

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

ISSN 1694-5557

ИЗВЕСТИЯ

**КЫРГЫЗСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА им. И. РАЗЗАКОВА**

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И ПРИКЛАДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

2018

№1 (45)

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

№ 1 (45)

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

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ

1. Алимсеитова Ж.	Программно-аппаратный модуль распознавания рукописных образов.....	11
2. Батырканов Ж.И., Кадыркулова К.К., Маматбеков И.М.	Синтез законов управления шаговыми электроприводами 3-х звенного манипулятора	19
3. Ванюков А.Ю., Чепашева Т.С.	Расчёт времени разряда электрохимических аккумуляторов на основе анализа данных.	24
4. Ванюков А.Ю., Чепашева Т.С.	Система защиты веб-приложений.	33
5. Оморов Т. Т., Джолдошев Б.О., Темиркулова Н.Т.	Синтез безинерционного регулятора для линейных робастных возмущённых объектов с учётом ограничений.....	41
6. Оморов Т.Т., Осмонова Р.Ч.	Краткий обзор методов идентификации управляемых динамических систем.....	46
7. Стамкулова Г.К.	Обследование защищённости информационной системы кафедры.....	58
8. Стамкулова Г.К.	Топтолгон күчтөр тарабынан кысылган тилкедеги серпилгич деформацияларды Excel чөйрөсүндө сандык эсептөө жөнүндө.....	69
9. Шарипова Б.Д., Муканова А., Абдылдаев Э.К.	Характеристика поисковых систем, проблемы и их возможности.....	78
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ		
1. Абдылдаева М.Т., Джунуев Т.Т., Умаров Ж.Э., Шаршенбеков М.Ш	Вынужденные колебания ротора генератора при изменении параметров внешней сети.....	85
2. Абдылдаева М.Т., Абасканова А.К., Сабыржан к.А., Алымбаев Э.А.	Свободные колебания ротора генератора при возмущенных во внешней сети.....	91
3. Айткеев Б.Б.	Влияние водности р. Нарын на режим работы Токтогульского каскада ГЭС.....	98
4. Амантаева К.А., Тентиев Р.Б.	Метод согласованного регулирования частоты и напряжения гидроагрегата.....	104
5. Асан уулу А., Абитов Б.А., Толонбаев Р.К., Бакашов А.Т.	Исследования генераторов с обратной Is-связью в программном обеспечении MULTISIM.....	111
6. Асанова С.М., Исакеева Э.Б., Самсалиева Р.Ж., Мухидин улуу Б.	Исследование переходных процессов в неразветвленных цепях с распределенными параметрами с помощью метода переменных состояния.....	119
7. Бекиш кызы А., Суеркулов М.А.	Расчет провала напряжения при работе потребителей электроэнергии с резко переменным режимом работы.....	124
8. Гунина М.Г., Эрнес кызы В.	Особенности конструкции и расчета реакторов по сравнению с силовыми трансформаторами.....	130

9.	Джунуев Т., Джунуев Т.Т., Конушбаева Д.Т., Абдылдаев С.А. Упрощенная модель синхронной машины в асинхронном режиме.....	138
10.	Кожоналиева А.К. Влияние коэффициента статизма на величину дефицита активной мощности при регулировании частоты.....	144
11.	Маматов Н.Ж., Бахышев И.М., Колычев А.В. Повышения показателей грозоупорности воздушных линий электропередачи 500 кВ с установкой ограничителей перенапряжения.	149
12.	Раупов Н.М., Рахимов К.Р. Некоторые предложения к проекту Верхне – Нарынского каскада ГЭС.....	156
13.	Рахимов К.Р., Раупов Н.М. О новом подходе к выбору мощности, числа агрегатов на ГЭС, их количества в каскаде на малой реке.....	161
14.	Сандыбаева А.Р. Использование энергии муниципальной свалки для нужд страны.....	168
15.	Суеркулов М.А., Попова И.Э., Осмоналиев К.Б. Подготовка специалистов-энергетиков в условиях развития информационных технологий на производстве.	173
16.	Урматбек кызы А., Суеркулов М.А. Влияние несинусоидальных напряжений на перегрузочную способность элементов СЭС.	180
17.	Ярлыков Г.О., Абдурахимов Э., Джаныбеков С., Шерматов И. Исследование схем электронных генераторов в по MULTISIM.....	186
18.	Борукеев Т.С., Алманбет у.Н. Разработка совмещенной прямоточной микрогидроэлектростанции.....	191
ТРАНСПОРТ И МАШИНОСТРОЕНИЕ		
1.	Рабат О.Ж., Исаков К., Салманова А.Н. Изменение циклоидальных кривых и тел постоянной ширины в рабочих органах дробильных машин.....	197
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ		
1.	Байхожаева Б.У., Абсеитов Е.Т., Сарсенов А.М., Алтаева Т.А. Актуальные вопросы подготовки высокопрофессиональных кадров в сфере технического регулирования и технологии.....	206
2.	Байхожаева Б.У., Еликбаев К.Н., Баянова А.Б. Актуальные проблемы качества и безопасности зерновой и зернобобовой продукции.....	212
3.	Касымова Ч.К., Токтогул кызы Р. Разработка рецептур хлебобулочных изделий	219
4.	Жунусова К.Ж., Мусульманова М.М. Пути обеспечения безопасности пищевой продукции.....	224
5.	Супонина Т.А., Солдатова В.А. Состояние молочной отрасли Кыргызской Республики.....	232
ТЕХНОЛОГИЯ ЛЁГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ		
1.	Иманкулова А.С., Данияр к.А. Разработка коллекции новых моделей кыргызского женского костюма.....	238
2.	Иманкулова А.С., Бикир кызы А. Кыргыз аялдарынын элдик нукура кийимдеринин конструкциялык өзгөчөлүктөрү.	241
3.	Рысбаева И.А., Качаганова С.О. Совершенствование организации поточных линий швейных цехов.....	248

4.	<i>Рысбаева И.А., Мазарипова А.М.</i> Исследование состава и свойств текстильных материалов специального назначения.	254
5.	<i>Турусбекова Н.К., Суйналиева Б.Б.</i> Перспективные материалы в производстве изделий легкой промышленности.....	259
ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ		
1.	<i>Белоконь П.И., Белоконь С.И., Титова Ю.А., Юсупов И.А.</i> Использование коллекторно-дренажных вод для орошения земель Сокулукского района Чуйской области.....	266
ГОРНОЕ ДЕЛО И ТЕХНОЛОГИИ		
1.	<i>Табрисов Н.Т.</i> Проблемы совершенствования законодательства о недрах в Кыргызской Республике.	275
2.	<i>Толобаева Н.Т., Шамшиев О.Ш.</i> Перспективные площади обнаружения глиежа нового типа на Южноферганском угленосном районе (на примере Кызылкийского бурогоугольного месторождения)...	280
3.	<i>Туркбаев П.Б.</i> Геолого-структурные и тектонические особенности размещения угольных месторождений Кыргызстана и потенциальные геориски при их освоении.....	284
4.	<i>Хасанов Н.М., Абдужапаров А.Х.</i> Сейсмостойкость гидротехнических тоннелей, частично заполненных водой.....	291
5.	<i>Хасанов Н.М., Якубов А.О., Саидов Р.Р.</i> Численное решение плоской задачи теории упругости методом сосредоточенных деформации.....	295
6.	<i>Хасанов Н.М., Ятимов А.Ч., Якубов А.О.</i> Анализ сейсмического воздействия на крепь горных выработок круглого сечения.	302
ИННОВАЦИИ И ПРОБЛЕМЫ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ		
1.	<i>Барсанаева Д.С.</i> Педагогические условия социализации детей в общеобразовательной школе в условиях инклюзивного образования.....	312
ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА		
1.	<i>Джаманбаев М.Дж., Чукин Р.Б.</i> Применение численного моделирования для обоснования расчетной сейсмичности площадки строительства и оценки сейсмической устойчивости грунтовых дамб.....	319

CONTENTS

INFORMATION AND TELECOMMUNICATION NETWORKS AND SYSTEMS

1.	Alimseitova Zh. Software and hardware module of the handwriting recognition images.....	11
2.	Batyrkanov Zh.I., Kadyrkulova K.K., Mamatbekov I.M., Synthesis control laws of 3-point manipulator by stepper drives	19
3.	Vaniukov A., Chepasheva T. Discharge time calculation of the electrochemical accumulators on the base of the data analysis.....	24
4.	Vaniukov A., Chepasheva T. Security system of web applications.....	33
5.	Omorov T.T., Osmonova R.C. The short review of methods of identification of the operated dynamic systems.....	41
6.	Omorov T.T., Djoldoshov B.O., Temirkulova N.T. Synthesis of the non-inertial regulator for linear robust disturbed objects with restriction of limitations.....	46
7.	Stamkulova G. K. Security survey of the department information system.....	58
8.	Stamkulova G. K. About numerical calculation in the environment of Excel elastic deformations in the strip compressed by concentrated forces.....	69
9.	Sharipova B.D., Mukanova A., Erkinbek A. Characteristics of search systems, problems and their opportunities.....	78

ACTUAL PROBLEMS OF ENERGETICS

1.	Abdyldaeva M.T., Dzhunuev T.T., Umarov Z.E., Sharshenbekov M.S. Forced oscillations of the generator's rotor when changing the parameters of the external network.....	85
2.	Abdyldaeva M.T., Abaskanova A.K., Sabyrzhan k. A., Alymbaev E.A. Free oscillations of the generator rotor when disturbed in the external network.....	91
3.	Aytkeev B.B. Influence of water r. Naryn on the mode of operation of the Toktogul cascade of hydroelectric power stations.....	98
4.	Amantaeva K.A., Tentiev R.B. The method of coordinated regulation of the frequency and voltage of the hydraulic turbo-alternator.....	104
5.	Askat Asan uulu, Abitov B.A., Tolonbaev R.K., Bakashov A.T. Investigation of generators with back backing in the software of MULTISIM.....	111
6.	Asanova S.M., Isakeeva E.B., Samsalieva R.Zh., Muhidin uulu B. Research of transient processes in the unbranched circuits with distributed parameters through state variable approach.....	119
7.	Bekish kyzy A., Suerkulov M.A. Calculation of failure during operation volta ge power consumption with a sharp change of operation mode.....	124
8.	Gunina M.G., Ernes k. V. Design features and calculation of reactors compared to power transformers.....	130
9.	Dzhunuev T., Dzhunuev T.T., Konushbaeva D.T., Abdyldaev S.A. Simplified model of a synchronous machine in asynchronous regime.....	138

10.	<i>Kozonalieva A.K.</i>	Influence of coefficient of constant-error behavior on value of the deficit the active power in case of regulation of frequency.....	144
11.	<i>Mamatov N.J., Bahyshev I.M., Kolychev A.V.</i>	The lightning resistance on airlines of 500 kV indicated by increasing with installation of overvoltage limiter arrests.	149
12.	<i>Raupov N.M., Rakhimov K.R.</i>	Some suggestions for the Verkhne – Narynsky cascade of the HHP project.	156
13.	<i>Rakhimov K.R., Raupov N.M.</i>	On the choice of capacity, the number of units at HPPs, their number in a cascade on a small river.	161
14.	<i>Sandybaeva A.</i>	Municipal dump as energy resource for the small country.....	168
15.	<i>Suerkulov M.A., Popova I.E., Osmonaliev K.B.</i>	Preparation of specialists-energy in conditions development of information technologies on manufacture.....	173
16.	<i>Urmatbek kyzy A., Suerkulov M.A.</i>	Influence of non-sinusoidal stresses on the overload capacity of SES elements.....	180
17.	<i>Yarklykov G.O., Abdurahimov E., Dzhanybekov S., Shermatov I.</i>	Investigation of electronic generator schemes in MULTISIM.....	186
18.	<i>Borukejev T.S. Almanbet u.N.</i>	Development of single-flow microhydroelectric plants.....	191
TRANSPORT AND MECHANICAL ENGINEERING			
1.	<i>Rabat O.Zh. Isakov K., Salmanova A.N.</i>	Application of cycloidal curves and bodies of constant width in working bodies of crushing machines.....	197
FOOD TECHNOLOGY			
1.	<i>Baikhozhaeva B.U., Abseitov E.T., Sarsenov A.M., Altaeva T.A.</i>	Actual issues preparation of high-professional staff in the sphere of technical regulation and metrology.....	206
2.	<i>Baikhozhaeva B.U., Yelikbaev K.N., Bayanova A.B.</i>	Actual problems of the quality and safety of grain and leguminous products.....	212
3.	<i>Kasymova C.K., Toktogul kyzy R.I.</i>	Develop formulations of bakery products.....	219
4.	<i>Zhunusova K.Zh., Musulmanova M.M.</i>	Ways to provide safety of foodstuffs	224
5.	<i>Suponina T. A., Soldatova V. A.</i>	The state of dairy industry in the Kyrgyz Republic	232
ECHNOLOGY OF LIGHT INDUSTRY			
1.	<i>Imankulova A.S., Daniyar kyzy A.</i>	Development of a collection of new models of Kyrgyz women's costume.....	238
2.	<i>Imankulova A.S., Bikir kyzy A.</i>	Kyrgyz women are natural clothes design features.....	241
3.	<i>Rysbaeva I.A., Kachaganova S.O.</i>	Improvement of the organization of production lines of the sewing shops.....	248
4.	<i>Rysbaeva I.A., Mazaripova A.M.</i>	Study of the composition and properties of textile materials of special purpose.....	254
5.	<i>Turusbekova N. K., Suynaliev B.B.</i>	Perspective materials in the production of light industry products.....	259

CHEMISTRY AND CHEMICAL TECHNOLOGIES

1. **Belokon P.I., Belokon S.I., Titova J.A., Yusupov I. A.**
Use of collector and drainage water for irrigation of land in the Sokuluk rayon, Chui oblast 266

MINING AND TECHNOLOGY

1. **Tabrisov N.T.**
The problems of improving the legislation on submissions in the Kyrgyz Republic..... 275
2. **Tolobaeva N.T., Shamshiev O.Sh.**
Perspective area of the finding glue new type on South-Fergana coal-bearing region (on example Kyzylkiya brown coal deposit)..... 280
3. **Turkbaev P.B.**
Geological-structural and coal deposits' location of tectonic features in Kyrgyzstan and potential georisks' development..... 284
4. **Hasanov N. M., Abdujaparov A.H.**
Seismic resistance of hydraulic tunnel partially filled with water..... 291
5. **Hasanov N.M., Yakubov A.O., Saidov R. R.**
Numerical solution of the plane problem of the elasticity theory by method of conflicated deformation..... 295
6. **Hasanov N.M., Yatimov A. C., Yakubov A.O.**
Analysis of seismic impact on the lining workings of circular cross section..... 302

PROBLEM OF ENGINEERING EDUCATION AND INNOVATION

1. **Barsanaeva D.S.**
Pedagogical conditions of socialization of children in secondary school under inclusion education 312

APPLIED MATHEMATICS

1. **Djamanbaev M.Dj., Chukin R.B.**
Numerical modelling usage to justify calculation seismicity of construction site and seismic stability assessment of embankment dams..... 319

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ

УДК 004.434

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ МОДУЛЬ РАСПОЗНАВАНИЯ РУКОПИСНЫХ ОБРАЗОВ

Алимсеитова Жулдыз, аспирант КГТУ им. И. Раззакова Кыргызской Республики +7 777 359 81 05, E-mail: zhuldyz_al@mail.ru

В статье рассматривается программно-аппаратный модуль распознавания рукописных образов. Распознавание рукописных образов и применение их для аутентификации личности является сложной задачей, так как рукописный почерк является динамическим биометрическим параметром и меняется в связи с моральным и физическим состоянием человека. Кроме того, при распознавании рукописных образов используется несколько характеристик, например, степень нажима, наклон почерка, координаты начала, скорость написания. Исходя из этого в разработанном программно-аппаратном модуле используется эмулятор искусственной нейронной сети, позволяющий интеллектуализировать систему. В модуле реализованы режимы обучения и тестирования.

Ключевые слова: нейронная сеть, обучение системы, пароль, биометрический образ, тестирование системы, вероятность ошибки.

SOFTWARE AND HARDWARE MODULE OF THE HANDWRITING RECOGNITION IMAGES

Alimseitova Zhuldyz, the graduate student of KGTU of I. Razzakov of the Kyrgyz Republic +7 777 359 81 05, E-mail: zhuldyz_al@mail.ru

The article discusses the software and hardware module of the handwriting recognition images. Recognition of handwritten characters and their application for person authentication is a challenging task because handwriting is a dynamic biometric parameter is changing due to the moral and physical condition of the person. In addition, in recognition of handwritten images using multiple characteristics, for example, the degree of pressure, the slope of handwriting, the coordinates of the beginning, the speed of writing. Therefore, the developed hardware and software module is used, the emulator neural network, allowing to intellectualize the system. This module incorporates the modes of learning and testing.

Keywords: neural network training system, a password, a biometric image, system testing, the probability of error.

Необходимым условием выработки навыков стабильного написания рекомендуемого слова и корректного формирования обезличенной базы биометрических образов является освоение донором биометрии специализированного программно-аппаратного комплекса «Нейро-Тест 1.2» [3]. Он предназначен для проведения научных исследований, самостоятельного и под контролем инструктора выполнения процедур обучения и тестирования средства биометрико-нейросетевой аутентификации личности по рукописному слову-паролю, выполненного в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52633.0–2006.

В программе используется эмулятор искусственной нейронной сети, имеющей множество выходов. Число выходов искусственной нейронной сети определяется длиной

порождаемого ею биометрического ключа. Это исключает взлом программы через обнаружение и подмену последнего бита решающего правила [2]. Программа имеет многобитовое решающее правило, сочетание значений бит которого уникально и злоумышленнику неизвестно. В программе «НейроТест 1.2» использован алгоритм быстрого автоматического обучения искусственной нейронной сети с 256 выходами.

Режим обучения. Обучение начинается с инициализации режима обучения (кнопка «Обучить» или «Режим «Обучение системы»»). Так как для обучения система должна “знать” пароль (ключ) донора, необходимо сообщить системе обучающий пароль, то есть пароль, который после завершения обучения будет возникать при вводе правильного рукописного образа. Для этого необходимо выбрать в пункте главного меню "Режим" пункт "Задать пароль" (рисунок 1).

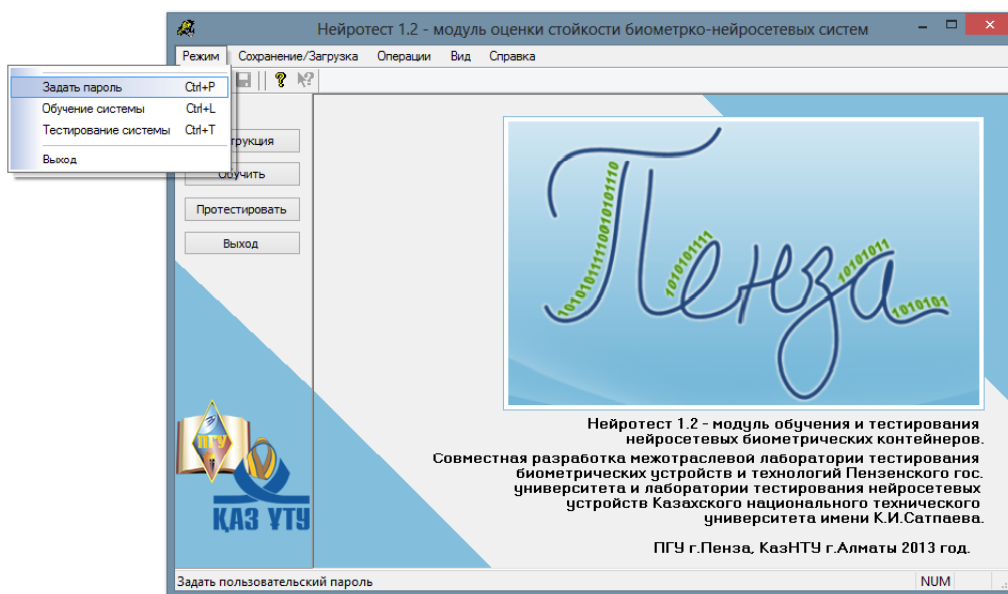



Рисунок 1 - Регистрация нового пользователя

В результате появиться окно где необходимо внести пользователя и пароль либо внести пользователя и нажать на кнопку "Автоматически сгенерировать новый пароль" (рисунок 2). Пароль может быть длиной от 1 до 32 символов. Если пользователь зарегистрирован в программе, то необходимо внести пользователя и при нажатии на кнопку  загрузить пароль.

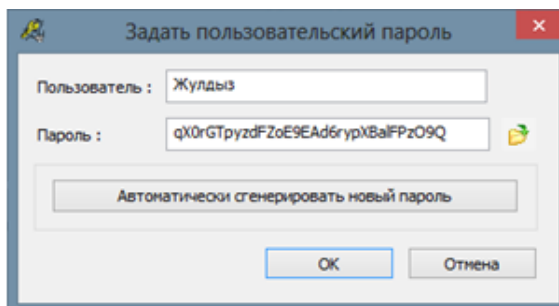


Рисунок 2 - Окно для регистрации пользователя и задания пароля

При нажатии на кнопку "ОК" появиться окно с запросом использовать или нет введенный пароль при обучении. При нажатии на кнопку "Да" выходит сообщение о том, что

можно приступить к обучению системы.

Далее необходимо воспроизвести своей рукой на поле графического планшета Genius G-Pen F350 (рисунок 3) заранее заданное рукописное слово.



Рисунок 3 – Графический планшет Genius G-Pen F350

После ввода рукописного слова нажать кнопку “Добавить”, при этом линованное поле очищается, а в правой части окна появляется номер очередного введенного примера. Если при вводе рукописного слова-пароля дрогнула рука, или образ записи не характерен, нажать кнопку “Очистить”. При этом слово удаляется без занесения в базу примеров. Необходимо воспроизвести слово 20 раз.

Можно просмотреть сохраненные примеры, щелкнув мышкой на интересующем номере в правой части окна (рисунок 4).

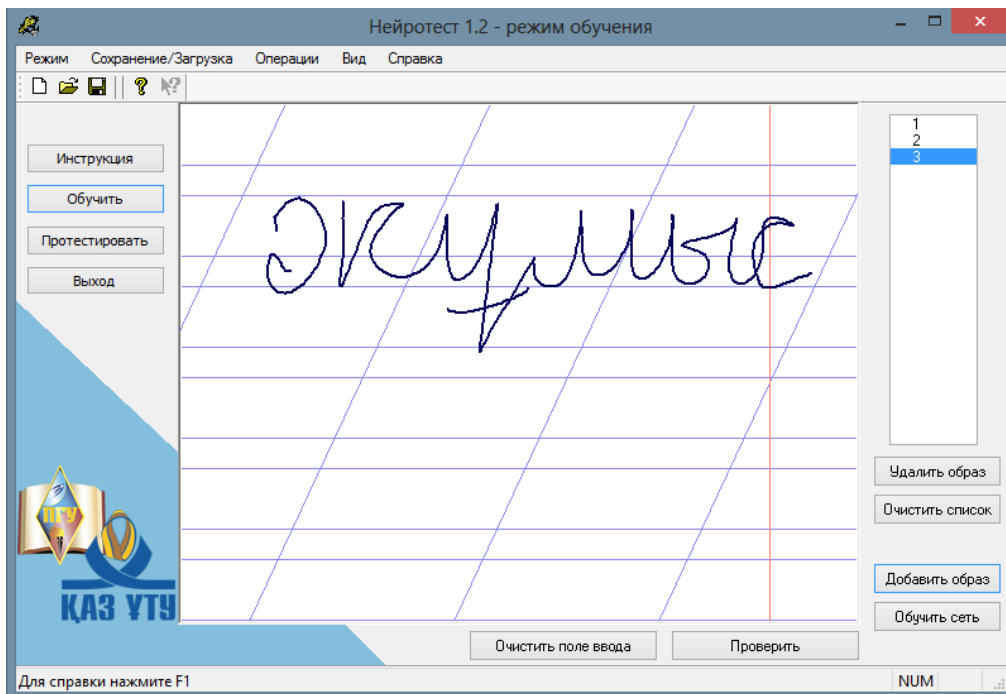


Рисунок 4 – Просмотр рукописных образов

Если какой-либо пример не соответствует почерку, то его необходимо удалить, нажав на кнопку «Удалить образ». Если не устраивают все образы или необходимо сменить слово-пароль, то удаляются все образы из списка (кнопка «Удалить всё»).

Обучение системы (нейросети) осуществляется нажатием кнопки «Обучить». При этом за время до 30 секунд появляется окно с прогнозом вероятностей ошибок системы и номером группы, к которой Вы относитесь (рисунок 5).

Если не устраивает номер группы и вероятностные характеристики, можно самостоятельно изменить номер группы и переучить нейросеть. Важно помнить, что не рекомендуется изменять номер группы более чем на 1 – 2 позиции, то есть можно переходить только в соседние позиции.

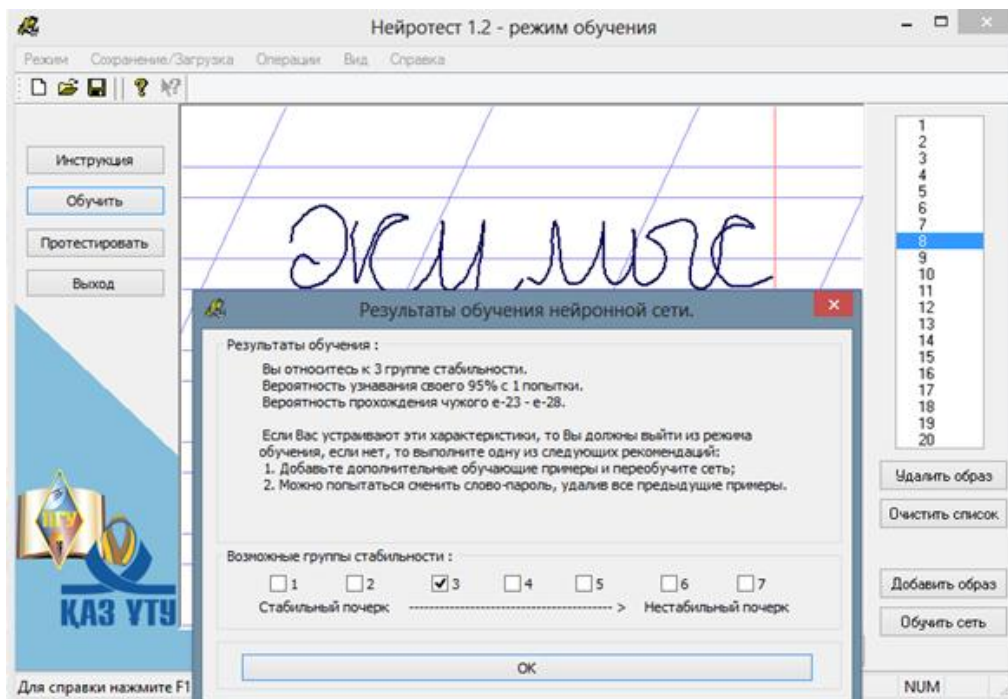


Рисунок 5 – Завершение обучения нейронной сети

Возможно, пользователь попал в седьмую группу, для которой вероятностные характеристики системы слишком плохи. Можно изменить условия обучения, удалив наиболее непохожий пример. Если имеются затруднения с выбором наихудшего примера, можно удалить все обучающие примеры и попробовать написать их заново, или добавить ещё несколько обучающих примеров. После удаления наихудшего или добавления дополнительного примера вновь нажать кнопку «Обучить». Если по-прежнему попасть в желаемую группу не удастся, то удаляется самый непохожий пример или добавляется ещё один дополнительный и снова обучить сеть. Если после нескольких попыток повторно обучить сеть не удастся попасть в желаемую группу стойкости, необходимо попытаться сменить слово.

Контроль распознавания «Своего». После обучения нейросети необходимо проверить качество узнавания системой «Своего». Проверка обучения осуществляется путем воспроизведения рукописного слова и нажатием кнопки «Проверить». При этом появляется окно (рисунок 6), показывающее сгенерированный нейросетью ключ в двоичной и шестнадцатеричной кодировках (звёздочками помечаются не совпавшие биты исходного ключа и сгенерированного). Также отображается общее количество не совпавших символов двоичного ключа.

