noise and distortion in the channel. The model takes into account the action of the interfering signal, additive noise, impulse noise, bandpass filtering. Mathematical modeling was carried out on a computer using Mathcad program. Noise realizations are obtained by using the function of random number generation and subsequent digital filtering. Optimal correlation signal reception was used for demodulation. Based on the model, the error probability is calculated, which indicates the possibility of transmission under the considered conditions. The analyzed signals can be used to transmit messages through various communication channels, in particular through the power grid. The advantage of this method is high noise immunity, energy secrecy, electromagnetic compatibility with other signals transmitted in the same channel in the same frequency band. The proposed method can

provide simultaneous transmission of a large number of different signals without requiring their agreement in time. This method can be used to transmit signals from sensors and to actuators of the "smart home" system via high voltage wires. The considered mathematical model is close enough to practical implementation seeing it sets all sources of influence on the transmitted signal and uses mathematical actions similar to operations in microprocessors.

**Keywords:** noise realization, error probability, interfering signal, noise, modeling, signal to noise ratio, samples, supply network.

### Введение

Обычно для передачи дискретной информации используются различные импульсы, например, радиоимпульсы. Передаваемый сигнал является комбинацией радиоимпульсов с различными частотами, амплитудами и фазами. Примерами таких методов является дискретная фазовая модуляция и квадратурная амплитудная модуляция [1], шумоподобные сигналы [2].

В связи с развитием технологий и методов цифровой обработки сигналов появляется возможность использования реализаций шума для передачи информации. Этот метод можно использовать для передачи скрытой информации, так как реализации шума малой мощности будут «сливаться» с шумом в канале. Другим преимуществом передачи сигналов в виде шума является организация многоканальной связи, т.е. возможность передачи информации от нескольких источников. Плюсом применения реализаций шума является их слабое влияние на обработку других сигналов.

Рассмотренный метод может использоваться в различных каналах связи. Для математического моделирования возьмём следующий случай – передачу реализаций шума по электросети. Передача по электросети данных используется достаточно давно, однако в существующих системах используются другие способы передачи и достигаются иные цели. В частности не ставится задача защиты и скрытия передаваемой информации, в то время как рассматриваемый способ обеспечивает энергетическую скрытность и затрудняет нарушение целостности и конфиденциальности передаваемой информации для злоумышленника. Передача данных по электросети является одним из вариантов организации обмена данными в системе «умный дом».

Целью исследования является исследование процесса передачи и приёма реализаций шума на основе математической модели в условиях воздействия мешающего сигнала, шума, импульсных помех в канале и полосовой фильтрации. Научная новизна работы заключается:

1. в рекомендациях использовать реализации шума для передачи сигналов;
2. в асинхронной передаче данных для системы «умный дом» по электросети;
3. в создании полной математической модели в программе Mathcad.

### Передача сигналов по электросети

Электрическая сеть имеется практически повсеместно. Традиционно используется для передачи энергии на частоте  $50 \text{ Гц}$ . В тоже время известно, что силовые провода могут передавать сигналы на более высоких частотах. Основным преимуществом передачи дополнительных колебаний по электросети является отсутствие необходимости прокладки дополнительных кабелей. Однако способ передачи данных по электросетям даёт значительные искажения, так как кроме промышленной частоты в  $50 \text{ Гц}$  в составе спектра имеются гармонические составляющие, многие электроприборы вносят существенные помехи. Дальность передачи сигналов ограничивается трансформаторами и другими устройствами, которые не передают высокие частоты, поэтому передачу дополнительных данных по электросети ограничивают пределами одного дома или офиса. Для защиты от утечки данных на кабель, по которому подаётся сетевое напряжение, устанавливают фильтр,

подавляющий частоты выше промышленной частоты [3]. Рассмотрим известные технологии передачи данных по сетям 220/380 В.

Система X10 [4] является наиболее старой и применяется для управления бытовыми приборами через электросеть. Для передачи выбран сигнал частотой 120 кГц и длительностью 1 мс, причём передача ведётся только при прохождении синусоиды через ноль. Команда передаётся в течение 0,8 с, а скорость передачи данных на физическом уровне составляет 50 бит/с. Протокол X10 не распознаёт коллизии, т.е. если будут переданы одновременно команды, то они не будут приняты. Технология обладает низкой помехоустойчивостью, что ограничивает его применение. В этом протоколе не предусмотрено методов защиты передаваемых данных.

Технология LonWorks [5] представляет собой набор протоколов для передачи данных по различным средам, в том числе по линии электропередач. Для этого задействуется полоса частот 125 – 140 кГц или 9 – 95 кГц. Для модуляции сигнала выбрана двоичная фазовая модуляция на частотах 132/115 кГц или 86/75 кГц, при этом скорость передачи данных составляет 5,4 кбит/с или 3,6 кбит/с. Технология LonWorks используется для автоматизации зданий, мониторинга и промышленной автоматизации. Стандарт достаточно широко распространён в мире. Технология не обеспечивает современные требования по защите информации на физическом уровне.

Технология HomePlug AV2 [6] основана на передачи данных на множестве поднесущих в диапазоне от 2 – 86 МГц. Используется как аналог беспроводных сетей передачи данных Wi-Fi со скоростью до 1 Гбит/с. Адаптеры используют шифрование для защиты передаваемых данных. Технология довольно чувствительна к качеству электропроводки и требует заземления.

Рассмотрев существующие технологии, видим их недостатки или в повышенной сложности организации системы, или стоимости, или в недостаточной помехоустойчивости, или в слабой скрытности и защите передаваемых данных.

### **Система «умный дом»**

Система «умный дом» – это комплексное решение по автоматизации инженерных сетей и действий человека в доме или офисе. Например, она может управлять отоплением, вентиляцией, освещением, выполнять функции сигнализации [7]. Все функции реализуются при помощи специальных датчиков (температуры, влажности, присутствия и т.д.), подключенных к контроллеру. Контроллер обрабатывает сигналы от датчиков и управляет исполнительными устройствами (управляемые розетки, клапаны и т.д.). В настоящее время известно множество технологий применительно к «умному дому», ни одна не стала общепринятым стандартом, что приводит к несовместимости оборудования и к трудностям для дальнейшей модернизации в будущем.

Применение рассматриваемого метода и результатов моделирования возможно для системы «умный дом» как средство передачи данных к контроллеру и от него. Для задания исходных данных к математическому моделированию определим, что в системе «умный дом» для передачи команд требуется время не более 0,1 с, что в принципе гарантирует работу системы в режиме реального времени. Допустим, что для передачи используется не более 16 бит на сообщение, тогда длительность элемента сигнала составит  $0,1 \text{ с} / 16 = 6,25 \text{ мс}$ . От выбора длительности реализации шума зависит скорость передачи данных и помехоустойчивость.

### **Описание модели**

В процессе исследования рассматривалась модель как на рис.1, состоящая из сумматоров и умножителей. Цифровая обработка производится над отсчётами различных сигналов, входящих в математическую модель. Реализация шума  $s_i$  умножается на  $\pm 1$  в зависимости от передаваемых двоичных данных и результат суммируется с мешающим

сигналом  $n_i$ . В данной модели учитывается влияние импульсных помех  $w_i$ . Шум в канале  $\xi_i$  является моделью тепловых шумов и других воздействий на полезный сигнал. Смесь сигналов передаётся по каналу связи. Фильтрация в канале и приёмнике учитывается наличием полосового фильтра (ПФ). Демодулятор (ДМ) выполнен на основе коррелятора и восстанавливает двоичные символы.

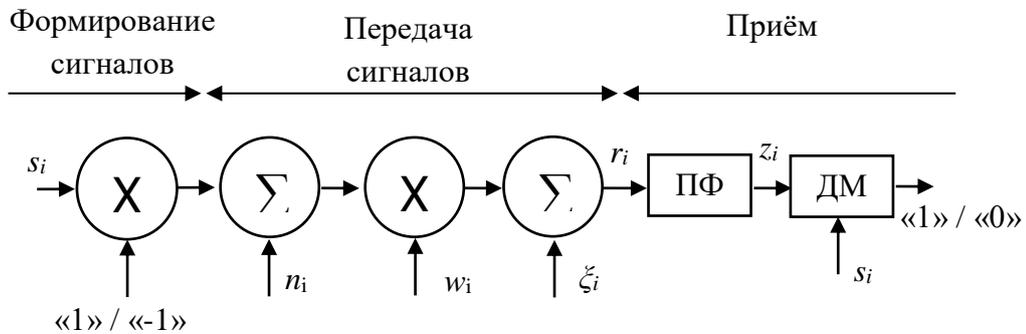


Рис. 1. Модель канала связи

В рассмотренной модели канала связи большое значение имеет вероятность ошибки, т.к. при большой вероятности ошибки организация связи будет практически невозможна. Поэтому итогом исследования является вероятность ошибки.

### Формирование сигналов

Цифровая обработка сигналов осуществляется в компьютере на основе программы Mathcad [8]. Для формирования реализаций шума используется функция  $rnd$ , которая генерирует случайную последовательность с широким спектром. Поэтому после генерации выполняется полосовая фильтрация, которая присутствует и в реальных каналах. Для моделирования выбран диапазон фильтрации реализаций шума 95 – 148 кГц, исходя из требований стандарта [9]. Частота дискретизации выбрана выше удвоенной максимальной частоты 148 кГц и составляет 324 кГц. Длительность реализации найдена ранее и составляет 6,25 мс, в этом случае на сигнал  $s_i$  отводится 2025 отсчётов. При передаче информации используются противоположные сигналы, которые, как известно из теории [10], обеспечивают наибольшую помехоустойчивость. Передача «1» соответствует передаче выбранной реализации шума, а передача «0» осуществляется «перевернутым» сигналом. При последовательной передаче битов без пауз при заданных выше параметрах обеспечивается скорость передачи 160 бит/с, что достаточно для автоматизации дома или офиса.

На рис.2 показаны отсчеты реализации шума (после фильтрации). На рис.3 изображён амплитудный спектр реализации шума, из которого видно, что спектр реализации шума подобен спектру квазизелого шума, т.е. включает все частоты в полосе 95 – 148 кГц.

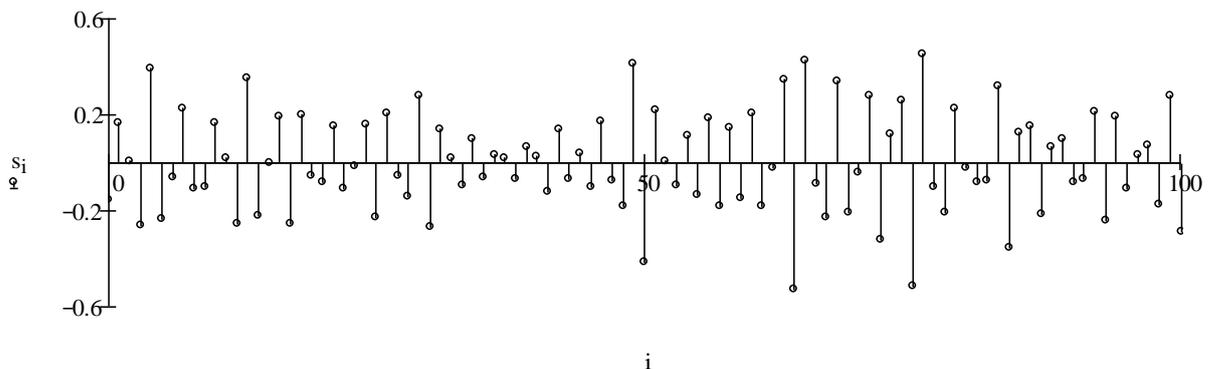


Рис.2. Реализация шума (первые 100 отсчётов)

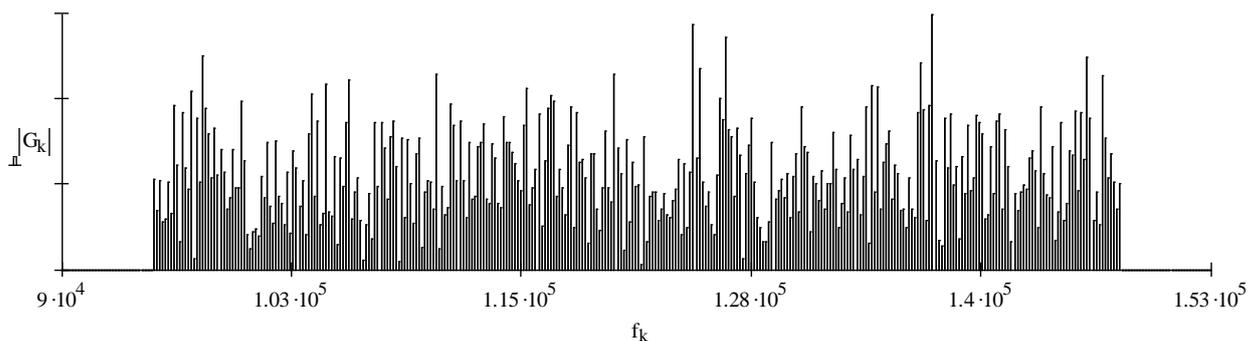


Рис.3. Спектр реализации шума

### Передача сигналов

Добавим в сигнал (рис.2) колебание с большей мощностью (мешающий сигнал), в этом случае появляется возможность передачи дополнительной информации. В качестве мешающего сигнала при передаче по электросети мы используем синусоидальное колебание частотой  $50 \text{ Гц}$  и с действующим значением  $220 \text{ В}$ , а также добавляем к нему гармоники. При математическом моделировании было выбрано соотношение по мощности относительно реализации шума  $s_i$  и мешающего сигнала  $n_i$  равное:

$$10 \lg \frac{\sum_i s_i^2}{\sum_i n_i^2} = -62 \text{ дБ}.$$

При выбранном отношении сигнал/шум  $-62 \text{ дБ}$  максимальный уровень сигнала по результатам моделирования не превышает  $116 \text{ дБ(мкВ)} = 0,63 \text{ В}$ , т.е. соответствует стандарту [9]. Отношение сигнал/шум для реализации  $s_i$  и шума  $\xi_i$  в модели (рис.4) выбрано равным:

$$10 \lg \frac{\sum_i s_i^2}{\sum_i \xi_i^2} = -15 \text{ дБ}.$$

Импульсные помехи задаются источником, который задаёт импульсы длительностью  $10 - 300 \text{ мкс}$  и амплитудой до  $400 \text{ В}$  на синусоиде напряжения сети (рис.5). В итоге сигнал с учётом воздействия всех видов помех показан на рис.6, где хорошо видно влияние импульсных помех.

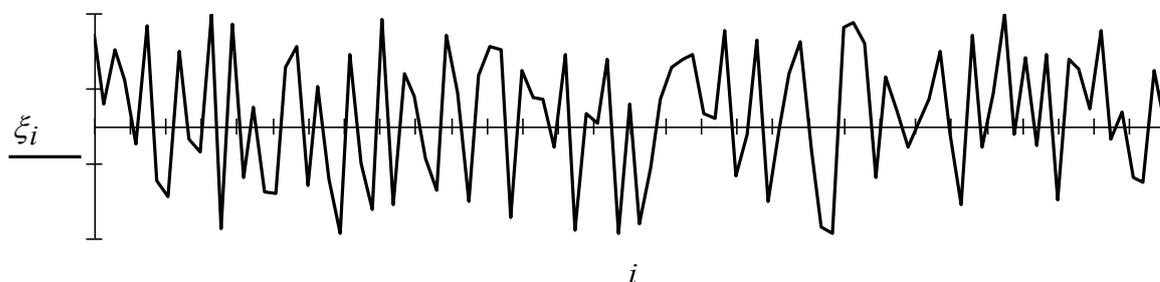


Рис.4. Шум в канале

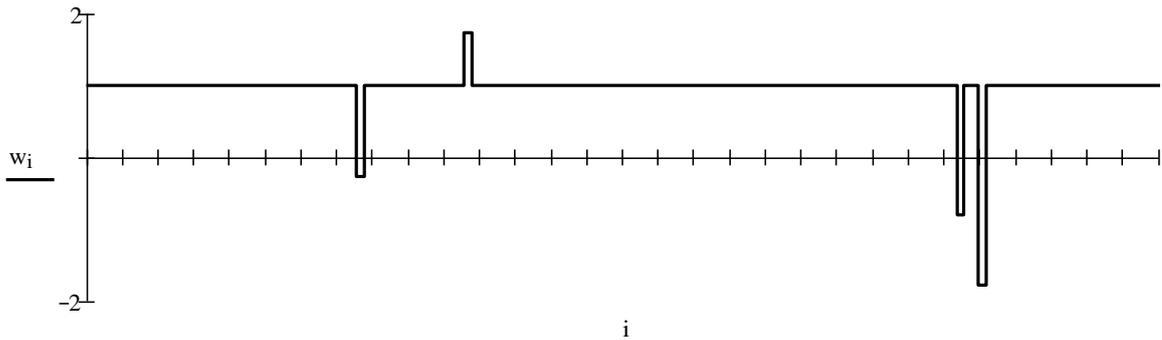


Рис.5. Модель источника импульсных помех

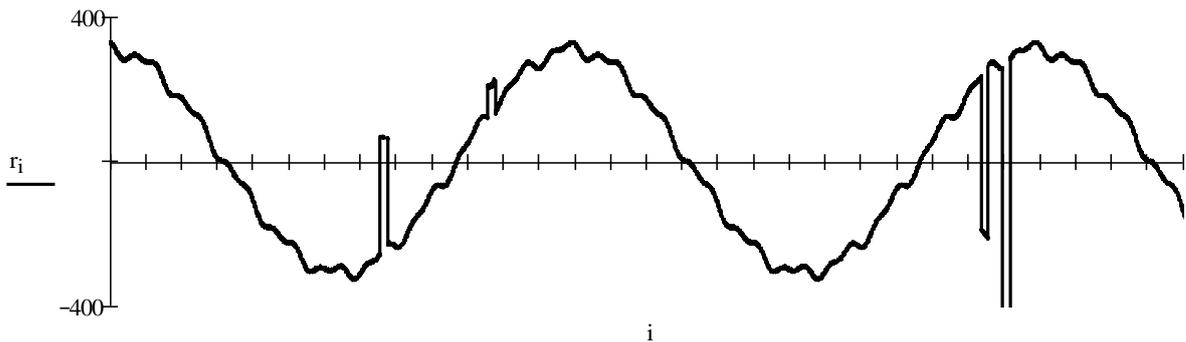


Рис.6. Сигнал с полным учётом модели

### Приём сигналов

Цифровая обработка принятых сигналов включает первым этапом полосовую фильтрацию. Полоса пропускаемых частот фильтра выбрана такая же, как ширина спектра передаваемых реализаций шума. На рис.7 показаны отсчёты сигнала после фильтрации колебания, показанного на рис.6. Очень хорошо отфильтровывается колебание частотой 50 Гц и его гармоники, так как они сильно отстоят по частоте от спектра полезного сигнала. С другой стороны импульсные помехи и шум в канале вносят свои составляющие в спектр отфильтрованного сигнала и влияют на помехоустойчивость.

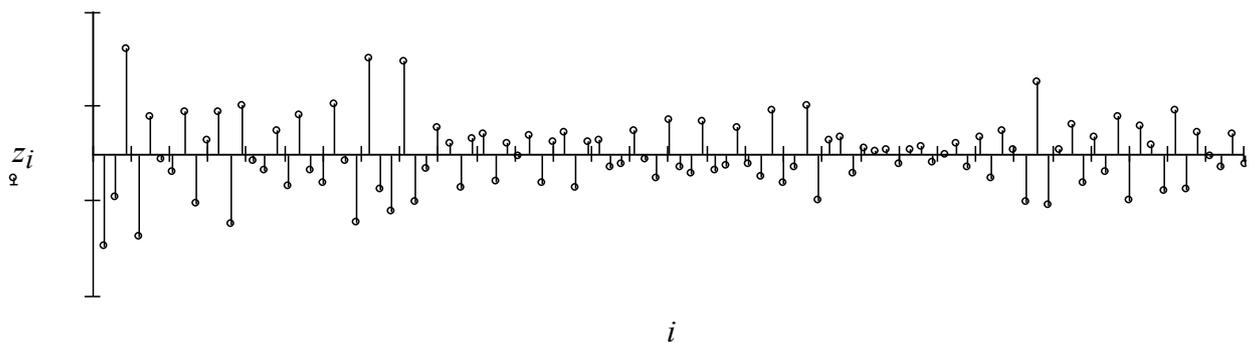


Рис.7. Сигнал на входе демодулятора (первые 100 отсчётов)

Демодуляция сигналов на компьютере выполнена согласно методу оптимального корреляционного приёма [1]. Для этого формируем опорные сигналы, заданные в виде отсчетов  $s_i$  и вычисляем отсчеты функции взаимной корреляции для момента согласования сигналов:

$$\gamma = \sum_{k=0}^{M-1} z_k \cdot s_k,$$

где  $z_k$  – отсчеты принятой смеси сигналов,  $M = 2025$  – число отсчетов в каждой реализации,  $s_k$  – отсчеты опорного сигнала.

После этого сравниваем отсчеты  $\gamma$  с нулем. Отрицательные значения соответствуют передаче «0», положительные – «1». Для расчёта вероятности ошибки в модели используем последовательную передачу одной реализации шума, соответствующей «1». Определим вероятность ошибки символа в программе Mathcad, проведя  $10^7$  испытаний. При каждом опыте измеряем  $\gamma$ , определяем ошибку, если она есть и подсчитываем вероятность ошибки по формуле:

$$p = \frac{N}{10^7} = 10^{-7} \cdot N,$$

где  $N$  – число опытов, в которых произошла ошибка.

При проведении моделирования получилась вероятность ошибки  $p = 1,2 \cdot 10^{-5}$ . Таким образом, результаты моделирования показывают, что реализации шума хорошо выделяются из смеси.

Важной особенностью используемых сигналов, подтверждённой в результате моделирования, является упрощённая синхронизация и простой протокол обмена. Сигналы от разных датчиков разделяются и при последовательной передаче (рис.8 а) и при одновременной передаче (рис.8 б) или при смещении во времени (рис.8 в). Число одновременно передаваемых сигналов достаточно большое и ограничено только их взаимными корреляционными характеристиками.

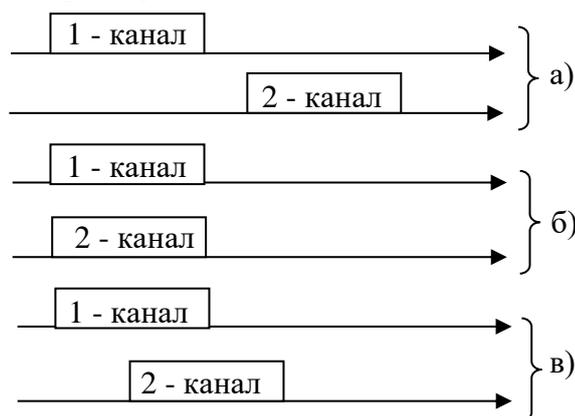


Рис.8. Асинхронность предложенного способа

Внедрение реализаций шума в электросеть не повлияет на работу включенных в неё электроприборов, так как передача ведётся при низком отношении сигнал/шум –  $62 \text{ дБ}$ , кроме того их уровень ниже помех в сети. Передаваемые сигналы имеют высокочастотный спектр и легко отфильтровываются в источниках вторичного питания.

### Выводы

Реализации шума позволяют передавать информацию и хорошо разделяются. Полученная вероятность ошибки указывает на возможность передачи дополнительной информации по электросети и может быть уменьшена, если увеличить длительность или использовать помехоустойчивое кодирование. Рассмотренный способ передачи экономически целесообразен, так как используется существующий повсеместно канал связи на основе электросети. По характеристикам и возможностям метод подходит для передачи данных в системе «умный дом».

### Список литературы

1. Ванюков А.Ю. Теория электрической связи: Учебник для вузов – Бишкек, 2012.

2. Ванюков А.Ю. Передача конфиденциальной информации по телефонному каналу с помощью сигналов с псевдослучайной перестройкой частоты. Материалы международной конференции «Телекоммуникационные и информационные технологии. Состояние и перспективы развития» – Бишкек, 2008, с.60-64.
3. Технические средства и методы защиты информации. Учебное пособие для вузов / А.П. Зайцев, А.А. Шелупанов, Р.В. Мещеряков и др.; под ред. А.П. Зайцева и А.А. Шелупанова. – 4-е изд., испр. и доп. – М.: Горячая линия – Телеком, 2012.
4. Развернутое описание протокола X10. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://marketelectro.ru/content/razvernutoe-opisanie-protokola-x10>. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (Дата обращения: 26.11.2018).
5. LonMark International. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lonmark.org>. – Загл. с экрана. – Яз. англ. (Дата обращения: 26.11.2018).
6. An overview of the HomePug AV2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hindawi.com/journals/jece/2013/892628>. – Загл. с экрана. – Яз. англ. (Дата обращения: 26.11.2018).
7. Технология «умный дом»: что это? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://inspectorgadgets.ru/post/smart-home-explained>. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (Дата обращения: 26.11.2018).
8. Макаров Е. Инженерные расчёты в Mathcad 15. Учебный курс. – СПб: Изд. «Питер», 2011.
9. ГОСТ Р 51317.3.8-99 (МЭК 61000-3-8-97). Совместимость технических средств электромагнитная. Передача сигналов по низковольтным электрическим сетям. Уровни сигналов, полосы частот и нормы электромагнитных помех. Введ. 2001-01-01. – М.: Издательство стандартов, 2000.
10. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Изд. 2-е, испр.: Пер. с англ. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2003.

УДК.: 621.951.45.

## СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ПОДВИЖНЫЙ РОТОР

*Оморова А. И., преподаватель каф. «ТМ», Кыргызский государственный Технический Университет им. И. Раззакова, e-mail: [alomorova15@gmail.com](mailto:alomorova15@gmail.com).*  
*Усубаматов Р.Н., д.т.н., профессор, Кыргызский государственный Технический Университет им. И. Раззакова, e-mail: [ryspek0701@yahoo.com](mailto:ryspek0701@yahoo.com).*

**Аннотация:** Недавние исследования в области гироскопических эффектов показали, что их происхождение имеет более сложный характер, чем представленный в известных публикациях. На гироскоп действуют одновременно и взаимозависимо восемь инерционных крутящих моментов вокруг двух осей. Эти моменты создаются центробежными, общими силами инерции и силой Кориолиса, а также изменением углового момента массы вращающегося ротора. Действие этих сил подтверждает инерционное сопротивление и прецессионные моменты на любых вращающихся объектах. Новые математические модели для инерционных моментов, действующих на вращающийся ротор, демонстрируют принципиально разные подходы к решению задач гироскопа в машиностроении. Это очень важный результат, потому что устойчивая тенденция в машиностроении выражается увеличением скорости вращающихся объектов. Многочисленные конструкции передвижных машин и механизмов содержат вращающиеся компоненты, такие как турбины, роторы, диски и другие, что приводит к пропорциональному увеличению величин инерционных сил, которые формируют их процессы работы. В этой работе рассматриваются инерционные моменты,

действующие на ротор электрической железнодорожной транспортного устройства, движущейся по кривой, которая выражает гироскопические эффекты.

**Ключевые слова:** теория гироскопа, инерционные моменты, вращающийся ротор

## FORCES ACTING ON A MOVABLE ROTOR

*Omorova A.I.,* *Kyrgyz State Technical University named after I.Razzakov,* e-mail: [alomorova15@gmail.com](mailto:alomorova15@gmail.com).

*Usubamatov R.N.,* *Kyrgyz State Technical University named after I.Razzakov,* e-mail: [ryspek0701@yahoo.com](mailto:ryspek0701@yahoo.com)

**Abstract:** Recent investigations in gyroscope effects have demonstrated that their origin has more complex nature that represented in known publications. On a gyroscope are acting simultaneously and interdependently eight inertial torques around two axes. These torques are generated by the centrifugal, common inertial and Coriolis forces as well as the change in the angular momentum of the masses of the spinning rotor. The action of these forces manifests the inertial resistance and precession torques on any rotating objects. New mathematical models for the inertial torques acting on the spinning rotor demonstrate fundamentally different approaches for solving of gyroscope problems in engineering. This is the very important result because the stubborn tendency in engineering is expressed by the increasing of a velocity of rotating objects. The numerous designs of the movable machines and mechanisms contain spinning components like turbines, rotors, discs and others lead to the proportional increase of the magnitudes of inertial forces that are forming their processes of work. This work considers the inertial torques acting on the on a rotor of an electric railway carriage rounding a curve, which expresses the gyroscopic effects.

**Keywords:** gyroscope theory, inertial torques, spinning rotor

### 1. Введение

Большинство учебников по динамике машин и книг, посвященных теории гироскопов, содержат типичные примеры решения гироскопических эффектов [1-3]. Однако практика показывает, что известные математические модели действующих сил на вращающихся объектах не соответствуют их действительным силам и движениям [4, 8]. Недавние исследования в области физических принципов гироскопических движений представили новые математические модели сил, действующих на гироскоп [5-7]. Действие внешней нагрузки на вращающийся объект генерирует несколько инерционных сопротивлений и прецессионных моментов, основанных на действии вращающихся элементов массы вращающегося объекта. Крутящий момент сопротивления создается действием центробежных и Кориолисовых сил, элементов массы вращающегося объекта. Момент прецессии генерируется действием общих инерционных сил, элементов массы вращающегося объекта и изменением углового момента. Эти моменты сопротивления и прецессии действуют одновременно и взаимозависимо и строго перпендикулярны друг к другу вокруг их осей. Уравнения инерционных крутящих моментов, генерируемых вращающейся массой ротора, приведены в табл. 1, [5].1

Тип генерируемого крутящего момента	Уравнение
Центробежные силы, $T_{ct.i}$	$T_{ct.i} = T_{in.i} = 2\left(\frac{\pi}{3}\right)^2 J\omega\omega_i$
Общие инерционные силы, $T_{in.i}$	
Кориолисовы силы, $T_{cr.i}$	$T_{cr} = (8/9)J\omega\omega_i$
Изменение углового момента, $T_{am.i}$	$T_{am.i} = J\omega\omega_i$

Момент сопротивления $T_{r,i} = T_{ct,i} + T_{cr,i}$	$T_{r,i} = \left[ 2 \left( \frac{\pi}{3} \right)^2 + \frac{8}{9} \right] J \omega \omega_i$
Прецессионный момент $T_{p,i} = T_{in,i} + T_{am,i}$	$T_{p,i} = \left[ 2 \left( \frac{\pi}{3} \right)^2 + 1 \right] J \omega \omega_i$

Таблица 1. Уравнения инерционных моментов подвижного ротора.

Таблица 1 содержит следующие символы:  $J = mR^2 / 2$  - момент инерции массы ротора вокруг вращающейся оси;  $m$  - масса ротора;  $R$  - внешний радиус ротора;  $\omega_i$  - угловая скорость прецессии в неподвижном роторе вокруг оси  $i$ , а  $\omega$  - угловая скорость ротора. В последующих анализах действий нескольких моментов и движений вокруг двух осей использована система знаков нижних индексов. Все компоненты уравнений отмечены знаками индекса, указывающими ось действия. Например,  $T_{r,x}$  - крутящий момент сопротивления, действующий вокруг оси  $ox$ ,  $\omega_y$  - угловая скорость прецессии вокруг оси  $oy$  и т. д.

Другой тип вращающихся объектов как колеса, дисков и т. д. обладает гироскопическими свойствами. Электрическая железнодорожная каретка, движущаяся по кривой, рассматривается как плоское движение, и ее электрический ротор обладает присущими гироскопическим эффектам. В этой работе представлена математическая модель сил, действующих на подшипники ротора электрической железнодорожной каретки, движущейся по кривой.

## 2. Методы

Электрическая железнодорожная каретка, движущаяся по кривой и ее электродвигатель, нагружается инерционными силами, которые соответствуют гироскопическим эффектам. Криволинейное движение электродвигателя демонстрирует эффекты гироскопа подвижного ротора, которые представлены действием центробежных, общих инерционных и Кориолисовых сил и изменения скорости углового момента. Действие этих сил представляет дополнительную нагрузку на подшипники электрического ротора. Изучение действия инерционных сил на ротор предполагает, что электрическая железнодорожная каретка катится с постоянной угловой скоростью. На рисунке 1 показан вращающийся электрический ротор и нагрузки, создаваемые инерционными силами его массы и веса в системе координат  $\Sigma_{oxuz}$ .

Согласно новым математическим моделям для инерционных крутящих моментов, действующих на подвижный ротор (табл. 1), криволинейный поворот ротора создает несколько крутящих моментов, создаваемых массой ротора и весом. Действие этих нагрузок создает реактивные силы на подшипниках опор ротора. Инерционные моменты и другие нагрузки, действующие на подвижный ротор, представлены следующими компонентами:

- моменты сопротивления, основанные на действии центробежных сил  $T_{ctx}$  и Кориолисовых сил  $T_{crx}$ , действующих вокруг оси  $ox$ .
- моменты прецессии, основанные на действии изменения углового момента  $T_{amx}$  ротора и общих инерционных сил  $T_{inx}$ , действующих вокруг оси  $oy$ .
- криволинейный поворот ротора на железной дороге создает центробежные силы, действующие на подшипники электрического ротора.
- вес ротора генерирует реактивные силы на опорах

На рисунке 1 показано действие инерционных крутящих моментов и вес подвижного ротора, который движется по криволинейной траектории.

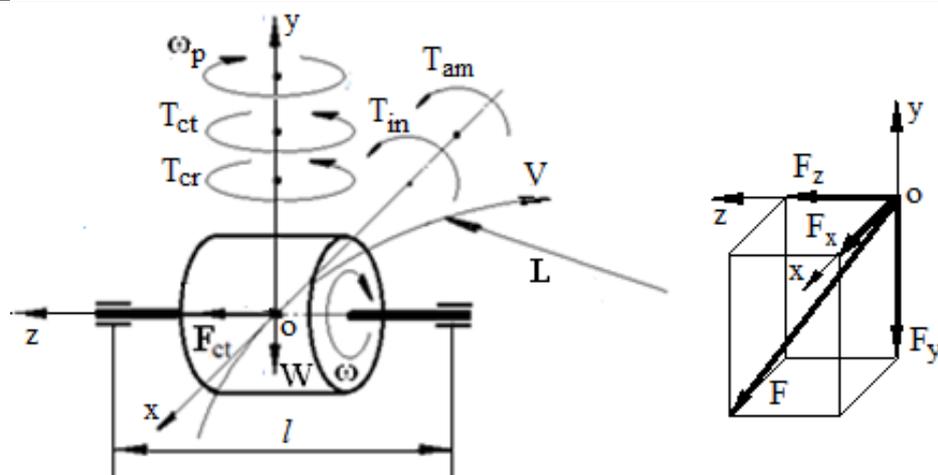


Рисунок 1. Вращающиеся моменты и силы, действующие на подвижный ротор транспортного устройства.

Поворот ротора вокруг оси  $ou$  создает моменты сопротивления и прецессии, действующие вокруг осей  $ox$  и  $oy$  соответственно. Эти моменты выражаются одним уравнением, но с собственными символами, представленными в таблице 1. Центробежная сила, генерируемая центральной массой ротора во время криволинейного движения транспортного устройства, определяется следующим уравнением:

$$F_{ct,mz} = F_z = mV^2/L = m\omega_p^2 L \tag{1}$$

где  $F_{ct,mz}$  - центробежная сила, создаваемая массой центра ротора;  $m$  - масса ротора;  $V$  - тангенциальная скорость транспортного устройства;  $L$  - радиус транспортного устройства, катящейся по рельсовому пути;  $\omega_p$  - угловая скорость транспортного устройства на криволинейной рельсовой дорожке.

Вес ротора создает силы нагрузки на опоры ротора, которые определяются следующим уравнением:

$$F_{Wy} = Wl/2 = mgl/2 \tag{2}$$

где  $F_{Wy}$  - сила нагрузки, создаваемая массой центра ротора, действующего на радиально-упорные подшипники;  $W$  - вес ротора;  $l$  - расстояние между подшипниками;  $m$  - масса центра ротора;  $g$  - ускорение силы тяжести.

Общие силы, действующие на подшипник ротора вдоль оси  $oy$  и  $ox$ , представлены следующими уравнениями:

$$F_y = \frac{T_{in} + T_{am}}{l} + F_w \tag{3}$$

$$F_x = \frac{T_{ct} + T_{cr}}{l} \tag{4}$$

где  $F_y$  и  $F_x$  - суммарная сила, действующая на подшипник ротора вдоль осей  $oy$  и  $ox$  соответственно.

Подставляя выражения инерционных моментов, порождаемых массой ротора, в уравнения (3) и (4), и преобразовывая, получаем следующие уравнения:

$$F_y = \frac{[(2/9)\pi^2 + 1]J\omega\omega_p}{l} + \frac{mg}{2} \tag{5}$$

$$F_x = \frac{\left(\frac{2}{9}\pi^2 + \frac{8}{9}\right)J\omega\omega_p}{l} = \frac{2(\pi^2 + 4)J\omega\omega_p}{9l} \tag{6}$$

Комбинируемая нагрузка, действующая на самый нагруженный подшипник ротора, определяется следующим уравнением (рис.1):

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2} = \sqrt{\left[ \frac{2(\pi^2 + 4)J\omega\omega_p}{9l} \right]^2 + \left\{ \frac{[(2/9)\pi^2 + 1]J\omega\omega_p}{l} + \frac{mg}{2} \right\}^2 + (m\omega_p^2 L)^2} \quad (7)$$

все параметры определены выше.

Комбинируемую нагрузку (уравнение (7)) следует использовать для определения соответствующего радиально-упорного подшипника подвижного ротора.

### 3. Рабочий пример

Электрическая каретка катится по криволинейной рельсовой дорожке с радиусом 300 м с линейной скоростью 90,0 км / ч. Двигатель, используемый для тяги, имеет ротор массой 600 кг и радиус вращения 300 мм. Вал двигателя параллелен осям ходовых колес транспортного устройства. Ротор поддерживается в подшипниках диаметром 750 мм симметрично и вращается в 160,0 рад / с (рис.1). Определите общую силу, создаваемую инерционными силами ротора, и его вес, действующий на самый нагруженный подшипник.

Для решения определяется следующее:

а) угловая скорость прецессии:

$$\omega_p = V / L = (90000/3600) / 300 = 0,083333 \text{ рад / с}$$

где V - линейная скорость транспортного устройства, L - радиус кривой рельса.

б) момент инерции массы ротора

$$J = mr^2 = 600 \times 0,32 = 54,0 \text{ кгм}^2$$

где m - масса электродвигателя ротора, r - радиус вращения.

в) угловая скорость ротора

$$\omega = 160,0 \text{ рад / с}$$

г) объединенная сила, действующая на подшипник, определяется заменой определенных выше параметров на уравнение (7)

$$F = \sqrt{\left[ \frac{2(\pi^2 + 4)J\omega\omega_p}{9l} \right]^2 + \left\{ \frac{[(2/9)\pi^2 + 1]J\omega\omega_p}{l} + \frac{mg}{2} \right\}^2 + (m\omega_p^2 L)^2} =$$

$$\sqrt{\left[ \frac{2(\pi^2 + 4) \times 54,0 \times 160,0 \times 0,083333}{9 \times 0,75} \right]^2 + \left[ \frac{[(2/9)\pi^2 + 1] \times 54,0 \times 160,0 \times 0,083333}{0,75} + \frac{600 \times 9,81}{2} \right]^2 + (600 \times 0,083333^2 \times 300)^2} =$$

$$6813,171393 \text{ N}$$

Анализ полученного результата показывает, что инерционные силы, действующие на подшипник, почти в два раза больше, чем вес ротора.

Новый аналитический подход к инерционным силам, действующим на гироскопические устройства, позволяет разработать уравнения для крутящих моментов и движений любых вращающихся объектов, движущихся в пространстве. Математическая модель, полученная для суммарной силы, действующей на подшипник ротора

электродвигателя транспортного устройства, движущейся по криволинейной рельсовой дорожке, основана на действии центробежных сил, общих сил инерции и сил Кориолиса, а также изменении углового момента и весе ротора. Новый аналитический подход к задачам гироскопа демонстрирует и объясняет физические принципы действующих сил на вращающемся роторе. Математическая модель силы, действующей на подшипник ротора электродвигателя, подтверждает соответствие гироскопических эффектов. Эта модель должна использоваться для расчета нагрузки на подшипник ротора для подвижных электродвигателей и представляет собой хороший пример учебного процесса.

**Вывод:** В области публикаций гироскопических эффектов силы, действующие на вращающиеся объекты, являются одним из самых сложных и затруднительных в плане аналитических решений. Новые математические модели гироскопических крутящих моментов учитывают одновременное и взаимозависимое действие нескольких инерционных сил, создаваемых вращающимися элементами массы и массой центра вращающихся объектов. В качестве практического применения, эти новые физические принципы гироскопических эффектов были использованы для моделирования сил, действующих на подвижный ротор электродвигателя. Эта математическая модель отличается от таковой в общеизвестных публикациях, которые, как правило, имеют сложное численное моделирование, которое не интерпретирует происхождение гироскопических эффектов. Применение новых математических моделей для действующих сил на подвижном роторе эффективно и наглядно демонстрирует физические принципы нагрузок.