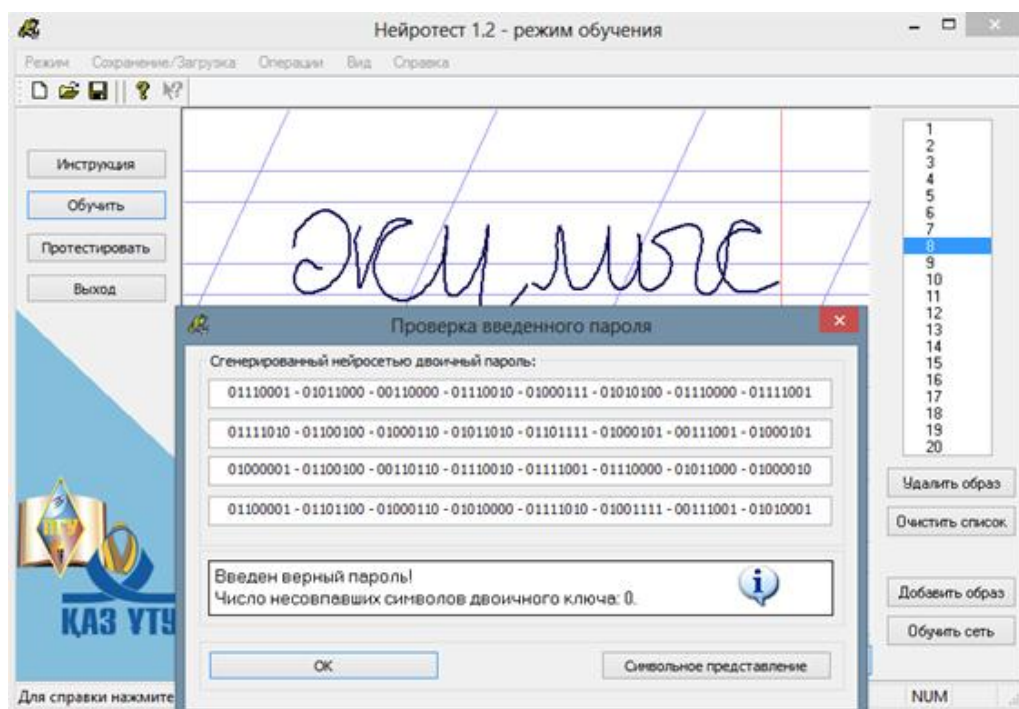


Рисунок 6 – Ввод образа «Свой»

Эти данные могут быть использованы для самостоятельного статистического тестирования системы.

Если система плохо узнает образ «Свой», то необходимо добавить нераспознанный образ в базу обучающих примеров и обучить сеть заново. После добавления нескольких новых образов сеть будет лучше узнавать вводящего рукописный образ, однако некоторые характеристики системы могут ухудшиться.

Если результаты обучения устраивают (ГРУППА 3...4), то необходимо сохранить данные на диск. Номер папки соответствует номеру персонального идентификатора донора биометрии.

Тестирование системы. Тестирование системы начинается с инициализации режима тестирования (кнопка «Протестировать» или «Режим >> Тестирование сети»).

Прежде чем приступать к тестированию необходимо убедиться, что нейросеть обучена. В режиме тестирования можно проверять вводимые рукописные образы на обученной сети, также можно добавить «удачный» образ в базу обучающих примеров.

Тестирование системы осуществляется путем воспроизведения рукописного слова-пароля и нажатием кнопки «Проверить введенный пароль». При этом загорается светофор в верхнем правом углу. Красный свет светофора соответствует очень большому расхождению динамики воспроизведения рукописного слова-пароля и вновь введенного проверочного слова (рисунок 7).

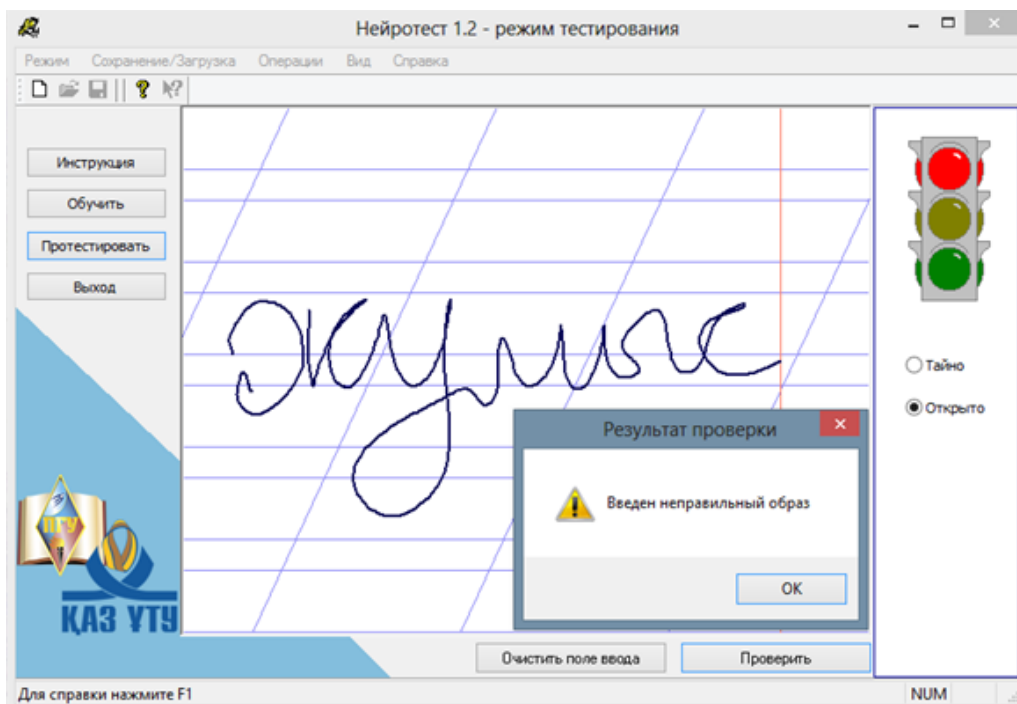


Рисунок 7 – Пример ввода неверного рукописного пароля

Частое загорание красного света в проверочном режиме при предъявлении «Своего» рукописного слова свидетельствует о плохой узнаваемости. Желтый свет загорается при несовпадении нескольких бит ключа, образ близок к эталонному. Зеленый свет соответствует полному совпадению введенного образа с эталонным (ключ воспроизводится нейросетью без ошибок) (рисунок 8).

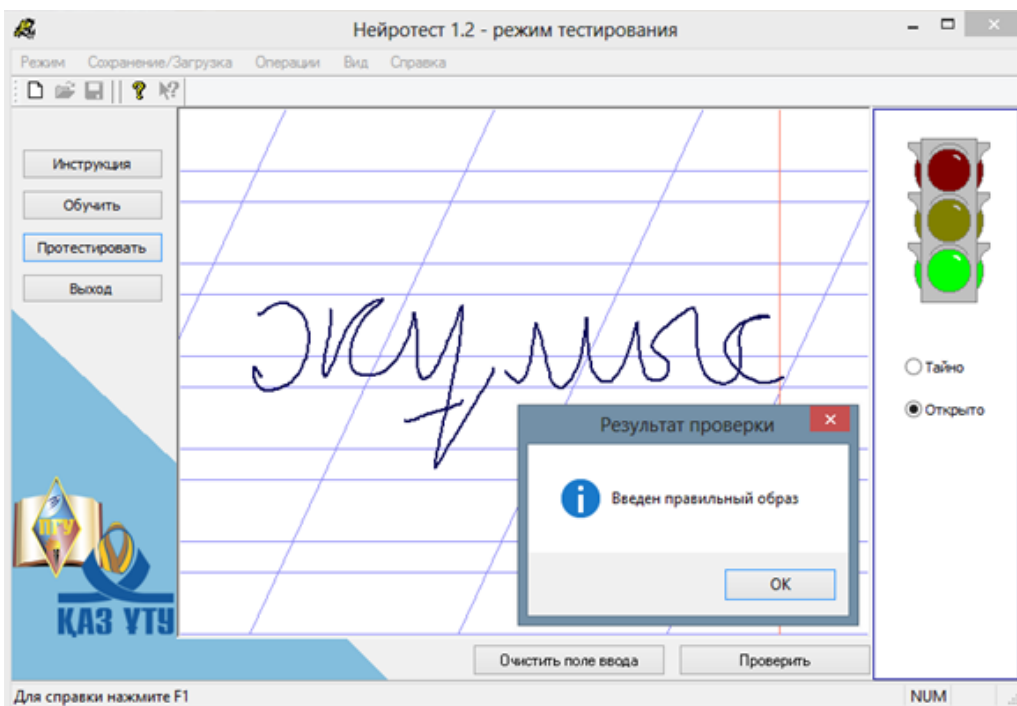


Рисунок 8 – Ввод правильного рукописного пароля

Самостоятельное статистическое тестирование системы. Данные по ошибкам первого и второго рода, приводимые в программе при обучении, являются результатом нейросетевого прогнозирования [2]. Очевидно, что любой прогноз нуждается в проверке. Возможно, самостоятельно проверить стойкость программы на своем почерке и на выбранном слове-пароле.

Оценка вероятности ошибок первого рода (отказ «Своему»). В режиме тестирования необходимо несколько раз написать выбранное ранее слово, фиксируя цвета светофора. Вероятность ошибки первого рода оценивается как отношение красных и желтых реакций светофора к общему числу попыток.

Оценка вероятности ошибок второго рода (пропуска «Чужого», не знающего пароль). В режиме тестирования необходимо воспроизводить случайные слова, нажимая клавишу “Проверить введенный пароль”. При этом фиксировать число не совпавших бит ключа. Среднее значение числа ошибок должно составить примерно 128. Далее нужно вычислить среднеквадратическое отклонение по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (128-x_i)^2}{N}} \quad 1,$$

где N – общее число испытаний, x_i – число не совпавших бит в каждом испытании.

Стойкость может быть оценена по таблице 1. Эта таблица рассчитана для рукописного слова из 5 букв. При меньшей длине слова стойкость падает, при большем – увеличивается.

Таблица 1 - Взаимосвязь среднеквадратического отклонения со стойкостью системы

σ	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
P_2	10^{-120}	10^{-32}	10^{-15}	10^{-9}	10^{-6}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-2}	10^{-2}	10^{-2}

Автоматизированное тестирование. В данной системе аутентификации предусмотрено два вида автоматизированного тестирования:

– на тестовых образах – тестирование на реальных рукописных образах из базы тестовых примеров. Данный вид тестирования позволяет оценить стойкость системы биометрической аутентификации при атаках с помощью больших баз биометрических примеров. Моделируется ситуация когда злоумышленник, располагающий базой образов, пытается взломать вашу защиту.

– на белом шуме – тестирование на искусственно синтезированных образах. Позволяет оценить стойкость системы к атакам машинного перебора. Моделируется ситуация, когда злоумышленник, выявив основные параметры биометрических коэффициентов, начинает подбирать параметры Вашего рукописного пароля.

Для запуска процедуры тестирования на тестовых образах следует выбрать пункт меню «Операции» “Тестировать на тестовых образах”. После того как пользователь укажет базу тестовых образов, запустится механизм оценки стойкости. Время тестирования существенно зависит от объема базы биометрических образов. На рисунке 9 представлен полученный результат тестирования.

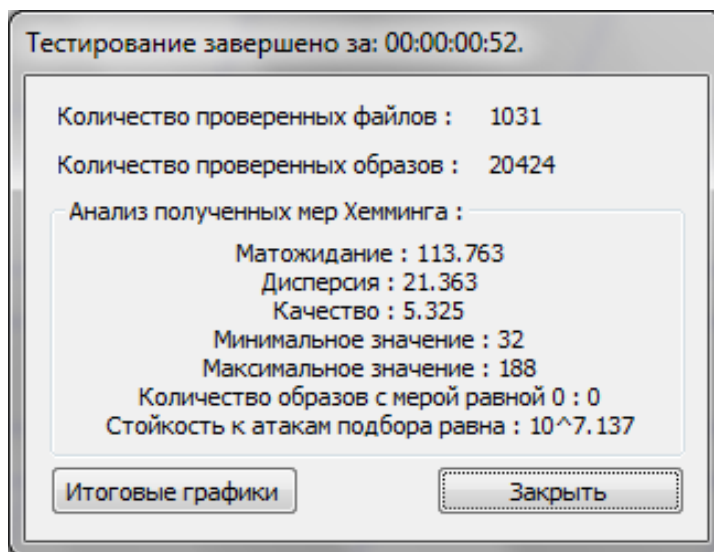


Рисунок 9 – Результат тестирования на тестовых образах

Для запуска процедуры тестирования на белом шуме следует выбрать пункт меню «Операции» «Тестировать на белом шуме». Выдаваемый системой результат представлен на рисунке 10.

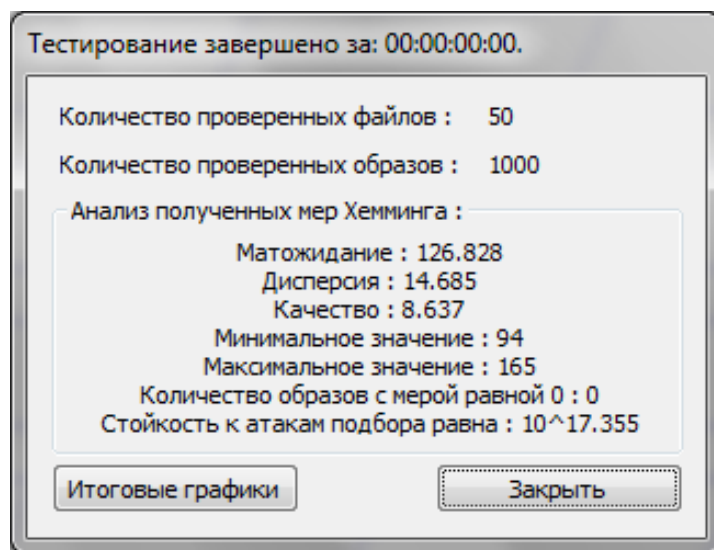


Рисунок 10 – Результат тестирования на белом шуме

Благодаря данным операциям пользователь может узнать распределение мер Хемминга (количество несовпадений бит ключа) и реальную стойкость только что обученной системы аутентификации. У идеально обученной системы математическое ожидание мер Хемминга равно 128, дисперсия равна 16, а качество – 8.

При низкой стойкости системы (ниже 10^{12}) рекомендуется переучить систему, удалив неудачные примеры, либо сменить используемое при обучении слово-пароль.

Вывод: Программно-аппаратный модуль распознавания рукописных образов позволяет обучить нейронную сеть на выбранном пользователем слове. Кроме того дается возможность удаления неудачных примеров и добавления новых для повышения группы стабильности. Также имеется несколько режимов тестирования, которые позволяют реально

оценить результаты обучения и стойкость системы.

Список литературы

1. ГОСТ Р 52633.0–2006 Защита информации. Техника защиты информации. Требования к средствам высоконадежной биометрической аутентификации.
2. Ахметов Б.С., Иванов А.И., Малыгин А.Ю., Фунтиков В.А. Основы биометрической аутентификации личности. Алматы: КазНТУ, 2014.
3. Ахметов Б.С., Алимсеитова Ж.К., Малыгин А.Ю., Юбузова Х.И. Формирование биометрической базы рукописных образов на казахском языке для программ биометрической аутентификации личности. Труды II международной научно-практической конференции «Информационные и телекоммуникационные технологии: образование, наука, практика» - Алматы: КазНТУ, 2015. – Том 2 -с. 32-35

УДК 621.313.13-133.32

СИНТЕЗ ЗАКОНОВ УПРАВЛЕНИЯ ШАГОВЫМИ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ 3-Х ЗВЕННОГО МАНИПУЛЯТОРА

Батырканов Жениш Исакунович, доктор технических наук, профессор Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова, 720044, Кыргызская Республика, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, e-mail: bjenish@mail.ru

Кадыркулова Кыял Кудайбердиевна, старший преподаватель Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова, 720044, Кыргызская Республика, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, e-mail: kyialedi@gmail.com

Маматбеков Исламбек Маматбекович, соискатель Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова, 720044, Кыргызская Республика, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, e-mail: islam091093@mail.ru.

В данной работе рассматривается проблема синтеза законов управления шаговыми электроприводами кинематических звеньев манипулятора по осуществлению движения по предписанной программе.

Вопрос синтеза соответствующих законов управления шаговыми приводами манипуляторов наталкивается на то обстоятельство, что к настоящему времени нет универсальной методики синтеза законов управления по осуществлению движения рабочих органов манипулятора по произвольной предписанной программе движения. Решаются вопросы синтеза законов управления, только, для определенных предписанных движений отдельными частными методами.

Для синтеза искомых законов управления шаговыми приводами, вначале выведена математическая модель шагового привода, как объекта управления, далее приведена простая процедура синтеза.

Ключевые слова: шаговый двигатель, предписанная траектория, манипулятор, закон управления.

SYNTHESIS CONTROL LAWS OF 3-POINT MANIPULATOR BY STEPPER DRIVES

Batyrkanov Zhenish I., Professor, Doctor of Technical Science, Kyrgyz Technical University named after I.Razzakov, 66 Ch. Aitmatov Avenue, Bishkek, 720044, Kyrgyz Republic, e-mail: bjenish@mail.ru

In this paper we consider the problem of synthesizing the laws governing the stepper electric drives of the manipulator's kinematic links for implementing the motion according to the prescribed program.

The question of synthesizing the corresponding laws governing the stepper drives of manipulators encounters the fact that by now there is no universal method for synthesizing the laws governing the movement of the manipulator's working bodies by an arbitrary prescribed program of motion. Problems of the synthesis control laws are solved, only for certain prescribed movements by individual private methods.

To synthesize the required control laws for stepping drives, the mathematical model of the stepping drive as the control object was first derived, and then a simple synthesis procedure is given.

Keywords: stepper motor, prescribed trajectory, manipulator, control law.

Сегодня на промышленных предприятиях крайне востребованы автоматизированные системы построенные на применении различных, роботов и роботизированных комплексов, актуальны также инновационные технологические решения, которые помогают наладить эффективный производственный процесс и в то же время минимизировать отрицательное воздействие производства на работников.

Все это способствовало внедрению на предприятия промышленных роботов, отличающихся своей высокой производительностью, не требующих время на отдых, исключающих из своей работы ошибки.

Любой промышленный робот состоит из 3-х подсистем: манипулятора; информационно-измерительной подсистемы; управляющей подсистемы. Существуют различные типы манипуляторов, которые характеризуются различной кинематической структурой. Кинематическая структура определяет степени подвижности и траекторию движения кинематических звеньев в пространстве.

В настоящее время в манипуляторах промышленных роботов в качестве привода для кинематических звеньев широко начинает использоваться электроприводы на шаговых двигателях.

В связи вышесказанными предлагаемый, достаточно, универсальный, подход синтеза законов управления движением кинематических звеньев манипулятора по предписанным траекториям является актуальной практически значимой проблемой.

Итак, рассмотрим 3-х звенный манипулятор, кинематическая структура, которого представлена на рис. 1.

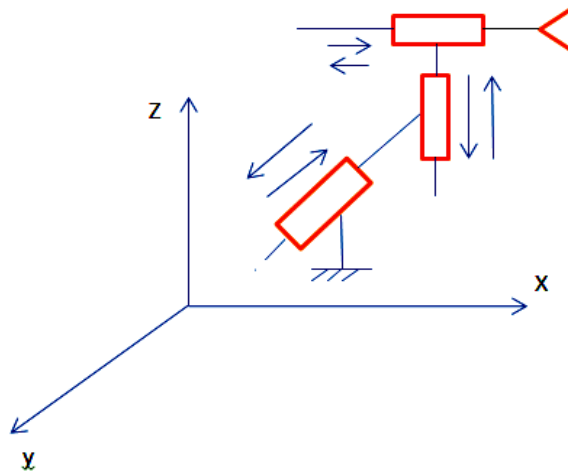


Рис.1. Кинематическая структура 3-х звенного манипулятора

Каждое звено манипулятора приводится в движение своим шаговым электроприводом.

В работе решается задача осуществления движения рабочего органа манипулятора (захватного устройства) по заданной предписанной программе движения. В качестве примера, предписанная программа задается в табличной форме в виде табл. 1.

Геометрически, предписанная траектория движения отображается в виде движения рабочего органа манипулятора по вершинам пирамиды (рис. 2.).

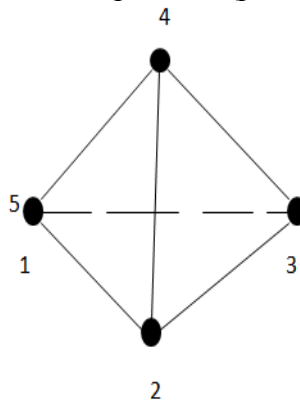


Рис.2. Контрольные точки предписанной программы движения

5. Движение начинается с вершины 1 далее осуществляется переход к вершинам 2,3,4 и

Программа движения отображается в виде таблицы 1.

Таблица 1.

t_k	$t_0=0$	$t_1=1$	$t_2=2$	$t_3=3$	$t_4=4$
X_k	0	1÷2,3,...	2,3,4,...	1.5;1.6,...	0
Y_k	0	1÷2,3,...	2,3,4,...	1.5;1.6,...	0
Z_k	0	0	0	2,3,...	0

где X_k, Y_k, Z_k – координаты вершин в дискретные моменты времени t_k ;

Для синтеза искомым законов управления шаговыми приводами по осуществления движения по предписанной программе заданной в табличной форме в виде табл.1, нами

выведена [1] математическая модель дискретного движения 3-х шаговых приводов по осям X, Y, Z в виде системы (1)

$$\begin{cases} X_{k+1} = X_k + n_{kx} \cdot L_{шx}, \\ Y_{k+1} = Y_k + n_{ky} \cdot L_{шы}, \\ Z_{k+1} = Z_k + n_{kz} \cdot L_{шz}. \end{cases} \quad (1)$$

где X_k, Y_k, Z_k – координаты рабочего органа по осям x,y,z в дискретный момент t_k ;

$X_{k+1}, Y_{k+1}, Z_{k+1}$ - координаты к моменту времени t_{k+1} ;

$L_{шx}, L_{шы}, L_{шz}$ - соответствующие величины линейных перемещений рабочего органа по осям x, y, z от действия одиночных импульсов.

n_{kx}, n_{ky}, n_{kz} – необходимое количество управляющих импульсов подаваемых на отрезке времени $[t_k, t_{k+1}]$ на шаговые двигатели для осуществления движения по осям x, y, z. Из (1) и таблицы 1 компьютер вычисляет необходимые количества импульсов по формулам:

$$\begin{cases} n_{kx} = \frac{X_{k+1}-X_k}{L_{шx}}, \\ n_{ky} = \frac{Y_{k+1}-Y_k}{L_{шы}}, \\ n_{kz} = \frac{Z_{k+1}-Z_k}{L_{шz}}. \end{cases} \quad (2)$$

При выводе системы (1) учитывалось, что на вал роторов шаговых двигателей посажены зубчато-винтовые механизмы.

Компьютерное моделирование решаемой задачи осуществлено при помощи разработанных программ на основе (1) и(2) и табл. 1. Кроме того использован ППП Матлаб.

Результаты моделирования показывают, что действительно, движение происходит по заданной предписанной программе.

Листинг программы:

```
clc;clear all;close all;
%tetraedr
xt=[0 1 0 0.35 0 0 0.35 1];
yt=[0 1 1 0.65 0 1 0.65 1];
zt=[0 0 0 1 0 0 1 0];
%%траектория
x=[0 1 0 0.35 0];
y=[0 1 1 0.65 0];
z=[0 0 0 1 0];
len=length(x)-1;
%%импульси управления
lx=5; % sag privoda po x
ly=6; % sag privoda po y
lz=7; % sag privoda po z
%% импульси управления
for i=1:len
nx(i)=(x(i+1)-x(i))/lx;
ny(i)=(y(i+1)-y(i))/ly;
nz(i)=(z(i+1)-z(i))/lz;
end
%% nachalnaya tochka
X=0;
Y=0;
Z=0;
for i=2:len+1
X(i)=X(i-1)+nx(i-1)*lx;
```

```

Y(i)=Y(i-1)+ny(i-1)*ly;
Z(i)=Z(i-1)+nz(i-1)*lz;
end
%tochki
xx=[];
yy=[];
zz=[];
for i=1:len
    x1=linspace(x(i),x(i+1),1000);
    xx=[xx x1];
    y1=linspace(y(i),y(i+1),1000);
    yy=[yy y1];
    z1=linspace(z(i),z(i+1),1000);
    zz=[zz z1];
end
%%graph
plot3(X,Y,Z) % optimalnaya taektoria
grid on
figure
plot3(xt,yt,zt,'--') % predpisannaya traektoria
grid on
hold on
comet3(xx,yy,zz)

```

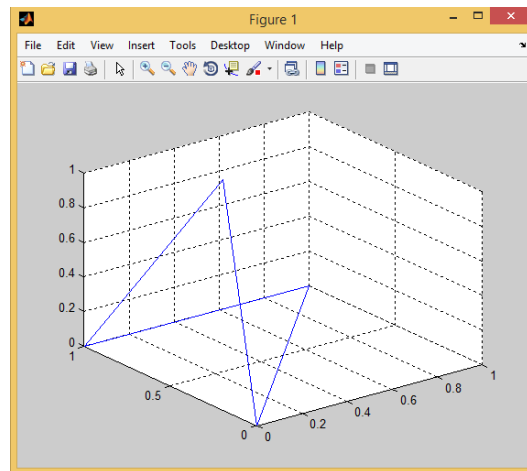
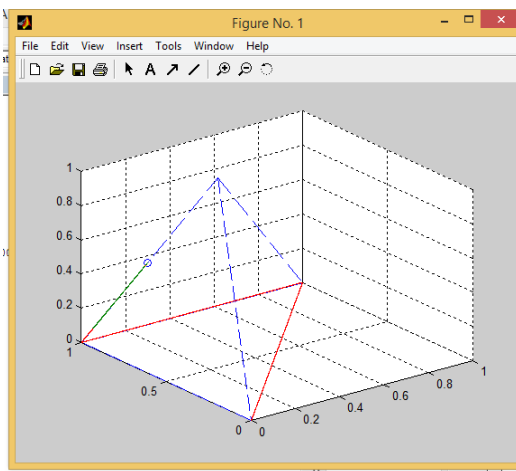


Рис.3. Результаты компьютерного моделирования

Выводы:

1. Выведена математическая модель шаговых приводов как объектов управления.
2. Предложена новая методика синтеза законов управления по осуществлению движения по предписанной программе заданной в табличной форме (Рис. 3.).

Список литературы

1. Батырканов Жениш Исакунович, Кадыркулова Кыял Кудайбердиевна, Белялов Шайбек Асланбекович. УПРАВЛЕНИЕ ШАГОВЫМ ПРИВОДОМ 3D – ПРИНТЕРА: МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ.

Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. Научно-технический журнал, Издательский дом «Астраханский университет», № 1 (33), 2016.

2. Большаков В., Бочков А. и др. Основы 3D- моделирования /Санкт- Петербург 2012г. – 304с.

3. Ж.И. Батырканов, К.К. Кадыркулова. Синтез законов управления для осуществления движения объекта по предписанной программе. ПРИКАСПИЙСКИЙ ЖУРНАЛ: управление и высокие технологии. Издательский дом «Астраханский университет», НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ. ISSN 2074-1707 . №1 (29) 2015, стр. 143-155.

УДК 621.355

РАСЧЁТ ВРЕМЕНИ РАЗРЯДА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ АККУМУЛЯТОРОВ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ДАННЫХ

Ванюков 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, ORCID ID 0000-0003-4861-8945

Чепашева Татьяна Сергеевна, ст. преп., КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66. Тел: + 996 (312) 542986, e-mail: tatianas.chepasheva@list.ru, ORCID ID 0000-0002-2340-5006

Аннотация. Рассмотрено назначение и применение аккумуляторных батарей в технике. Показана актуальность расчёта времени разряда для аккумулятора. Приведены сравнительные данные по разным видам аккумуляторов и рассчитана нормированная стоимость одного цикла. Даны типовые разрядные характеристики аккумуляторов, такие как зависимость ёмкости от тока разряда, температуры, числа циклов заряд/разряд. Рассмотрены причины, по которым ёмкость аккумулятора, как главная его характеристика, не является постоянной при различных условиях эксплуатации. Указаны условия, при которых аккумулятор отдаёт наибольшую энергию. Проанализирована возможность преобразования графиков или данных разряда, связанных с ёмкостью в расчётные формулы. Рассмотрены формулы и метод расчёта на основе экспоненты Пекерта. Приведена схема для измерения разрядной характеристики. Рассмотрен способ расчёта на основе линейной интерполяции при ограниченных данных. Сравняется метод расчёта на базе формул Пекерта и на основе интерполяции данных разряда. Проанализированы исходные данные для программного расчёта. Рассмотрен способ программной реализации расчёта времени разряда. Был проведён эксперимент для опытного аккумулятора, получены числовые данные его разряда, выполнена интерполяция данных и по ней проведён расчёт, который хорошо согласуется с практическими измерениями.

Ключевые слова: аккумулятор, ёмкость аккумулятора, разряд аккумулятора, температура, разрядная характеристика, время разряда, экспонента Пекерта, энергия, интерполяция

DISCHARGE TIME CALCULATION OF THE ELECTROCHEMICAL ACCUMULATORS ON THE BASE OF THE DATA ANALYSIS

Vaniukov Andrei, senior teacher, KSTU named after I.Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, c. Bishkek, Ch. Aitmatov avenue, 66. Phone: + 996 (312) 542986, e-mail: vanjukov@rambler.ru, ORCID ID 0000-0003-4861-8945

Chepasheva Tatiana, senior teacher, KSTU named after I.Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, c. Bishkek, Ch. Aitmatov avenue, 66. Phone: + 996 (312) 542986, e-mail: tatianas.chepasheva@list.ru, ORCID ID 0000-0002-2340-5006

Abstract. Appointment and application of accumulator batteries in technics is observed. The actuality of the discharge time calculation for the battery is shown. Comparative data on different types of accumulators are given and the normalized cost of one cycle is calculated. Typical discharge characteristics of accumulators, such as dependence of capacity on a discharge current, temperature, numbers of cycles a charge/discharge are given. The reasons, on which accumulator capacity as its main characteristic, is not a constant under various service conditions are observed. Conditions at which the accumulator gives the greatest energy are specified. Possibility of transformation of schedules or the data of the discharge connected with capacity in design formulas is analyzed. Formulas and a calculation method on a basis Peukert constant are observed. The circuit for measurement of the discharge characteristic is resulted. The way of calculation on the basis of linear interpolation is observed at the restricted data. The method of calculation on the basis of formulas of Peukert and on the basis of interpolation of the data of the category are compared. Initial data for program calculation are analyzed. The method of software realization of the discharge time calculation is considered. An experiment was conducted for an experimental accumulator, numerical data of its discharge were obtained, interpolation of the data was carried out, and calculations were carried out on it, which is in good agreement with practical measurements.

Keywords: accumulator, accumulator capacity, accumulator discharge, temperature, discharge curve, discharge time, Peukert constant, energy, interpolation

Введение

Аккумуляторы широко используются в различных системах и устройствах. Аккумулятор является устройством, преобразующим накопленную химическую энергию в электрическую. В аккумуляторах реакции на электродах обратимы, поэтому они могут быть возвращены в первоначальное состояние, путём заряда. В процессе заряда электрическая энергия преобразуется в запасаемую химическую энергию. Разряд аккумулятора – это преобразование накопленной химической энергии в электроэнергию для потребления внешней цепи. В сравнении с гальваническими элементами аккумуляторы обеспечивают меньшую стоимость использования. По сравнению с вторичными источниками электропитания аккумуляторы обеспечивают мобильность устройств и пользователей. Можно привести ряд применений аккумуляторов в технике:

- 1) на телефонных и базовых станциях [10];
- 2) в источниках бесперебойного питания компьютеров и серверов [5];
- 3) в солнечных энергоустановках [1];
- 4) в ноутбуках, сотовых телефонах и планшетах [4];
- 5) в автомобильном транспорте;
- 6) в часах, фотокамерах и калькуляторах;
- 7) в портативных электроизмерительных приборах.

Актуальной является задача расчёта времени разряда аккумуляторов при различных условиях эксплуатации. Данный расчёт востребован, что можно, например, проследить по статистике поисковых запросов сети Интернет. В технической документации такая информация часто не приводится или даётся в неполной форме.

Расчёт времени разряда аккумуляторной батареи необходим для того, чтобы правильно подобрать аккумулятор для проектируемого устройства или определить возможности уже существующего аккумулятора. Если правильно выбран аккумулятор, то он будет работать при более благоприятных условиях разряда, что приведёт к большему сроку

службы аккумулятора. Такой расчёт потребуется для «продвинутых» устройств, где пользователям указывается оставшееся время работы от аккумулятора. Если рассчитывается время разряда, то аккумулятор будет меньше использоваться в режиме полного разряда, что в итоге увеличит срок службы аккумулятора. Следует отметить, что точный расчёт здесь невозможен по причине сложных явлений в аккумуляторе, разбросе его характеристик даже в одной партии одного производителя.

Целью настоящего исследования является разработка методики расчёта времени разряда различных видов аккумуляторов для различных условий эксплуатации.

Научно-практическая актуальность приведенного исследования является высокой, по следующим основаниям:

1) Внедрение полученных результатов в практику экономически целесообразно, так как стоимость аккумуляторов является высокой, а использование предложенного метода позволит продлить срок службы аккумулятора;

2) В результатах исследования заинтересовано много пользователей, так как аккумуляторы широко используются в технике.

Виды и характеристики аккумуляторов

Для широкого применения нашли применение несколько типов аккумуляторов, которые получили своё название по химическому составу электродов: никель-кадмиевые (Ni-Cd), никель-металлогидридные (NiMH), свинцовые кислотные (Lead-Acid), литий-ионные (Li-Ion) и литий-полимерные (Li-Pol) [7].

Одной из основных характеристик аккумулятора является ёмкость – количество электрической энергии, которое выделяет аккумулятор при определённых условиях разряда, выраженное в ампер-часах (*A·ч*) или миллиампер-часах (*mA·ч*). Ёмкость аккумулятора *C* встречается чаще, чем другие параметры, так как она зависит от условий эксплуатации в меньшей степени, чем другие характеристики. Большинство аккумуляторов стандартизированы по размерам и ёмкостям. В таблице 1 приведены характеристики [9] различных видов аккумуляторов наиболее широко применяемых в технике. В таблице приведён расчёт стоимости цикла на 1 *A·ч* и 1 *B* по средним ценам на декабрь 2017 г. в г. Бишкек. Для примера, рассчитаем данный параметр для Li-Ion аккумулятора с параметрами: ёмкость - 2600 *mA·ч*, стоимость - 380 *сом*, число циклов заряд/разряд - 1000 и напряжение - 3,7 *B*:

$$V = \frac{380}{2,6 \cdot 1000 \cdot 3,7} = 0,04 \frac{\text{сом}}{A \cdot ч \cdot B}$$

Таблица 1.

Виды и характеристики аккумуляторных батарей

Характеристики	Типы аккумуляторных батарей				
	Ni-Cd	NiMH	Lead-Acid	Li-Ion	Li-Pol
Число циклов заряд / разряд до снижения емкости на 80 %	1500	500	300	1000	500
Саморазряд за месяц при комнатной температуре, %	20	30	5	10	10
Пиковый ток относительно ёмкости <i>C</i>	20 <i>C</i>	5 <i>C</i>	5 <i>C</i>	2 <i>C</i>	2 <i>C</i>
Диапазон рабочих температур, °C	-40 +60	-20 +60	-20 +60	-20 +60	0 +60
Стоимость одного цикла, нормированная к ёмкости, <i>сом</i> / (<i>A·ч·B</i>)	0,08	0,2	0,08	0,04	0,16

Фактически невозможно выбрать аккумулятор, который подходит по всем параметрам, поэтому выбор здесь является компромиссом между различными характеристиками.

Разряд аккумуляторов

Ёмкость аккумулятора зависит от разрядного тока. На значение ёмкости влияет также температура электролита, число циклов заряд/разряд и другие факторы. В качестве примера рассмотрим характеристики одного из никель-металлогидридных аккумуляторов. Характеристики даются производителем графически для заряда, разряда и хранения. Так как в дальнейшем мы будем рассчитывать время разряда аккумулятора, то остановимся на характеристиках разряда (рис. 1-3). Подобные разрядные характеристики можно снять самостоятельно и результаты использовать в расчётах. Здесь указаны типовые, характерные для большинства аккумуляторов зависимости. Характеристики аккумуляторов очень похожи, поэтому рассмотрев метод расчёта для одного аккумулятора, его можно использовать с незначительными изменениями для других моделей аккумуляторов. Максимальная ёмкость отдаётся аккумулятором при температуре, близкой к комнатной (рис. 1), при увеличении и, особенно, при уменьшении температуры ёмкость падает. Чем выше ток разряда аккумулятора, тем меньше будет ёмкость аккумулятора (рис. 2). При увеличении числа циклов заряд/разряд ёмкость уменьшается значительно (рис. 3). Рассмотренные зависимости имеют свои особенности, например, график на рис. 3 зависит от степени разряда аккумуляторной батареи.

Полную ёмкость аккумулятора (100%) практически невозможно извлечь. Производители в технической спецификации указывают допустимую глубину разряда аккумулятора. Считается, что глубина разряда 30% соответствует максимальному сроку службы аккумулятора.

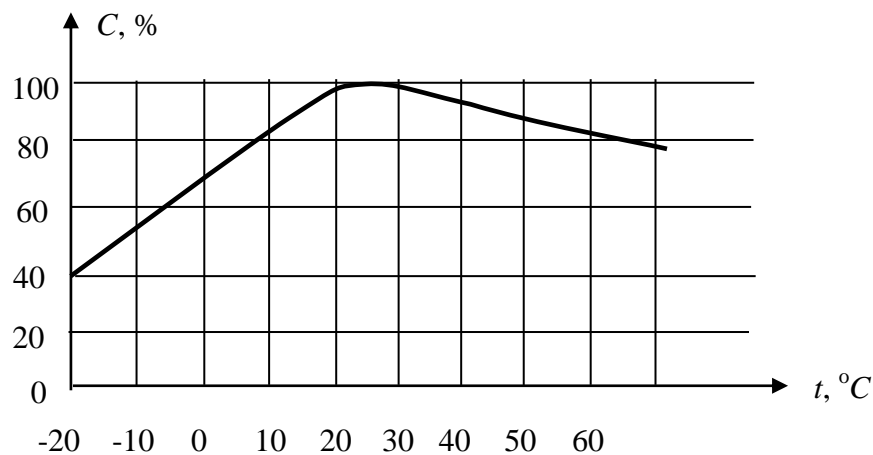


Рис. 1. Изменение ёмкости от температуры



Рис. 2. Изменение ёмкости от скорости разряда

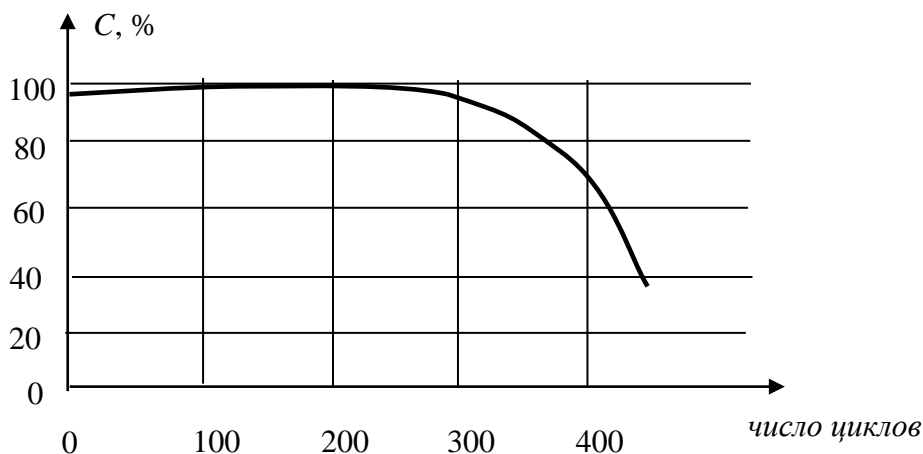


Рис. 3. Изменение ёмкости от числа циклов заряд/разряд при глубине разряда 40%

Производитель может дать данные об аккумуляторе в виде таблиц, например, как в таблице 2. Здесь дана выборка из разрядной характеристики, данные о других разрядных токах можно получить, как будет сказано позже, путём интерполяции.

Таблица 2.

Разрядная характеристика при 25 °С

Ток	Условия разряда			
	0,2 С (520 мА)	0,5 С (1300 мА)	1,0 С (2600 мА)	2,0 С (5200 мА)
Ёмкость	100 %	95 %	90 %	80 %

Теория расчёта на основе формулы Пекерта

Формула Пекерта [8] учитывает эффект зависимости ёмкости аккумулятора от разрядного тока, время разряда аккумулятора находится как:

$$T = \frac{C_p}{I^n} \tag{1}$$

где n – экспонента Пекерта,

C_p – ёмкость Пекерта (не совпадает с ёмкостью аккумулятора).

Значение экспоненты Пекерта зависит от химического состава аккумулятора и его состояния. Иногда производитель это число указывает, но это встречается редко. Чем больше экспонента Пекерта, тем меньше возможность аккумулятора отдавать полную емкость при повышенном разрядном токе. В технической документации встречаются данные по разным разрядным токам (I_1 и I_2) для разного времени полного разряда (T_1 и T_2). Так как C_p – константа, мы можем записать такое уравнение:

$$C_p = I_1^n \cdot T_1 = I_2^n \cdot T_2. \quad (2)$$

Преобразуя формулу (2), получим формулу для расчета экспоненты Пекерта:

$$n = \frac{\ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)}{\ln\left(\frac{I_1}{I_2}\right)}. \quad (3)$$

На аккумуляторе производители указывают номинальную ёмкость, которая измеряется в течение фиксированного интервала времени (обычно 20 часов). Если в маркировке аккумулятора указано, что его емкость равна 20 А·ч, то это означает, что он может питать нагрузку током 1 А в течение 20 часов. Из-за эффекта Пекерта рассматриваемый аккумулятор не сможет за 1 час обеспечить ток 20 ампер. Ёмкость Пекерта, необходимую для расчёта времени разряда аккумулятора по формуле (1) получают следующим образом:

$$C_p = T \left(\frac{C}{T}\right)^n, \quad (4)$$

где C и T – номинальная ёмкость аккумулятора и соответствующее время разряда.

Метод экспериментального исследования разряда аккумуляторов

Если нет данных по аккумуляторам или они не достаточны, можно провести эксперимент. Достаточно взять регулируемый источник тока, способный задавать ток в цепи независимо от внешних условий, миллиамперметр, вольтметр и замерять время разряда (рис.4). Источник тока можно сделать на основе биполярного транзистора [2]. Время разряда замеряем до уменьшения ёмкости на 100 %, так как при этом напряжение аккумулятора имеет характерный участок, позволяющий идентифицировать полный разряд. Эксперимент проводился по следующей методике:

1. Заряжаем аккумулятор до полной ёмкости.
2. Собираем схему (рис.4).
3. Задаём ток разряда с помощью источника тока.
4. Контролируем ток с помощью миллиамперметра.
5. Засекаем время с помощью таймера.
6. По достижении заданного напряжения отключаем аккумулятор и фиксируем время на таймере.
7. Подсчитываем ёмкость.
8. Повторяем шаги 1-7 для другого разрядного тока.

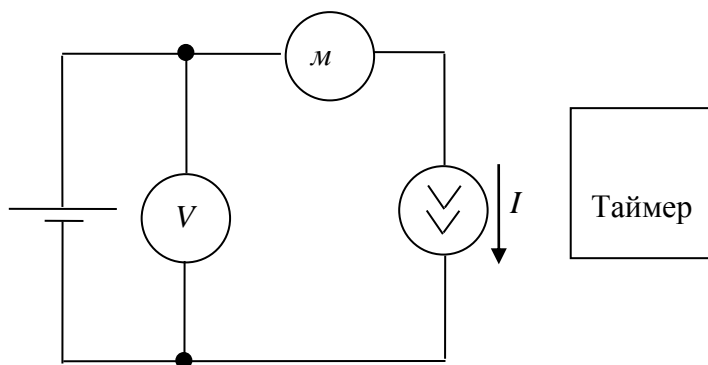


Рис. 4. Схема эксперимента

Для эксперимента выберем аккумулятор с заявленной производителем ёмкостью $2500 \text{ мА}\cdot\text{ч}$, которая в результате эксперимента оказалась равной $2250 \text{ мА}\cdot\text{ч}$. Проведём измерения при комнатной температуре $+25^\circ\text{C}$. Данные по разрядной характеристике сведены в таблицу 3.

Таблица 3.

Результаты эксперимента

Ток, мА	100	200	300	500	1000	1500	2000	3000	4000	5000
Ёмкость, $\text{мА}\cdot\text{ч}$	2250	2191	2156	2113	2058	2017	1981	1922	1871	1833

Так как разрядные характеристики плавные, то для экспериментов нет необходимости брать много точек, как в таблице 3, достаточно, например, взять значения разрядного тока: $C/20$, $C/10$, C , $2-5C$. Зависимость для других токов можно получить путём интерполяции. Существуют разные методы интерполяции [3]. В составе программного обеспечения, как правило, есть библиотека с готовым математическим пакетом для интерполяции. Выберем линейный метод интерполяции для расчёта, на том основании, что реальные кривые между точками близки к прямым функциям. Интерполяцию выполним в программе MathCAD [6]. После интерполяции фактически получается формула, которую можно использовать для расчёта. На рис. 5 показаны зависимости:

1. результаты эксперимента по таблице 3;
2. интерполяция по результатам эксперимента с ограниченными данными;
3. по формуле (1) с расчётной экспонентой Пекерта $n = 1,042$.

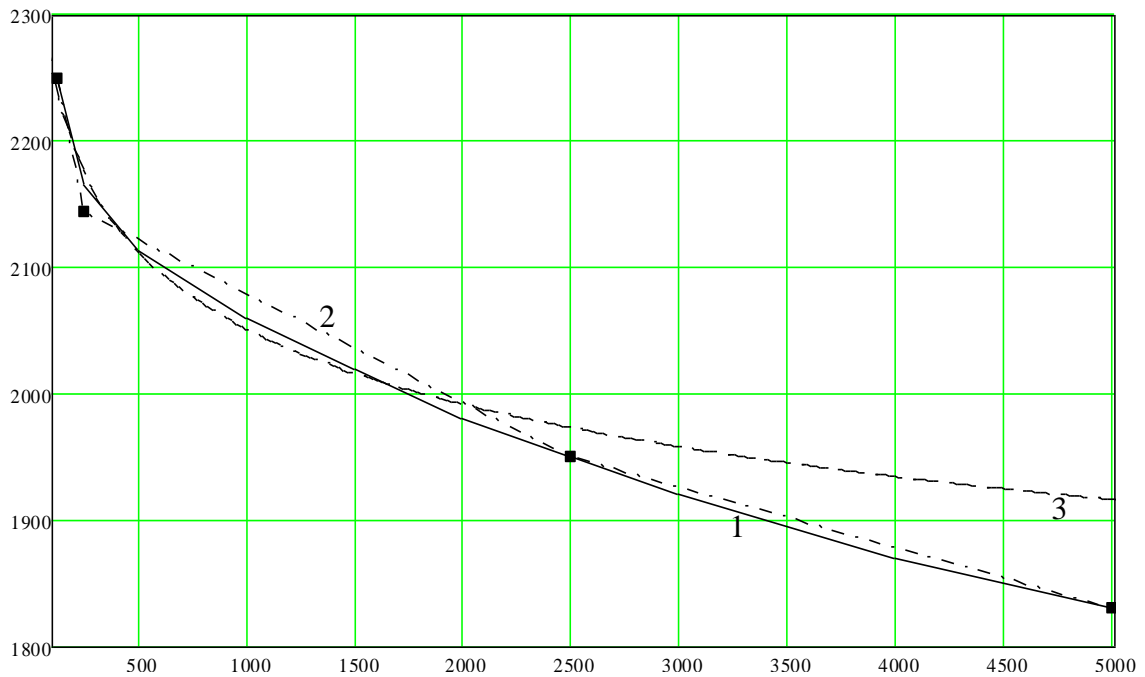


Рис. 5. Зависимость фактической ёмкости аккумулятора от разрядного тока

Зависимость (3) по формулам Пекерта не подходит для опытного аккумулятора: для режима больших токов она даёт большую погрешность, что видно из рис. 5. Зависимости (1) и (2) фактически близки друг к другу, это значит, что нет необходимости проводить измерения большого количества значений разрядного тока. Поэтому правильнее использовать предложенный метод расчёта на основе интерполяции.

Для более полной информации следует провести измерения, например, при температуре: $+40^{\circ}\text{C}$, $+25^{\circ}\text{C}$, 0°C , -20°C для нового аккумулятора и провести измерения для аккумулятора после 200 циклов заряд/разряд. Желательно провести измерения для разных экземпляров аккумуляторов и полученные данные усреднить. Так как проведение подобных экспериментов занимает достаточно много времени, можно автоматизировать измерения по схеме на рис. 4.

Программная реализация расчёта

Работа программы состоит из нескольких этапов, рассмотренных ниже.

- 1) Ввод исходных данных (рис. 6).

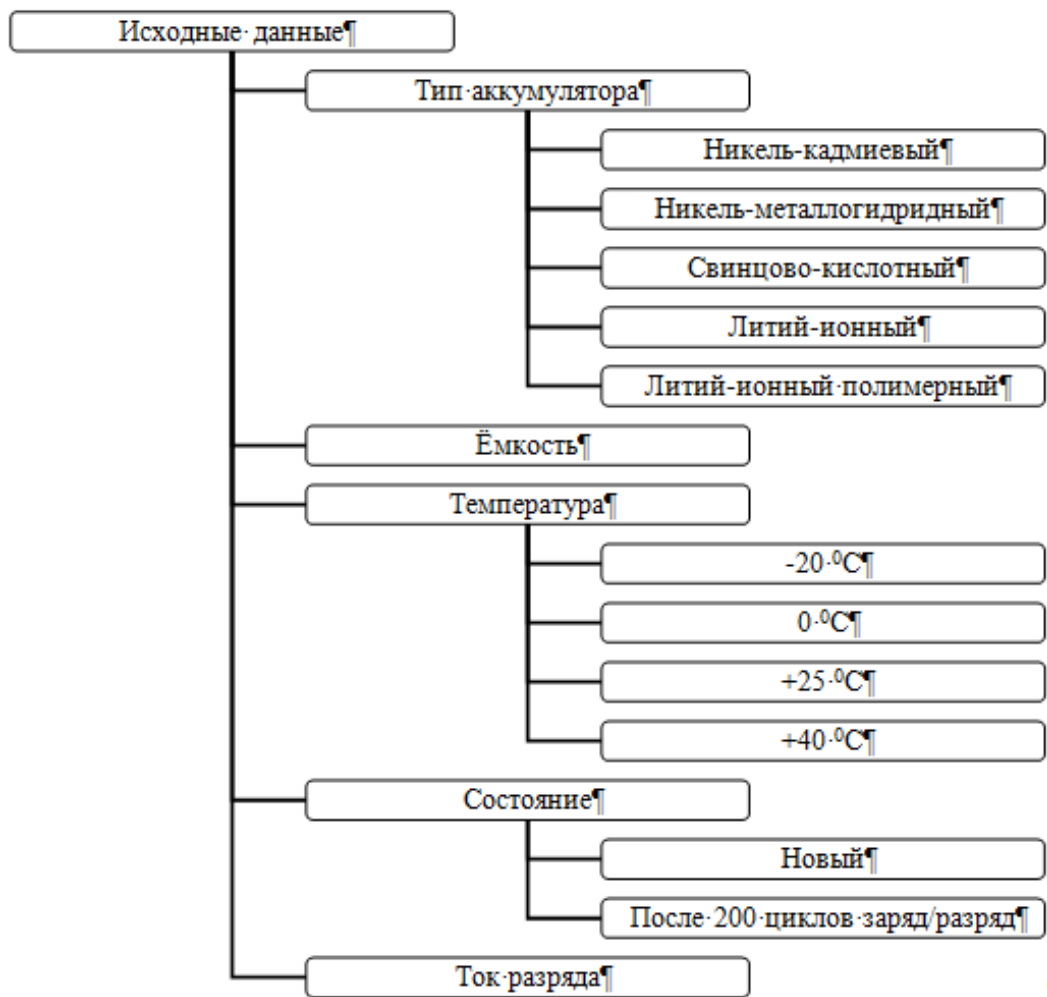


Рис. 6. Исходные данные для расчёта

2) Проверка данных. Здесь проверяется, что введены корректные данные, например ток положителен, ёмкость задана как числовое значение.

3) Выборка коэффициентов из базы данных по введённому типу аккумулятора и условиям эксплуатации. После опытов или по данным производителя составлены данные, которые размещены в базе данных.

4) Вывод примечания по расчёту. Так как охватить всё многообразие аккумуляторов невозможно, то здесь можно выводить также из базы данных примечание, о том, что имеется погрешность в расчётах и для какой модели аккумулятора взяты данные для расчёта.

5) Вычисление ёмкости. По выборке из базы данных составляем формулу на основе линейной интерполяции, в которой подставляем ток разряда I , введённый пользователем, и находим ёмкость аккумулятора.

6) Расчет времени разряда аккумулятора. Зная ёмкость C при данных условиях эксплуатации рассчитываем время разряда по формуле:

$$T = \frac{C}{I} \quad (5)$$

Выводы

Предложен метод расчёта разряда аккумулятора на основе ограниченного набора экспериментальных данных. Проведён эксперимент для опытного аккумулятора и расчётное время разряда хорошо согласуется с практическими измерениями. Практическая ценность проведенного исследования определяется возможным использованием данного метода для расчёта, что позволит увеличить срок службы аккумуляторов и снизить стоимость эксплуатации аккумулятора для конечного потребителя. Основные положения и рекомендации, изложенные в настоящей работе, могут быть использованы для других вычислений, где заданы данные, которые надо систематизировать и преобразовать для расчёта.

Список литературы

1. Германович В., Дурилин А. Альтернативные источники энергии и энергосбережение. Практические конструкции по использованию энергии ветра, солнца, воды, земли, биомассы. – СПб.: Наука и Техника, 2014. – 320 с.
2. Грабовски Б. Краткий справочник по электронике. Пер. с фр. – М.: ДМК Пресс, 2001. – 416 с.
3. Калиткин Н.Н. Численные методы: учеб. пособие. – 2-е изд., испр. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 592 с.
4. Кашкаров А.П. Аккумуляторы: Справочное пособие. – М.: ИП РадиоСофт, 2014. – 192 с.
5. Кучеров Д.П., Куприянов А.А. Современные источники питания ПК и периферии. Полное руководство (+CD). – СПб.: Наука и техника, 2007. – 352 с.
6. Макаров Е. Инженерные расчёты в Mathcad 15: Учебный курс. – СПб.: Питер, 2011. – 400 с.
7. Таганова А. А., Бубнов Ю. И., Орлов С. Б. Герметичные химические источники тока: Элементы и аккумуляторы. Оборудование для испытаний и эксплуатации: Справочник. – СПб.: Химиздат, 2005. – 264 с.
8. Химические источники тока: Справочник / Под редакцией Н.В. Коровина и А.М. Скундина. – М.: Изд. МЭИ, 2003. – 740 с.
9. Хрусталева Д.А. Аккумуляторы. – М.: Изумруд, 2003. – 224 с.
10. Электропитание устройств и систем телекоммуникаций: Учебное пособие для вузов / В.М. Бушуев, В.А. Деминский, Л.Ф. Захаров и др. – М.: Горячая линия-Телеком, 2009. – 384 с.