#### **Литература**

- [1] Aardema MD. *Analytical Dynamics. Theory and Application*. Academic/Plenum Publishers; New York; 2005.
- [2] Gregory DR. *Classical Mechanics*. Cambridge University Press. New York; 2006.
- [3] Hibbeler RC and Yap KB. *Mechanics for Engineers - Statics and Dynamics*. 13<sup>th</sup> ed. Prentice Hall. Pearson. Singapore; 2013.
- [4] Liang WC and Lee SC. Vorticity, gyroscopic precession, and spin-curvature force. *Physical Review D* 87, 044024, February 11; 2013, <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevD.87.044024>.
- [5] Usubamatov R. Analysis of Motions for Gyroscope with one Side Support. *Advances in*
- [6] Usubamatov R. Inertial Forces Acting on Gyroscope. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 32 (1); 2018; pp. 101-108.
- [7] Usubamatov R. A Mathematical Model for Motions of Gyroscope Suspended from Flexible Cord. *Cogent Engineering*, October; 2016; DOI: 10.1080/23311916.2016.1245901. *Mechanical Engineering*; 2018; (in process).
- [8] Zhang N, Ren YF and Li SK. Research on Testing Method of Dynamic Characteristic for MEMS-Gyroscope. *Advanced Materials Research*, 346; 2012; pp. 515- 520.

**УДК 728.38:621.397**

### **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СПОСОБ ЗАПИСИ ФУРЬЕ-ГОЛОГРАММ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОСТРАНСТВЕННО-МОДУЛИРОВАННЫХ СВЕТОВЫХ ВОЛН.**

**Токонов Акиналы Тургуналиевич** - старший преподаватель кафедры «Радиоэлектроника», Институт электроники и телекоммуникации при КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызская Республика, 720044, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, e-mail: [att2002@mail.ru](mailto:att2002@mail.ru)

**Каримов Бактыбек Токтомураевич** – к.т.н., проф. кафедры «Радиоэлектроника», Институт электроники и телекоммуникации при КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызская Республика, 720044, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, e-mail: [karimov\\_bt@mail.ru](mailto:karimov_bt@mail.ru)

*Аспердиева Назгуль Мирзалиевна - преподаватель кафедры «Радиоэлектроника», Институт электроники и телекоммуникации при КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызская Республика, 720044, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, e-mail: aspierdiiva74@mail.ru*

В статье описывается предложенный способ автоматизированного записи Фурье-голограмм с использованием пространственно-модулированных световых волн. Приведен сравнительный анализ способов записи фурье-голограмм.

**Ключевые слова:** фурье-голограмма, спекл-голограмма, объектный пучок, опорный пучок, пространственно-модулированные световые волны.

#### **FOURIER HOLOGRAMS RECORDING AUTOMATED WAY USING SPATIALLY MODULATED LIGHT WAVES**

*Tokonov Akinaly Turgunalievich – Senior Lecturer of “Radio Electronics” Department, Electronics and Telecommunication Institute under the Kyrgyz State Technical University named I.Razzakov, 66, Ch.Aitmatov Prospect, Bishkek, 720044, Kyrgyz Republic. E-mail: att2002@mail.ru*

*Karimov Baktybek Toktomuratovich – Candidate of Technical Science, Professor of “Radio Electronics” Department, Electronics and Telecommunication Institute under the Kyrgyz State Technical University named I.Razzakov, 66, Ch.Aitmatov Prospect, Bishkek, 720044, Kyrgyz Republic. E-mail: karimov\_bt@mail.ru*

*Asperdieva Nazgul Mirzaliyeva –Lecturer of “Radio Electronics” Department, Electronics and Telecommunication Institute under the Kyrgyz State Technical University named I.Razzakov, 66, Ch.Aitmatov Prospect, Bishkek, 720044, Kyrgyz Republic. E-mail: aspierdiiva74@mail.ru*

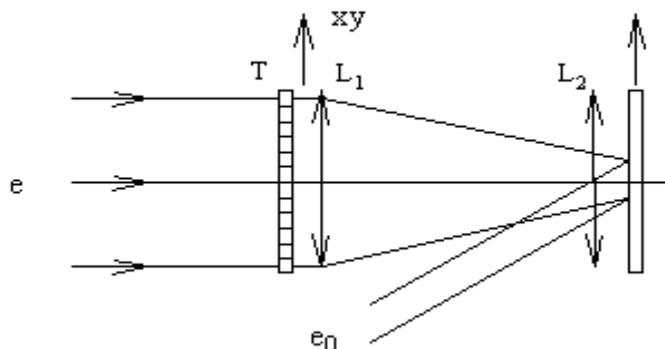
The article describes the proposed method for the automated Fourier holograms recording using spatially modulated light waves and given comparative analysis of the Fourier holograms recording methods.

**Keywords:** Fourier hologram, speckle hologram, object beam, reference beam, spatially modulated light waves.

#### **Введение**

Фурье - голограмму страницы можно записать на участке малых размеров, благодаря чему достигается высокая плотность записи [1].

Схема записи фурье-голограмм входных страниц приведена на рис.1. Запись голограммы осуществляется следующим образом. Входная страница освещается монохроматической плоской волной, которая называется объектной [2]. Дифрагированный свет, пространственно-модулированный по амплитуде, падает на фурье-линзу  $L_1$ , которая формирует в своей задней фокальной плоскости фурье-образ входной страницы, умноженный на фазовый множитель сферической волны. Линза  $L_2$ , идентичная линзе  $L_1$ , устраняет фазовый множитель. В результате в плоскости регистрации голограммы, распределение комплексных амплитуд информационной световой волны будет пропорционально точному фурье-образу входной страницы.



**Рис. 1.** Оптическая схема записи фурье голограммы: Т - транспарант; L1, L2 - линзы; Н - регистрирующая среда; e - объектный пучок; e<sub>0</sub> - опорный пучок.

При этом большая часть информационной световой волны концентрируется линзой на небольшой площади регистрирующей среды. На этот же участок под определенным углом падает плоская опорная волна, когерентная объектной. Картина интерференции информационной и опорной световых волн регистрируется накопительной средой Н, образуя голограмму.

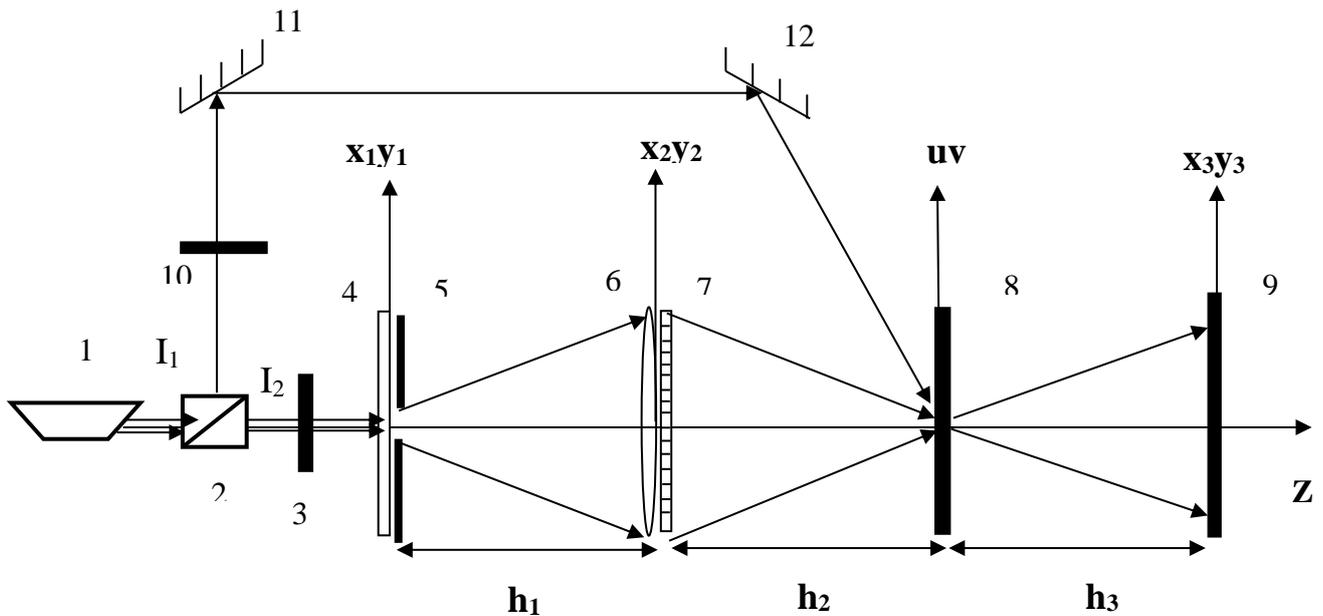
Сравнительный анализ способов записи Фурье-голограмм приведена в таблице 1 [4].

Таблица 1.

Способ записи Фурье – голограмм	Способ дефокусировки	Способ маски случайной фазы	способ пространственно-модулированных световых волн
Дифракционная эффективность	10 ÷ 12%	20 ÷ 24%	30 ÷ 35%
Отношение сигнал/шум	20 ÷ 30	20 ÷ 100	60 ÷ 75
технологичность	проще	сложная	проще
Избыточность	низкая	высокая	высокая
плотность хранения	Низкая	высокая	высокая

Из таблицы 1 видно, что способ записи пространственно-модулированных световых волн обладает большим преимуществом по сравнению с двумя другими.

Схема записи Фурье - голограмм при использовании пространственно-модулированных световых волн представлена на рис.2. На диффузор **D**, ограниченный диафрагмой **D1**, слева падает плоская волна с длиной волны  $\lambda$ . На расстоянии  $h_1$  от диффузора располагается линза **L** с фокусным расстоянием  $f_1$  и транспарант **T** с записываемой информацией. За линзой и транспарантом на расстоянии  $h_2$  находится регистрирующая среда **H** [3].



**Рис. 2.** Схема записи Фурье - голограмм при использовании пространственно – модулированных световых волн: 1-лазер; 2-светоделитель; 3,10-прерыватели; 4-диффузор; 5-диафрагма; 6 – линза; 7 – транспарант; 8 – регистрирующая среда; 9-экран; 11,12-зеркала.

### **Разработка структурной схемы автоматизированного способа записи Фурье-голограмм пространственно-модулированными световыми волнами.**

Разрабатывается структурная схема автоматизированного способа записи Фурье-голограмм пространственно-модулированными световыми волнами для автоматизированной записи и восстановления голограмм.

Для повышения светочувствительности фотополимерной структуры и увеличения дифракционной эффективности регистрированной голограммы, при приемлемых экспозициях рассматривали предварительный способ обработки фотополимеризующихся носителей при сенсбилизации и латенсификации различными источниками излучения, с целью устранения недостатков традиционного способа записи с низкой скоростью. С этой целью разрабатывается автоматизированный способ записи Фурье-голограмм пространственно-модулированными световыми волнами, осуществляющее сенсбилизацию, запись, латенсификацию и восстановление голограмм, а также прерывание этих процессов по заданной программе от компьютера.

Предложенной структурной схеме автоматизированного способа записи Фурье-голограмм пространственно-модулированными световыми волнами, запись и восстановления голограмм на фотополимеризующихся носители, где реальная длительность процессов записи и восстановления голограмм выводится на монитор компьютера.

Структурная схема устройства приведена на рис. 3. Устройство состоит из следующих блоков: лазер-1 ЛГН-503 ( $Ar^+$ ,  $\lambda = 488$  нм) с мощностью непрерывного излучения до 1 Вт используется в качестве источника света; светоделитель-2 используется для разделения светового пучка на два эквивалентных компонента; электромагнитные прерыватели-3 и 12 - служат для прерывание световых излучений; диффузор с диафрагмой-4, диффузор служит для пространственной модуляции светового пучка; линзы- 5,7 используются для направления световых лучей в нужное русло; транспарант-6 это страница информации, записываемой в регистрирующую среду; регистрирующая среда-8 используются для записи информации; экран-9 служит для наблюдения восстановленного изображения транспаранта; зеркала-10, 11 используются для отражения светового потока; цифровой блок-

13 управляет всеми узлами устройства; компьютер - 14- предназначен для выдачи управляющих сигналов с LPT порта на цифровой блок.

Рассмотрим принцип работы системы автоматизации и управления процессами записи и восстановления голограмм. В начале все элементы данного устройства находятся в пассивном состоянии, т. е. они не задействованы. Для записи спекл-голограммы без сенсбилизации регистрирующего слоя задействованы следующие элементы данной схемы: лазер 1, светоделитель 2, диффузор с диафрагмой 4, линза 5 и 7, зеркала 10 и 11, регистрирующая среда 8, цифровой блок 13 и компьютер 14, электромагнитные прерыватели- 3 и 12, транспарант 6, регистрирующая среда 8, экран 9, зеркала 10 и 11. Перед записью все указанные выше элементы переводятся из пассивного состояния в активное, т.е. все элементы устанавливаются в нужное положение. Для записи голограмм подключается питание лазера с помощью компьютера программно, начинается запись голограммы. Лазерный луч  $I_0$ , проходя через светоделитель 2, делится на две части  $I_1$  и  $I_2$ . В данном случае луч  $I_1$  является опорным, а луч  $I_2$ - предметным. Луч  $I_1$  с помощью зеркал 10 и 11 поступает в регистрирующую среду, а луч  $I_2$ , проходя через диффузор с диафрагмой, линзу 5, транспарант 6, линзу 7, поступает на регистрирующую среду. Картина интерференции двух этих волн запишется в регистрирующей среде. Для восстановления записанной голограммы с помощью электромагнитного прерывателя 3 преграждается путь лучу  $I_2$ . Затем регистрирующая среда освещается восстанавливающей волной (идентичной опорной) и восстановленное изображение транспаранта наблюдается на экране 9.

Для записи спекл - голограммы с сенсбилизацией регистрирующего слоя опорным пучком будут задействованы следующие элементы данной схемы: лазер 1; светоделитель 2; диффузор с диафрагмой 4; линзы 5, 7; транспарант 6; электромагнитные прерыватели 3, 12; цифровой блок 13; компьютер 14. Для сенсбилизации поверхности регистрирующей среды запускается цифровой блок 13; лазер 1; цифровой блок программно устанавливает в нужное положение светоделитель 2, диффузор с диафрагмой 4, электромагнитный прерыватель 5, линзы 5, 7, транспарант 6. Лазерный луч  $I_0$  проходя через светоделитель 2 делится на две части  $I_1$  и  $I_2$ . Путь лучу  $I_2$  путь преграждает электромагнитный прерыватель 3 и он дальше не проходит. А луч  $I_1$  с помощью зеркала 10 и 11 сенсбилизует поверхность регистрирующей среды 8. На стадии экспонирования электромагнитный прерыватель 3 переводится в пассивное положение и открывается путь лучу  $I_2$ , и он проходит через линзы 5, а затем транспарант 6 и линзу 7. Картина интерференции двух этих волн запишется в регистрирующей среде 8. В данном случае предметной волной является луч  $I_2$ , а опорной волной является луч  $I_1$ . Для восстановления записанной голограммы, прерывается луч  $I_2$ , и регистрирующая среда освещается восстанавливающей волной и на экране 9, будет наблюдаться восстановленное изображение записанной информации.

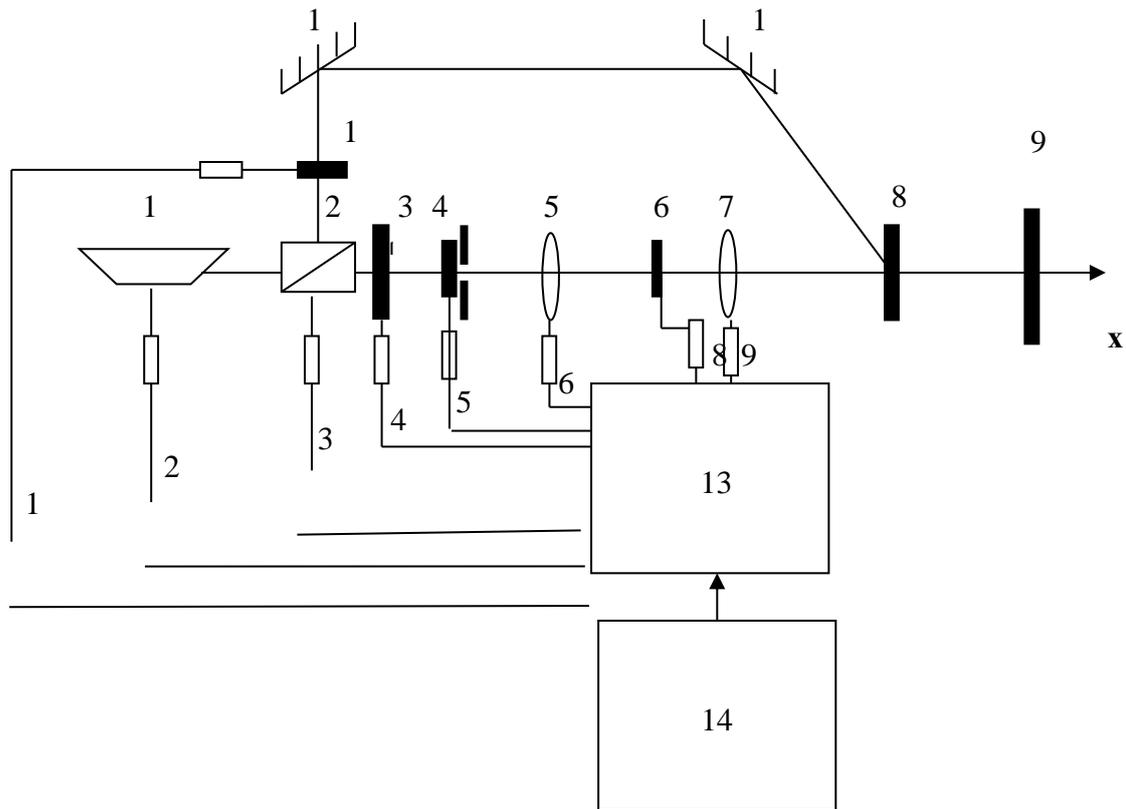
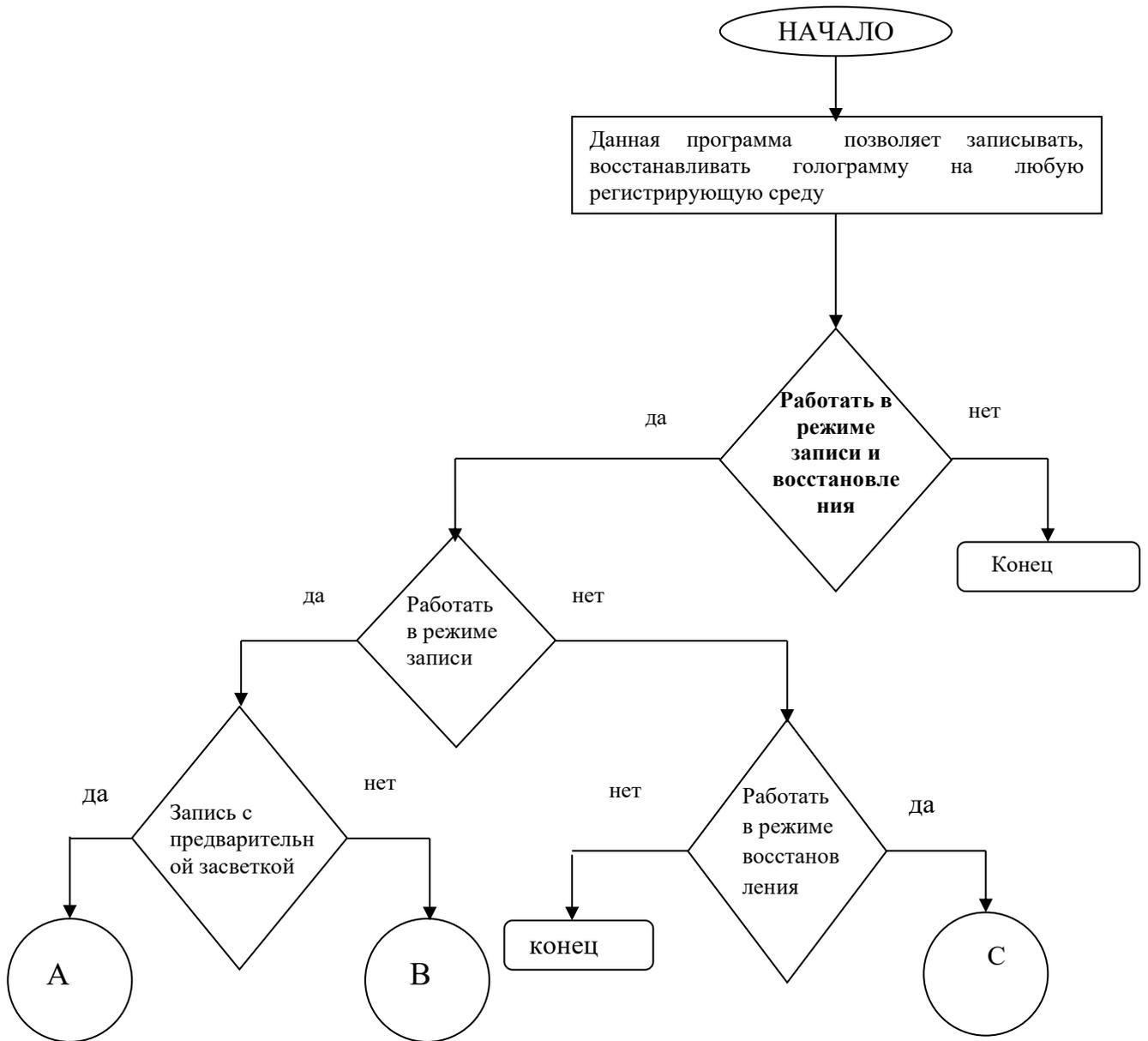
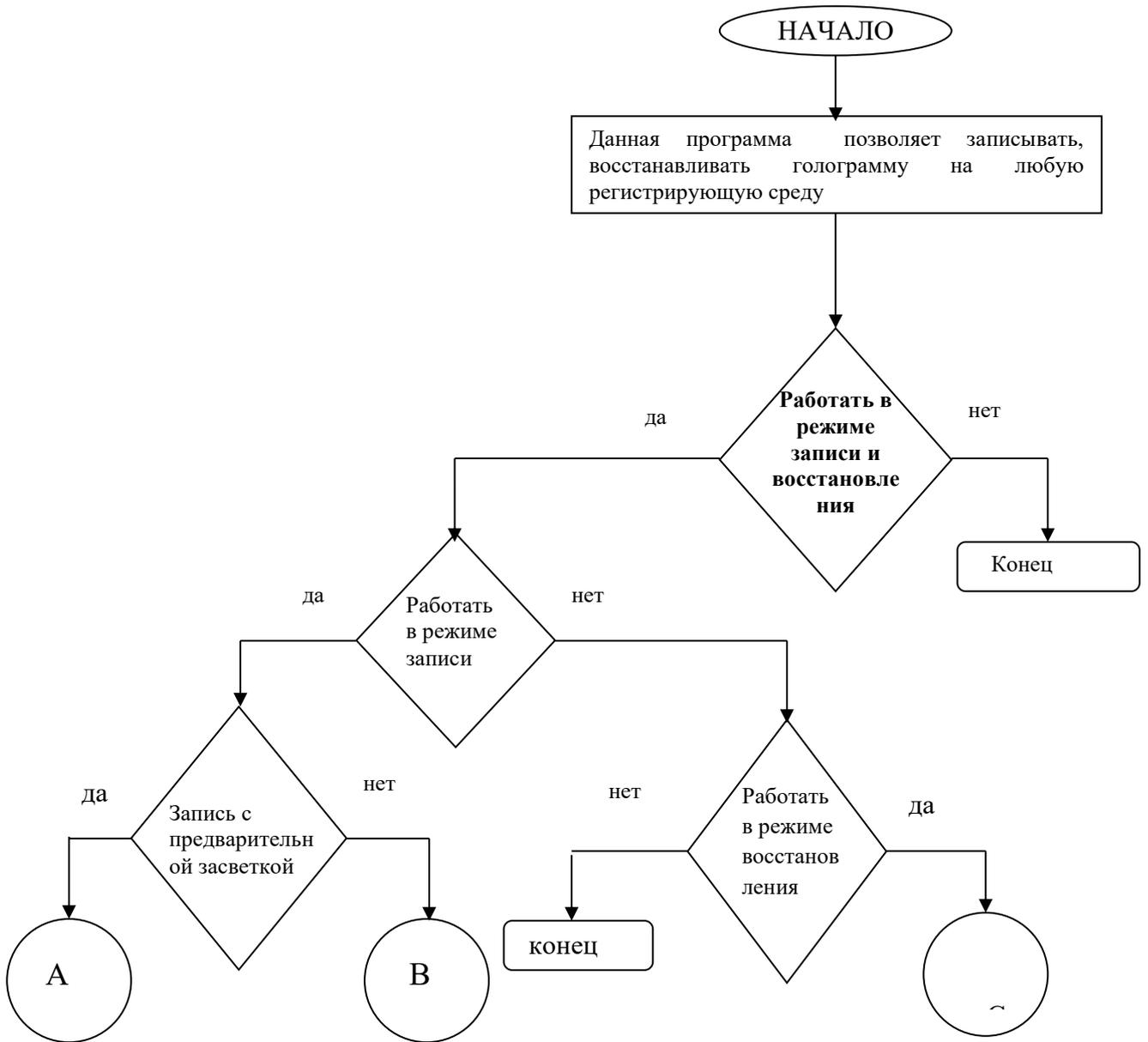