УДК 004.056.53+004.021

СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ

Ванюков 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, ORCID ID 0000-0003-4861-8945

Чепашева Татьяна Сергеевна, ст. преп., КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66. Тел: +996 (312) 542986, e-mail: tatianas.chepasheva@list.ru, ORCID ID 0000-0002-2340-5006

Аннотация. Рассматривается система защиты, которая предназначена для блокирования веб-приложений от основных видов атак. Суть заключается в тщательной проверке данных, которые поступают в приложение от пользователя. Устанавливается на том же сервере, где находится веб-приложение. Дополняет штатные механизмы защиты и работает на уровне приложения. Рассмотрены существенные виды атак, от которых

защищает данная система. Приведен алгоритм работы с подробным описанием каждого этапа. Разработанное программное обеспечение включает в себя предварительную обработку данных, аутентификацию, авторизацию, проверку адреса и переданных данных, анализ истории посещений. Для решения о допуске к приложению, рассчитывается сумма баллов, которая характеризует степень неправильного ввода параметров пользователем. Если эта сумма не превышает порог, то абонент допускается к работе и переданные им данные транслируются веб-приложению для последующей обработки. Блокировка пользователей происходит, если их поведение не отвечает логике приложения и сумма превышает пороговый уровень. В работе системы учитываются предыдущие действия в системе. При этом есть определённый запас, учитывающий неумышленные ошибки посетителя. Все данные регистрируются в журнале для дальнейшего анализа администратором. Предлагаемая система опробована на практике и показала свою эффективность.

Ключевые слова: веб-приложение, система защиты, атака, уязвимость, сервер, пользователь, запрос, данные, база данных

SECURITY SYSTEM OF WEB APPLICATIONS

Vaniukov Andrei, senior teacher, KSTU named after I.Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, c. Bishkek, Ch. Aitmatov avenue, 66. Phone: + 996 (312) 542986, e-mail: vanjukov@rambler.ru, ORCID ID 0000-0003-4861-8945

Chepasheva Tatiana, senior teacher, KSTU named after I.Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, c. Bishkek, Ch. Aitmatov avenue, 66. Phone: + 996 (312) 542986, e-mail: tatanas.chepasheva@list.ru, ORCID ID 0000-0002-2340-5006

Abstract. The security system which is intended for blocking of web applications from key types of attacks is considered. It is based on check of the data transferred to application from the user. It is installed on the same server where the web application is located. It supplements the staff protection mechanisms and works at the application level. Essential types of attacks from which the given system protects are considered. The algorithm of operation with the detailed description of each stage is resulted. The developed software includes preliminary processing of data, authentication, authorization, verification of address and transmitted data, analysis of the history of visits. To decide on the user's admission, the score that characterizes a level of wrong input of parameters the user is calculated. If this amount does not exceed the threshold, then the subscriber is allowed to work and the data transmitted to him is broadcast to the web application for further processing. Lock of users happens, if their behavior does not answer logic of the web application and the total exceeds trigger level. The system takes into account the previous actions in the system. At the same time, there is a certain reserve, which takes into account unintentional errors of the visitor. All data from system is registered in log for the subsequent analysis the administrator. The offered system is tested in practice and showed the efficiency.

Keywords: web application, security system, attack, vulnerability, server, user, inquiry, data, database

Введение

Развитие Интернет во всем мире привело к появлению веб-приложений, которые широко используются для вычислений, обработки данных и поиска информации. Работают веб-приложения по стандартной для сети Интернет технологии «клиент-сервер» [5]. Клиент формирует и посылает запрос, а сервер даёт ответ на запрос. Клиентом в веб-ресурсах является браузер, который создаёт запросы к серверу, обрабатывает ответы от него и реализует интерфейс. Серверная часть обрабатывает запросы, осуществляет вычисления,

создаёт страницу и отправляет её клиенту по сети Интернет.

Проблема обеспечения информационной безопасности является актуальной, так как популярные веб-приложения часто становятся жертвой злоумышленников, несмотря на наличие элементов защиты. Так как такие проекты являются достаточно сложными по своей структуре и включают большой объём разнородного программного обеспечения, то создать и настроить приложение с высоким уровнем защиты достаточно трудно.

Целью исследования является создание системы защиты от атак, ориентированных на веб-приложение, которая основана на аудите данных, передаваемых от пользователя.

Постановка задачи

В области безопасности веб-ресурсов авторитетной является организация OWASP (Open Web Application Security Project) [2]. Согласно данным этой ассоциации, а также данным других источников [3,4,6,8,9] составлена таблица с перечислением уязвимостей веб-приложений, которые могут привести к успешным атакам, направленным на веб-ресурсы.

Таблица 1.

Основные информационные риски веб-приложения

№	Краткое название уязвимости	Защита на уровне системы	Защита вне системы
1	Интъекции	+	
2	Некорректная аутентификация	+	
3	Недостаточно защищённые данные		+
4	Некорректная авторизация	+	
5	Неправильная начальная конфигурация		+
6	Межсайтовый скриптинг	+	
7	Использование компонентов с уязвимостями		+
8	Неэффективный мониторинг	+	

Рассмотрим кратко уязвимости, перечисленные в таблице 1.

1. Если данные от пользователя содержат специальные команды и символы, к которым чувствительны базы данных или интерпретатор, то появляется возможность просматривать, редактировать и удалять базы данных или даже управлять сервером. Встречается ситуация, когда данные без какой-либо обработки поступают на интерпретатор или в базу данных.

2. Данная уязвимость может привести к обходу механизмов аутентификации веб-серверов. Злоумышленник, не имея учетной записи в веб-приложении, может попытаться войти в систему, минуя штатную процедуру аутентификации. Например, нарушитель может подбирать автоматически пароли, если приложение это позволяет. В приложении могут использоваться слабые пароли.

3. Данные доступа к банковским картам, медицинские карты и персональные данные должны храниться в зашифрованном виде в базе данных и передаваться по протоколу HTTPS. Также причиной уязвимости может являться слабое шифрование и сохранение резервных копий в открытом виде.

4. Серьёзной ошибкой приложения является некорректная авторизация. Во многих веб-приложениях существуют категории пользователей, которым доступна разная информация и неодинаковые действия. Для этого веб-приложение выполняет процедуру авторизации. Используя уязвимость приложения, злоумышленник может повысить свои привилегии и получить доступ к закрытым ресурсам. Иногда пользователям удаётся получить доступ к интерфейсу администратора, что даёт широкие возможности для организации атак.

5. Многие составляющие веб-приложения, например база данных, интерпретатор, веб-сервер устанавливаются с настройками по умолчанию, которые не являются правильными с точки зрения безопасности, поэтому требуется настройка каждой системы в соответствии с обеспечением защиты информации.

6. Серверу передаётся в данных пользователя исполняемый код на языке JavaScript/HTML. Вредоносный скрипт в этом случае выполняется на компьютере клиента. Чаще всего данная уязвимость используется для перехвата сессий.

7. Многие веб-приложения работают на основе программных модулей сторонних производителей, в которых случайно или намеренно введены уязвимости. Также может использоваться программное обеспечение, которое устарело и не поддерживается. Встречается ситуация, когда на сервере размещено программное обеспечение, не обязательное для его работы.

8. Для поддержания надлежащего уровня защиты требуется регулярное ведение и просмотр журналов сервера с ошибками доступа. Следует отметить, что журналы веб-сервера не удобны для аналитики, поэтому желательно дополнительное ведение журнала приложением.

Рассмотрев уязвимости, приходим к выводу, что основной причиной проблем в безопасности является слабая фильтрация данных, поступающих в веб-приложение. В таблице 1 указано, от каких уязвимостей защищает разработанное программное обеспечение, а какие требуют дополнительных методов, например, сетевого экрана [1]. Для разрабатываемой системы защиты зададим следующие требования:

- высокий уровень защиты от большинства атак;
- низкая степень ложных срабатываний;
- простая в настройке и удобная в работе;
- полная интеграция с приложением.

Система защиты создаётся под будущее веб-приложение на этапе его разработки и является «прослойкой» между веб-приложением и веб-сервером (рис.1). Когда пользователь приложения работает с ним, по протоколу HTTP/HTTPS передаются запросы и ответы. Запросы поступают на веб-сервер, который передаёт их системе защиты, где все переданные от пользователей данные проверяются на допустимость, фильтруются и регистрируются. В случае если пользователь допускается, то данные посетителя передаются веб-приложению.

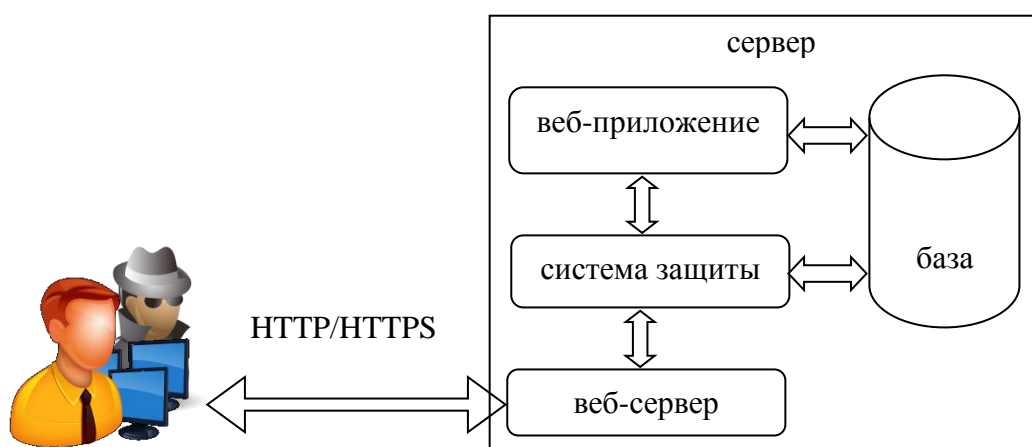


Рис. 1.

Решение задачи

Протокол HTTP обладает двумя основными методами: GET и POST. Оба метода предназначены для передачи параметров сценариям. С помощью небольших файлов

COOKIE происходит идентификация браузера, данный параметр часто используется для организации систем аутентификации.

Для создания веб-приложений на серверной стороне применяются различные языки программирования и технологии. Одним из самых известных языков для разработки является язык PHP [7,9], причиной этого является относительная простота, высокая скорость выполнения сценариев, хорошая документация, а также поддержка большим числом серверов.

Предлагаемая система защиты представляет собой модули, написанные на языке программирования PHP. Выбор языка обусловлен тем, что само веб-приложение написано на этом языке. Система защиты регистрирует данные (рис. 2), которые затем анализируются на допустимость.

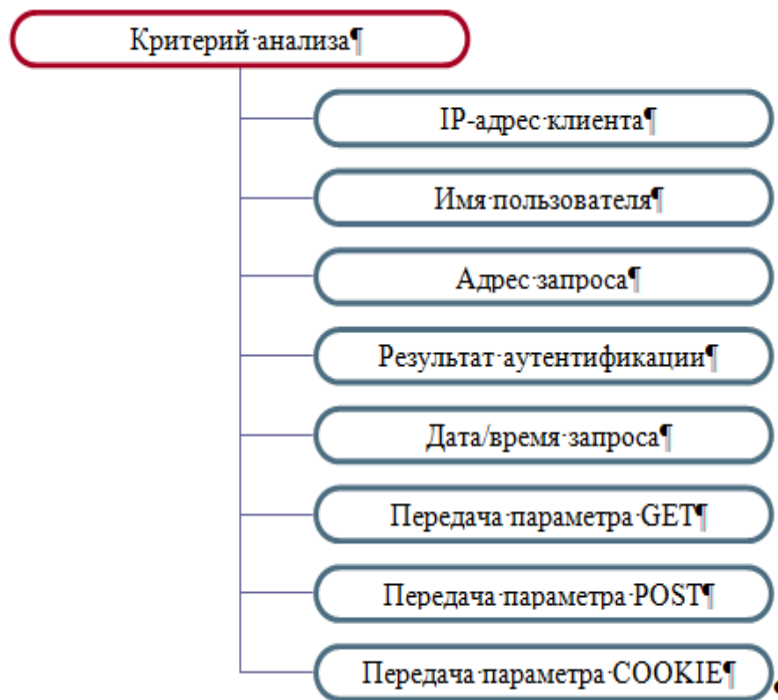
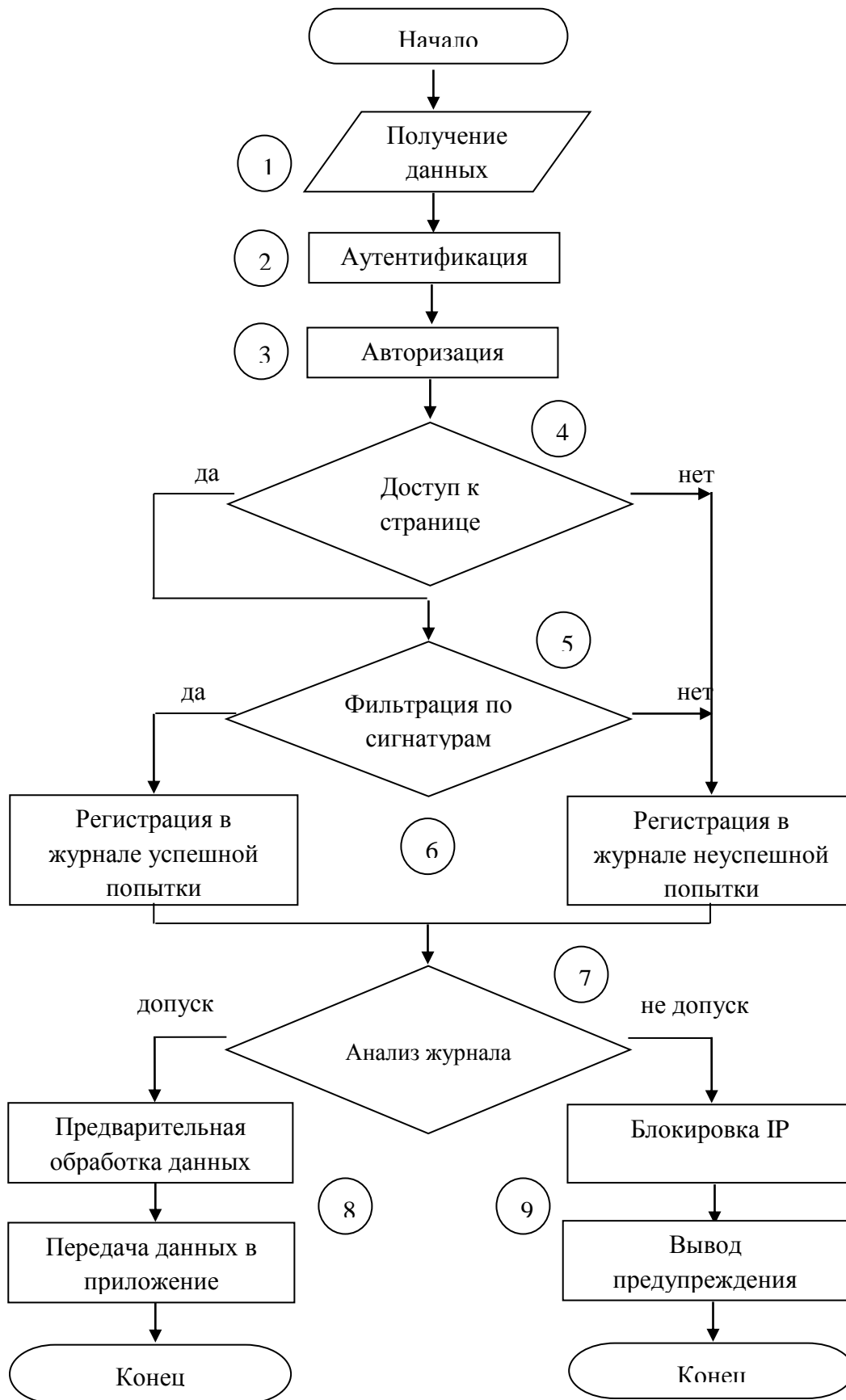


Рис. 2.

На рис.3 приведена блок-схема, отражающая работу системы защиты от атак. Алгоритм работы программного обеспечения включает несколько этапов.



Этап 1. Когда пользователь работает с приложением в браузере, то на веб-сервер передаются данные, которые в программе мы собираем из массивов PHP: \$_GET, \$_POST, \$_COOKIE в общий массив и далее обрабатываем.

Этап 2. Категория пользователя определяется после аутентификации, состоящей в проверке соответствия пароля и адреса электронной почты, которые вводятся на странице входа в приложение. По таблице пользователей в базе данных определяем категорию пользователя. Если процедура аутентификации не пройдена, то пользователь считается незарегистрированным. Для веб-приложения мы используем несколько категорий пользователей:

1. Администратор
2. Временно зарегистрированный пользователь
3. Зарегистрированный пользователь
4. Незарегистрированный пользователь

Администратор, обладает правами, которые могут нанести вред веб-приложению при неправильных действиях. Остальные пользователи не обладают достаточными привилегиями, чтобы в результате злого умысла нанести вред системе, при условии соответствующего уровня защиты веб-приложения.

Этапы 3-4. В зависимости от категории пользователя выбирается таблица из базы данных с разрешёнными запросами GET, POST и допустимыми адресами. Здесь учитывается что не все пользователи имеют доступ ко всем страницам и не все страницы требуют передачи параметров. Доступ к страницам задан согласно логике приложения.

Этап 5. Все переменные переданные пользователем проверяются по сигнатурам, известным как правила, которые содержат допустимые данные. Система защиты включает в себя базу сигнатур и «срабатывает», когда входящие данные не совпадают с сигнатурами. Так как сигнатуры разработаны, чтобы максимально соответствовать логике приложения, то это приводит к небольшому уровню ошибочных срабатываний. Сигнатура выполнена на основе регулярного выражения [10], т.е. строке, состоящей из символов и мета символов и задающей правило поиска. Фильтрация на этом этапе защищает от большого количества атак, направленных на приложение.

Этап 6. Происходит регистрация событий, причём как успешных, та и неуспешных. Журнал с данными об успешных посещениях используется для оптимизации содержания страницы. Регистрация о неуспешных событиях необходима для последующего анализа администратором, который на основе анализа может корректировать работу системы защиты и веб-приложения и реагировать на возможные атаки. Информация обо всех событиях (рис.2) сохраняется в базе данных.

Этап 7. Анализ журнала позволяет выявить активность пользователя. Данный параметр вычисляется по числу обращений за один час с этого IP – адреса для незарегистрированного пользователя или по номеру пользователя в случае входа в систему. Расчёт ведётся в соответствии с таблицей 2: если сумма баллов превысила пороговый уровень (100 баллов), то переходим к блокировке пользователя на один час. В таблице 2 указано, как рассчитываются баллы для различных вариантов. Если адрес пользователя верный, мы тоже добавляем штрафные баллы, чтобы исключить влияние роботов (кроме поисковых), которые собирают информацию или ищут уязвимости. При «нормальном поведении» пользователя, в этом случае пороговой суммы здесь не достигается. Для пользователей, не имеющих злого умысла, имеется вероятность набрать некорректные данные, поэтому данная система баллов при нечастых ошибках позволяет пользователю работать с приложением прозрачно.

Начисление баллов за действия пользователя

Параметр	Адрес		GET / POST		COOKIE		Неверный пароль
	верный	неверный	не подлежит передаче	неверный	не подлежит передаче	неверный	
Баллы	0,2	2	5	3	10	5	10

Этап 8. Данные, приводятся к корректному виду и выдаются для дальнейшей обработки веб-приложению. Время обработки запросов от пользователя по алгоритму (рис.3) по результатам опытной проверки не превышает 0,1 секунды.

Этап 9. IP – адрес или номер пользователя заносится в журнал в запрещённый список. Для не прошедших проверку пользователей доступ к приложению закрыт с выводом информации о возможности повторить попытку позднее. В течение часа пользователь будет блокироваться.

Выводы

Поставленные задачи выполнены, система защиты интегрирована в веб-приложение и опробована на практике. Обеспечение безопасности, реализованное рассмотренной системой, защищает от большинства возможных атак на уровне приложения. Защита и мониторинг операционной системы, веб-сервера, интерпретатора PHP и базы данных осуществляется другими методами.

Список литературы

1. The netfilter.org "iptables" project. Available at: <http://www.netfilter.org/projects/iptables/index.html> (accessed 08 January 2018)
2. Welcome to OWASP: the free and open software security community. Available at: <https://www.owasp.org> (accessed 08 January 2018)
3. Жуков Ю. В. Основы веб-хакинга: нападение и защита (+DVD) 2-е изд. – СПб.: Питер, 2012. – 208 с.
4. Козиол Дж., Личфилд Д., Эйтэл Д., Энли К. и др. Искусство взлома и защиты систем. – СПб.: Питер, 2006. – 416 с.
5. Олифер В., Олифер Н. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 5-е изд. – СПб.: Питер, 2016. – 992 с.
6. Скембрей Дж., Шема М. Секреты хакеров. Безопасность Web – приложений – готовые решения.: Пер. с англ. – Изд. дом «Вильямс», 2003. – 384 с.
7. Скляр Д. Изучаем PHP 7: руководство по созданию интерактивных веб-сайтов.: Пер. с англ. – СПб.: ООО «Альфа-книга», 2017. – 464 с.
8. Уязвимости. URL: <https://www.securitylab.ru/vulnerability/> (дата обращения: 17.04.2008), свободный. – загл. с экрана. – яз. рус.
9. Фленов М.Е. PHP глазами хакера: 2-е изд., доп. и перераб. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 336 с.
10. Фридл Дж. Регулярные выражения, 3-е издание. – Пер. с англ. – СПб.: Символ-Плюс, 2008. – 608 с.

СИНТЕЗ БЕЗИНЕРЦИОННОГО РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ ЛИНЕЙНЫХ РОБАСТНЫХ ВОЗМУЩЁННЫХ ОБЪЕКТОВ С УЧЁТОМ ОГРАНИЧЕНИЙ

Оморов Т. Т., д.т.н., проф., член-корр. НАН КР, 720071, Бишкек, пр. Чуй, 265а., тел.: 0312646334.

Джолдошев Б.О., д.т.н., проф., КГТУ им.И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, Бишкек, пр.Мира 66. email: bekbolot2009@yandex.ru, ORCID ID 0000-0001-5699-2262

Темиркулова Н.Т., преп., КГТУ им.И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, Бишкек, пр.Мира 66. email: temirkulova.n@gmail.com, ORCID ID 0000-0003-0501-8579

Аннотация. Предложен метод синтеза системы управления, позволяющие обеспечить основные требования к проектируемой системе при заданных инженерных требованиях к основным характеристикам системы (быстродействие, точность и т.д.), а также ограничений на величины управляющих воздействий и управляемых переменных. Оценка качества процессов управления объектов осуществляется с помощью функциональных соотношений, определяемых непосредственно по переходным процессам рассматриваемых систем. Использование введенных функций и полученных аналитических условий дало возможность разработать единый подход к решению задач управления. Рассмотрены случаи построения САУ с безынерционным регулятором в условиях неполной информации об объекте регулирования. Отличительной особенностью этих методов является так называемая *робастность* (или *грубость*), что означает нечувствительность характеристик замкнутой системы к небольшим погрешностям модели реальной системы. Показаны, что при допустимых вариациях параметров САУ, переходные процессы в проектируемой системы автоматического управления должны оставаться в пределах заданных допустимых областей (множеств) гарантированным образом. Разработан алгоритм построения робастной САУ для линейного непрерывного многомерного объекта по показателям качества. Рассмотрена задача получения гарантированного результата для управления линейным объектом, математические описания которых содержат параметрические неопределённости. В результате определены параметры системы управления, удовлетворяющие заданным требованиям к точности и качеству процесса управления.

Ключевые слова: устройство управления, безынерционный регулятор, линейное многомерное управляющее устройство, робастность, быстродействие, точность.

. SYNTHESIS OF THE NON-INERTIAL REGULATOR FOR LINEAR ROBUST DISTURBED OBJECTS WITH RESTRICTION OF LIMITATIONS

Omorov T.T. PhD (Engineering), Associate Professor, Kyrgyzstan, 720071, c.Bishkek, phone: 0312 64 63 34.

Djoldoshev B.O. PhD (Engineering), Associate Professor, Kyrgyzstan, 720044, c.Bishkek, KSTU named after I.Razzakov. e-mail: bekbolot2009@yandex.com ORCID ID 0000-0001-5699-2262

Temirkulova N.T. teacher, Kyrgyzstan, 720044, c.Bishkek, KSTU named after I.Razzakov. e-mail: temirkulova.n@gmail.com ORCID ID 0000-0003-0501-8579

Abstract The method of synthesis of a control system, the main requirements to the projected system allowing to provide at the set engineering requirements to the main characteristics of system (speed, accuracy, etc.) is offered and also restrictions for sizes of the operating influences and the operated variables. Assessment of quality of management processes of objects is carried out by means of the functional ratios determined directly by transition processes of the considered

systems. Use of the entered functions and the received analytical conditions has given the chance to develop uniform approach to the solution of tasks of management. Cases of creation of ACS with the non-inertial regulator in the conditions of incomplete information on subject to regulation are considered. Distinctive feature of these methods is the so-called robustness (or roughness) that means tolerance of characteristics of the closed system to small errors of model of real system. Are shown that at admissible variations of the ACS parameters, transition processes in projected the systems of automatic control have to remain the guaranteed image within the set admissible areas (sets). The algorithm of creation of robustness of ACS is developed for a linear continuous multidimensional object on quality indicators. The problem of obtaining the guaranteed result for management of a linear object which mathematical descriptions contain parametrical uncertainty. The control system parameters meeting the set requirements to accuracy and quality of management process are as a result determined.

Keywords: control device, non-inertial controller, linear multi-dimensional control device, robustness, speed, accuracy

В докладе рассматривается проблема управления при возможных допустимых изменениях параметров объекта управления или регулятора от заданного значения. Показаны, что при допустимых вариациях параметров систем автоматического управления (САУ), переходные процессы в проектируемой системы автоматического управления должны оставаться в пределах заданных допустимых областей (множеств) гарантированным образом. Границы этих множеств задаются показателями качества, как время управления и точность системы. Предложен алгоритм построения робастной САУ для линейного непрерывного многомерного объекта.

1. Общая постановка задачи синтеза. Предположим, что управляемый объект описывается линейной моделью вида

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t) + \xi(t), \quad (1)$$

где $x(t), u(t)$ – векторы состояния объекта и управления, имеющие соответственно размерности n, m ; t_0 – начальный момент времени; A, B – вещественные матрицы соответствующих размерностей:

$$A = \{a_{ij}\}_{n \times n}, B = \{b_{ij}\}_{n \times m}.$$

$\xi(t) = [\xi_1(t), \xi_2(t), \dots, \xi_n(t)]^T$ – n -мерный вектор внешних возмущений; Будем предполагать, что относительно вектора возмущения $\xi(t)$ известно, что они не измеряются, но $|\xi_i(t)| \leq \xi_i^+$.

Далее предполагается, что матрицы A, B объекта управления (1) точно неизвестны:

$$A = A^* + \Delta A, \quad B = B^* + \Delta B, \quad \Delta A = \{\Delta a_{ij}\}_{n \times n}, \quad \Delta B = \{\Delta b_{iv}\}_{n \times m}, \quad (2)$$

где $A^* = \{a_{ij}^*\}, B^* = \{b_{iv}^*\}$ – матрицы объекта соответственно составленные из номинальных значений элементов матриц A, B ; $\Delta A, \Delta B$ – матрицы, характеризующие неопределенности в задании объекта управления. Считается, что интервалы неопределенностей для A, B известны:

$$|\Delta a_{ij}| = |a_{ij} - a_{ij}^*| \leq \Delta a_{ij}^+, \quad |\Delta b_{iv}| = |b_{iv} - b_{iv}^*| \leq \Delta b_{iv}^+, \quad (3)$$

$\Delta a_{ij}^+, \Delta b_{iv}^+$ – положительные числа, определяющие границы изменения параметрических возмущений $\Delta a_{ij}, \Delta b_{iv}$. Пусть объект (1) обладает свойством управляемости, а вектор состояния $x(t)$ доступен для измерения. Закон управления ищем в виде линейной обратной связи

$$u(t) = K \cdot x(t), \quad (4)$$

где K – матрица искомого регулятора:

$$K = \begin{bmatrix} k_1 \\ k_2 \\ \vdots \\ k_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} & \cdots & k_{1n} \\ k_{21} & k_{22} & \cdots & k_{2n} \\ & & \cdots & \\ k_{m1} & k_{m2} & \cdots & k_{mn} \end{bmatrix}.$$

Введем в рассмотрение вектор-параметр $p = [k_1, k_2, \dots, k_n]$, размерности $r = m \times n$, составленный из строк k_i матрицы K .