Рис.3. Структурная схема автоматизированного способа записи Фурье-голограмм пространственно-модулированными световыми волнами: 1-лазер; 2- светоделитель; 3 и 12 – электромагнитные прерыватели; 4 – диффузор с диафрагмой; 5 и 12 – линзы; 6 – транспарант; 8 – регистрирующая среда; 9 – экран; 10 и 11 – зеркала; 13 – цифровой блок; 14 – компьютер.

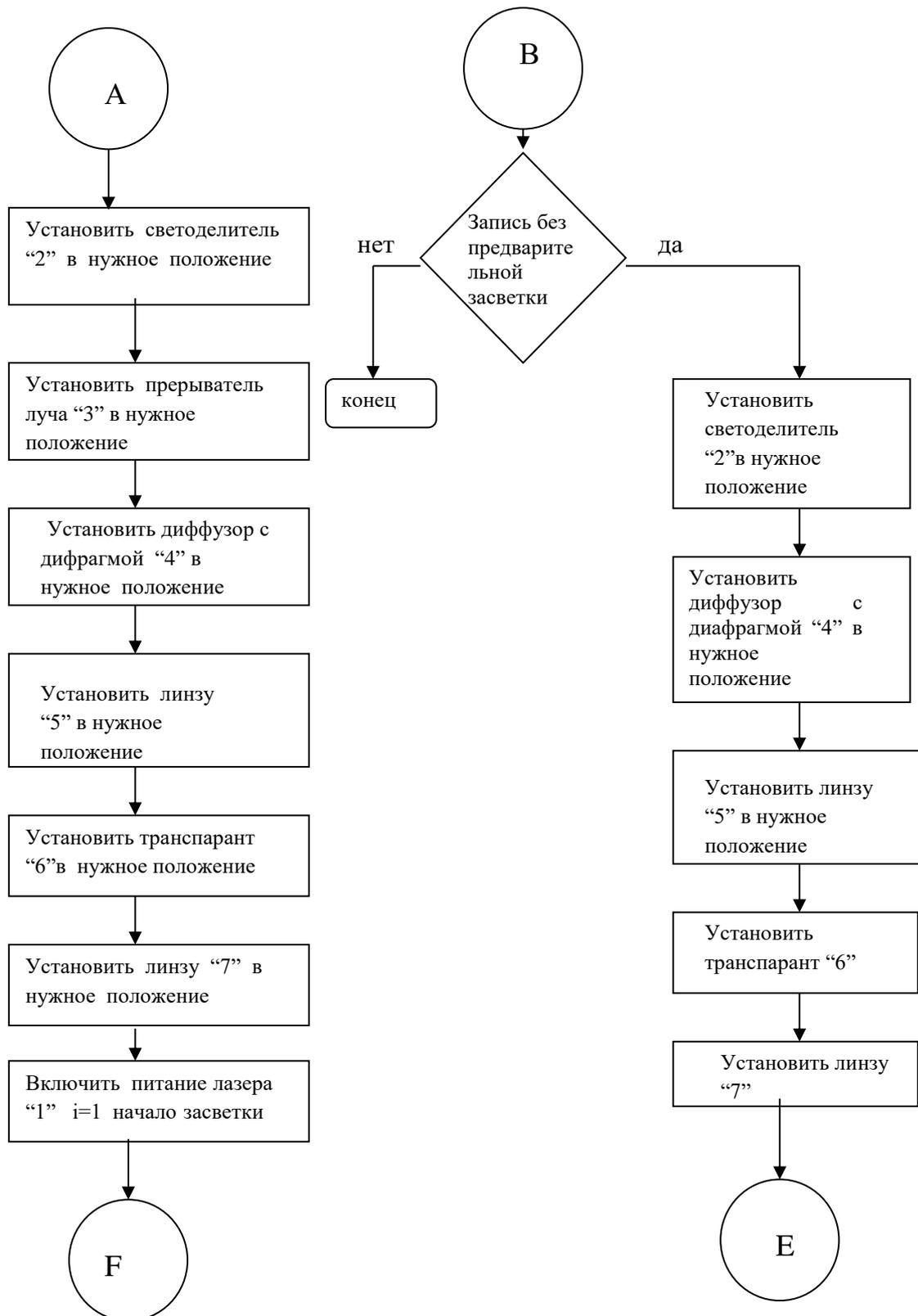
Ниже приведена блок-схема программы показывающий работу автоматизированного способа записи Фурье-голограмм с использованием пространственно-модулированных световых волн.

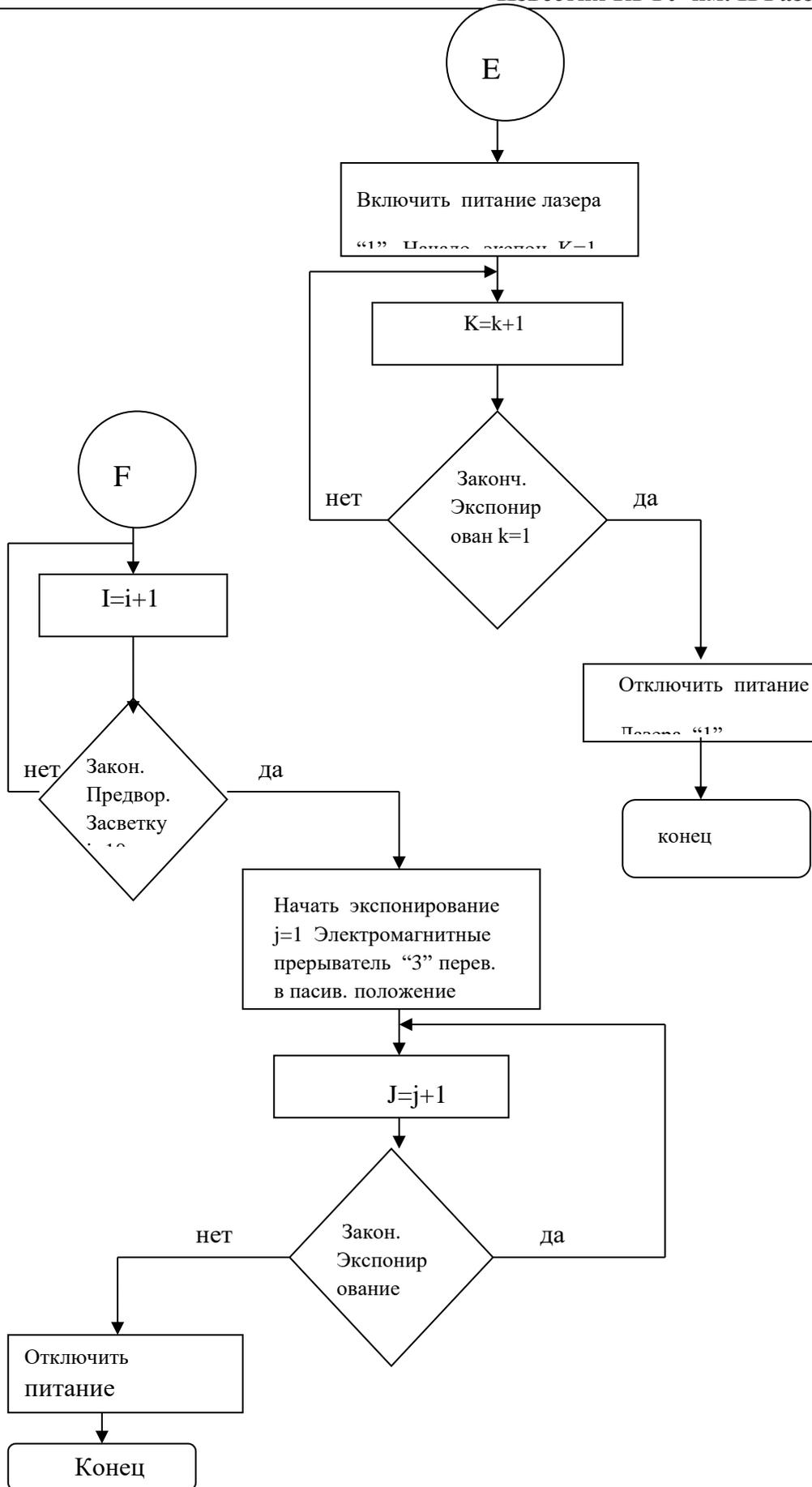


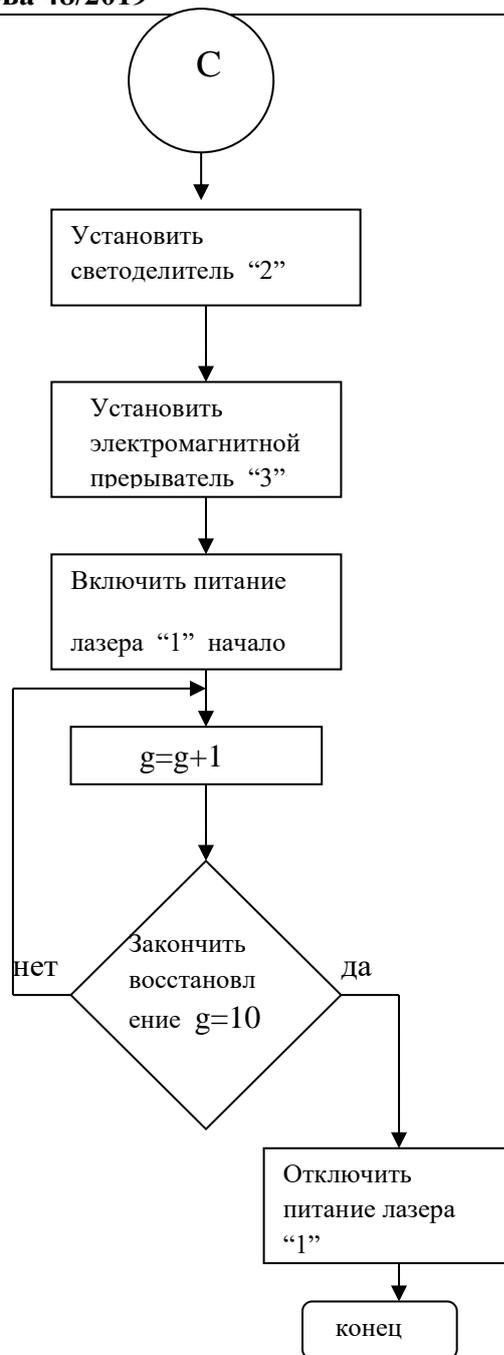
С



С







Выводы: Разработанное устройство может применяться для управления процессами записи и считывания различного рода голографической информации на регистрирующих средах любого типа, при этом устройство управления очень гибкое и обладает высокой надежностью. Предложенная система может применяться в создании оптических систем памяти для компьютеров и в производстве голографических изделий.

Литература:

1. Акаев А.А. Майоров С.А. Когерентные оптические вычислительные машины. – Л. Машиностроение, 1977.
2. Кольер Р., Беркхарт К., Лин Л. Оптическая голография. – М.: Мир, 1973.
3. Бримкулов У.Н., Токонов А.Т. Спекл-волновой метод записи Фурье-голограммы// Радиотехника: Всеукраинский межведомственный научно-технический сборник. Выпуск 136. Украина. г. Харьков 2004.-С. 167-171.

4. Бримкулов У.Н., Сагымбаев А.А., Токонов А.Т., Нургазиева А.Т. Сравнительный анализ существующих способов записи Фурье-голограмм //Материалы Международной конференции «Телекоммуникационные и информационные технологии. Состояние и развитие проблемы». Бишкек, 2001. - С.359-363.

УДК 622.83:624.131 (081)

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДАЛЬНОСТИ СМЕЩЕНИЯ ОПОЛЗНЕВОЙ МАССЫ

*Джаманбаев Мураталы Джузумалиевич* - доктор физико-математических наук, профессор, ректор Кыргызского государственного университета им. И. Раззакова, г. Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, [jamanbaev@mail.ru](mailto:jamanbaev@mail.ru)

*Омуралиев Сагындык Бекишевич* - кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, Институт геомеханики и освоения недр Национальная Академия наук Кыргызской Республики, Кыргызстан, 720017, г. Бишкек, ул. Медерова 98, [Sagynd.omuraliev@yandex.ru](mailto:Sagynd.omuraliev@yandex.ru)

*Душенова Умут Джумаказыевна* – ст. преподаватель кафедры ПМиИ Кыргызского государственного университета им. И. Раззакова, г. Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66, [dushenova\\_u@mail.ru](mailto:dushenova_u@mail.ru)

*Турсункулова Захира Сарымсаковна* - ст. преподаватель кафедры ПМиИ Кыргызского государственного университета им. И. Раззакова, г. Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, [zahira\\_t@mail.ru](mailto:zahira_t@mail.ru)

**Аннотация:** изучаются физико-механические свойства грунта с места схода оползня в лабораторных условиях. Выводятся формулы расчета дальности смещения оползневых масс при определенных допущениях, а именно: в первом случае оползневая масса считается как материальная точка, во втором случае из условия равенства масс до и после схода оползня определяется геометрическая форма оползня после схода, т.е. определяется дальность и траектория оползня.

Результаты первого случая носят ориентировочный характер с большой погрешностью, хотя она совпадает с результатами известных работ [2]. Второй случай более точно учитывает физику оползневого процесса, т.е. зная угол внутреннего трения грунта оползневой массы строится траектория оползня после схода.

**Ключевые слова:** оползень, покровные отложения, суглинок, атмосферные осадки, масса грунта, дальность смещения, траектория, влагонасыщение, текучесть, материальная точка, кинетическая энергия, линия скольжения.

## DETERMINATION OF THE DISTANCE OF THE DISPLACEMENT OF THE APPEARANCE MASS

*Dzhamanbaev Murataly Dzhuzumaliyevich* - Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Rector of the Kyrgyz State University. I. Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Ch. Aitmatov Ave. 66, [jamanbaev@mail.ru](mailto:jamanbaev@mail.ru)

*Omuraliev Sagyndyk Bekishevich* - Ph.D. in Physics and Mathematics, Senior Researcher, Institute of Geomechanics and Subsoil Development National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, Kyrgyzstan, 720017, Bishkek, ul. Mederova 98, [Sagynd.omuraliev@yandex.ru](mailto:Sagynd.omuraliev@yandex.ru)

*Umut Jumakazyevna Dushenova* - Art. Lecturer, Department of PMiI Kyrgyz State University. I.Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Ch. Aitmatov Ave. 66, [dushenova\\_u@mail.ru](mailto:dushenova_u@mail.ru)

*Tursunkulova Zahira Sarymsakovna* - Art. Lecturer, Department of PMiI Kyrgyz State University. I. Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Ch. Aitmatov Ave. 66, [zahira\\_t@mail.ru](mailto:zahira_t@mail.ru)

**Abstract:** Physical and mechanical properties of the soil from the place of the landslide in the laboratory are being studied. The formulas for calculating the range of displacement of landslide masses are derived under certain assumptions, namely, in the first case, the landslide mass is considered as a material point, in the second case the condition of equality of masses before and after the landslide determines the geometric shape of the landslide after the landslide, determined by the distance and trajectory of the landslide.

The results of the first case are indicative with a large error, although it coincides with the results of the well-known works [2]. The second case more accurately takes into account the physics of the landslide process, i.e. knowing the angle of internal friction of the soil of the landslide mass, the trajectory of the landslide is constructed after the descent.

**Keywords:** landslide, surface sediments, loam, precipitation, soil mass, displacement distance, trajectory, moisture saturation, fluidity, material point, kinetic energy, slip line.

**Введение.** Атмосферные осадки увлажняют грунты склонов и снижают их прочностные характеристики. Сопротивление грунта сдвигу является одной из важнейших его характеристик, так как характеризует устойчивость грунта в склонах, а также в основаниях различных инженерных сооружений [1].

При решении оползневой проблемы механико-математическими методами исходные расчетные схемы в большей своей части оставались по-прежнему далекими от реальной действительности. Особые свойства грунтов, как некоторых весьма своеобразных физических тел, неизбежно при этом игнорировались.

Точное очертание линии скольжения для простейших случаев из-за недостаточной изученности самого механизма природы оползневого явления до настоящего времени не установлено. Природа оползневых явлений, весьма сложных по существу, до сих пор остается еще далеко не раскрытой.