Пусть требования к синтезируемой системе представлены в виде вектора [1]

$\Pi_i = [T_i^*, \sigma_i^*, \Delta_i^*]$, $i = \overline{1, n}$, где $T_i^*, \sigma_i^*, \Delta_i^*$ – максимально допустимые значения соответственно времени регулирования, перерегулирования и статической ошибки регулирования процессов $x_i(t)$. По вектору качества Π_i выбираем положительные функции $\sigma_i(t)$, с помощью которых задаются границы допустимых областей. Требования, предъявляемые к качеству синтезируемой системы, определяются переходными процессами по ошибке управления $e_i(t)$.

Предполагается, что к системе управления предъявляются следующие требования: переходные процессы системы $x_i(t)$ должны принадлежать заданным подмножествам:

$$X_i(t) = \{x_i \in R^1 : |x_i(t)| \leq \sigma_i(t)\}, \quad i = \overline{1, n}, \quad t \in [t_0, t_k], \quad (5)$$

где $\sigma_i(t)$ – положительные непрерывно дифференцируемые функции времени, определяющие границы $X_i(t)$; t_k – конечный момент времени. Последние необходимо задавать так, чтобы обеспечивать технические и технологические требования к проектируемой системе. Допустимое подмножество $X(t)$ для вектора $x_i(t)$ определяется выражением

$$X(t) = \{x_i \in R^n : x_i(t) \in X_i(t)\}, \quad i = \overline{1, n}, \quad t \in [t_0, t_k].$$

Величины управляющих воздействий $u_\ell(t)$ должны быть ограничены по модулю:

$$|u_\ell(t)| \leq u_\ell^*, \quad u_\ell^*(t) > 0, \quad \ell = \overline{1, m}, \quad (6)$$

где u_ℓ^* – максимально допустимое значение $u_\ell(t)$, определяющее е границу допустимой области $u_\ell(t) = \{u_\ell \in R^m : |u_\ell(t)| \leq u_\ell^*\}, t \in [t_0, \infty)$. Тогда допустимое множество $U(t)$ для вектора управления $u(t)$ задается соотношением

$$U(t) = \{u \in R^m : u_\ell(t) \in U_\ell(t)\}.$$

С целью дальнейшего использования введем следующие подмножества:

$$P_1 = \{p \in R^r : x(t) \in X(t)\}, \quad P_2 = \{p \in R^r : u(t) \in U(t)\}.$$

Таким образом, указанные требования к САУ будут удовлетворяться, если вектор-параметр $p \in P = P_1 \cap P_2$. Задача синтеза САУ состоит в определении параметра p , обеспечивающего принадлежность переходных процессов $x_i(t)$ и управляющих воздействий $u_\ell(t)$, заданным допустимым подмножествам $X_i(t), U_\ell(t)$. т.е. $p \in P$.

Синтез безинерционного регулятора. Решение сформулированной задачи параметрического синтеза можно осуществить путем описания подмножеств P_1, P_2 . При этом

для задания подмножества P_1 , определяющего ограничения на управляемые процессы $x_i(t)$, будем использовать полученные в [3,5] условия допустимого качества управления:

$$\int_{t_0}^t x_i(\tau) \cdot \dot{x}_i(\tau) d\tau \leq \Gamma_i(t), \quad \text{где } \Gamma_i(t) = \int_{t_0}^t \sigma_i(\tau) \dot{\sigma}_i(\tau) d\tau. \quad (7)$$

Уравнение (1) с учетом (2) и (4) будет

$$\dot{x}(t) = P \cdot x(t) + \Delta P \cdot x(t) + \xi(t), \quad (8)$$

где $p_{ij} = a_{ij}^* + \sum_{v=1}^m b_{iv}^* k_{vi}$, $\Delta p_{ij} = \Delta a_{ij}^* + \sum_{v=1}^m \Delta b_{iv}^* k_{vi}$, $P = A^* + B^* K$, $|\Delta P| \leq \Delta P^+$, $\Delta P = \Delta A^* + \Delta B^* K$.

Условие (7) с учётом (8)

$$p_{ii} \int_{t_0}^t x_i^2(\tau) d\tau + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n p_{ij} \int_{t_0}^t x_i(\tau) x_j(\tau) d\tau + \int_{t_0}^t \Delta p_{ii} x_i^2(\tau) d\tau + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \int_{t_0}^t \Delta p_{ij} x_i(\tau) x_j(\tau) d\tau + \int_{t_0}^t x_i(\tau) \xi_j(\tau) d\tau \leq \Gamma_i(t). \quad (9)$$

Рассмотрим предельные случаи попадания процессов $x_i(t)$ на нижнюю и верхнюю границы соответствующих допустимых областей $X_i(t)$. При попадании $x_i(t)$ на верхнюю границу, т.е. при $x_i(t) = \sigma_i(t)$ условия (9) запишутся в виде

$$\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n p_{ij} \int_{t_0}^t \sigma_i(\tau) x_j(\tau) d\tau + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \Delta p_{ij} \int_{t_0}^t \sigma_i(\tau) x_j(\tau) d\tau + \int_{t_0}^t \sigma_i(\tau) \xi_j(\tau) d\tau \leq \tilde{\Gamma}_i(t), \quad (10)$$

где $\tilde{\Gamma}_i(t) = \Gamma_i(t) - (p_{ii} + \Delta p_{ii}) \int_{t_0}^t \sigma_i^2(\tau) d\tau$.

При $x_i(t) = -\sigma_i(t)$ имеем

$$-\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n p_{ij} \int_{t_0}^t \sigma_i(\tau) x_j(\tau) d\tau - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \Delta p_{ij} \int_{t_0}^t \sigma_i(\tau) x_j(\tau) d\tau - \int_{t_0}^t \sigma_i(\tau) \xi_j(\tau) d\tau \leq \tilde{\Gamma}_i(t), \quad (11)$$

Неравенства (10) и (11) можно объединить и записать в виде

$$\left| \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n p_{ij} \int_{t_0}^t \sigma_i(\tau) x_j(\tau) d\tau + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \Delta p_{ij} \int_{t_0}^t \sigma_i(\tau) x_j(\tau) d\tau + \int_{t_0}^t \sigma_i(\tau) \xi_j(\tau) d\tau \right| \leq \tilde{\Gamma}_i(t). \quad (12)$$

Неравенства (12) можно записать в виде

$$\left| \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n (p_{ij} + \Delta p_{ij}) \int_{t_0}^t \sigma_i(\tau) d\tau (x_j(\tau) + \xi_j(\tau)) \right| \leq \tilde{\Gamma}_i(t), \quad i = \overline{1, n}, \quad \tilde{\Gamma}_i(t) > 0. \quad (13)$$

Справедлива оценка

$$\left| \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n (p_{ij} + \Delta p_{ij}) \int_{t_0}^t \sigma_i(\tau) d\tau (x_j(\tau) + \xi_j(\tau)) \right| \leq \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \left(|p_{ij} + \Delta p_{ij}| \right) \int_{t_0}^t \sigma_i(\tau) \sigma_j(\tau) d\tau, \quad i = \overline{1, n}. \quad (14)$$

Тогда условие (13) с учетом (14) запишем

$$\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \left(|p_{ij}| + \left| \Delta a_{ij} + \sum_{\nu=1}^m \Delta b_{i\nu} k_{\nu j} \right| \right) \int_{t_0}^t \sigma_i(\tau) \sigma_j(\tau) d\tau + \int_{t_0}^t \sigma_i(\tau) \xi_j(\tau) d\tau \leq \tilde{\Gamma}_i(t), \tag{15}$$

С учетом (3), условие (15) будет

$$\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \left(|p_{ij}| + \Delta a_{ij}^+ + \sum_{\nu=1}^m \Delta b_{i\nu}^+ k_{\nu j} \right) \int_{t_0}^t \sigma_i(\tau) \sigma_j(\tau) d\tau + \xi_i^+ \int_{t_0}^t \sigma_i(\tau) d\tau \leq \tilde{\Gamma}_i(t), \tag{16}$$

где $\tilde{\Gamma}_i(t) = \int_{t_0}^t \sigma_i(\tau) \left[\dot{\sigma}_i(\tau) - \left\{ \left(a_{ii}^* + \sum_{\nu=1}^m b_{i\nu} k_{\nu i} \right) + \left(\Delta a_{ii}^* + \sum_{\nu=1}^m \Delta b_{i\nu} k_{\nu i} \right) \right\} \sigma_i(\tau) \right] d\tau,$

или

$$\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \left(\left| a_{ij}^* + \sum_{\nu=1}^m b_{i\nu} k_{\nu j} \right| + \Delta a_{ij}^* + \sum_{\nu=1}^m \Delta b_{i\nu} k_{\nu i} \right) \int_{t_0}^t \sigma_i(\tau) \sigma_j(\tau) d\tau + \xi_i^+ \int_{t_0}^t \sigma_i(\tau) d\tau \leq \tilde{\Gamma}_i(t), \quad i = \overline{1, n}, \tag{17}$$

Обозначим $G_i(p, t)$ левую часть (17), тогда $G_i(p, t) \leq \tilde{\Gamma}_i(t)$. В результате, справедливо утверждение.

Утверждение 1. Пусть $|x_i(t_0)| = \sigma_i(t_0)$, $i = \overline{1, n}$. Тогда для выполнения целевых соотношений (7) достаточно, чтобы для всех $t_0, t \geq t_0$ обеспечивались условия

$$P_1 = \left\{ p \in R^n : G_i(p, t) \leq \tilde{\Gamma}_i(t), \quad i = \overline{1, n} \right\}. \tag{18}$$

3. Учет ограничений на управление. Описание подмножества P_2 будем также осуществлять на основе [3,7]. В частности, справедливо следующее утверждение.

Утверждение 2. Пусть $u(t_0) \in U(t_0)$. Тогда ограничения на управляющие воздействия (6) будут выполняться, если

$$\int_{t_0}^t u_\ell(\tau) \cdot \dot{u}_\ell(\tau) d\tau \leq 0, \quad \ell = \overline{1, m}, \quad t \in [t_0, t_k]. \tag{19}$$

Теперь для описания P_2 будем использовать соотношения (6). Для этой цели на основе закона управления (4) можно записать выражения для функций $u_\ell(t)$ и $\dot{u}_\ell(t)$:

$$u_\ell(t) = \sum_{\nu=1}^m k_{\ell\nu} x_\nu(t), \quad \dot{u}_\ell(t) = \sum_{\nu=1}^m k_{\ell\nu} \dot{x}_\nu(t) = \sum_{\nu=1}^m k_{\ell\nu} \left[\sum_{j=1}^n p_{\nu j} x_j(t) + \sum_{j=1}^n \Delta p_{\nu j} x_j(t) \right], \tag{20}$$

Тогда условие (19) запишется $\int_{t_0}^t u_\ell(\tau) \left[\sum_{j=1}^n \sum_{\nu=1}^m k_{\ell\nu} (p_{\nu j} + \Delta p_{\nu j}) x_j(\tau) \right] d\tau \leq 0$, или

$$\int_{t_0}^t V_\ell(p, \tau) d\tau \leq 0, \quad \ell = \overline{1, m}, \tag{21}$$

где $V_\ell(p, t)$ – квадратичные формы: $V_\ell(p, t) = x^T(t) \cdot F_\ell(p) \cdot x(t)$, $\ell = \overline{1, m}$. Здесь $F(p)$ – $n \times n$ – мерная вещественная матрица, зависящая от компонентов вектора параметра $p \in P$. Выполнение неравенств $V_\ell(p, t) \leq 0$, $\ell = \overline{1, m}$ гарантирует соблюдение соотношений (21), что эквивалентно обеспечению условий (19). Обозначим через $F_{\ell\nu}(p)$, $\nu = \overline{1, n}$ главные миноры матриц $F_\ell(p)$, $\ell = \overline{1, m}$. Тогда, согласно критерию Сильвестра [4], для удовлетворения условий (21) необходимо и достаточно, чтобы выполнялись неравенства

$$F_{\ell\nu}(p) \leq 0, \quad \nu = \overline{1, n}, \quad \ell = \overline{1, m}.$$

Следовательно,

подмножество

$P_2 = \{p \in R^r : F_{\ell\nu}(p) \leq 0, \quad \ell = \overline{1, m}, \quad \nu = \overline{1, n}\}$. Поиск искомого вектора параметра регулятора $p \in P$ можно осуществить на основе известных методов [6-8]. Таким образом, алгоритм синтеза линейной стационарной обратной связи для нестационарной системы состоит из следующих этапов:

Таким образом, алгоритм синтеза линейной стационарной обратной связи для нестационарной системы состоит из следующих этапов:

Шаг 1. Задание модели объекта в виде векторного уравнения (1).

Шаг 2. Задание структуры закона управления объектом в виде (4). Составление вектора-параметра $p = [p_1, p_2, \dots, p_r]$.

Шаг 3. Определение функций $\bar{b}_i(t), i = \overline{1, N}$ задающих границы допустимого множества $E(t)$ для вектора ошибки управления $e(t)$ на основе требований к качеству управления.

Шаг 4. Формирование системы неравенств (17), (21) определяющих описание допустимой области P в пространстве параметров искомого регулятора.

Шаг 5. Анализ соотношений (17) с целью нахождения вектор-параметра $p \in P$. Могут быть случаи: 1) в результате проведенного анализа находится такой вектор $p \in P$; 2) простой анализ не позволяет найти какое-либо решения системы неравенств (17). В первом случае находится решение задачи параметрического синтеза САУ с линейной обратной связью. Во втором случае необходимо использовать известные алгоритмы решения неравенств [7,8].

Список литературы

1. Оморов Т.Т., Джолдошев Б.О. К оцениванию параметров в линейных многомерных системах с интервальной неопределенностью // Узбекский журнал «Проблемы информатики и энергетики» АН РУз. – Ташкент, № 3, 2010. – С. 29-34.
2. Джолдошев Б.О., Оморов Т.Т., Джунушалиев У.Б. Динамическое проектирование управляющего устройства для нестационарной робастной системы // Межд. научно-практический семинар «Наука и технологии индустриально-инновац. развития Казахстана», 24 - 26 июня 2010 г., Астана. – С. 112 – 119.
3. Оморов Т.Т., Джолдошев Б.О. Синтез робастного регулятора для линейных систем управления // Матер. III межд. конф. «Асимптотические, топологические и компьютерные методы в математике» (9-11 сентября 2010г.).
4. Беллман Р. Введение в теорию матриц / – М.: Наука, 1976. -352с.
5. Поляк Б.Ф., Щербаков П.С. Робастная устойчивость и управление / – М.: Наука, 2002. –303 с.
6. Пшеничный Б.Н. Численные методы в экстремальных задачах / – М.: Наука, 1975. –319 с.
7. Табак Д. Оптимальное управление и математическое программирование / – М.: Наука, 1975. – 280 с.
8. Химмельблау Д. Прикладное нелинейное программирование / – М.: Мир, 1975. –534 с.

УДК 681.5

КРАТКИЙ ОБЗОР МЕТОДОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ УПРАВЛЯЕМЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Оморов Туратбек Турсунбекович, д.т.н., член-корреспондент, Национальная академия наук Кыргызской республики (НАН КР), Кыргызстан, 720071, г.Бишкек, пр. Чуй, 265а. E-mail: omorovtt@mail.ru, ORCID ID [0000-0002-5902-0220](https://orcid.org/0000-0002-5902-0220).

Осмонова Рима Чынарбековна, науч.сотр., НАН КР, Кыргызстан, 720071, г.Бишкек, пр. Чуй, 265а. E-mail: r.osmonova@mail.ru, ORCID ID [0000-0002-7305-1146](https://orcid.org/0000-0002-7305-1146).

Выполнен краткий обзор методов идентификации управляемых динамических систем, математические модели которых используются для динамического проектирования регуляторов систем автоматического управления (САУ). При этом описания объектов даются временными (импульсными переходными функциями, линейными дифференциальными уравнениями с постоянными коэффициентами, разностными уравнениями) и частотными характеристиками (передаточными функциями, вещественными и мнимыми частотными характеристиками). Осуществлена классификация методов синтеза моделей управляемых систем. При этом выделены структурная, параметрическая и непараметрическая идентификация динамических характеристик объектов управления. Отмечается, что в настоящее время по существу отсутствуют формализованные методы структурной идентификации систем. В качестве одного из возможных подходов для решения задач структурной идентификации указывается принцип минимальной (ограниченной) сложности, теория и методологические основы которого успешно применяются для проектирования регуляторов систем автоматизации управления техническими и технологическими объектами. Рассматриваются, в основном, известные методы параметрической и непараметрической идентификации моделей динамических систем, такие как метод наименьших квадратов, градиентные алгоритмы, спектральные методы, частотные методы, метод свертки, корреляционный метод, метод максимального подобия и метод апостериорной вероятности. Отмечаются их основные достоинства и недостатки.

Ключевые слова: управляемые системы, математические модели систем, динамические характеристики, методы идентификации.

THE SHORT REVIEW OF METHODS OF IDENTIFICATION OF THE OPERATED DYNAMIC SYSTEMS

Omorov Turatbek Tursunbekovich, Doctor of Technical Science, corresponding member, National Academy of Science of the Kyrgyz Republic, 720071, Bishkek, Chui av., 265a. omorovtt@mail.ru.

Osmonova Rima Chynarbekovna, research scientist, National Academy of Science of the Kyrgyz Republic, 720071, Bishkek, Chui av., 265a. r.osmonova@mail.ru.

The short review of methods of identification of the operated dynamic systems which mathematical models are used for dynamic design of regulators of the systems of automatic control (SAC) is executed. At the same time descriptions of objects are given temporary (pulse transitional functions, the linear differential equations with constant coefficients, the differential equations) and frequency characteristics (transfer functions, material and imaginary frequency characteristics). Classification of methods of synthesis of models of the operated systems is carried out. At the same time are allocated structural, parametrical and nonparametric identification of dynamic characteristics of objects of management. It is noted that now in essence there are no formalized methods of structural identification of systems. The principle of the minimum (limited) complexity which theory and methodological bases are successfully applied to design of regulators of systems of automation of management of technical and technological objects is specified as one of possible approaches for the solution of problems of structural identification. Are considered, generally the known methods of parametrical and nonparametric identification of models of dynamic systems, such as method of the smallest squares, gradient algorithms, spectral methods, frequency methods, convolution method, correlation method, method of the maximum similarity and method of a posteriori probability. Their main merits and demerits are noted.

Keywords: the operated systems, mathematical models of systems, dynamic characteristics, identification methods.

Проектирование регуляторов систем автоматического управления (САУ) осуществляется на основе моделей управляемых объектов [13, 25, 32]. При этом в качестве математического описания их динамики применяются: дифференциальные и разностные уравнения; передаточные и импульсные переходные функции. В рамках теории управления и идентификации разработан целый ряд подходов и методов построения моделей динамических объектов, которые можно классифицировать на следующие три группы:

- методы структурной идентификации;
- методы параметрической идентификации;
- методы непараметрической идентификации.

Как известно [4, 5, 23], определение структуры модели управляемого объекта представляет собой сложную проблему и в настоящее время в теории идентификации еще не существует формализованных методов ее решения [5, 11]. Один из возможных подходов к синтезу структуры модели объекта заключается в использовании принципа сложности [27, 29]. Основная идея при этом состоит в идентификации управляемого объекта так, чтобы обеспечить ограниченную сложность структуры его модели при заданной ее точности. Для этой цели в рассмотрение целесообразно ввести характеристики сложности такие как: показатели (критерии) сложности модели; шкала сложности; критерии оценки точности модели. В качестве критерия сложности можно использовать: порядки дифференциальных уравнений; порядки числителей и знаменателей передаточных функций; количество специальных функций, входящих в структуры импульсных переходных функций (ИПФ). Действительно чем меньше числовые значения указанных показателей при заданной точности моделей объектов, тем эффективнее осуществляются процедуры используемых методов синтеза регулятора САУ [1, 9, 13, 32] и проще их техническая реализация. В связи с этим актуальным является разработка алгоритмов идентификации моделей ограниченной или минимальной сложности.

Наиболее разработанными в теории управления и идентификации являются методы и алгоритмы параметрической и непараметрической идентификации динамических систем.

К группе параметрической идентификации относятся методы, в которых в качестве математического описания объектов используются дифференциальные, разностные уравнения и передаточные функции, заданные с точностью до неизвестных параметров p_1, p_2, \dots, p_μ . Из этой группы наибольшее применение получили: метод наименьших квадратов (МНК) [8, 23, 30], градиентные алгоритмы [1, 8, 23, 30], стохастическая аппроксимация [6, 23], спектральные и частотные методы [8, 28, 34, 35], а также методы максимального правдоподобия и апостериорной вероятности [23].

Методы непараметрической идентификации, в основном, используются для построения ИПФ. Из этой группы в практике автоматизации управления широкое применение нашли методы свертки [8, 23, 30] и корреляционный метод [8, 26, 30].

Рассмотренная выше классификация методов идентификации динамических систем представлена на рис.1.

Методы параметрической идентификации. Параметрическая идентификация включает выполнение следующих основных этапов:

- 1) выбор типа (класса) и структуры модели объекта управления;
- 2) выбор и формализация критерия $J(p)$ близости объекта и его модели;
- 3) оценка вектор-параметра $p^* = [p_1^*, p_2^*, \dots, p_\mu^*]$ модели, обеспечивающего минимум выбранного критерия идентификации:

$$\min_{p \in R^\mu} J(p) = J(p^*). \quad (1)$$

Выбор критерия идентификации $J(p)$ осуществляется в зависимости от объема информации о внешних возмущениях и помехах измерения.

Метод наименьших квадратов, в основном, используется в тех случаях, когда возмущения не измеряются (не контролируются). При этом критериальная (штрафная) функция $J(p)$ определяется евклидовой нормой, определяемой формулой:

$$J(p) = \int_{t_0}^{t_k} \|e(p, t)\|^2 dt, \quad (2)$$

где $e(p) = [e_1(p), e_2(p), \dots, e_n(p)]^T$ – вектор ошибки идентификации:
 $e(p) = y(p, t) - y^*(t)$.

В случае, когда выбранная модель объекта управления описывается линейным дифференциальным или разностным уравнением, штрафная функция $J(p)$ является квадратической функцией от параметров модели p_1, p_2, \dots, p_μ . При этом решение экстремальной задачи приводит к системе линейных алгебраических уравнений относительно компонентов вектора p . Если его размерность μ велика, то решение полученной системы уравнений представляет определенные трудности, так как процедура обращения матрицы системы является сложной задачей. В связи с этим разработаны рекуррентные алгоритмы метода наименьших квадратов, которые дают возможность последовательно определить оценки параметров модели объекта без операции обращения матрицы системы. Искомая оценка вектора p является несмещенной и состоятельной, если возмущения представляют собой независимые одинаково распределенные случайные величины [1].

В случае, когда критерий $J(p)$ является нелинейной функцией от компонентов вектора p , полученная система алгебраических уравнений, определяющих необходимые условия ее экстремума, также является нелинейной функцией. При этом для решения задачи (1), т.е. для идентификации объекта можно использовать градиентные методы [1, 23, 30], которые делятся на 2 группы: прямые и косвенные методы. В прямых методах штрафная функция $J(p)$ минимизируется на каждом шаге по итерационной схеме:

$$p^{i+1} = p^i - K^i \frac{\partial J(p^i)}{\partial p^i}, \quad i = 0, 1, 2, \dots, \quad (3)$$

где p^i – значение вектора p на i -ом шаге;

$\frac{\partial J(p^i)}{\partial p^i} = \frac{\partial J(p)}{\partial p} \Big|_{p=p^i}$ – вектор градиент функции $J(p)$ в точке p^i ;

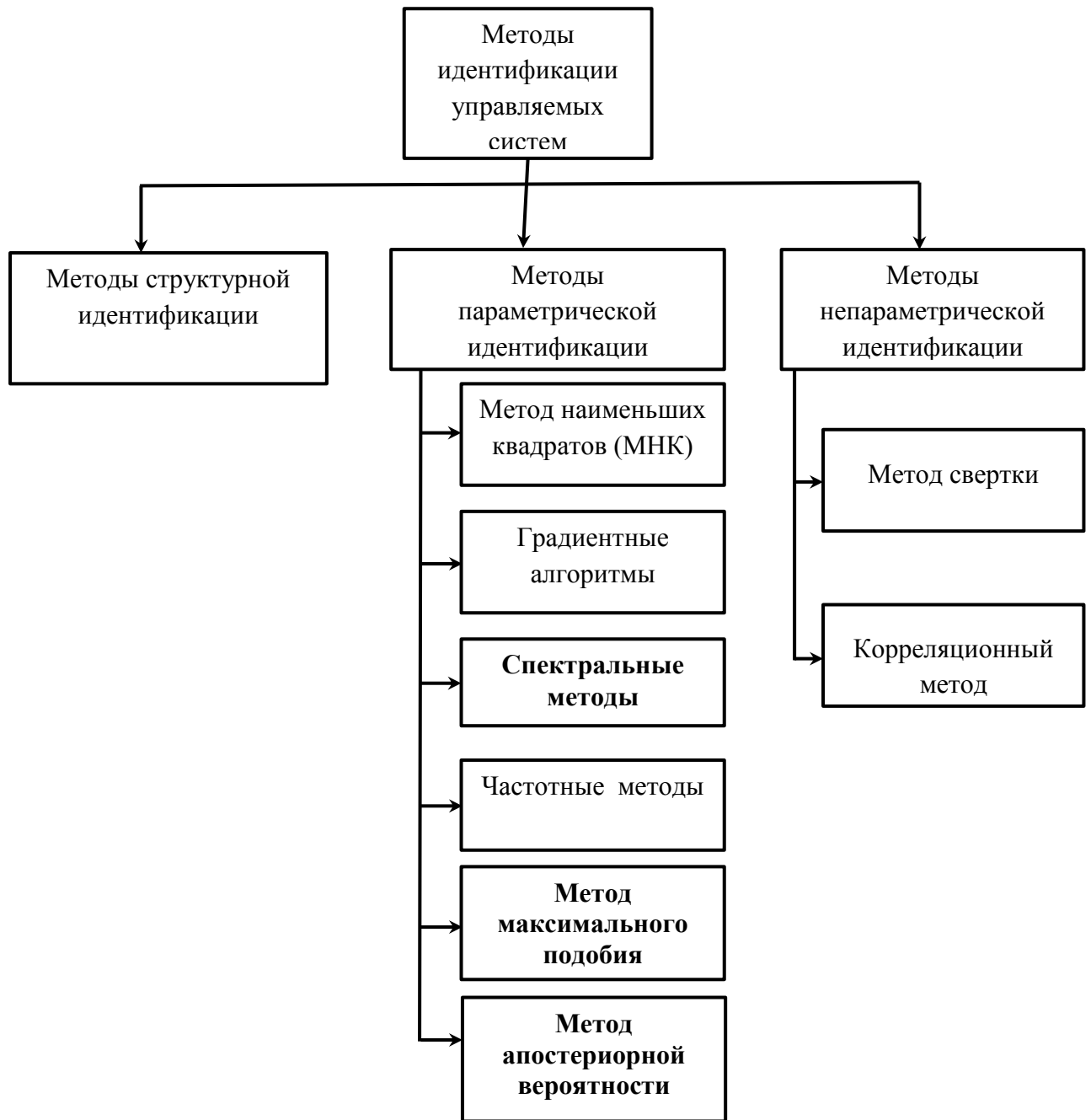


Рис.1. Классификация методов идентификации динамических объектов

$K^i = \text{diag} [k_v^i]_{m \times m}$ - диагональная матрица, элементами которой являются положительные числа k_v^i , выбираемые из условий обеспечения сходимости последовательности (3) и необходимой скорости сходимости.