Поэтому, для территории юга Кыргызстана изучение смещений суглинистых грунтов от атмосферных осадков является наиболее актуальным.

**Физическая постановка задачи.** При движении по склону оползневые массы, вследствие уменьшения его крутизны, теряют скорость и останавливаются на пологих или равнинных поверхностях у подножия склона, проходя значительные расстояния. Поэтому для обеспечения безопасности жилых поселков, сельскохозяйственных угодий и других объектов, расположенных у основания оползневых склонов, необходимо знать расстояние, которое пройдет оползень при полной разгрузке (рис.1-2).



*Рисунок 1. Оползень в Сузакском районе (поселок Алмалуу-Булак)*



Рисунок 2. с. Ысык-Алма, Узгенский район

Математически данная задача решается двумя способами при различных допущениях. В первом подходе принимается очень грубое допущение, считая оползневую массу как материальную точку и используя теорему изменения кинетической энергии, определяется дальность смещения. Полученные результаты будут носить ориентировочный характер с большой погрешностью. Второй подход более точный, т.е. в зависимости от начальной скорости и оползневой массы, определяется геометрическая форма оползня после схода - длина и высота оползневой массы.

**Первый способ.** Схематический чертеж данной задачи при наших допущениях представлен на рис. 3.

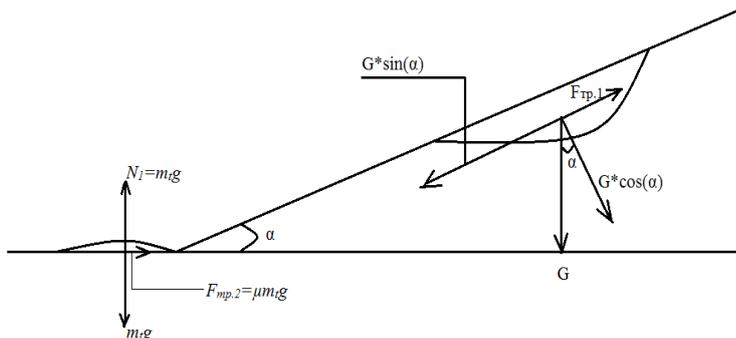


Рисунок 3. Модель создания дальности смещения

Пусть оползневые массы движутся по наклонной плоскости под углом  $\alpha$  к горизонту. Длина склона ( $S$  м), коэффициент трения о поверхность наклонной и горизонтальной плоскости равен  $\mu$ . Рассмотрим движение массы на двух участках: на наклонной плоскости и на горизонтальной плоскости.

При движении массы по наклонной плоскости на него действуют силы:

вес тела  $G = m_t g$  ( $m_t$  – оползневая масса), сила нормальной реакции  $N$ , т.е. ( $N = m_t g \cos \alpha$ ), касательное (сдвигающее) сила -  $Q$ , составляющих веса блока  $G$ , т.е. ( $Q = m_t g \sin \alpha$ ), сила трения скольжения  $F_{тр,1} = \mu m_t g \cos \alpha$ .

При движении по горизонтальной поверхности на тело действуют силы: вес тела  $G = m_t g$ , сила нормальной реакции  $N_1$ , т.е. ( $N_1 = m_t g$ ), сила трения скольжения  $F_{тр.2} = \mu m_t g$ .  $F_{тр.2} = \mu m_t g$ ,

Составим уравнение изменения кинетической энергии при смещении оползневой массы по наклонной плоскости. Полная работа сил при смещении тела по наклонной плоскости равна

$$\sum A = (A_G + A_{N_1} + A_{F_{тр.1}} + A_Q)S \quad (1)$$

$$\frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = \sum A \quad (2)$$

По условию, начальная скорость  $v_0 = 0$ . Тогда из (2) находим:

$$v_1^2 = 2gS(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) \quad (3)$$

Далее рассмотрим движение оползневой массы по горизонтальной плоскости. Здесь конечную скорость -  $v_1$ , будем считать начальной скоростью горизонтального участка и применяя еще раз теорему об изменении кинетической энергии получим.

$$\frac{mv_k^2}{2} - \frac{mv_h^2}{2} = \sum A = -\mu m_t g l \quad (4)$$

По условию задачи  $v_k = 0$ . Тогда (4) имеет следующий вид:

$$-\frac{mv_h^2}{2} = -\mu m_t g l \quad (5)$$

Учитывая, что  $v_1^2 = v_h^2$  из (4) и (5) находим дальность смещения оползневых масс на горизонтальном участке

$$l = \frac{S(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}{\mu} \quad (6)$$

Такая формула для расчета дальности смещения оползня используется в работе [2]. Но как мы отметили, эта формула получена при грубых допущениях и поэтому, она дает ориентировочный результат.

**Второй способ.** Определение геометрической формы оползневой массы после схода (рис.4).

Данная задача решается при допущении, что масса оползня до и после схода остается неизменной. Схематический чертеж представлен на рис. 4. Пусть до схода оползневая масса  $M_0$  имеет следующий вид:

$$M_0 = \int_0^l \rho_{гр.} (y_1(x) - y_2(x)) dx \quad (7)$$

где  $y_1(x)$  – поверхность склона;  $y_2(x)$  – поверхность скольжения;  $\rho_{гр.}$  – плотность грунта;  $l$  – длина склона.

Предположим, что оползневые массы до и после схода равны:

$$M_0 = M_1 \quad (8)$$

Оползневое тело движется под углом  $\alpha$  к горизонтальной плоскости с массой  $M_1$ . Пометим начало координат  $O$  в начальном положении точки. Тогда масса  $M_1$  имеет следующий вид:

$$M_1 = \int_0^L \rho_{\text{гр.}}(y(x) - A)dx; \quad (9)$$

где  $L$  – дальность смещения оползневого тела;  $y(x)$  – уравнение верхней границы оползневой массы после схода;  $y = A$  – прямая, параллельная оси  $Ox$ .

Будем искать геометрическую форму оползневой массы после схода в виде функции

$$y(x) = -ax^2 + bx + c, \quad (10)$$

где  $a, b, c$  – неизвестные постоянные действительные числа.

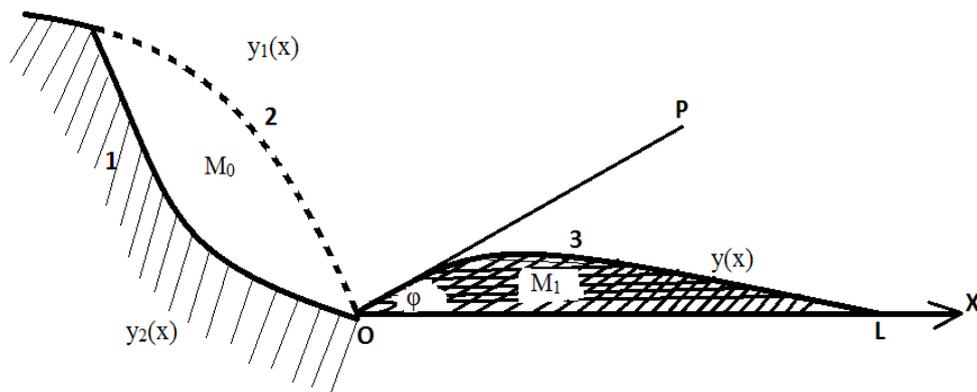


Рисунок 4. Течение со срезом и разжижением в массе глинистых или лёссовых образований при увлажнении тальми, дождевыми водами (потоп, спływ): 1 – лёссовый массив, 2 – поверхность склона до оползания, 3 – оползшая масса пород. ( $M_0$  и  $M_1$  – массы до и после схода;  $y_1(x)$ ,  $y_2(x)$  – поверхности склона и скольжения;  $y(x)$  – траектория смещения оползневой массы;  $OL$  – дальность смещения;  $\varphi$  – угол между касательной  $OP$  и оси  $Ox$ ).

Неизвестные постоянные в уравнении (10) определяются из следующих условий:

1). Из начального граничного условия  $x = 0, y = 0$  имеем

$$-a * 0^2 + b * 0 + c = 0 \Rightarrow c = 0$$

При  $c = 0$  уравнение (10) имеет:

$$y(x) = -ax^2 + bx. \quad (11)$$

2). Из граничного условия  $x = L, y = 0$ , найдем точки пересечения траектории с осью  $Ox$ .

$$-aL^2 + bL = 0 \Rightarrow L(-aL + b) = 0, \quad b = aL. \quad (12)$$

3). Производная функции (11) есть угловой коэффициент касательной к графику этой функции (рис.4)

$$tg\varphi = y'_x |_{x=0},$$

где  $tg\varphi$  – угловой коэффициент касательной  $OP$  к графику функции (11) в точке  $O(0;0)$ .  
Из сущности реального процесса угол  $\varphi$  есть угол внутреннего трения оползневой массы.

Из (11) найдем производную и подставив значение  $x=0$ , получим:

$$y'(x) = -2ax + b \Rightarrow y'(0) = -2a * 0 + b = tg\varphi$$

$$b = tg\varphi \quad (13)$$

Из (12) найдем  $a$ :

$$a = \frac{b}{L} = \frac{tg\varphi}{L} \quad (14)$$

Подставляя (13) и (14) в уравнение (11), получим уравнение верхней границы оползневого тела:

$$y(x) = -ax^2 + bx = tg\varphi \left( x - \frac{x^2}{L} \right) \quad (15)$$

4). Зная геометрическую форму оползня, определим массу

$$M_1 = \int_0^L \rho_{гр.} (-ax^2 + bx - A) dx$$

Считаем  $A = 0$ , т.е.  $y = 0$  совпадает с дневной поверхностью.

Тогда  $M_1$  примет вид:

$$M_1 = \int_0^L \rho_{гр.} (-ax^2 + bx) dx = \rho_{гр.} \frac{L^2 tg\varphi}{6} \quad (16)$$

Используя условие равенства масс оползня, после и до схода (8), находим горизонтальную составляющую дальности смещения оползневой массы:

$$L = \sqrt{\frac{6M_0}{\rho_{гр.} tg\varphi}} \quad (17)$$

Подставляя (17) в (15), получим уравнение траектории оползневого смещения:

$$y(x) = tg\varphi \left( x - \frac{x^2}{L} \right) = tg\varphi \left( x - \sqrt{\frac{\rho_{гр.} tg\varphi}{6M_0}} x^2 \right) \quad (18)$$

**Выводы.** Полученные результаты считаются более точными чем предыдущие. Расчеты реальных процессов оползневых смещений дают удовлетворительное совпадение. В работе [3] общая площадь оползня -  $8,64 \cdot 10^4 \text{ м}^2$ , объем –  $311 \cdot 10^4 \text{ м}^3$ , плотность грунта –  $\rho_{\text{гр.}} = 1,8 \text{ г/см}^3$ , протяженность оползневого склона – 530 м ( $\varphi = 16^\circ$ ). Как показали расчеты, дальность смещения оползневых масс по формуле (6) и (17) составляет соответственно

$$l = 510 \text{ м}, L = 639 \text{ м}. \text{ Погрешность расчета не превышает } 20\%.$$

#### Список литературы

1. Джаманбаев, М.Дж. Влияние влажности на устойчивость склона и прочностные свойства суглинистых грунтов /М.Дж. Джаманбаев, С.Б. Омуралиев // Проблемы современной науки и образования. – г. Иванова РФ. 2017. №5 (87), С. 116-119.
2. Методика инженерно-геологических исследований высоких обвальных и оползневых склонов. /Под ред. Г.С. Золотарева и М. Янича. – М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1980. - 184 с.
3. Айтматов, И.Т. Геомеханика оползневых склонов. / И.Т. Айтматов, К.Ч. Кожоголов, О.В. Никольская. –Бишкек: «Илим», 1999. -209 с.

УДК 681.785.5:553.078.4

### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ СПЕКТРАЛЬНОГО УГЛА ДЛЯ ЗАДАЧ КЛАССИФИКАЦИИ ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ КЛАССОВ В ПРИМЕСЯХ

*Шаршеева К.Т., ст.преп. каф. ИВТ КГТУ им. И. Раззакова, пр. Ч. Айтматова 66,г. Бишкек тел. 0312545182, email: kunduz2000@mail.ru;*

Аннотация: В данной работе предложены и использованы производные метода спектрального угла, которые дают более точные результаты при литологическом картировании, в особенности, где есть большое количество примесей. В сравнительном анализе были рассмотрены методы спектрального угла со средним эталонным спектром, спектральных производных, с использованием нескольких эталонных спектров на основе SAM, спектрального анализа вариабельности. Результаты дополнительных исследуемых методов дали лучшие результаты, чем обычный метод спектрального угла и согласованная фильтрация, в том случае когда используется итерационный процесс.

Ключевые слова: метод спектрального угла, спектральный производный анализ, целевой спектр, эталонный спектр, литологическое картирование, классификационные точности, литологическое отображение.

### COMPARATIVE ANALYSIS OF VARIOUS SPECTRAL ANGLE METHODS FOR CLASSIFICATION PROBLEMS OF LITHOLOGICAL CLASSES IN IMPURITIES

*Sharsheeva K.T., senior lecture, KSTU named after I. Razzakov, Ch. Aitmatov av.66, Tel.: 0312545182, email: [kunduz2000@mail.ru](mailto:kunduz2000@mail.ru)*

Annotation: In this paper, we propose and use the derivatives of the spectral angle method, which give more accurate results for lithological mapping, especially where there is a large amount of impurities. In a comparative analysis, spectral angle methods were considered with an average reference spectrum, spectral derivatives, using several SAM reference spectra, spectral analysis of variability. The results of the additional research methods yielded better results than the usual spectral angle method and matched filtering, in the event that an iterative process is used.

Keywords: spectral angle method, spectral derivative analysis, target spectrum, reference spectrum, lithological mapping, classification accuracy, lithological mapping.

Введение: В данной работе производится сравнительный анализ различных методов спектрального угла, который используется для выделения примесей различных формаций на снимках дистанционного зондирования Земли. Такие исследования актуальны для Кыргызстана, так как около 70% нашей страны занимает горная местность, которая труднодоступна для наземных работ и использование космических снимков являются перспективными, учитывая эти особенности.

**Литологическое отображение с помощью метода спектрального угла со средним эталонным спектром.** SAM - контролируемый алгоритм классификации, который использует спектральную угловую информацию для классификации гиперспектральных данных. Он обрабатывает каждый пиксель в гиперспектральном изображении как  $n$ -мерный вектор, где  $n$  равно числу спектральных диапазонов. Алгоритм измеряет подобия целевого спектра опорного спектра путем расчета спектральных углов между ними [2]. Меньший угол представляет более точное соответствие с эталонным спектром. Угол между целевым вектором  $a$  спектра и векторного эталонного спектра  $b$  может быть вычислено путем

$$\alpha = \cos^{-1} \left( \frac{a \cdot b}{\|a\| \|b\|} \right) \quad (1)$$

где

$\| \cdot \|$  является функцией нормы.

Уравнение (1) также может быть записана в виде

$$\alpha = \cos^{-1} \left\{ \frac{\sum_{i=1}^n a_i \cdot b_i}{\left[ \sum_{i=1}^n a_i^2 \right]^{1/2} \left[ \sum_{i=1}^n b_i^2 \right]^{1/2}} \right\} \quad (2)$$

где

$n$  - число спектральных полос,

$a_i$ - обозначает значение целевого спектра в полосе  $i$

и

$b_i$  обозначает значение эталонного спектра на  $i$ -полосе.

В существующих литологических исследованиях по картированию, средний спектр всех образцов спектров литологического типа используется в качестве опорного спектра. Если спектральный угол между неизвестным спектром (т.е. целевого пикселя) и опорным спектром определенного литологического класса (то есть, средний спектр) меньше, чем указанный пользователем порог, пиксел назначается классу. В противном случае пиксел назначается нецелевому классу.

**Литологическое отображение путем включения спектральных производных.** Использование спектральных производных является перспективным методом для снижения эффекта различной освещенности.

Вычисление спектральной производной включает изменение зависимых переменных (отражательной способности) относительно независимых переменных (длина волны).

В этом исследовании, спектральные производные вычисляются с помощью аппроксимации. Производная первого порядка представляется как:

$$\left. \frac{ds}{d\lambda} \right| \approx \frac{s(\lambda_i) - s(\lambda_j)}{\Delta\lambda} \quad (3)$$

где

$(DS / D\lambda)$  |- производная первого порядка на длине волны  $i$  (например,  $i$ - спектральная полоса),

$\Delta\lambda$  - интервал между соседними полосами,

$\Delta\lambda = \Delta\lambda_j - \Delta\lambda_i$  и  $\lambda_j > \lambda_i$ , интервал между полосами предполагаются постоянными.

$S$  - представляет собой спектр гиперспектральных данных и является функцией от длины волны ( $\lambda$ ).

Производные высшего порядка вычисляются итеративно и любой порядок производной доступен с использованием аппроксимации. Поскольку спектральные производные чувствительны к шуму, а эффект шума усугубляется возрастанием порядка производной, была использована только производная первого порядка (первая производная).

Изображение имеет более различный диапазон данных, чем спектральный коэффициент отражения изображения, которое имеет диапазон данных  $[0,1]$ , первая производная изображения впервые была нормирована в диапазоне данных  $[0,1]$  перед объединением. Для пикселя используется следующее уравнение нормализации,

$$D'_{ij} = \frac{d_{ij} - d_{min}}{d_{max} - d_{min}} \quad (4)$$

где

$D_{ij}$  - обозначает исходное значение отражательной способности пикселя (I, J),

$D_{max}$  и  $D_{min}$  представляют максимальные и минимальные значения всех первых производных групп и

$D'_{ij}$  - нормированное значение пикселя (I, J).

По мере того как процесс усреднения позволяет производить спектры, которые были менее шумные, средние значения обоих спектров отражения и нормированных производных были использованы в качестве эталонного спектра для каждого литологического класса на основе картирования SAM[2].

**Литологическое отображение с использованием нескольких эталонных спектров на основе SAM.** Учитывая, что многие типы пород демонстрируют спектральную изменчивость, вместо того чтобы использовать среднее значение спектра для каждого класса в SAM, в этом исследовании были использованы множество эталонных спектров для данного класса.

Предложенный метод можно обобщить следующим образом. Каждый целевой спектр (т.е. пиксель спектра) сравнивается со всеми эталонными спектрами заданного литологического класса. После того, как все спектральные углы между целевым спектром и каждого эталонного спектра класса вычисляются для пикселя, минимальный угол всех этих спектральных углов рассматривается в качестве конечного репрезентативного спектрального угла целевого пикселя. Если конечный спектральный угол целевого пикселя класса меньше, чем пороговое значение угла заданный пользователем, то целевой пиксель идентифицирован как принадлежащий к этому классу. В противном случае, пиксель идентифицируется как не принадлежащий к этому классу.

В частности, предположим, что имеется  $n$  эталонных спектров  $\mathbf{b}$  ( $\mathbf{b} = \{\mathbf{b}_1, \mathbf{b}_2 \dots \mathbf{b}_n\}$ ) для данного литологического класса, спектральный угол между целевым пикселем вектора  $\mathbf{a}$  и каждого эталонного вектора спектра  $\mathbf{b}_i$  является:

$$\alpha_i(\mathbf{a}, \mathbf{b}_i) = \cos^{-1} \left( \frac{\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}_i}{\|\mathbf{a}\| \cdot \|\mathbf{b}_i\|} \right) \quad (5)$$

заключительный представитель спектральный угол между целевого пикселя вектора  $\mathbf{a}$  и эталонных спектров  $\mathbf{b}$  литологического класса получается

$$\alpha(\mathbf{a}, \mathbf{b}) = \min [\alpha_1(\mathbf{a}, \mathbf{b}_1), \alpha_2(\mathbf{a}, \mathbf{b}_2), \dots, \alpha_n(\mathbf{a}, \mathbf{b}_n)], \quad (6)$$

где  $\min [ \dots ]$  - обозначает минимальный угол всех спектральных углов к эталонным спектрам  $\mathbf{b}$ .

Первоначальные образцы подготовки могут содержать определенное количество отклоняющихся значений выборок (т.е. с большим количеством различных спектров, чем остальных образцов). Для устранения этих образцов вне слоя, процесс оптимизации предлагается уточнить первоначальные образцы подготовки.

Оптимизация обучающей выборки выполняется с использованием порогового значения угла, определяемого пользователем (аналитик), который также используется в последующем отображении SAM. Для конкретного класса сначала вычисляется спектральный угол между конкретным образцом  $C$  и любым другим образцом одного и того же класса. Минимальный спектральный угол для образца  $C$  берется из всех полученных спектральных углов для образца  $C$  и затем сравнивается с выбранным порогом угла [6]. Если минимальный спектральный угол для образца  $C$  меньше, чем пороговое значение, то образец  $C$  сохраняется в наборе обучающей выборки. В противном случае, образец  $C$  рассматривается как образец с аномальным значением и затем исключаются. После оптимизации спектры всех остальных обучающих выборок (здесь называемые оптимизированные образцы обучения) будут использоваться при отображении SAM.

**Спектральный анализ варибельности.** Поскольку знание изменчивости внутри класса и варибельности класса имеет отношение к точности итоговой классификации, спектральная изменчивость и спектральная разделяемость различных литологических классов исследуются до проведения литологического отображения. Внутриклассовая спектральная изменчивость измеряется с использованием стандартного отклонения и средних значений спектральных углов между эталонными спектрами одного и того же класса [7-8].

Варибельность между классами измеряется с использованием спектральных углов между двумя классами.

**Оценка эффективности.** Для того, чтобы в полной мере оценить эффективность предложенных методов на основе SAM, было использовано литологическое отображение со средним эталонным спектром .

Также для сравнения была использована согласованная фильтрация (СФ) (Matched Filtering (MF)), широко используемый метод литологического отображения.

СФ максимизирует отклик известного концевое элемента и подавляет реакцию составного неизвестного фона. СФ обеспечивает быстрое средство обнаружения конкретных материалов на основе соответствия к библиотеке или концевое элемента изображения спектров. Одним из преимуществ метода является то, что СФ не требует знания всех концевых элементов в пределах сцены изображения. Таким образом, СФ считался лучшим выбором для классификации в областях, весьма смешанных пород, где идентификация всех конечных элементов затруднено.

**Результаты литологического картирования с помощью различных методов спектрального угла.** Два района на северо-востоке Кыргызстана, были выбраны в качестве областей исследования из-за их превосходных обнажений породы.

Тем не менее, из-за разницы в спектральных характеристиках горных пород и влияния сбора данных изображения, спектральные вариации этих типов пород очень распространены.

Но составные части отложений (нецелевой класс) в этих областях также разнообразны, в связи с их сложными происхождениями, т.е. из-за различных источников пород с различными минеральными составляющими и разных возрастов. Таким образом, литологическая идентификация с использованием гиперспектральных изображений в области является трудной задачей.

Для решения задачи литологического картирования использовались Aster данные, так как они широко используются при геологическом картировании. Спектрорадиометр ASTER, установленный на спутнике Terra, специально предназначен для картографирования горных пород, содержащих эти минералы. ASTER-TIR является первым спутником дистанционного зондирования с достаточной системой спектральных, пространственных и радиометрических

разрешений для геологических приложений. ASTER, как правило, наблюдает более чем 500 сцен в день, геометрически хорошо корректируется (ортотрансформирование)[6]. Снимки Aster поверхности Исык-Кульской области были предоставлены Академией Наук КНР (RADICAS).

Атмосферная коррекция проводилась с использованием FLAASH (Fast прямой видимости атмосферного анализа спектральных Нурег-кубов), реализованный в программном обеспечении ENVI. Значения DN (цифровое число) были преобразованы в кажущийся коэффициент отражения.

Литологические блоки, разработанные в этой области включают карбонатно-осадочные породы, осадочные породы, гранит, и дополнительные отложения.

Девять литологических классов, за исключением дополнительных отложений, были определены в области (таблица 1). Геологическая карта (Рис 2 b) была использована для выбора образцов для обучения и оценки точности. Образцы обучения были выбраны изначально, а затем были оптимизированы, чтобы удалить внеслойные образцы с использованием методов, предложенных выше. Для того, чтобы в полной мере использовать предложенные методы, из изображения сначала генерируется случайным образом распределенные пиксели.

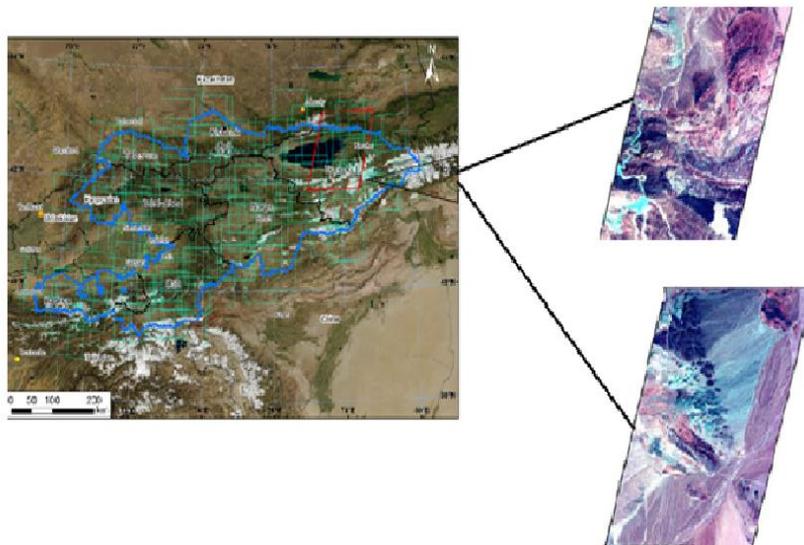


Рисунок 1. Данные и область исследования (юго-восток Исык-Кульской области)

Таблица 1. Таблица исследуемых литологических классов

Символьное обозначение литологического класса	Наименование литологического класса
G1	Калийный гранит
C1	Алеврит и туф
C2	Туф и известняк

C5	карбонат
C3	Карбонатный порфир и туф
C4	Карбонатный порфирит
J	аргиллит
G2	гранит
D	Известковая глина

Те пиксели, которые были расположены вблизи границ классов и трудно определить их атрибуты класса, и которые были вблизи учебных пикселей были исключены. Небольшая многоугольная область (приблизительно 10-30 пикселей) вокруг каждого оставшегося пикселя, был затем выбран в качестве тестовой области. Учебные и тестовые образцы, используемые в исследовании, приведены в таблице 1. Пространственное распределение тестовых образцов для каждого класса представлен на рис. 2 (с).

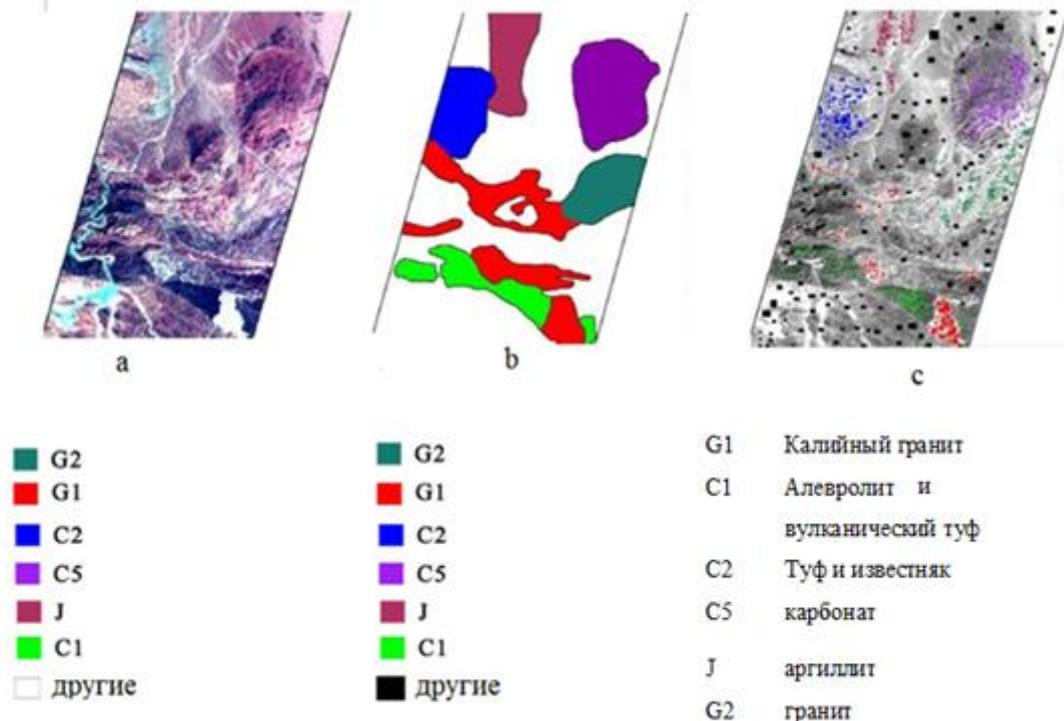


Рисунок 2 Пространственное распределение тестовых образцов.

- а) исследуемая область
- б) литологическая карта исследуемой области
- с) пространственное распределение тестовых образцов для каждого класса

**Спектральный анализ variability.** Спектральные кривые девяти литологических классов, выбранных из образа Aster и их первых производных показаны на рис. 2. Средний спектр и среднее первой производной для каждого класса также показаны для сравнения. Из рисунка видно, что все девять литологических единиц демонстрируют высокую внутриклассовую изменчивость как в спектральной величине и формы спектра, особенно для G1, классов C1, C3.

Кроме того, средний спектр для каждого класса значительно отличается от отдельных эталонных спектров. Таким образом, полученные средние спектры не полностью отражают спектральные свойства каждого литологического класса, что может привести к большим ошибкам. Тем не менее, эта цифра показывает, что первые производные спектров образца от каждого литологического класса и их средней производной более сходны. Таким образом, средняя спектральная производная литологического класса может представлять более адекватно спектральное свойство образцов класса.

Таблица 2 Внутрикласовые спектральные углы между образцами

Классы	Спектральные углы с эталонными спектрами (внутрикласовые)		Спектральные углы с эталонными спектрами (внутрикласовые) и их первые производные	
	Средний угол	Стандартное отклонение	Средний угол	Стандартное отклонение
G1	0.0536	0.0142	0.0474	0.0141
C1	0.0746	0.0247	0.0360	0.0150
C2	0.0370	0.0100	0.0320	0.0082
C3	0.1110	0.0331	0.0581	0.0200
C4	0.0401	0.0112	0.0369	0.0115
D	0.0538	0.0209	0.0406	0.0173
J	0.0536	0.0055	0.0474	0.0086
G2	0.0319	0.0082	0.0342	0.0085
C5	0.0491	0.146	0.0548	0.0221

Внутрикласовые спектральные углы для всех литологических классов приведены в таблице 2. Как видно из таблицы 2, средние значения внутрикласовых спектральных углов для некоторых классов, таких как C1, C3 и D являются относительно большими, что означает, что присущие им спектральные вариации относительно высокие.

Кроме того, из таблицы видно, что стандартное отклонение внутрикласовых спектральных углов при использовании первых производных значительно меньше, чем при использовании образцов спектров. Например, для класса C3 стандартное отклонение спектральных углов, при использовании эталонных спектров 0,0331, в то время как стандартное отклонение спектральных углов, при использованием комбинации эталонных спектров и производных составляет 0,02. Это указывает на то, что добавление первых производных является эффективным для снижения спектральной переменности.

В таблице 3 приведены межклассовые спектральные углы измеренные с использованием среднего эталонного спектра и в сочетании с соответствующим средним значением первых производных. Из таблицы видно, классы C1, C3, C5 сильно отделимы от других классов (т.е. с относительно большими спектральными углами), тогда как C2 и J классы менее отделимы от других классов (т.е. с относительно малыми спектральными углами). Таблица 3 показывает также, что спектральные углы между большинством классов, измеренных с комбинированными спектрами и первыми производными больше, чем измеренные с обычными спектрами, что означает, что спектральная разделяемость улучшается за счет включения первых производных.

Таблица 3 Межклассовые спектральные углы между образцами и их среднее значение измеренные с использованием эталонных спектров и в сочетании с первыми производными (все в радианах).

Верхний треугольник: измеренные с использованием среднего спектра отражения спектральных углов;

нижний треугольник: измеренные с использованием среднего спектров и первые производные спектральных углов.

	G1	C1	C2		C3	C4	D
G1	0	0.1061	0.073	G1	0.0708	0.1148	0.1276
C1	0.1432	0	0.1412	C1	0.1041	0.1929	0.1963
C2	0.0872	0.1631	0	C2	0.0774	0.0522	0.064
C3	0.0926	0.1337	0.0781	C3	0	0.1181	0.1386
C4	0.116	0.206	0.0553	C4	0.1209	0	0.0291
D	0.149	0.2028	0.0644	D	0.144	0.058	0
J	0.0797	0.2378	0.0391	J	0.1094	0.05	0.0707
G2	0.0779	0.1831	0.1014	G2	0.1521	0.0757	0.105
C5	0.161	0.1732	0.057	C5	0.0729	0.0785	0.0794

	J	G2	C5
G1	0.0701	0.0777	0.1564
C1	0.1557	0.2136	0.2161
C2	0.0304	0.0488	0.1123
C3	0.0922	0.0735	0.1598
C4	0.0427	0.0647	0.0683
D	0.0698	0.093	0.0782
J	0	0.0737	0.1368
G2	0.0755	0	0.1069
C5	0.0907	0.147	0

### Литологические результаты картирования

Классификационные точности из четырех разных способов суммированы в таблице 5. Можно видеть, что SAM со средним эталонными спектрами и метод МФ имеют аналогичные точности. Два предложенных метода дают значительно более высокую общую точность и. В частности, использование множества опорных спектров SAM приводит к более высокой точности классификации, с общей точностью 79.31% и коэффициент каппа 73,52%.

(коэффициент Каппа - показатель точности классификации, использующий результат классификации и проверочный набор данных)

Таблица 4 Классификационные точности из четырех разных способов

класс	MF	SAM	SAM и первая производная	Метод многократных эталонных спектров SAM
G1	71.12	68.43	80.08	79.58
C1	64.84	62.35	73.47	74.96
C2	57.45	64.34	69.71	75.28
C3	49.51	44.23	59.30	59.88
C4	70.61	70.61	82.79	82.89
D	63.19	61.21	68.60	75.73
J	66.54	72.05	74.31	82.97
G2	66.77	68.27	75.64	81.20
C5	68.73	62.24	72.77	79.33
Others	69.45	74.44	78.43	81.22
OA	66.97	68.72	75.63	79.31
Каппа	57.59	59.30	68.75	73.52

Из анализа статистики (таблица 4) видно, что результаты классификации, полученные предложенными методами являются статистически более точными, чем от SAM со средним спектром и методом СФ (при доверительном уровне 99%). В результате классификации производимый методом многократных эталонных спектров SAM статистически даже лучше, чем SAM со средним спектром и первой производной.

Таблица 5. Сравнение результатов анализа каппа из предложенных методов и существующих методов (на уровне достоверности 99%).

	SAM	SAM и первая производная	Метод многократных эталонных спектров SAM	MF
SAM	/	значительное	значительное	не знач.
SAM и первая производная	12.8494	/	значительное	Знач.
Метод многократных эталонных спектров SAM	19.8758	7,0594	/	Знач.
СФ	2.2245	15,1700	22,2522	/

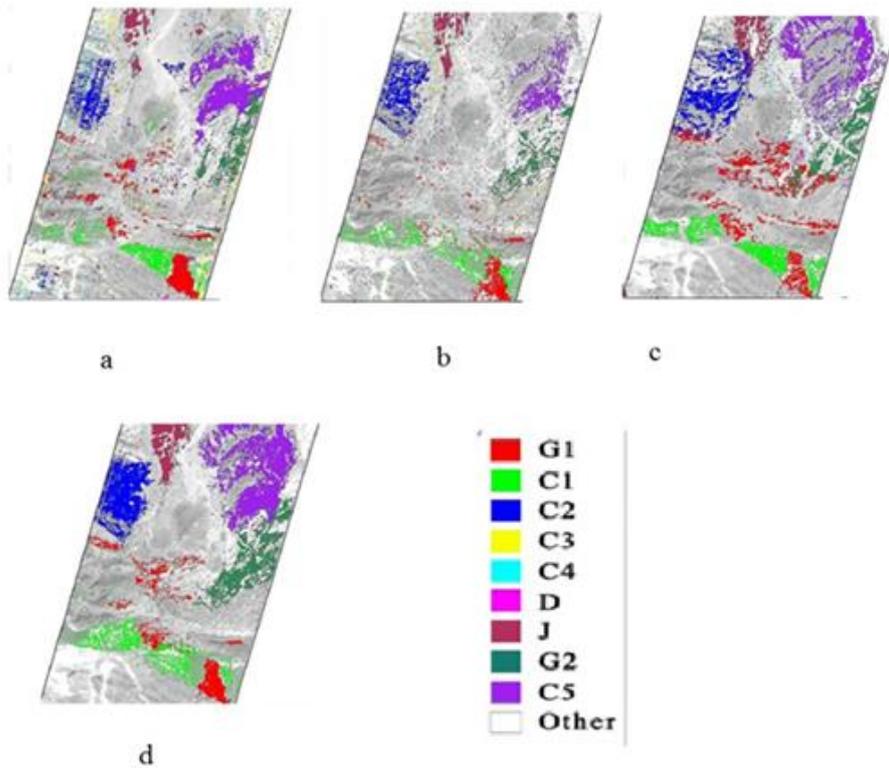


Рисунок 3 Результаты классификации с использованием различных методов.

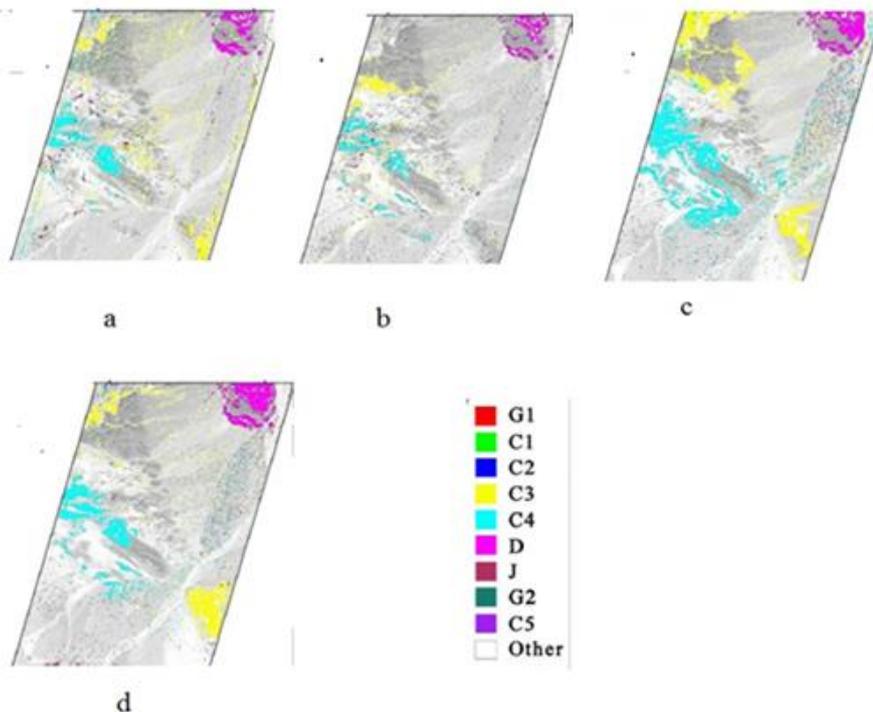


Рисунок 4 Результаты классификации с использованием различных методов.  
К рисункам 3. и 4:

- a) согласованная фильтрация
- b) Литологическое отображение с помощью SAM со средним эталонным спектром
- c) Литологическое отображение путем включения спектральных производных
- d) Литологическое отображение с использованием нескольких эталонных спектров на основе SAM.

Литологические результаты картирования с использованием четырех различных методов приведены на рис. 3 и 4. Путем сравнения с эталонной картой (рис. 3 (b)), результат классификации с использованием SAM со средним эталонным спектром (Рис. 3 (c)) показывает аналогичный вид, что и метод СФ (рис. 3 (a)). Очевидная разница между этими двумя результатами, что есть меньше неправильной классификации между целевыми классами и фона в результате SAM со средним эталонным спектром (т.е. меньше пикселей четвертичных отложений не распознали в качестве целевых классов). По сравнению с этими двумя существующими методами, результаты классификации по предложенной методике улучшаются в разной степени. Например, при использовании средних спектров и их средние первые производные, C3, D, J и C5 классы более точно определены, и есть меньше упущений и ошибок для класса C1 (Рис. 3 (c)). Тем не менее, хотя класс C4 лучше отображается включением первых спектральных производных, чрезмерная оценка класса C4 по-прежнему значительны. При наличии нескольких эталонных спектров SAM, все девять литологических класса более точно определены (рис. 3 (d)).

#### **Выводы:**

В данной работе предложены и использованы производные методы спектрального угла, которые дают более точные результаты при литологическом картировании, в особенности, где есть большое количество примесей. Результаты дополнительных исследуемых методов дали лучшие значения, чем обычный метод спектрального угла и согласованная фильтрация, в особенности в случае использования итерационного процесса.

С использованием сравниваемых методов были получены результаты мониторинга кварца, карбоната и мафита. В дальнейшем рассмотренные методы можно использовать для прогнозирования и других полезных ископаемых. Однако этот процесс требует знаний экспертов во многих областях.