Таким образом, в градиентных методах процедура идентификации объекта сводится к формированию последовательности (3), которая завершается, если выполняется условие

$$\left\| \frac{\partial J(p^i)}{\partial p^i} \right\| \leq \varepsilon, \quad (4)$$

где ε - малое положительное число.

Найденный при этом вектор-параметр $p^* = [p_1^*, p_2^*, \dots, p_\mu^*]$, обеспечивает локальный

минимум критерия $J(p)$. В общем случае штрафная функция $J(p)$ может иметь несколько экстремумов, что усложняет процедуру идентификации объекта управления.

Градиентный метод, реализующий вычислительный алгоритм (3), известен как классический градиентный метод первого порядка, который приводит к медленной сходимости в окрестности точки экстремума. Для того чтобы обеспечить быструю сходимость итерационного процесса используется метод наискорейшего спуска [23] или градиентный метод второго порядка, известный как метод Ньютона [2, 3, 23]. Для этой цели более эффективным может оказаться метод сопряженного градиента [2], сочетающий преимущества методов первого и второго порядков. Недостатком этих алгоритмов является то, что при высоких порядках моделей объектов реализация их вычислительных процедур представляет определенные трудности. Проблема усугубляется, если штрафная функция является многоэкстремальной и имеет овражную структуру. Для этих случаев разработаны специальные методы [7, 33], в частности, метод оврагов [7] и алгоритм массивной точки [3].

К классу градиентных методов можно отнести и подход к синтезу регуляторов САУ [14-19] и параметрической идентификации объектов управления [12, 20, 21]. Основу этого подхода составляют критериальные условия на штрафные функции $J(p)$, которые позволяют получить уравнения адаптации (самонастройки) параметров синтезируемого регулятора и модели управляемого объекта. Вычислительные процедуры разработанных алгоритмов дают возможность идентифицировать динамические системы, описываемые передаточными функциями, импульсными переходными функциями, линейными дифференциальными и разностными уравнениями.

В целях параметрической идентификации управляемых систем также используются косвенные методы, такие как методы квазилинеаризации, дифференциальной и разностной аппроксимации [23]. При реализации алгоритма квазилинеаризации нелинейные функции, входящие в уравнение динамики объекта, линеаризуются на каждом шаге итерации, например, по схеме Тейлора. Метод квазилинеаризации позволяет:

- осуществить оценку параметров нелинейных моделей стационарных, нестационарных и многомерных объектов, представленных в виде дифференциальных и разностных уравнений с учетом возмущающих воздействий;
- достаточно эффективно решать двухточечные краевые задачи, к которым сводятся некоторые задачи параметрической идентификации систем.

Основными недостатками метода квазилинеаризации являются:

- сложность и трудоемкость вычислительных процедур из-за применения методов оптимального управления при динамических ограничениях;
- имеются трудности, связанные с заданием начального приближения, от которого во многом зависит сходимость итерационного процесса.

Методы стохастической аппроксимации [23] по существу являются развитием градиентных алгоритмов в условиях неопределенности. Первоначально они использовались для решения уравнений регрессии и нахождения экстремумов функций регрессий [23, 30, 31]. В дальнейшем идеи стохастической аппроксимации начали использоваться для решения задач параметрической идентификации объектов, описываемых системой дифференциальных и разностных уравнений с учетом действий внешних возмущений и помех измерений. При этом большие трудности представляет выбор аналога матрицы K^i , обеспечивающей сходимость итерационной процедуры. При идентификации динамических систем на основе стохастической аппроксимации возникает необходимость применения методов теории оптимального управления [22, 24], в частности, принципа максимума, что значительно усложняет процедуру поиска искомого вектор-параметра объекта $p^* = [p_1^*, p_2^*, \dots, p_\mu^*]$.

Непараметрические методы идентификации. Эта группа методов предназначена, в основном, для определения модели объекта управления в форме импульсной переходной функции (ИПФ). Основными из них являются:

- методы, основанные на решении уравнений типа свертки [1, 13, 23];
- корреляционный метод [1, 23, 26].

Рассмотрим основные идеи этих методов на примере одномерных объектов управления. В методе свертки исходным соотношением для идентификации является, в частности, уравнения свертки:

$$y_1(t) = \int_0^t u_1(t - \tau)w_1(\tau)dt. \quad (5)$$

На основе уравнения (5) и наблюдений (измерений) входного $u_1^*(k)$ и выходного $y_1^*(k)$ сигналов объекта в дискретные моменты $t_k = k \cdot \Delta t$, $k = \overline{0, N - 1}$, формируется система алгебраических уравнений относительно значений ИПФ $w(t_k) = w(k)$:

$$\bar{y}^* = U\bar{w}, \quad (6)$$

где векторы $\bar{y}^* = [\bar{y}_1^*(0), \bar{y}_1^*(1), \dots, \bar{y}_1^*(N - 1)]^T$, $\bar{w} = [w_1(0), w_1(1), \dots, w_1(N - 1)]^T$, а матрица

$$U = \begin{bmatrix} u_1^*(0) & 0 & 0 & \dots & 0 \\ u_1^*(1) & u_1^*(0) & 0 & \dots & 0 \\ u_1^*(2) & u_1^*(0) & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ u_1^*(N - 1) & u_1^*(N - 2) & u_1^*(N - 3) & \dots & u_1(0) \end{bmatrix}.$$

Здесь без потери общности принято, что $\Delta t=1$. При $u_1^*(0) \neq 0$ существует обратная матрица U^{-1} , поэтому искомым вектор \bar{w} определяется в явной форме:

$$\bar{w} = U^{-1}\bar{y}^*. \quad (7)$$

Треугольная структура матрицы U обеспечивает простоту процедуры идентификации объекта на основе метода свертки. При этом используются данные наблюдений «вход – выход», записанные в процессе нормальной работы объекта управления без использования специальных входных тестовых сигналов. Метод свертки имеет ряд недостатков:

- при больших N снижается точность метода, так как возрастают ошибки округления;
- наличие помех в измерениях делает невозможным использование алгоритма (7);
- в случае непрерывного объекта в большинстве случаев найденные числовые значения $w(k)$, $k = \overline{0, N - 1}$, необходимо преобразовать в удобную форму (например, в виде непрерывной функции от времени t или передаточной функции) для применения соответствующего метода синтеза САУ.

Повышение эффективности метода можно достичь на основе использования быстрого преобразования Фурье [10, 28].

Корреляционный метод идентификации объекта управления является статическим и применяется для определения ИПФ $w_1(t)$ в случае, когда на его входе действует случайный сигнал $u_1(t)$, а измерение выходной величины сопровождается с помехой $v_1(t)$. При этом объект описывается уравнением

$$y_1(t) = \int_0^t w_1(t - \tau)u_1(\tau)d\tau + v_1(t). \quad (8)$$

Для определения ИПФ $w_1(t)$ используется уравнение Винера – Хопфа:

$$R_{uy}(\tau) = \int_0^\infty R_u(\tau - \lambda)w_1(\lambda)d\lambda, \quad (9)$$

где $R_u(\tau)$ - корреляционная функция случайного сигнала $u_1(t)$;

$R_{u,y}(\tau)$ - взаимная корреляционная функция сигналов $u_1(t)$ и $y_1(t)$.

Операция дискретизации функций в точках $\tau_k = k\Delta\tau$, $k = 0, 1, \dots, N$, входящих в соотношение (9), приводит к системе линейных алгебраических уравнений

$$\bar{R}_{uy} = \bar{R}_u \bar{w}, \tag{10}$$

где \bar{R}_{uy} и \bar{w} – векторы: $\bar{R}_{uy} = [R_{uy}(0), R_{uy}(1), \dots, R_{uy}(N-1)]^T$, $\bar{w} = [w(0), w(1), \dots, w(N-1)]^T$; \bar{R}_u – матрица, определяемая соотношением:

$$\bar{R}_u = \begin{bmatrix} R_u(0) & R_u(-1) & \dots & R_u(-N) \\ R_u(1) & R_u(0) & \dots & R_u[-(N-1)] \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ R_u(N) & R_u(N-1) & \dots & R_u(0) \end{bmatrix}.$$

При этом без потери общности считается, что $\Delta\tau=1$. Матрица \bar{R}_u является симметричной, так как функция $R_u(\tau)$ представляет собой четную функцию, т.е. $R_u(\tau) = R_u(-\tau)$. В результате при известных корреляционных функциях $R_u(\tau)$ и $R_{u,y}(\tau)$ искомый вектор \bar{w} определяется по формуле

$$\bar{w} = \bar{R}_u^{-1} \bar{R}_{uy}, \tag{11}$$

где \bar{R}_u^{-1} – матрица обратная \bar{R}_u .

По сравнению с методом свертки статистический подход к идентификации объектов обладает преимуществом, что проявляется в значительном увеличении точности оценки ИПФ за счет устранения неизмеряемых (неконтролируемых) помех. Кроме этого корреляционный метод не требует наличия априорной информации об объекте управления, в то же время позволяет определить его ИПФ независимо от данных «вход – выход», поступающих в процессе нормальной эксплуатации технологического объекта. С другой стороны рассматриваемый метод можно использовать для идентификации только линейных динамических систем, характеристики которых изменяются медленно. Его реализация требует дополнительные аппаратные и программные средства, которые необходимы для получения соответствующих корреляционных функций.

Спектральные методы идентификации [28] базируются на понятии спектральных характеристик объектов и их сигналов, которые определяются набором коэффициентов Фурье рассматриваемых процессов относительно используемой системы ортонормированных (базисных) функций $\{\varphi_k(t)\}$. В качестве последних широкое применение получили функции Лягера [28], и Уолша [10]. Использование спектральных методов позволяет идентифицировать параметры моделей объектов, представленных в виде дифференциальных и разностных уравнений, передаточных и импульсных переходных функций, заданных с точностью до неизвестных параметров. Реализация процедуры идентификации одномерного объекта на основе рассматриваемого метода включает следующие основные этапы:

1. Выбор вида и структуры модели объекта.
2. В случае описания объекта дифференциальным уравнением его преобразование в эквивалентное интегральное уравнение. При идентификации ИПФ нет необходимости такого преобразования, так как непосредственно используется уравнение типа свертки или уравнение Винера-Хопфа (9).
3. Спектральное разложение экспериментально полученных данных о входном $u_1(t)$ и выходном $y_1(t)$ сигналах объекта управления относительно выбранной системы базисных функций $\{\varphi_k(t)\}$:

$$u_1(t) = u_1(c^u, t) = \sum_{k=1}^N c_k^u \varphi_k(t), \tag{12}$$

$$y_1(t) = y_1(c^y, t) = \sum_{k=1}^N c_k^y \varphi_k(t), \quad (13)$$

где c^u, c^y - векторы, составленные из коэффициентов Фурье c_k^u, c_k^y соответственно функций $u_1(t)$ и $y_1(t)$.

4. Спектральное представление ядер интегрального уравнения, полученного на втором этапе. В случае идентификации ИПФ объекта

$$w_1(t) = w_1(c^w, t) = \sum_{k=1}^{\bar{N}} c_k^w \varphi_k(t), \quad (14)$$

где $c^w = [c_1^w, c_2^w, \dots, c_{\bar{N}}^w]$ - вектор-параметр ИПФ, который требуется определить.

5. На основе полученного на втором этапе формирование системы алгебраических уравнений относительно искомой спектральной характеристики объекта. В случае идентификации ИПФ эта система является линейной:

$$\bar{A}c^w = \bar{B}, \quad (15)$$

где матрица \bar{A} и вектор столбец \bar{B} являются известными, элементы которых зависят от элементов векторов c^u и c^y .

6. Решение векторно-матричного уравнения и определение искомого вектор-параметра c^w ИПФ. при этом используются известные численные методы [3], в частности, можно использовать метод наименьших квадратов.

Спектральный подход к задачам идентификации динамических систем является универсальным методом, так как позволяет построить модели широкого класса объектов управления, принадлежащих линейным и нелинейным, стационарным и нестационарным, одномерным и многомерным, детерминированным и стохастическим системам. Существенным недостатком рассматриваемого метода является достаточно большой объем вычислений, необходимых для реализации его алгоритма, что связано с необходимостью спектрального разложения действующих в системе сигналов, их статистических характеристик и динамических характеристик идентифицируемых объектов, а также для решения системы уравнений вида (15) при высоких порядках их моделей. В связи с этим для расчета спектральных характеристик сложных систем и процессов используются алгоритмы быстрого преобразования Фурье (БПФ) [10, 28].

Частотные методы идентификации ориентированы на определение параметров передаточных функций объектов управления. Частотная характеристика $W_1(jw)$ объекта [13, 26] непосредственно определяется по его передаточной функции $W_1(S)$. Например, если передаточная функция задается дробно-рациональным выражением, то соответствующая частотная характеристика представляется в виде

$$\begin{aligned} W_1(jw) = W_1(S) \Big|_{S=jw} &= \frac{\sum_{n=0}^m b_n (jw)^n}{\sum_{i=0}^n a_i (jw)^i} = \frac{r_1(w) + jh_1(w)}{z_1(w) + a_1(w)} = \\ &= d_1(w) + jb_1(w) = A_1(w)j_1(w), \end{aligned} \quad (16)$$

где $d_1(w) = \text{Re}W_1(jw)$, $b_1(w) = \text{Im}W_1(jw)$,

$$A_1(w) = \sqrt{d_1^2(w) + b_1^2(w)}, \quad j_1(w) = \text{arctg} \frac{b_1(w)}{d_1(w)}.$$

Идентифицируемый вектор-параметр p включает неизвестные коэффициенты полиномов числителя и знаменателя передаточной функции $W_1(S)$, т.е. $p = [p_1, p_2, \dots, p_\mu] = [a_0, a_1, \dots, a_n, b_0, b_1, \dots, b_m]$, где его размерность $\mu = n + m + 2$.

Частотные характеристики объекта $A_1(w)$, $\varphi_1(w)$, $d_1(w)$, $\beta_1(w)$ можно получить экспериментальным путем. Для этого на его вход подается гармонический сигнал $u_1(t) = 1 \cdot \sin wt$ с частотой w . При этом на выходе объекта устанавливается сигнал $y_1(t) = A_1(w)\sin[wt + \varphi_1(w)]$. Повторяя эту процедуру \tilde{N} раз для различных значений частоты w_k , $k = \overline{1, \tilde{N}}$, можно получить набор значений $A_1(w_k)$ и $\varphi_1(w_k)$, $k = \overline{1, \tilde{N}}$, путем их измерения на выходе объекта. Далее на основе этих данных определяются значения для характеристик $d_1(w_k)$ и $\beta_1(w_k)$ используя следующие соотношения:

$$\begin{aligned} d_1(w_k) &= A_1(w_k) \cos\varphi_1(w_k), \\ \beta_1(w_k) &= A_1(w_k) \sin\varphi_1(w_k), \quad k = \overline{1, \tilde{N}}. \end{aligned} \quad (17)$$

Следует отметить, что эти данные можно получить без использования формул (17) как выходы фильтра Фурье [1] подавая на его вход сигнал $y_1(t)$ (рис.2). При этом

$$d_1(w_k) = \int_0^T y_1(t) \sin w_k t dt,$$

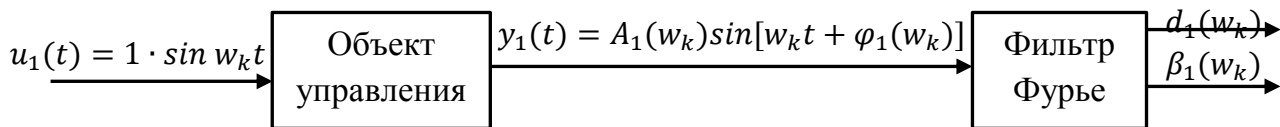


Рис.2. Схема получения характеристик $d_1(w_k)$ и $\beta_1(w_k)$.

$$\beta_1(w_k) = \int_0^T y_1(t) \cos w_k t dt,$$

где T - период усреднения (фильтрации) сигнала $y_1(t)$.

В результате на основе соотношения (16) для оценки искомого вектор-параметра модели объекта $p = [p_1, p_2, \dots, p_\mu]$ составляется система из $2\tilde{N}$ линейных алгебраических уравнений [1]:

$$\begin{aligned} r_1(w_k) &= l_1(w_k)d_1(w_k) - m_1(w_k)\beta_1(w_k), \\ \eta_1(w_k) &= m_1(w_k)d_1(w_k) - l_1(w_k)\beta_1(w_k), \end{aligned} \quad (18)$$

$k = \overline{1, \tilde{N}}$.

Для решения этой системы используются известные методы и алгоритмы, например, метод наименьших квадратов. Рассмотренный частотный метод имеет ряд недостатков:

- эксперимент для получения данных по частотным характеристикам возможен только определенного класса объектов, так как он связан с нарушением нормальной работы объекта управления;
- запись частотных характеристик объекта требует дополнительных аппаратных и программных средств;
- повышение точности идентификации параметров передаточных функций обуславливает увеличение объема и сложности вычислительных процедур метода, что связано с возрастанием порядка системы уравнений (18).

К группе параметрической идентификации объектов управления относятся и методы, использующие априорную информацию о статистических характеристиках сигналов и помех в каналах измерения. В случае, когда имеется априорная информация о плотности распределения $r(y)$ вектора выхода объекта $y(t)$ в качестве штрафной функции $J(p)$ используется условная плотность вероятности $r(y/p)$ наблюдаемого процесса $y(t)$ относительно вектор-параметра $p = [p_1, p_1, \dots, p_\mu]$, т.е.

$$J(p) = r(y/p). \quad (19)$$

Функция $J(p)$, определяемая формулой (19), называется функцией правдоподобия [30]. Оценка искомого вектор-параметра $p = p^*$ определяется из условия максимума $r(y/p)$, т.е.

$$\max_{p \in R^m} J(p) = J(p^*). \quad (20)$$

Такой подход к идентификации объектов называется методом максимального правдоподобия [23]. Для решения экстремальной задачи используются известные численные методы [2, 3], в частности, градиентные методы.

Другой подход, относящийся к указанной группе, известен как метод максимума апостериорной вероятности, в котором предполагается, что априори известна плотность вероятности $r(p)$ вектор-параметра p , а штрафная функция $J(p)$ определяется через условную плотность вероятности $r(p/y)$, т.е.

$$J(p) = r(p/y). \quad (21)$$

Оценка вектор-параметра объекта $p = p^*$ находится путем максимизации штрафной функции $J(p)$, определяемой выражением (21). При этом также используются известные вычислительные алгоритмы. На основе методов максимального правдоподобия и максимума апостериорной вероятности можно решать задачи параметрической идентификации широкого класса линейных, нелинейных, непрерывных, дискретных и многомерных объектов управления при наличии случайных возмущающих воздействий несмотря на то, что они имеют ряд недостатков:

- формализованное описание статистических характеристик случайных процессов требует значительного объема работ;
- построение штрафной функции $J(p)$ представляет определенные трудности;
- реализация алгоритмов методов связана со сложными вычислительными процедурами;
- точность полученных оценок параметров моделей объектов ухудшается при неправильном описании априорных статистических характеристик (математических ожиданий, ковариационных матриц).

Выводы. Выполнен краткий обзор методов идентификации управляемых динамических систем, наиболее часто используемых для синтеза регуляторов систем автоматического управления. Осуществлена их классификация. Рассмотрены критериальные (штрафные) функции и вычислительные схемы, реализующие процедуры параметрической идентификации моделей объектов управления, а также их основные достоинства и недостатки методов идентификации.

Список литературы

1. Александров А.Г. Оптимальные и адаптивные системы. –М.: Высшая школа, 1989. -263с.
2. Аоки М. Введение в методы оптимизации. М.: Наука, 1977. - 334 с.
3. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы –М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. -632с.
4. Гинсберг К.С. Концепция научного проектирования инженерного моделирования для слабо изученных объектов управления: новый подход к проблемам структурной идентификации // Труды IX Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления» SICPRO '12. –М.: ИПУ РАН, 2012. –С. 802–828.
5. Грачев А.Н., Понятский В.М., Во Конг Ту. Структурная и параметрическая идентификация линейных динамических объектов корреляционными методами // ВСПУ: XII Всероссийское совещание по проблемам управления. –М.: 2014. -С.2926-2935.

6. Граничин О. Н. Поисковые алгоритмы стохастической аппроксимации с рандомизацией на входе // Автоматика и телемеханика, 2015, №5. -С.43-59.
7. Гельфанд И.М., Вул Е.Б., Гинзбург С.А., Федоров Ю.Г. Метод оврагов в задачах рентгеноструктурного анализа. –М.: Наука, 1966. -98с.
8. Дилигенская А.Н. Идентификация объектов управления. – Самара: СГТУ, 2009. – 136 с.
9. Джолдошов Б.О., Оморов Т.Т. Краткий обзор методов анализа и синтеза нелинейных САУ // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И.Раззакова. 2012. Т. 26. -С. 28-36.
10. Залманзон Л.А. Преобразования Фурье, Уолша, Хаара и их применение в управлении, связи и других областях. М.: Наука, 1989. 496 с.
11. Кучеренко П. А., Соколов С. В. Алгоритмы нелинейной фильтрации в задаче структурной идентификации многоструктурных стохастических объектов // Мехатроника, Автоматизация, Управление, 2014, №6.
12. Курманалиева Р.Н., Оморов Т.Т., Осмонова Р.Ч. К проблеме идентификации модели управляемой системы по экспериментальным данным // Universum: технические науки. 2015. № 6 (18). -С. 3.
13. Методы классической и современной теории автоматического управления. В 5-ти томах. Т2: Статическая динамика и идентификация систем автоматического управления / Под ред. Пупкова К.А, Егупова Н.Д. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004. -646с.
14. Оморов Т.Т. Теория и методы синтеза систем автоматического управления на основе концепции допустимости // Известия Национальной Академии наук Кыргызской Республики. 2009. № 4. -С. 121-128.
15. Оморов Т.Т., Кожекова Г.А. Синтез законов управления взаимосвязанными электроприводами // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2009. №10. - С.10-13.
16. Оморов Т.Т., Кожекова Г.А. Синтез адаптивного регулятора многомерной системы управления в условиях параметрической неопределенности // Известия Национальной Академии наук Кыргызской Республики. 2010. № 2. -С. 64-67.
17. Оморов Т.Т., Жолдошов Т.М., Кожекова Г.А. Методологические основы синтеза систем автоматического управления с использованием принципа гарантируемой динамики // Известия Национальной Академии наук Кыргызской Республики. 2012. № 4. -С. 35-40.
18. Оморов Т.Т., Кожекова Г.А. Синтез системы управления синхронным генератором // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2011. №1. -С. 5-9.
19. Оморов Т.Т., Джолдошов Б.О. Синтез систем стабилизации по заданным критериальным ограничениям // Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева. 2005. № 2(42). -С.18-28.
20. Оморов Т.Т., Курманалиева Р., Осмонова Р. Идентификация передаточной функции стационарного объекта управления // Известия КГТУ им.И.Раззакова, 2014, №33. - С.592-595.
21. Оморов Т.Т., Курманалиева Р.Н., Осмонова Р.Ч. Параметрическая идентификация линейного дискретного объекта управления // Вестник науки и образования Северо-запада России. 2015. Т. 1. № 3. -С. 68-73.
22. Понтрягин Л.С., Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.В., Мищенко Е.Ф. Математическая теория оптимальных процессов. – М.: Наука, 1976. –392с.
23. Сейдж Э.П., МелсДж.Л. Идентификация систем управления. – М.: Наука, 1974. – 248 с.
24. Спиди, Р. Браун, Дж. Гудвин. Теория управления. -М.: Мир, 1973, -248с.
25. Справочник по теории автоматического управления / Под ред. А.А.Красовского. –М.: Наука, 1987. – 712 с.

26. Солодовников В.В. Статистическая динамика линейных систем автоматического управления. –М.: Физматгиз, 1960. -656с.
27. Солодовников В.В., Бирюков В.Ф., Тумаркин В.И. Принцип сложности в теории управления. – М.: Наука, 1977. – 344 с.
28. Солодовников В.В., Дмитриев А.Н., Егупов Н.Д. Спектральные методы расчета и проектирования систем управления. – М.: Машиностроение, 1986.- 440 с.
29. Солодовников В.В., Тумаркин В.И. Теория сложности. –М.: Наука, 1987. - 286с.
30. Современные методы идентификации / Под ред. П.М. Эйкхгоффа. –М.: Наука, 1983.-400 с.
31. Табак Д., Куо Б. Оптимальное управление и математическое программирование. – М.: Наука, 1975. – 280 с.
32. Техническая кибернетика. Теория автоматического регулирования / под ред. В.В. Солодовникова – М.: Машиностроение, 1967- 1969.- Кн.1.-1967.-768 с.; Кн.2.-1967.- 679 с.
33. Трушкова Е. А.. Алгоритмы глобального поиска оптимального управления // Автоматика и телемеханика, 2011, №6. –С.151-159.
34. Шатов Д.В. Идентификация запаздывания одномерных линейных объектов конечно-частотным методом // Проблемы управления, 2015, № 3. -С.2-8.
35. Шумихин А. Г., Бояршинова А. С. Идентификация сложного объекта управления по частотным характеристикам, полученным экспериментально на его нейросетевой динамической модели // Автоматика и телемеханика, 2015, №4. –С.124-134.

УДК 004.056.5:378.096

ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗАЩИЩЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ КАФЕДРЫ

*Стамкулова Г.К. КГТУ им.И.Раззакова , кафедра ПОКС, город Бишкек, Кыргызстан,
gulkuv@gmail.com, orcid.org/0000-0003-2782-8468*

Современная информационная система (ИС), находящаяся в производственной эксплуатации, включает в себе функции защиты, обрабатываемой в ней информации и предотвращения к ней несанкционированного доступа. Однако динамика изменения нарушений защищенности информационных систем свидетельствует о наличии ряда нерешённых задач в области защиты информации ИС, в том числе, при проектировании и эксплуатации средств защиты. На этапе проектирования системы информационной безопасности ИС необходимо определить требуемый уровень защищённости системы, а на этапе тестирования оценить параметры безопасности аудируемой системы и сопоставить их с начальным заданием по безопасности.

Ключевые слова: информационная система, ИТ-инфраструктура, стандарты, уязвимость, информационная безопасность, объект исследования, угроза, нарушитель, актив.

SECURITY SURVEY OF THE DEPARTMENT INFORMATION SYSTEM

*Stankulova G. K KSTU named after I.Razzakov, chair POCS, Bishkek city,
Kyrgyzstan,gulkuv@gmail.com*

The modern information system (IS), which is in production operation, includes the functions of security information processed in it and preventing unauthorized access to it. However,

the dynamics of changes in security breaches of information systems indicate that there are a number of unresolved problems in the field of IS information security, including when designing and operating security equipment. At the design stage of the IT security system, it is necessary to determine the required level of system security and in the testing phase, evaluate the security parameters of the system being audited and compare them with the initial security task.

Keywords: information system, IT infrastructure, standards, vulnerability, information security, object of research, threat, intruder, assets.

Введение

Использование информационных технологий является такой же необходимой потребностью для современного человека, как и пища для организма. Невозможно представить оптимальное функционирования бизнес-процессов без применения информационных систем и телекоммуникационных сетей, так как правильность принятия важных решений заключается в своевременном получении достоверной и полной информации. Информационная безопасность информационных систем достигается обеспечением конфиденциальности, целостности и достоверности обрабатываемых данных, а также доступности и целостности информационных компонентов и ресурсов системы.