#### **Литература:**

1. Данные Центрально- Азиатский институт прикладных исследований Земли (ЦАИЗ) (электронный ресурс)
2. Кашкин В. Б., Сухинин А. И. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений: Учеб.пособие. — М.: Логос, 2001., 264 с.
3. Труды: Фак. МГУ им. М.В. Ломоносова. Картография, геоинформатика и аэрокосмическое зондирование, 2004, 424 с
4. Чандра А.М., Гош С.К. - Дистанционное зондирование и географические информационные системы, 312 с.
5. Ninomiya, Y., 2002. Mapping quartz, carbonate minerals and mafic-ultramafic rocks using remotely sensed multispectral thermal infrared ASTER data. P SPIE, 4710, pp. 191-202.
6. Ninomiya, Y., 2003. Rock type mapping with indices defined for multispectral thermal infrared ASTER data: case studies. PSPIE, 4886, pp. 123-132.
7. Fu, B.H., Lin, A.M., Kano, K., Maruyama, T., Guo, J.M., 2003. Quaternary folding of the eastern Tian Shan, northwest China. Tectonophysics 369, 79–101
8. Fu, B.H., Zheng, G.D., Ninomiya, Y., Wang, C.Y., Sun, G.Q., 2007. Mapping hydrocarbon-induced mineralogical alteration in the northern Tian Shan using ASTER multispectral data. Terra Nova 19, 225–231.

**ГОРНОЕ ДЕЛО И ТЕХНОЛОГИИ**

УДК 537.621.4:550,382.3:551.243.8

**ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГОРНЫХ ПОРОД И ВАРИАЦИИ  
ГЕОМАГНИНОГО ПОЛЯ**

*Бакиров К.Б., Институт горного дела и горных технологий им. академика У.Асаналиева, г.Бишкек, проспект Чуй 215*

**Аннотация.** Изучение петрофизических свойств горных пород, магнитной восприимчивости и вариаций геомагнитного поля является одним из основных параметров при интерпретации геомагнитного поля в сейсмоактивных районах. Влияние оказывают ферромагнитные минералы, содержащиеся в горных породах, магнитная восприимчивость пород которого изменяется в больших пределах, вследствие которого наблюдаются повышенные значения интенсивности геомагнитного поля.

**Ключевые слова:** горные породы, геомагнитное поле, ферромагнитные минералы, сейсмогенные зоны

**PETROPHYSICAL PROPERTIES OF ROCKS AND VARIATIONS OF THE  
GEOMAGNETIC FIELD**

*Bakirov K.B., Institute of Mining and Mining Technologies them. Academician U.Asanaliev, Bishkek, Chui Avenue 215*

The study of the petrophysical properties of rocks, magnetic susceptibility and variations of the geomagnetic field is one of the main parameters in the interpretation of the geomagnetic field in seismically active regions.

The influence is exerted by ferromagnetic minerals containing in rocks, the magnetic susceptibility of rocks of which varies within large limits, as a result of which increased values of the intensity of the geomagnetic field are observed.

**Keywords:** rocks, geomagnetic field, ferromagnetic minerals, seismogenic zones

Как известно, при развитии геодинамических процессов сопровождающегося изменением напряженно-деформированного состояния земной коры и накоплением сейсмогенерирующей энергии они отражаются в вариациях геомагнитного поля. Результаты исследования петрофизических свойств горных пород и вариаций геомагнитного поля могут быть использованы для решения задачи поисков предвестников землетрясений.

Использование вариаций геомагнитного поля в условиях сейсмогенных зон перспективно на основе использования методов, реализующих высокую точность измерений, обеспечивающих получение достоверных данных и имеющих возможности с учетом экономических факторов для дальнейшего широкого применения в сейсмоопасных районах.

Основные результаты изучения геомагнитного поля и геомагнитных аномальных вариаций были систематизированы в каталоге геомагнитных и электромагнитных предвестников землетрясений [7,8]. Результаты многолетних исследований геомагнитных явлений на прогностических полигонах СНГ и в мире показали, что связь между вариациями геомагнитного поля и землетрясениями, имеется [1,2,3,3,4,5,6,9]. Исследованиями, ученых Узбекистана выявлено, что [1] изменение геомагнитного поля интенсивностью до первых

десятков наносекунд и длительностью от нескольких дней до первых единиц лет, которые возможно, связаны с подготовкой коровых землетрясений примером является (Заалайское землетрясение, 1978 г.). Анализ данных мониторинга, многолетних исследований геомагнитных вариаций перед сильными землетрясениями показывает, что моменты землетрясений приходились на фазу возвращения геомагнитного поля к исходному уровню после смены знака аномалии [1,2].

Значительные по величине и короткие по времени (месяцы) аномалии геомагнитного поля, возможны при дилатансии горных пород в зоне очага землетрясения. Быстрые изменения поля могут проявиться за несколько часов или суток перед землетрясением и скорее всего могут быть объяснены совокупностью механоэлектрических процессов в очаге. Медленные изменения Т-поля обычно начинаются за несколько месяцев или за несколько лет до землетрясения и имеют преимущественно пьезомагнитную природу. Кроме того, аномальные магнитные вариации могут возникать вследствие изменения электропроводных свойств вещества коровых и подкоровых геоэлектрических неоднородностей и приложения к ним долгоживущей разности потенциалов.

Анализ материалов показывает, что магнитный аномальный сигнал является аномальной вариацией магнитного поля, вызванные изменением магнитных или электрических свойств среды в очаговой области вследствие перераспределения тектонических напряжений. [1,2,9].

При мониторинговых геомагнитных исследованиях в пределах сейсмогенных зон, необходимо изучение петрофизических свойств горных пород, для учета напряженного состояния массивов горных пород и исследование зон высоких концентраций напряжений. В связи с этим по данным многолетних экспериментальных исследований были определены скоростные, плотностные и магнитные характеристики горных пород по разрезам Чуйской впадины, для Аламединского разрез представлены в таблице 1 [1,2].

Таблица №1

Разрез	Массив - порода	Vp и Vs, км/с	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	Jn	Коэф. Пуассона
Аламединский	Массив андезито-базальтовых порфириов	Vp = 6,2 , Vs = 3,95	$\rho_{cp} = 2,67$		
	Массив порфириовидных гранитов, адамеллиов и гранодиоритов - $\gamma_2O_3S$	Vp = 3,6, Vs = 1,85	$\rho_{cp} 2,7$	60-65°	
	Зеленовато-серые, бурые песчаники, сланцы с прослоями туфов, редко известняков – O <sub>2</sub>	Vp = 3,7–4,5 Vs=2,9-2,5-1,9	2,62-2,75		
	Массив порфириовидных гранитов, адамеллитов, гранодиоритов	Vp = 5,2, Vs = 2,1	2,65-2,74	75-85°	
	Приосевая часть хребта: красноцветные полимиктовые и аркозовые песчаники, конгломераты и гравелиты – D – C	Зап.часть хр. Vp=3,3-3,7-4,5 Vs=1,8-2,2-2,7 Вост.часть хр. Vp=4,4-3,9-3,5	2,63-2,77	18-57°	

Из таблицы №1 видно, андезито - базальтовые порфиры Аламединского разреза, имеющие высокие значения скорости продольной и поперечной упругой волны ( $V_p = 6,2$  км/с,  $V_s = 3,95$  км/с) представляют потенциально более сейсмоопасную зону чем, например, зона породного массива порфировидных гранитов, адамеллитов и гранодиоритов, имеющие не высокие значения скорости продольной и поперечной упругой волны ( $V_p = 3,6$  км/с,  $V_s = 1,85$  км/с), связанные, по-видимому, с зоной дробления и высокой трещиноватостью.

Другим важным параметром является изучение магнитной восприимчивости необходимое при интерпретации геомагнитного поля в сейсмоактивных районах. Большое влияние оказывают ферромагнитные минералы содержащиеся в горных породах, магнитная восприимчивость пород которого изменяется в больших пределах, вследствие которого наблюдается повышенные значения интенсивности геомагнитного поля.

Подтверждением тому являются материалы глубоких скважин, пробуренных в пределах Чуйской впадины, которые указывают на широкое распространение домезозойских – девонских эффузивных пород в её ложе, что является одним из факторов, объясняющим наличие положительного магнитного поля. Вторым фактором, вызывающим положительное магнитное поле, может быть наличие в фундаменте впадины крупных тел среднепалеозойских гранодиоритов, среди которых встречаются разности с магнитной восприимчивостью ( $\chi$ )  $\sim 2000 \cdot 10^{-6}$  СГСМ.

Ранее проведенные геомагнитные исследования в условиях сейсмогенных зон Северного Тянь-Шаня позволили выявить, периодически возникающие локальные аномалии связанные с землетрясениями. Моделирование по данным многолетних геомагнитных исследований выявлено, что в очаге формирующегося сильного землетрясения возникают термоупругие напряжения, которые ослабляют внутренние связи между кристаллами горных пород. При появлении разрывов внутренних связей должны происходить процессы лавинотрещинообразования, с возникновением напряжения, вследствие процессов деформации происходят динамические разрушения горных пород. С этими явлениями считаем связаны появление емкостей и зарядов в глубинных структурах земной коры, где происходит разделение плазмы, при этом закон сохранения нарушается и начинает возникать дополнительное давление. Внутреннее давление очага возрастает, возникает критическая ситуация, в объеме очага возникают ветвящиеся направленные трещины и процесс завершается образованием упругих волн, которые отражаются в аномальных изменениях вариаций геомагнитных поля. По данным геомагнитного мониторинга в Чуйской впадине по результатам мониторинга Т поля на двух пунктах. На рис.1.8 приведены мониторинг Т поля на пунктах за 5 месяцев, как видно из графика на пункте 1 (Новостройка) в западной части ни широе  $\varphi=42$  52, долготел  $\lambda=74$  71 которая располагается в северной части Чуйской впадины флуктуации Т поля от 10 до 25 нТл отмечались с января по март 2018 года, затем порасписать шире)ле восстановилось и в данное время находится в пределах фонового уровня. На пункте 2 (Таш-Мойнок) в южной части  $\varphi=42$  71 и  $\lambda=74$  67 расположенного в южной части Чуйской впадины поле возросло до 30 нТл, а в мае 2018 года наблюдалось понижение до 10 нТл, в целом особых изменений не наблюдается.

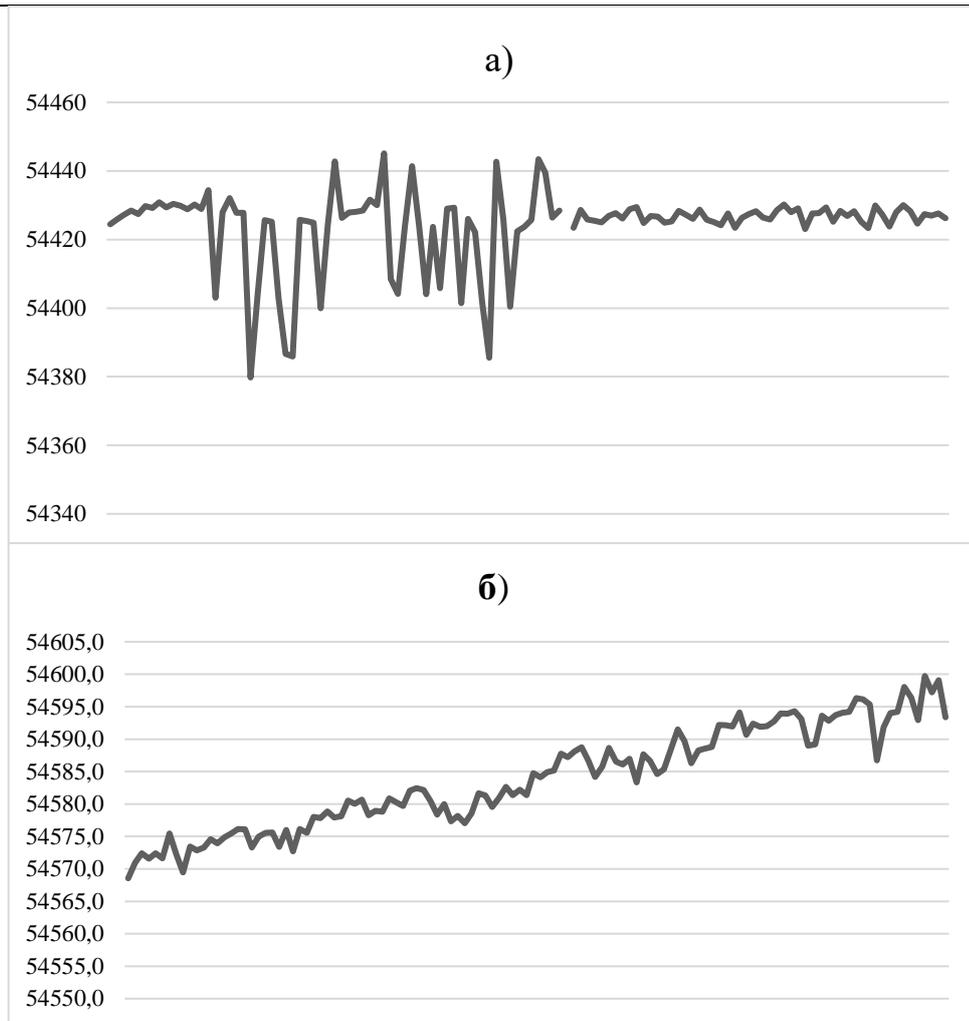


Рис. 1.8– Графики изменения вариаций Т-поля пункта а) п.1, б) п.2 с 01.01.2018 г. – 01.05.2018 г.

Таким образом магнитный аномальный сигнал является аномальной вариацией магнитного поля, вызванные изменением магнитных или электрических свойств среды в очаговой области вследствие перераспределения тектонических напряжений.

### Заключение

Магнитный аномальный сигнал является аномальной вариацией магнитного поля, вызванные изменением магнитных или электрических свойств среды в очаговой области вследствие перераспределения тектонических напряжений.

Изучение магнитной восприимчивости является одним из основных параметров при интерпретации геомагнитного поля в сейсмоактивных районах. Влияние оказывают ферромагнитные минералы содержащиеся в горных породах, магнитная восприимчивость пород которого изменяется в больших пределах, вследствие которого наблюдается повышенные значения интенсивности геомагнитного поля.

С сейсмотектоническими процессами, связаны аномалии геомагнитного и электромагнитного полей. Поэтому в сейсмогенных зонах Северного Тянь-Шаня происходят аномальные изменения геомагнитных и электромагнитных полей в различных стадиях подготовки сильного землетрясения.

1. Абдуллабеков, К.Н. Электромагнитные явления в земной коре. Ташкент: ФАН, 1989. – 231 с.
2. Бакиров, К.Б. Изучение локальных геомагнитных вариаций в сейсмоактивных районах. Геодинамика и металлогения полезных ископаемых. Материалы междунар. науч.-технич. конф. – Бишкек, 1999. – с. 21 – 25
3. Бакиров, К.Б. Геомагнитные явления и сейсмотектонические процессы Кыргызского Тянь-Шаня. Бишкек: Илим, 2005. - 144 с.
4. Бакиров К.Б., В.В.Гребенникова, А.К.Сараев, Г.К.Берикова Изменения кажущегося электрического сопротивления горных пород в сейсмоактивных районах. Материалы Международной научной технической конференции «Инновации в образовании, науке и технике». //Известия КГТУ им. И. Раззакова. - Бишкек, 2006. - Т II. - с. 440-445.
5. Бакиров, К.Б. Отражение глубинных нарушений в геомагнитном поле. Материалы Международной научной технической конференции «Инновации в образовании, науке и технике». // Известия КГТУ им. И. Раззакова - Бишкек, 2006. - Т II. - с. 425-430.
6. Бакиров, К.Б., Сараев А.К., Берикова Г.К. Вариации удельного электрического сопротивления горных пород и электромагнитного излучения. Материалы международной научно-технической конференции научно-технической инновации: Приоритетные направления развития. Известия КГТУ им. И. Раззакова. - Бишкек, 2006. - №17 - с. 245-249.
7. Каталог геомагнитных предвестников землетрясений. – Под. ред. С.И. Зубкова. – Москва: ИФЗ АН СССР, 1984. – 44с.
8. Каталог импульсных электромагнитных предвестников землетрясений. М.: Институт физики Земли АН СССР. – 1991. – 128с.
9. Курскеев, А.К. Проблемы прогнозирования землетрясений. Алма-Ата: Наука, 1990.

УДК 550.34(575.2)

### ВЕРОЯТНОСТНЫЕ ОЦЕНКИ ПОВТОРЯЕМОСТИ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТЯНЬ – ШАНЯ

*Молдобеков Канатбек, к.т.н., доцент, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан 720044, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, [kmm555@mail.ru](mailto:kmm555@mail.ru) Orcid 0000-0002-9702-7882.*

**Цель работы** – моделирование периода повторяемости сейсмодатастроф по статистическим данным местных землетрясений Центрального Тянь – Шаня. Анализ и интерпретация полученных результатов в прогностических целях.

**Ключевые слова:** землетрясение, период повторяемости, моделирование, прогноз.

### PROBABILISTIC ESTIMATIONS OF THE REPEATABILITY OF STRONG EARTHQUAKES OF CENTRAL TIEN-SHAN

*Moldobekov Kanatbek, Ph.D., Associate Professor, KSTU them. I. Razzakova, Kyrgyzstan 720044, Bishkek city, Aytmatov Avenue 66, [kmm555@mail.ru](mailto:kmm555@mail.ru) Orcid 0000-0002-9702-7882.*

The purpose of this work is to simulate the periodicity of seismic accidents according to the statistical data of local earthquakes in the Central Tien Shan. Analysis and interpretation of the results obtained for prognostic purposes.

**Key words:** earthquake, period of recurrence, modeling, forecast.

Результаты статистического анализа данных из опубликованных каталогов [1-6] показывают, что на территории Центрального Тянь-Шаня наиболее сильные землетрясения происходили с величиной энергетического класса  $K=14,0-15,6$  (с магнитудой  $m=5,8-6,6$ ). При

этом разрушительные катастрофы (с величиной энергетического класса  $K$  более 16 ) за последние 50-100 лет не зарегистрированы. В этом отношении регион характеризуется землетрясениями с меньшей разрушительной энергией.

В то же время представляет значительный интерес изменение периодичности землетрясений с течением времени. Так, на рис.1 показана изменение суммарного числа землетрясений в году за период с 2000 по 2015 гг. Как видно, что сейсмическая активность на интервале 2000-2009 гг. остается постоянной, т.е. сейсмический режим не изменяется. Далее, начиная с 2010 года, активность повысилась в два раза, а к 2015 году она выросла в три-четыре раза по сравнению с предшествующим периодом.

На основании этих данных был построен график повторяемости землетрясений (рис.2) по формуле закона повторяемости Гутенберга – Рихтера [9]:

$$LgN = a - bm , \tag{1}$$

где  $m$ -магнитуда землетрясения,  $b$ -угол наклона графика.

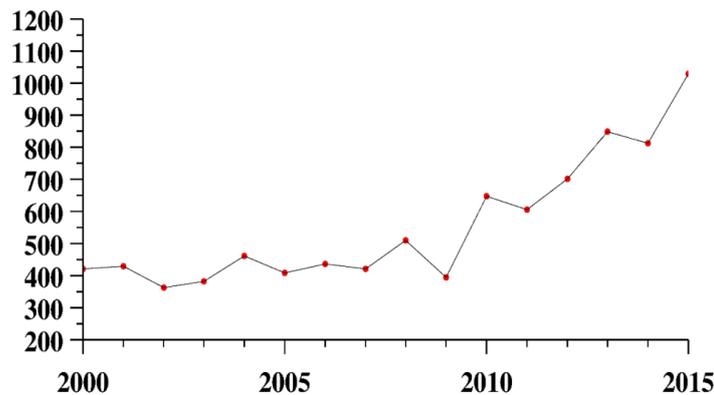


Рис.1. Изменение суммарного числа землетрясений в год.