Целью определения угроз безопасности информации является установление того, существует ли возможность нарушения конфиденциальности, целостности или доступности информации, содержащейся в информационной системе, и приведет ли нарушение хотя бы одного из указанных свойств безопасности информации к наступлению неприемлемых негативных последствий (ущерба) для обладателя информации или оператора, а в случае обработки персональных данных[5]

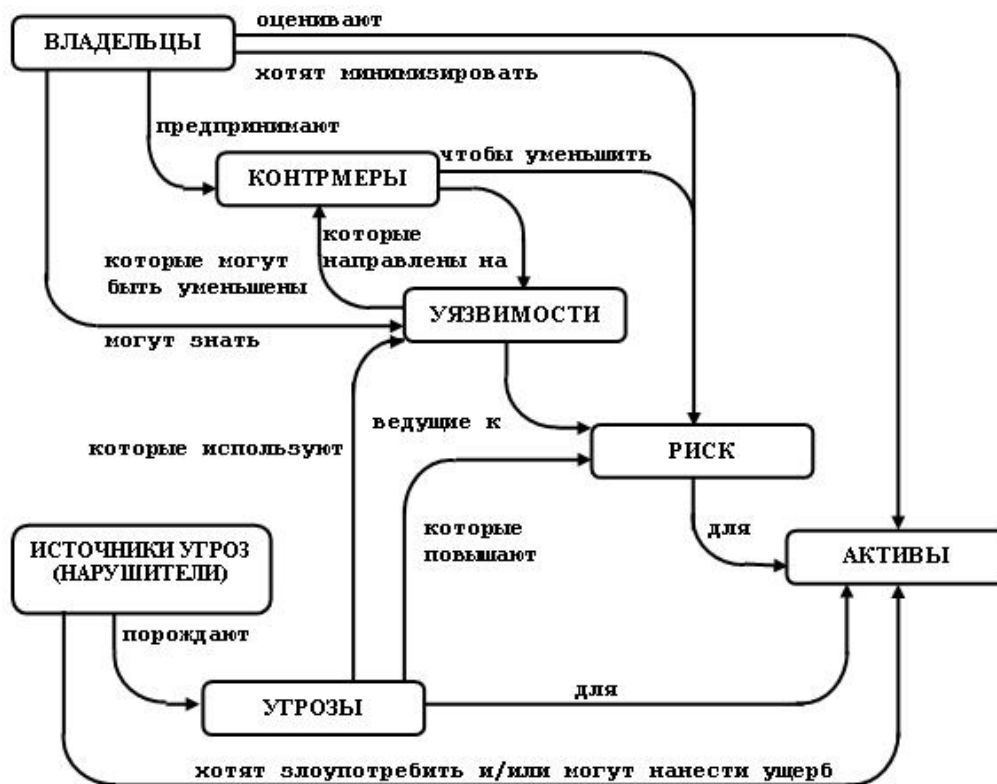


Рис. 2.1. Понятия безопасности и их взаимосвязь в соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-1-2008[8]

Описание объекта обеспечения информационную безопасности

Информационная система кафедры выполняет следующие действия:

- взаимодействие между сотрудниками выпускающей кафедры путем внедрения подсистемы заданий;
- централизованную базу данных о деятельности кафедры и составление отчета на их основе;
- электронную рассылку сообщений сотрудникам, выпускникам, студентам и их родителям;
- ведение объективного рейтинга сотрудников по результатам их годовой деятельности, в целях повышения производительности работы персонала и ускорения рабочего процесса.

Для того чтобы сформулировать общие требования к функциональному поведению проектируемой системы была разработана концептуальная модель. Данная модель описывает список всех пользователей системы, а также цели, которые они преследуют при её использовании. Концептуальная модель разрабатываемой системы представлена в виде диаграммы IDEF0 AS-IS (рис. 2.2) и в виде модели вариантов использования usecase (рис. 2.3).

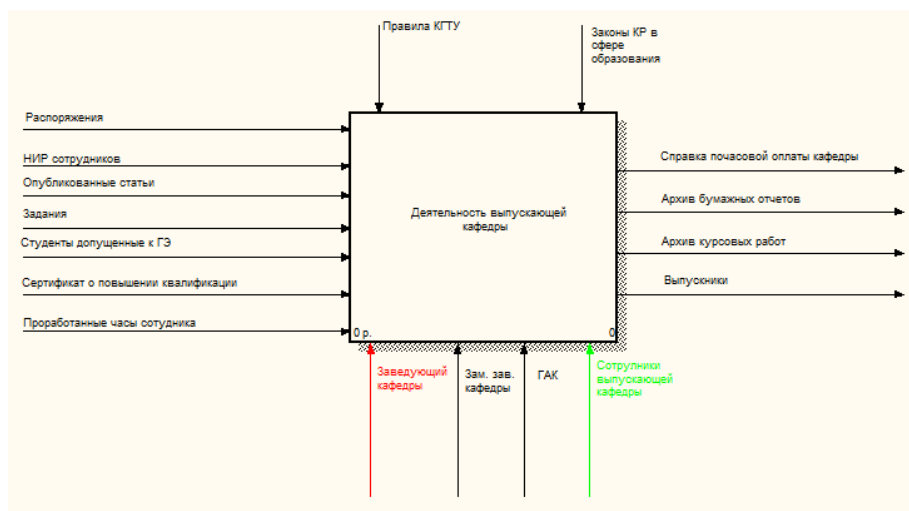


Рис. 2.2 Модель AS-IS [5] в виде контекстной диаграммы «Деятельность выпускающей кафедры»

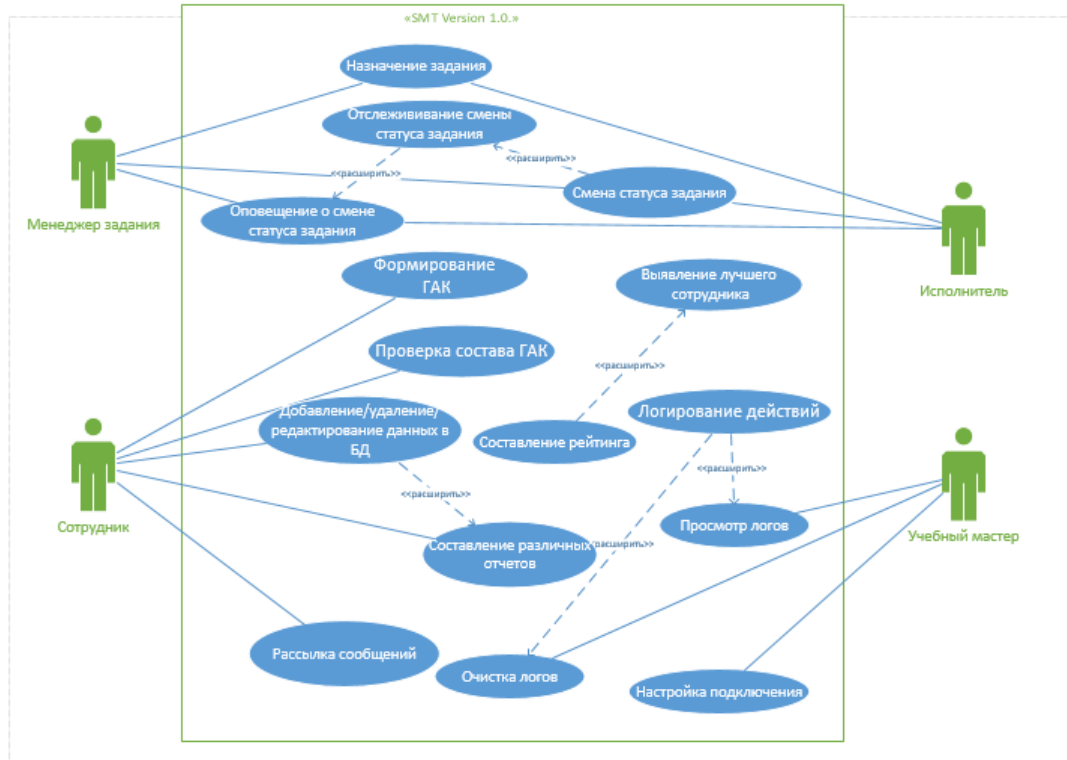


Рис. 2.3 Общая схема модели вариантов использования [5] автоматизированной системы управления деятельностью выпускающей кафедры ПОКС КГТУ им. И. Раззакова SMT Version 1.0.

Модель потоков данных начинается с построения контекстной диаграммы, представленной в рис. 2.3. Она включает в себя три внешние сущности: «Получатели рассылки сообщения», «Менеджер задания» и «Сотрудники»

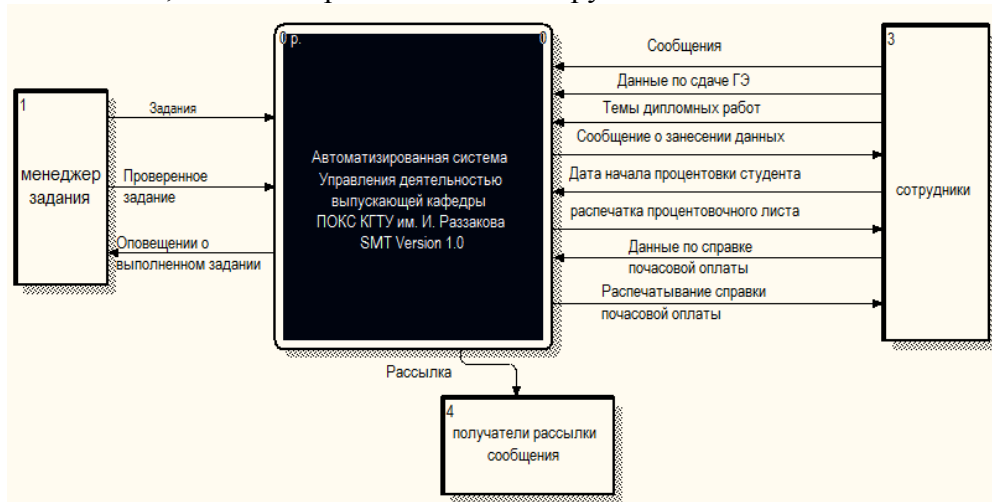
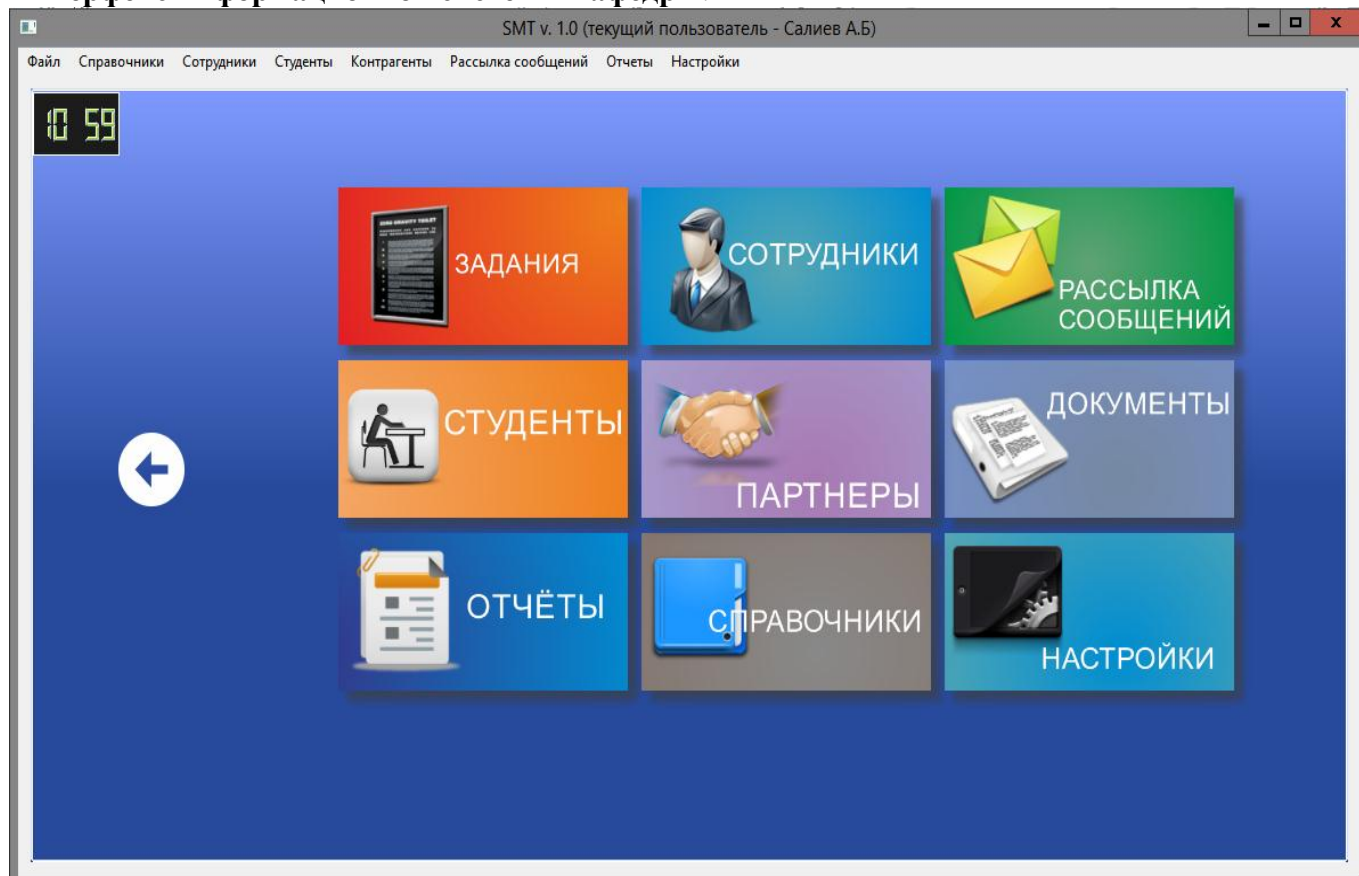


Рис. 2.4 Модель AS-TO-BE в виде диаграммы потоков данных автоматизированной системы управления деятельностью выпускающей кафедры ПОКС КГТУ им. И. Раззакова SMT Version 1.0.

Интерфейс информационной системы кафедры.



В информационную систему кафедры входят: технические средства, программные обеспечения и информационные ресурсы.

Информационная система является локальной информационной системой с подключением к внешним к внешним ИС, в том числе к сетям общего пользования. Технические средства, а именно оборудования сервера информационной системы расположены в помещении, находящемся в пределах контролируемой зоны, службами ИБ. Информационные активы хранятся на рабочих станциях сотрудников (АРМ) и на сервере системы. На каждой АРМ установлен клиент информационной системы, посредством которой будет производиться взаимодействие сотрудников.

В рабочем процессе данной системы участвуют два типа субъекта: пользователь и администратор. Пользователями данной системы являются любой сотрудник организации, зарегистрированный в системе, вне зависимости от ранга и должности сотрудника. Администратор занимается обслуживанием и настройкой информационной системы. Задачи системы:

- Формирование справочников для хранения входных и результирующих сведений
- Учет посещаемости и успеваемости студентов
- Учет спортивных достижений студентов
- Учет результатов олимпиад
- Учет проведения научных конференций и семинаров
- Планирование учебного процесса
- Мониторинг и выдача поручений
- Учет приказов и поручений
- Учет защиты выпускных работ
- Учет прохождения учебных, производственных и предквалификационных

- практик
- Формирование и учет состава ГАК
 - Учет проведения научно-исследовательских работ

Классификация активов объекта

Активы данного объекта делятся на 2 типа: информационные активы и среды обработки информационных активов. К информационным активам данного объекта относятся «Персональные данные» и информация относящейся к «Открытой информации», «Служебной информации». Активы 3-х типов представлены в таблице 1 в соответствии уровням иерархии информационной инфраструктуры.

Таблица 1. Среда обработки актива по уровням иерархии информационной инфраструктуры

Уровни иерархии информационной инфраструктуры	Типы объектов среды обработки ИА
Физический уровень	АРМ
	Серверная станция
Сетевой уровень	Маршрутизатор
Уровень сетевых приложений и сервисов	TCP/IP
	FTP/UDP
Уровень операционных систем	Системное ПО
	Файлы «Персональными данными»
Уровень приложений и сервисов	Клиентское приложение

Таблица 2. Уязвимости активов

Процесс, реализуемый на объекте	Информационный актив (ИА)		Актив, относящийся к объекту среды обработки ИА	
	Тип актива	Приоритеты политики ИБ	Тип актива	Уязвимости
Регистрация нового пользователя	Персональные данные	К, Ц, Д	АРМ	Отсутствие контроля физического доступа, логического доступа
			Серверная станция	
			Клиентское приложение	Уязвимости кода; Отсутствие руководств пользователя
Авторизация пользователя	Персональные данные	К, Ц, Д	АРМ	Отсутствие контроля физического доступа
			Серверная станция	
Авторизация пользователя	Открытая информация	Ц, Д	АРМ	Отсутствие контроля физического доступа
			Серверная станция	Отсутствие контроля физического доступа
			Клиентское приложение	Уязвимости архитектуры; Отсутствие руководств пользователя

Проведение по всем формам обучения лекций лабораторных практических семинарских и других видов учебных занятий предусмотренных учебными планами	Открытая информация	Ц, Д	АРМ	Отсутствие контроля физического доступа
			Серверная станция	
			Маршрутизатор	Уязвимости конфигурации
			ТСР\IP	Уязвимости протокола
			Клиентское приложение	Уязвимости язык программирования Отсутствие руководств пользователя

ОПИСАНИЕ УГРОЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Таблица 3. Модель угроз ИБ

Угроза ИБ	Источники угроз ИБ	Актив				Метод реализации угрозы ИБ на среду обработки ИА	Последствия реализации угрозы	Объекты, исп. для реализации угроз
		ИА	Приоритеты политики ИБ	Среда обработки ИА	Уязвимость среды обработки ИА			
У-1. Хищение носителей информации	Н-1	Персональные данные, Информация ограниченного доступа	К, Ц, Д	АРМ	Отсутствие контроля физического о доступа	Изменение конфигурации, настроек устройства	Нарушение К, Ц, Д.	Внедрение ложного объекта сети Специальное разработанное ПО
				Серверная станция				
У-2. НСД к информационным ресурсам	Н-2	Информация ограниченного доступа	Ц, Д, К	АРМ	Отсутствие контроля физического о доступа	Неконтролируемая модификация информационного актива	Нарушение Ц, Д, К	С применением программных средств ОС Внедрение ложного объекта сети
				Серверная станция				
У-2. НСД к информационным ресурсам	Н-2	Открытая информация	Ц, Д	АРМ	Отсутствие контроля физического о доступа	Несанкционированный физический доступ	Нарушение Ц, Д	технологически выходы из программ аппаратные закладки
				Серверная станция				
				Клиентское приложение	Уязвимость и ПО	Использование специального ПО		технологически выходы из программ

У-3. Несанкционированное сканирование сети	Н-2	Открытая информация	Ц, Д	АРМ	Отсутствие контроля физического доступа	Несанкционированный физический доступ	Нарушение Ц, Д	Подмена доверенного объекта сети и передача по каналам связи сообщений от его имени с присвоением его прав доступа
				Серверная станция				Отказ в обслуживании
У-4. Подмена доверенного объекта сети	Н-2	Открытая информация	Ц, Д	Маршрутизатор	Уязвимости ПО	Использование специального ПО	Нарушение Ц, Д	Сканирование сети
				ТСР/IP	Уязвимости протокола			Анализ сетевого трафика
				Клиентское приложение	Отсутствие необходимых средств защиты			технологические выходы из программ
				Серверная станция	Отсутствие контроля физического доступа			Несанкционированный физический доступ; Несанкционированный логический доступ;
				АРМ				вести сеансы работы с объектом сети от имени доверенного субъекта

				Маршрутизатор	Уязвимости ПО	Использование специального ПО		Анализ сетевого трафика
				FTP\UDP	Уязвимости протокола			Анализ сетевого трафика
				Клиентское приложение	Отсутствие необходимых средств защиты			Вредоносные программы
У-5. Внедрение вредоносной программы	Н-2	Открытая информация	Ц, Д	АРМ	Отсутствие контроля физического доступа	Несанкционированный физический доступ; Несанкционированный логический доступ;	Нарушение Ц, Д	вести сеанс работы с объектом сети от имени доверенного субъекта
				Серверная станция				
				Системное ПО	Уязвимости ПО	Заражение программы (троян)		Вредоносные программы
				Файлы с «Персональными данными» и «Служебная тайна»	Отсутствие программ ЗИ	Заражение программы		Вредоносные программы
У-6. Присвоение чужого идентификатора и пароля	Н-1	Персональные данные	К, Ц, Д	АРМ	Отсутствие контроля физического доступа	Несанкционированный физический доступ; Несанкционированный логический доступ;	Нарушение К, Ц, Д.	вести сеанс работы с объектом сети от имени доверенного субъекта

У-7. Отказ в обслуживании	Н-2	Открытая информация	Ц, Д	Серверная станция	Серверная станция	Уязвимости ПО	Отсутствие контроля логического доступа	Перегрузка ресурсов; Несанкционированный логический доступ	Нарушение Ц, Д	вести сеанс работы с объектом сети от имени доверенного субъекта	Угроза выявления пароля	вести сеанс работы с объектом сети от имени доверенного субъекта	Неавторизованное использование оборудования	Анализ сетевого трафика	Анализ сетевого трафика
										Серверная станция	Клиентское приложение	Уязвимости ПО	Уязвимости ПО	Уязвимости протокола	Использование специального ПО
				Серверная станция	Клиентское приложение	Уязвимости ПО	Уязвимости ПО	Уязвимости ПО	Уязвимости протокола	Использование специального ПО	Использование специального ПО	Использование специального ПО	Использование специального ПО	Использование специального ПО	Использование специального ПО

Выводы

Была определена бизнес-процессы информационной системы кафедры, его активы, среда обработки актива по уровням иерархии информационной инфраструктуры. Далее были определены уязвимости активов и составлена модель угроз ИБ информационной системы кафедры.

Список литературы

1. СТО БР ИББС-1.0-2014 Обеспечение информационной безопасности организаций банковской системы РФ. Общие положения;
2. РС БР ИББС-2.7-2015 Ресурсное обеспечение информационной безопасности;
3. Федеральный закон РФ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» от 27.07.2006 № 149-ФЗ
4. ГОСТ Р 56546-2015 Защита информации. Уязвимости информационных систем. Классификация уязвимостей информационных систем
5. «Методика определения угроз безопасности информации в информационных системах».- Проект документа ФСТЭК России, 2015
6. ГОСТ Р ИСО/МЭК 27000: 2009 Информационная технология Методы и средства обеспечения безопасности. Системы менеджмента информационной безопасности. Общий обзор и терминология.
7. ГОСТ Р ИСО/МЭК 1799-2005 Информационная технология. Практические правила управления информационной безопасностью.
8. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-1-2008. Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Критерии оценки безопасности информационных технологий. Часть 1. Введение и общая модель
9. «Состав и содержание организационных и технических мер по обеспечению безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных» - Приказ ФСТЭК России от 18 февраля 2013 г. № 21
10. Информационная безопасность открытых систем. Том 1. Угрозы, уязвимости, атаки и подходы к защите. Запечников С.В., Милославская Н.Г., Толстой А.И., Ушаков Д.В.
11. Вопросы управления информационной безопасностью. Книга 1. Основы управления ИБ. Курило А.П., Милославская Н.Г., Сенаторов М.Б., Толстой А.И.
12. Образовательный портал «НИЯУ МИФИ» [Электронный ресурс]. URL <http://online.mephi.ru/course/index.php?categoryid=26>.

УДК: 004.42:539.38

**ТОПТОЛГОН КҮЧТӨР ТАРАБЫНАН КЫСЫЛГАН ТИЛКЕДЕГИ СЕРПИЛГИЧ
ДЕФОРМАЦИЯЛАРДЫ EXCEL ЧӨЙРӨСҮНДӨ САНДЫК ЭСЕПТӨӨ ЖӨНҮНДӨ**

Стамкулова Г.К. КГТУ им.И.Раззакова, кафедра ПОКС, город Бишкек, Кыргызстан, gulkuv@gmail.com) orcid.org/0000-0003-2782-8468

Серпилгич деформацияны Excel чөйрөсүндөгү дискреттик моделди [1,3] колдонуу менен сандык эсептөөнүн маселелери каралат. Топтолгон күчтөр тарабынан кысылган аяккы тилкедеги жылышуулардын жана чоюучу деформациялардын өзгөрүүлөрүнүн мыйзам ченемдүүлүктөрү аныкталды.

Маанилүү сөздөр: Серпилгич деформация, сандык эсептөө, күч, атом, модель.

ABOUT NUMERICAL CALCULATION IN THE ENVIRONMENT OF EXCEL ELASTIC DEFORMATIONS IN THE STRIP COMPRESSED BY CONCENTRATED FORCES

Stankulova G. K. KSTU named after I.Razzakov, chair POCS, Bishkek city, Kyrgyzstan, gulkuv@gmail.com

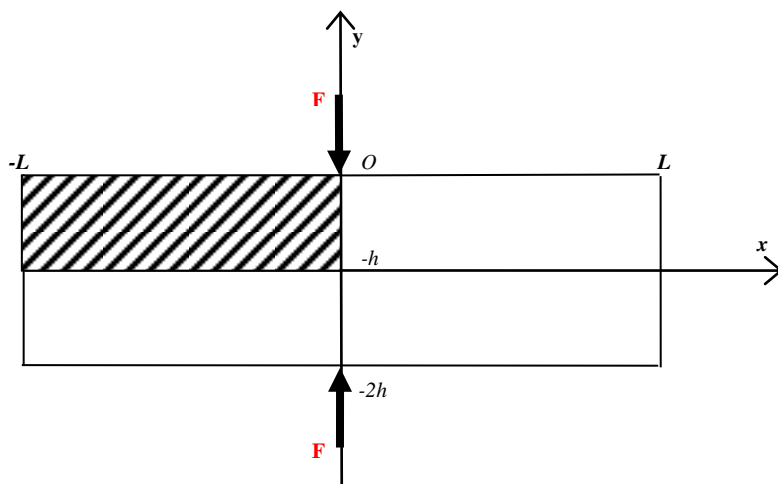
Questions of calculating elastic deformation in the environment of Excel are considered, based on the use of discrete model [1, 3]. The regularity of change of movements and the stretching of deformation in the final strip squeezed by the concentrated forces are established.

Keywords: elastic deformation, discrete model, numerical calculations, forces, atom, model.

1⁰ Баштапкы жоболор. Серпилгичтик теориясынын маселесинин чыгарылышын чектелген өлчөмдүү телолор каралып жатканда алуу кыйын. Натыйжалар сандык методдор менен алынышы мүмкүн. Мында тигил же бул эсептөө схемасын (шаблонду) [2] тандоо негизги мааниге ээ. Бул иште мындай шаблон катары катуу телону түзүп турган молекуланын алты атомдуу модели [1,3] каралат. Серпилгичтик теориясынын маселелеринин сандык чыгарылышы үчүн колдонулган прикладдык программалардын ар кыл пакеттери белгилүү. Колдонуу үчүн эң оңой болуп MS Excel офистик колдонмосунун камтылган функциялары эсептелет. Бул мүмкүнчүлүктөрдү ишке ашыруу илимий жана практикалык мааниге ээ.

Ушундан улам бул иште топтолгон симметриялык күчтөр менен кысылган серпилгич тилкенин (жалпак деформация болгон учурда) устунунун деформацияларын (1-сүрөт) сандык эсептөөнүн маселелери каралат.

Туурасы $2h$ жана узундугу $2L$ болгон серпилгич устун ортосунан туурасынан таасир этүүчү эки топтолгон күчтөр F менен кысылып турат. F күчүнүн маанилери ар кандай болгон учурларда эң чоң чоюучу деформацияларды табуу жана анын өзгөрүшүнүн мүнөзүн аныктоо талап кылынат.



1-сүрөт. Тилкенин жүктөлүшүнүн эсептик схемасы.