Это же выражение можно написать относительно энергетического класса землетрясения  $K$ , величина которого выражается формулой:

$$K = LgE ,$$

тогда распределение числа землетрясений представляется как

$$LgN = \alpha - \gamma K . \tag{2}$$

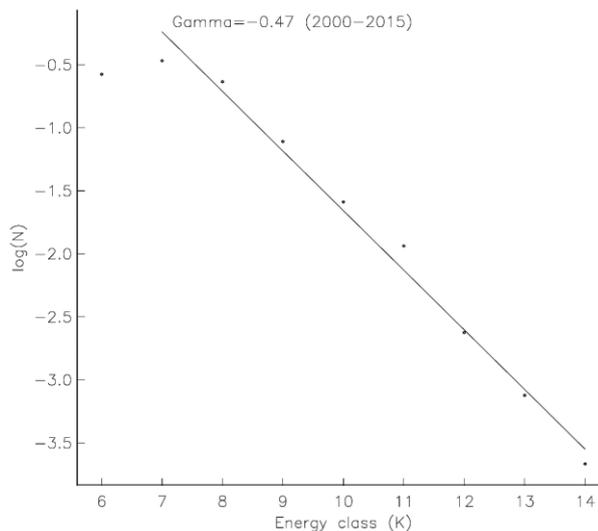


Рис.2.График повторяемости землетрясений. Угол наклона  $\gamma = -0,47$

Определив значение  $\gamma = -d \lg N / dK$  по графику (рис.2), можно рассчитать активности сейсмического режима [10]:

$$A_i = \frac{[(1 - 10^{-\gamma}) * S_0 N_E]}{10^{-\gamma(K_{\min} - K_0)} * ST}, \quad (3)$$

где  $N_E$  - общее число всех землетрясений, используемые при построении графика повторяемости (ГП);  $\gamma$ -наклон ГП;  $K_{\min}$ -минимальный энергетический класс, который используется при построении ГП;  $K_0$ -энергетический класс, по которому определяется сейсмическая активность (обычно берут  $K_0 = 10$ );  $S_0$ -фиксированная единичная площадь нормирования ( $S \approx 1000 \text{ км}^2$ );  $S$ - площадь рассматриваемой территории (зона);  $T$ -время выборки в годах.

После определения параметров сейсмического режима  $(\gamma, A_i)$  производим вероятностную оценку максимально возможной величины энергетического класса  $K_{\max}$  (или магнитуды  $m$ ) для данной территории. Для этого используем распределение Пуассона:

$$P = 1 - e^{-\frac{t}{T}}, \quad (4)$$

где  $t$  – время ожидания сильного землетрясения;  $T$  – период повторяемости;  $P$  – вероятность того, что за время ожидания  $t$  произойдет хотя бы одно событие, период повторяемости которого равен  $T$ .

По вышеописанной методике определялись и определяются параметры сейсмического режима любого региона, которые и составляют основы расчёта вероятностной карты сейсмической активности (опасности) изучаемой территории. На основании формулы (4) период повторяемости будет определяться выражением

$$T = -\frac{t}{\ln(1-P)}. \quad (5)$$

Например, при  $t=50$  лет и  $P=0,1$  значение повторяемости  $T=475$  лет. Это противоречит результатам ретроспективного анализа статистических данных, где имеет место от 2 до 30 лет.

Для детального изучения сейсмического режима нами анализирован временной ряд, построенный по значениям максимального энергетического класса  $K_{\max}$  в году. Далее, полученная совокупность данных подвергалась Фурье-анализу. Периодограмма построена по значениям  $K_{\max}$  за период с 1950 года по 2013 год, т.е. получены 64 значения. Временной интервал между  $K_i$  берется одинаковым и равным году. Периодограмма для данной совокупности показана на рисунке 3.

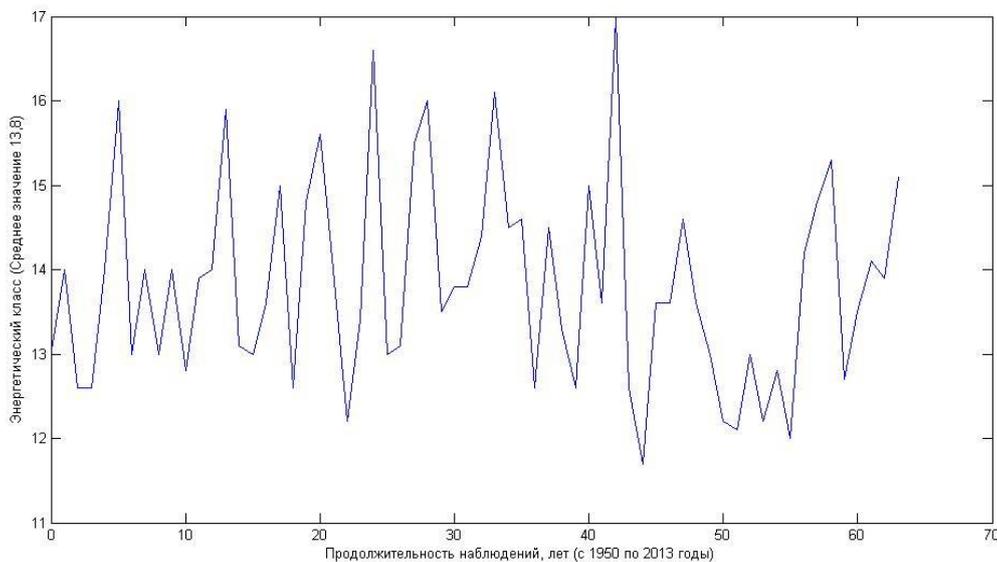


Рис. 3. Периодограмма значений  $K$  с 1950 по 2013 гг.

Требуется определить характер спектра – имеется ли основная частота, есть ли значимые гармоники и т.д. При такой постановке задачи нас интересует только половина вычисленной спектральной функции (при положительных частотах) и правильное распределение значений частот вдоль оси абсцисс. Значение амплитуды спектральной функции роли не играет. Кроме того, как правило, амплитуду нулевой гармоники полагают равной нулю, поскольку она представляет собой постоянную составляющую сигнала.

Далее, вычисляя среднее значение представленной совокупности, получим  $K_{cp}=13,8$ . При этом предполагается, что исследуемый временной ряд является стационарным и эргодическим. Вычитая это значение  $K_{cp}$ , будем иметь  $\Delta K = K - K_{cp}$ , как изображено на рисунке 4.

Применим к этим данным быстрое преобразование Фурье, используя пакет прикладных программ Matlab при условии, что число исходных данных  $64=2^6$ . При этом принимаются во внимание следующие предположения.

Преобразование Фурье справедливо для сигнала, имеющего бесконечные временные пределы. В рассматриваемом случае выборка конечна, т.е. «окно». В результате получаем спектр (рисунок 5), где рассматривается область положительных частот.

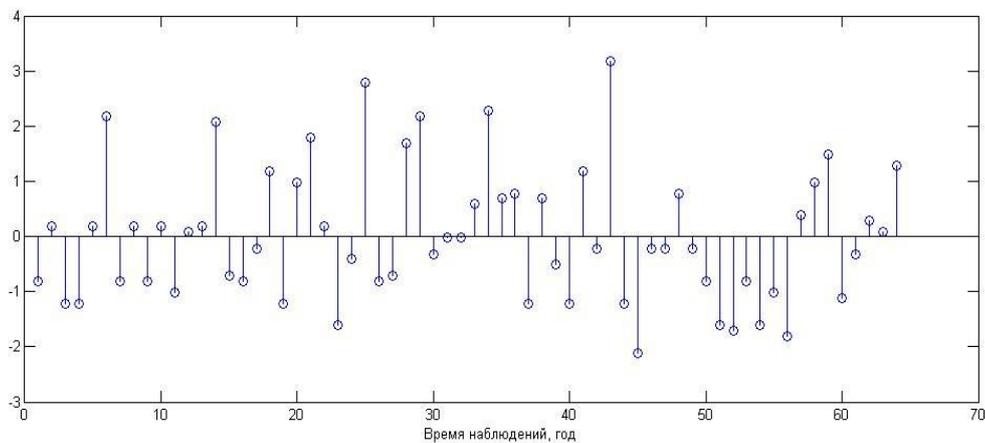


Рис. 4. Периодограмма значений  $\Delta K = K - K_{cp}$

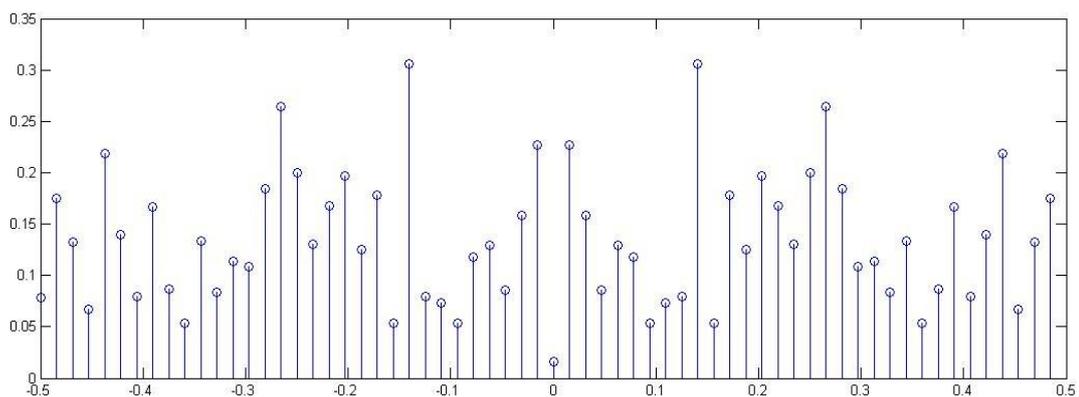


Рис.5. Спектр гармоник, соответствующий периодограмме (рис.4)

Получили 4 гармоники с максимальными значениями амплитуды:

- частота =  $0,02 \text{ года}^{-1}$ , период 50 лет; амплитуда 0,24;
- частота =  $0,14 \text{ года}^{-1}$ , период 7 лет; амплитуда 0,31;
- частота =  $0,28 \text{ года}^{-1}$ , период 3,6 лет; амплитуда 0,26;
- частота =  $0,44 \text{ года}^{-1}$ , период 2,3 лет; амплитуда 0,23.

Для улучшения разрешения увеличим число данных, дополнив нулями экспериментальную последовательность до количества  $128=2^7$ .

Применив преобразование Фурье, получим результат, показанный на рисунке 6: Видно, что число линий возросло в 2 раза, их амплитуда уменьшилась в 2 раза. Однако параметры по оси частот гармоник с максимальными амплитудами остались теми же.

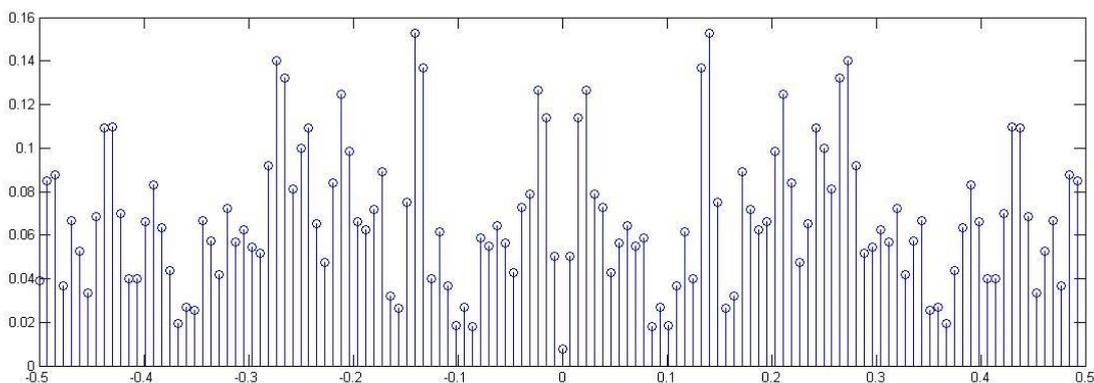


Рис. 6. Спектр гармоник, соответствующий периодограмме(рис.4).

Аналогичное преобразование было применено к другой совокупности экспериментальных данных в количестве 121 позиция, полученных за период с 1902 года по 2015 год. Соответствующая периодограмма показана на рисунке 7.

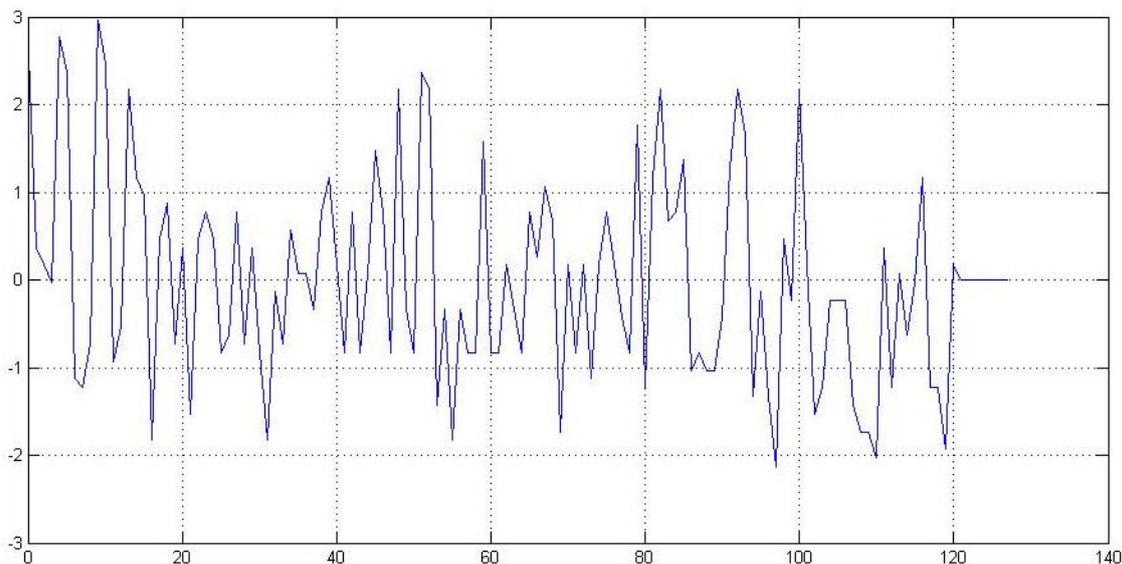


Рис. 7. Периодограмма значений K с 1902 года.

Дополнив число данных с 121 до 128 нулями, получили спектр, изображенный на рисунке 8.

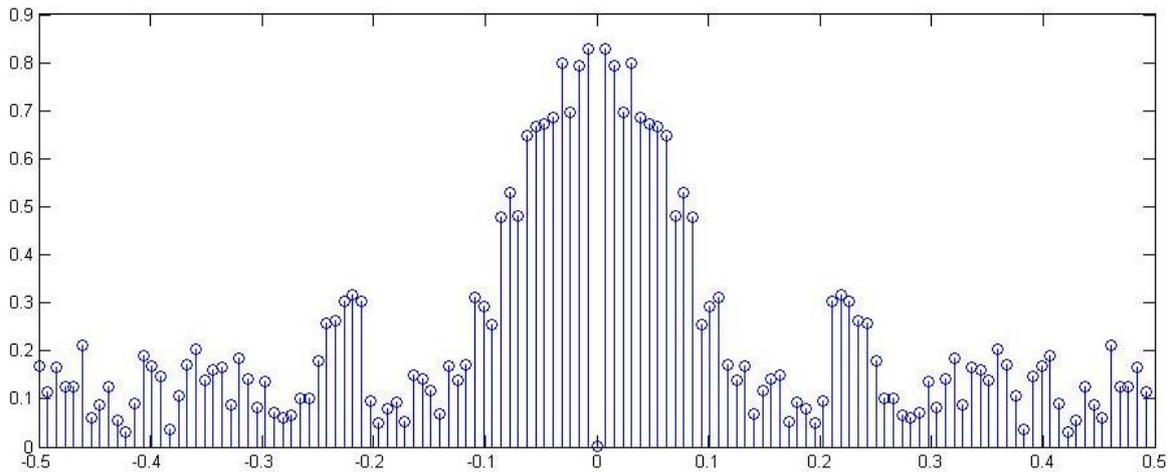


Рис.8. Спектр, полученный по данным рисунка 7.

Здесь выделяются гармоники с максимальными амплитудами:

- частота =0,01 года<sup>-1</sup>, период 100 лет; амплитуда 0,85;
- частота =0,02 года<sup>-1</sup>, период 50 лет; амплитуда 0,82;
- частота =0,03 года<sup>-1</sup>, период 33 лет; амплитуда 0,83;
- частота =0,05 года<sup>-1</sup>, период 20 лет; амплитуда 0,8;
- частота =0,08 года<sup>-1</sup>, период 12,5 лет; амплитуда 0,55;
- частота =0,22 года<sup>-1</sup>, период 4,5 лет; амплитуда 0,35;

Результаты моделирования зависимости К от времени с использованием данных рисунка 5 по формуле

$$K=0,22*\text{SIN}(6,28*0,02*A1)+0,31*\text{SIN}(6,28*0,14*A1)+0,27*\text{SIN}(6,28*0,28*A1)+0,22*\text{SIN}(6,28*0,44*A1)$$

показаны на рисунке 9.

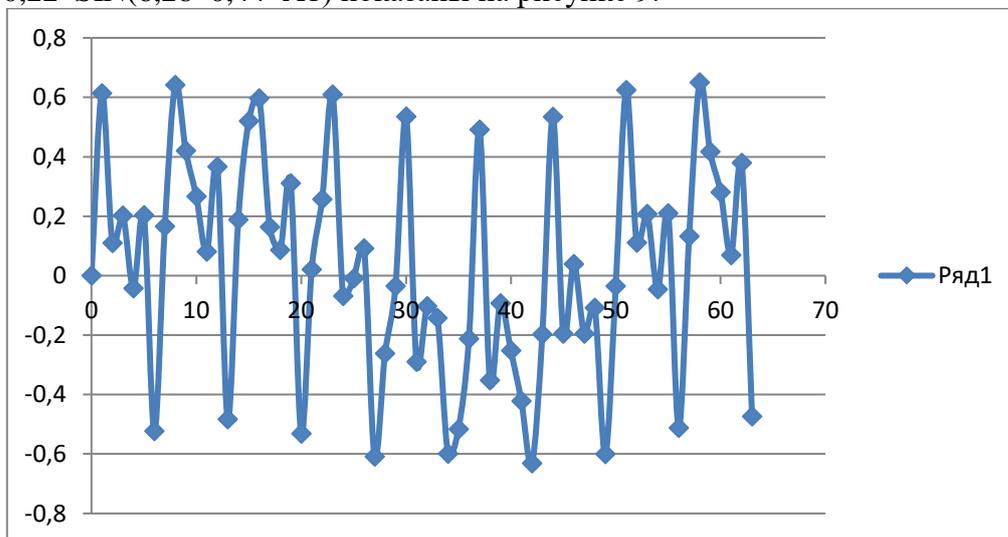


Рис.9. Моделирование периодограммы значений К по результатам разложения в ряд Фурье

Как видно, что результаты моделирования дают следующие значения величин периода повторяемости землетрясений:  $T=2,3; 3,6; 7; 50$  лет. Сравнительный анализ расчетной и экспериментальной (рис.3, 4) периодограмм показывает достаточную сходимость полученных характеристик. Некоторые расхождение могут быть обусловлены принятыми предположениями при моделировании.

В заключение отметим: во-первых, результаты моделирования хорошо сходятся с экспериментальными (наблюденными) данными; во-вторых, значения периода повторяемости  $T$  сильных землетрясений составляют: 2,3; 3,6÷12,5; 20÷33 и 50÷100 лет;

в-третьих, полученные нами значения  $T$  сильно отличаются от тех данных (200÷500 лет), которые используются как нормативные при составлении карты сейсмического районирования территории Кыргызской республики.

### **Литература**

1. Абдрахматов К.Е., Березина А.В. и др. Приложение к электронному журналу. Вестник ИС НАН КР. Бишкек, 2016.
2. Мамыров Э. Землетрясения Тянь-Шаня: магнитуда, сейсмический момент и энергетический класс. Монография. Бишкек: Инсанат, 2012, 234 с.
3. Муралиев А.М., Абдыраева Б.С., Малдыбаева М.Б. «Каталог механизмов очагов землетрясений Центральной Азии за 2009 год» Землетрясения Северной Евразии, 2009. – Обнинск ГС РАН, 2014 г.
4. Молдобеков К., Молдобекова С. «Исследование сейсмической активности территории Кыргызской Республики (часть 1)». Известия КГТУ №31 2014 г.
5. Молдобеков К., Молдобекова С. «Динамика сейсмической активности территории Кыргызской Республики (часть 2)» Известия КГТУ №31 2014 г.
6. Молдобеков К., Молдобекова С. «Алгоритмы определения максимально возможной силы землетрясений в зоне ВОЗ» Известия КГТУ №32 2014 г.
7. Мамыров Э., Маханькова В.А., Берёзина А.В., Молдобекова С., Хан В.В. Прогноз вероятного места сильных землетрясений на территории Кыргызстана //Журнал «Вестник Института сейсмологии». 2013 г., №1, с.52-63.
8. Молдобеков К., Малдыбаева М.Б., Абдыраева Б.С. Закономерности распределения осей главных напряжений в очагах землетрясений Северного Тянь – Шаня. Известия КГТУ им. И. Раззакова. Бишкек, Издательский центр «Текник», 2017 (в печати).
9. Рихтер Ч. Элементарная сейсмология. М.: ИЛ, 1963. -670 с.
10. Методы детального изучения сейсмичности. Отв. Ред. Ю.В. Ризниченко. – М.:ИФЗ АН СССР, №9 (176), 1960. -114 с.