Симметрияны эске алып, мындан ары тилкенин 1/4 бөлүгүн (1-сүрөттө көрсөтүлгөн) гана карайбыз. Бул учурда горизонталдык (U) жана вертикалдык (V) кесилиш чекиттеринин жылышуулары $x=0$, $x=\pm\rho$, а также $x=\pm\lambda$ ($\lambda=2\rho$) болуп, $y\in(0; h)$ болгон учурда төмөнкү катыштарга багынышат:

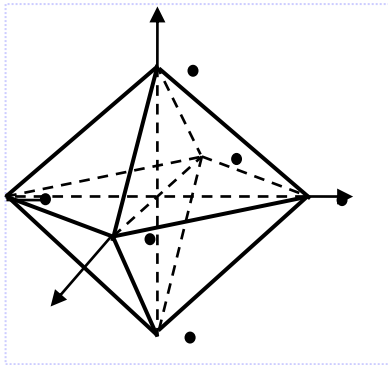
$$\begin{aligned} U(0,y) &= 0; & U(+\rho,y) &= -U(-\rho,y); & U(+\lambda,y) &= -U(-\lambda,y); \\ V(+\rho,y) &= V(-\rho,y) & \text{и} & & V(+\lambda,y) &= V(-\lambda,y) \end{aligned} \quad (1)$$

$x\in(0;-l)$ болгон учурда $y=-h$, $y=\pm\rho$ и $y=\pm\lambda$ кесилиш чекиттеринин жылышуулары

төмөнкү шарттарга багынышат:

$$\begin{aligned} V(x, -h) &= 0; & V(x, -h-\rho) &= -V(x, -h+\rho); \\ V(x, -h-\lambda) &= -V(x, -h+\lambda); \\ U(x, -h-\rho) &= U(x, -h+\rho) \text{ и } U(x, -h-\lambda) &= U(x, -h+\lambda) \end{aligned} \quad (2)$$

Коюлган маселенин сандык чыгарылышын табуу үчүн каралып жаткан серпилгич тилкени биз бири-бири менен жалпы «атомдор» аркылуу байланышкан «молекулалардын» жыйындысы түрүндөгү дискреттик чөйрө катары моделдештиребиз. Айрым молекула б «атомдон» турат (2-сүрөт).

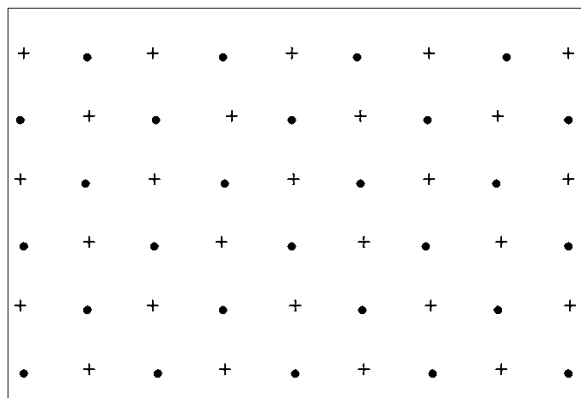


2-сүрөт. Серпилгич телонун элементардык көлөмүнүн б «атомдук» модели.

Серпилгич телонун «молекуласынын» «атомдору» бири-бирине түз сызыктуу мыйзам боюнча өз ара таасир этишет, бул учурда \square аралыгында жайгашкан атомдордун өз ара таасир этүү коэффициенти $K_1 = \mu\lambda^2/4$ га барабар болуп эсептелет, ал эми $\lambda/\sqrt{2}$ аралыгында жайгашкан атомдордун буга окшош коэффициенти $K_2 = \sqrt{2} \mu\lambda^2/2$ болот, мында μ - устундун серпилгичтик касиетин мүнөздөөчү жылышуу модулу.

Телонун мындай моделинин касиети (көрсөтүлгөн коэффициенттери) эки атомдун борбордук өз ара таасир этүүсүнүн (тартылуу же түртүлүү) мыйзамдары менен жана макро бир тектүү, изотроптун телонун серпилгичтик жүрүм-турумуна ылайык аныкталды.

Мындай моделди колдонуу учурунда тилкенин каралып жаткан аймагы 3-сүрөттө көрсөтүлгөнгө окшош түргө ээ болот.



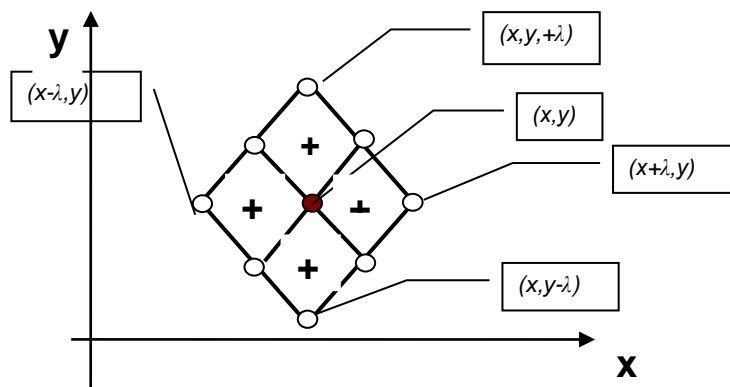
3-сүрөт. Тилкенин ажыратылган бөлүгүнүн дискреттик модель боюнча схемасы: сүрөттүн тегиздигинде жайгаштырылган «атомдор», тегиздиктердеги «+» - сүрөттүн тегиздигинен $\pm \rho$ аралыгында жайгашкан «атомдор».

2⁰. Дискреттик моделдеги тилкенин тең салмактуу абалынын теңдемеси. Телонун ичинде анын ар бир «атому» жалпы учурда б «молекуланын» курамына кирет да, ал «молекулалардын» ичиндеги 18 «атом» менен өз ара таасир этишет (4-сүрөт). Мындай атомдун жылышуусу ага таасир этүүчү көлөмдүү күч менен, ошондой эле анын тегерегиндеги атомдордун жылышуулары менен байланыштуу. Жылышуу атомдордун өз ара

жайгашуусуна көз каранды болгон сырткы (активдүү) жана ички (реактивдүү) күчтөрдүн балансын талап кылган тең салмактуу абалдын шартына туура келиши керек. Бул координата окторуна проекциялоо менен жазылган теңдемелер төмөнкүдөй көрүнүшкө ээ [1]:

$$X(x,y)=-\lambda\mu/4\{18U(x,y)-U(x-\lambda,y)-U(x+\lambda,y)-4[U(x-\rho,y)+U(x+\rho,y)]-2[U(x-\rho,y-\rho)+U(x-\rho,y+\rho)+U(x+\rho,y+\rho)+U(x-\rho,y-\rho)]-W(x-\rho,y-\rho)-W(x+\rho,y+\rho)-W(x+\rho,y-\rho)\} \quad (3)$$

$$Y(x,y)=-\lambda\mu/4\{18W(x,y)-W(x-\lambda,y)-W(x+\lambda,y)-4[W(x-\rho,y)+W(x+\rho,y)]-2[W(x-\rho,y-\rho)+W(x-\rho,y+\rho)+U(x+\rho,y)+U(x-\rho,y)+U(x-\rho,y-\rho)-U(x-\rho,y+\rho)+U(x+\rho,y+\rho)-U(x+\rho,y-\rho)]\}$$



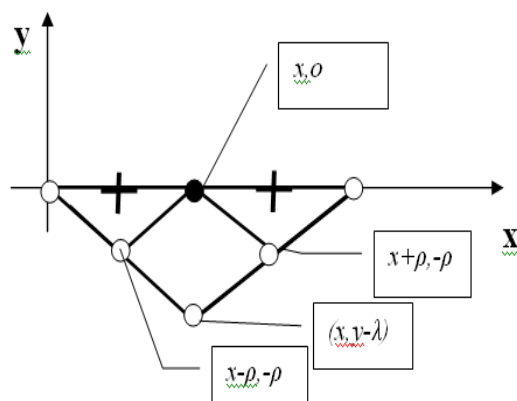
4-сүрөт. Тегереги толук курчалган атомдун байланыштары

Мында (x,y) – «ички» атомдун координаталары, $X(x,y)$ жана $Y(x,y)$ – бул атомго таасир этүүчү күчтүн ox жана oy окторуна проекциясы, U, W – тиешелүү атомдордун жылышууларынын горизонталдык жана вертикалдык түзүүчүлөрү (бөлүктөрү).

Телонун $(x,0)$ координатасына ээ тегиздигинде жайгашкан атомдордун тегереги молекулалар менен толук курчалбайт да, алар 6 «молекула» менен гана өз ара таасир этишет (5-сүрөт). Бул учурда тең салмактуулук теңдемелери төмөнкү түргө келишет:

$$X(x,0)=-\lambda\mu/4\{14U(x,0)-U(x-\lambda,0)-U(x+\lambda,0)-4[U(x-\rho,0)+U(x+\rho,0)]-2[U(x-\rho,\rho)+U(x+\rho,0)]+W(x-\rho,-\rho)-W(x+\rho,-\rho)\}$$

$$Y(x,0)=-\lambda\mu/4\{9W(x,0)-W(x,-\lambda)-2[W(x-\rho,\rho)+W(x+\rho,-\rho)+U(x-\rho,-\rho)-U(x+\rho,-\rho)]-4W(x-\rho)\} \quad (4)$$



5-сүрөт. Сырттагы «атомдун» өз ара таасир этишүүлөрү.

Сыртка жакын жайгашкан, координаталары $(x,-\rho)$ болгон «атомдор» да «молекулалардын» толук курчалышына ээ болбойт (бул үчүн 1 атом жетишпейт (6-сүрөттү караңыз)). Алар үчүн тең салмактуулук теңдемеси төмөнкү түрдө жазылат:

$$X(x,y)=-\lambda\mu/4\{18U(x,y)-U(x-\lambda,y)-U(x+\lambda,y)-4[U(x-\rho,y)+U(x+\rho,y)]-2[U(x-\rho,y-\rho)+U(x-$$

$$\rho, y+\rho)+U(x+\rho, y)+U(x-\rho, y)+W(x-\rho, y-\rho)-W(x-\rho, y+\rho)+W(x+\rho, y+\rho)-W(x+\rho, y-\rho)]\} \quad (5)$$

$$Y(x, -\rho)=-\lambda\mu/4\{17W(x, -\rho)-W(x, -3\rho)-4[w(x, \lambda)+W(x, 0)]-2[W(x-\rho, -\lambda)+W(x-\rho, 0)+W(x+\rho, 0)+W(x+\rho, -\lambda)+U(x-\rho, -\lambda)-U(x-\rho, 0)+U(x+\rho, 0)-U(x+\rho, -\lambda)]\}$$

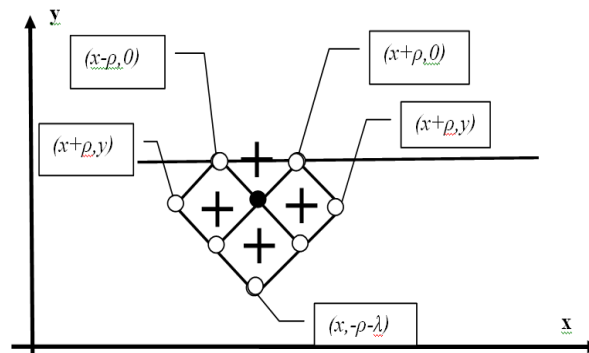


Рис. 6

6-сүрөт. Сыртка жакын жайгашкан атомдордун өз ара таасир этишүүлөрү.

Чек аранын (сол чек ара, капталдагы чек ара) өзүндө жана бул чек арага жакын (андан ρ аралыкта) жайгашкан атомдор үчүн нормалдуу жана жылышуу деформацияларынын жоктугун шарт катары кабыл алабыз, бул төмөнкү катыштар менен берилет:


$$U(L, y)=U(L -\lambda, y); V(L, y)=V(L -\lambda, y)$$


Сыртка жакын катмарда ($x= L -\rho, y \in[0, -h]$) жайгашкан атомдор үчүн да ушундай эле шарт кабыл алынат. Анын шарттарын төмөнкү түрдө жазабыз:

$$U(L -\rho, y)=U(L -3\rho, y), V(L -\rho, y)=V(L -\rho, y).$$

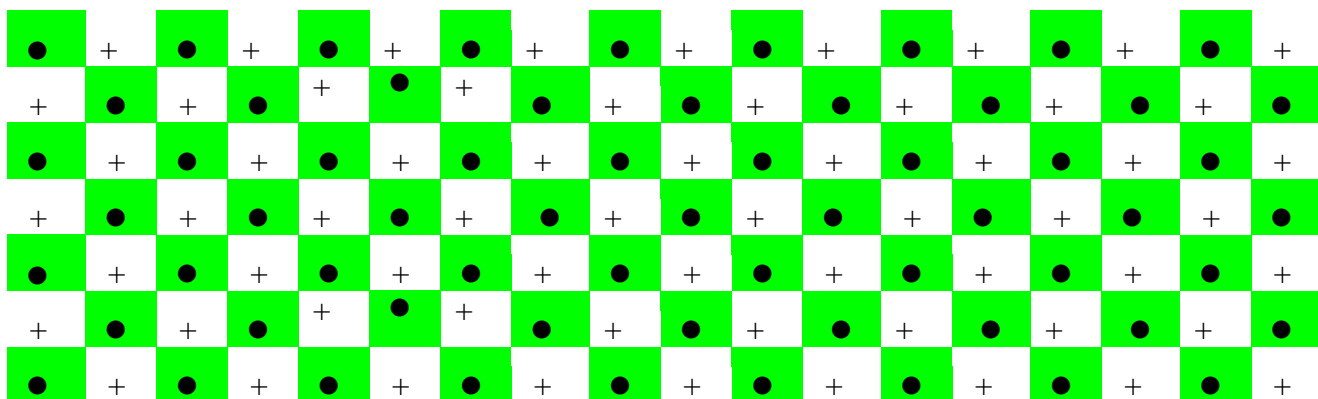
3⁰. Теңдемелердин бул системасынын чыгарылышын заманбап маалыматтык технологиялардын, анын ичинде Excel офистик колдонмосунун мүмкүнчүлүктөрүн колдонуп, жеңил эле табууга болот. Маселенин сандык чыгарылышын табууда 2 учур каралды:

- 1) $L=50 \square, h=20 \square,$
- 2) $L=25 \square, h=11 \square .$

бул учурда сүрөттүн тегиздигинде жайгашкан «.»  « атомдорун» Excel барагында жашыл

түскө боёлгон уячалар менен белгилейбиз, ал эми сүрөттүн тегиздигинен $\pm \rho$ аралыгында жайгашкан «+»  атомдорун боёлбогон (ак) уячалар менен белгилейбиз.

Ушундай жол менен бул колдонмодогу тилкенин каралып жаткан бөлүктөрүн уячалардын жыйындысы түрүндө моделдештирүүгө болот (7-сүрөттү караңыз). Ар бир уяча белгилүү бир «атомду» чагылдырат да, өзүндө (уячада) бул «атомдун» жылышуусунун маанисин камтыйт.



7-сүрөт. Excel колдонмосундагы эсептик схема.

Ар бир уячада бир гана функцияны эсептөөгө болот, ошондуктан эки компонентти – вертикалдык (V) жана горизонталдык (U) компоненттерди бөлүү үчүн Excel колдонмосунун эки барагы колдонулду: биринчи баракта U жылышуулары, экинчи баракта V жылышуулары эсептелди. Ошол эле учурда ар бир уячага (3),(4),(5) формулаларынын ичинен тиешелүүсү жана чек арага байланыштуу чектөөлөр киргизилет.

«Атомдордун» жылышууларын эсептөө бул колдонмонун теңдемелер системасын автоматтык түрдө чыгаруучу, итерациялык методду колдонгон функциясын колдонуу менен жүргүзүлдү.

Бул үчүн, ар бир уячага тиешелүү формула киргизилгенден кийин каалаган бош уячага (мисалы, H25) у күчүнүн мааниси киргизилет. Андан кийин F9 топчусун басуу менен эсептөө процессин баштоого команда берилет. Алынган натыйжалар (жылышуулардын сандык маанилери) ар бир уячада көрсөтүлөт (8-сүрөт).

Бул натыйжаларды автоматтык түрдө диаграмма түрүндө чагылдырууга болот (мисалы, 7,8,9,10,11-сүрөттөр).

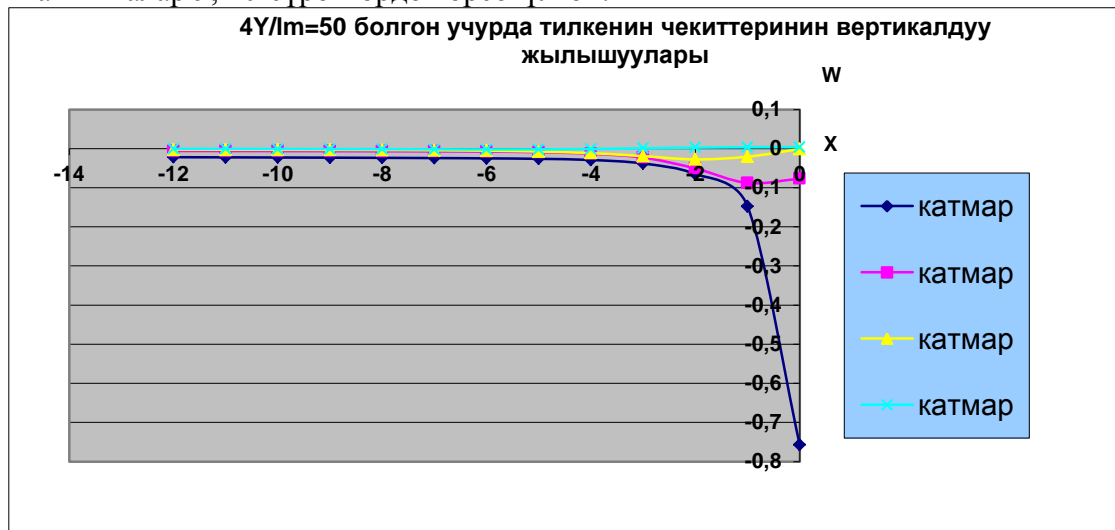
Алынган натыйжалардын анализи $x > 5 \div 6$ аралыктарында, $y < -(5 \div 6)$ аралыктарындагыдай эле, атомдордун жылышуусу өтө кичине жана аларды дээрлик эске албай коюуга болот, ошондуктан биз базалык модель катары $L=12$, $h=8$ өлчөмдүү тилкени тандап алдык.

	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB
1	-0.065	-0.061	-0.057	-0.052	-0.048	-0.044	-0.039	-0.035	-0.03	-0.027	-0.028	-0.04	-0.159	-0.159	-0.04	
2	-0.039	-0.036	-0.034	-0.031	-0.029	-0.026	-0.023	-0.021	-0.018	-0.017	-0.02	-0.041	-0.073	-0.073	-0.041	
3	-0.016	-0.015	-0.014	-0.013	-0.012	-0.011	-0.01	-0.009	-0.009	-0.01	-0.015	-0.021	-0.019	-0.019	-0.021	
4	-0.006	-0.006	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.004	-0.005	-0.005	-0.006	-0.008	-0.006	-0.002	-0.002	-0.002	-0.006
5	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-8E-04	0.0004	0.0004	-8E-04	
6	-7E-04	-7E-04	-8E-04	-8E-04	-9E-04	-0.001	-0.001	-0.001	-0.002	-0.001	-5E-04	0.0002	0.0004	0.0004	0.0002	
7	-2E-04	-3E-04	-3E-04	-4E-04	-5E-04	-6E-04	-7E-04	-7E-04	-6E-04	-3E-04	-3E-05	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	
8	-9E-05	-1E-04	-2E-04	-2E-04	-3E-04	-3E-04	-3E-04	-3E-04	-2E-04	-7E-05	4E-06	1E-05	1E-05	1E-05	1E-05	
9	-4E-05	-6E-05	-8E-05	-1E-04	-1E-04	-1E-04	-1E-04	-1E-04	-5E-05	-2E-05	-1E-05	-1E-05	-2E-05	-2E-05	-1E-05	
10	-8E-06	-1E-05	-2E-05	-3E-05	-3E-05	-3E-05	-2E-05	-1E-05	-6E-06	-5E-06	-6E-06	-7E-06	-7E-06	-7E-06	-7E-06	
11	8E-06	1E-05	2E-05	3E-05	3E-05	3E-05	2E-05	1E-05	6E-06	5E-06	6E-06	7E-06	7E-06	7E-06	7E-06	
12	4E-05	6E-05	8E-05	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	1E-04	5E-05	2E-05	1E-05	1E-05	2E-05	2E-05	1E-05	
14	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0			
15																
16																

8-сүрөт. Уячалардын эсептөө процедурасы ишке ашкандан кийинки көрүнүшү

Талкуунун натыйжалары

Эсептөөлөр берилген күчтүн $4F/\mu l = 1, 5, 10, 20, 30, 50$ маанилери боюнча жүргүзүлдү. Айрым натыйжалар 9, 10-сүрөттөрдө көрсөтүлгөн.



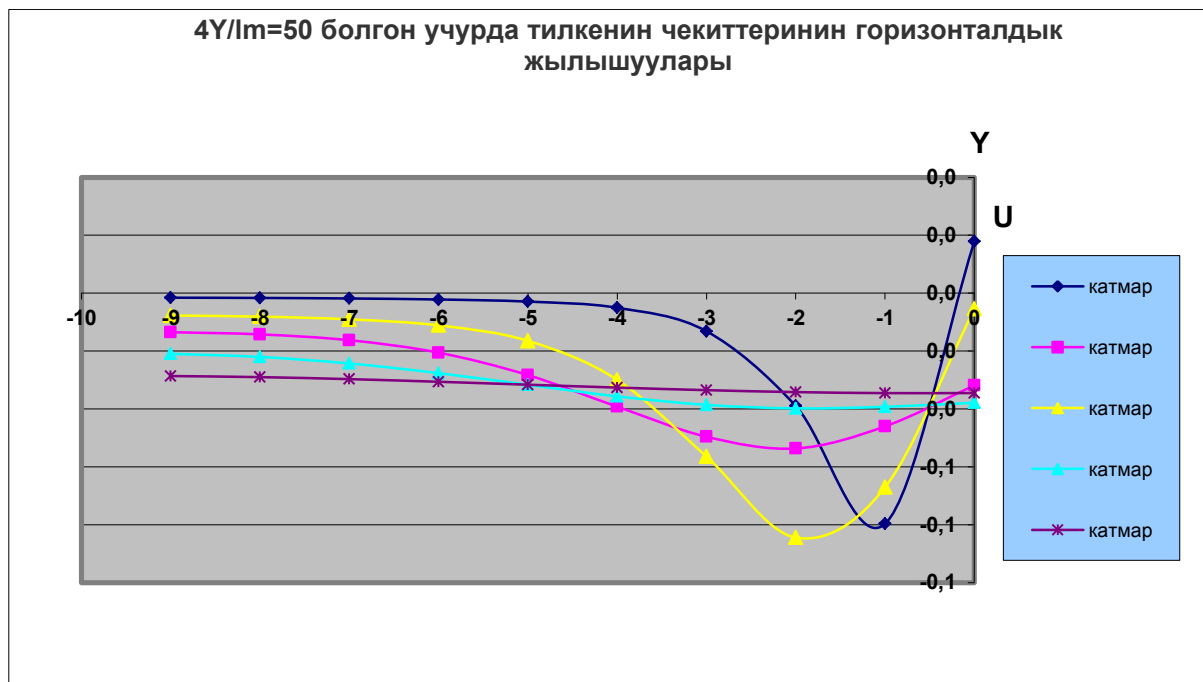
9-сүрөт. Вертикалдык жылышуулардын диаграммасы.

Мында 1-катар (●—●) сырткы атомдордун жылышууларын, 2-катар (●—●) — $x = -\square$ кесилишиндеги атомдордун жылышууларын, 3-катар (◆—◆) — $y = -3\rho$ кесилишиндеги атомдордун жылышууларын, ал эми 4-катар (◆—◆) — $-3\square$ кесилишиндеги атомдордун жылышууларын сүрөттөп турат. Диаграммаларда көрүнүп тургандай, эң чоң жылышууларга устундун сырткы катмарында жайгашкан «атомдор» дуушар болушат. Күчтүн таасир этүү чекитинен алыс аралыктарда бул жылышуулар анча байкалбайт, ушуга байланыштуу маселенин чыгарылышын жеңилдетүү үчүн биз $x \in (0, -8)$; $y \in (0, -8)$ өлчөмдөгү аймакты

тандап алдык. Бул аймакта биз атомдордун жылышууларынын дээрлик бардык диапазонун көрө алабыз.

F күчүнүн бардык маанилеринде атомдордун вертикалдык жылышууларынын өзгөрүшүнүн картинасы бирдей, башкача айтканда – сызыктар окшош, атомдордун эң чоң жылышуулары күч таасир эткен аймакта болуп өтөт.

Ушундай эле көрүнүш вертикалдык кесилиштерде жайгашкан атомдордун горизонталдык жылышууларында да байкалат (10-сүрөт):



10-сүрөт. Горизонталдык жылышуулардын диаграммалары.

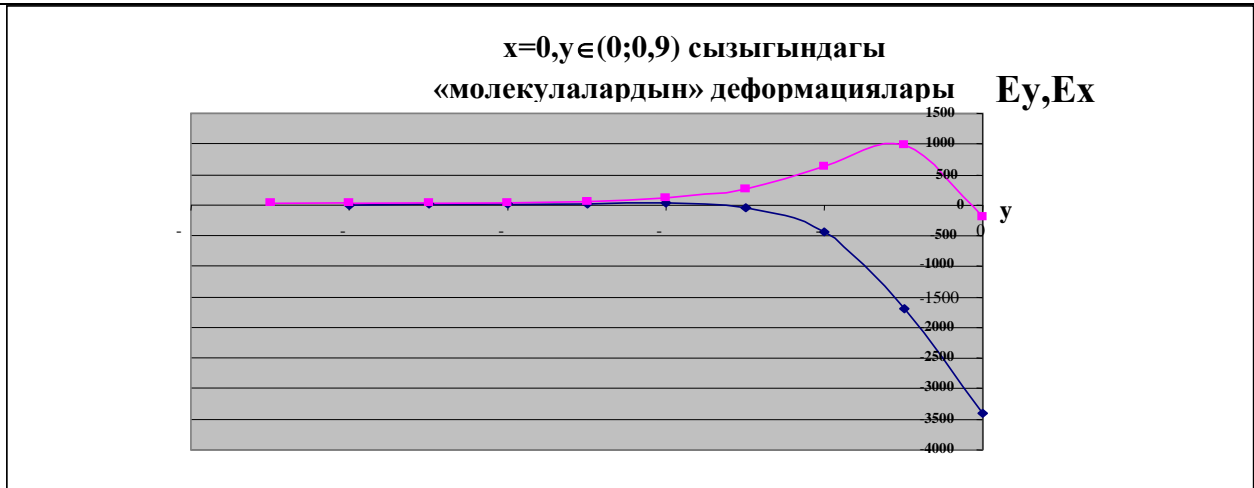
Мында 1-катмар (●—●) $x=0$ кесилишиндеги атомдордун жылышууларын, 2-катмар (◆—◆) – $x = -\square$ кесилишиндеги атомдордун жылышууларын, 3-катмар (●—●) – $x = -2\square$ кесилишиндеги атомдордун жылышууларын, 4-катмар (◆—◆) – $x = -7\rho$ кесилишиндеги атомдордун жылышууларын чагылдырып турат.

Бул сүрөттө (10-сүрөт) көрүнүп тургандай, эң чоң жылышууларга $x=0$ кесилишинде, $y = -(1 \div 2)\rho$ аралыкта жайгашкан атомдор дуушар болот.

Таасир этүүчү күчтүн ар кыл маанилеринде горизонталдык жылышуулардын картинасы бирдей, алардын маанилери гана өзгөрөт.

Белгилүү болгон компоненттери боюнча $\epsilon_x = 1/\lambda * [U(x+\rho, y) - U(x-\rho, y)]$ и $\epsilon_y = 1/\lambda * [V(y+\rho, x) - V(y-\rho, x)]$ деформациялары да жеңил эле эсептелет.

Алардын тилкенин кесилиштериндеги өзгөрүшүнүн мүнөзү 11- жана 12-сүрөттөрдө көрсөтүлгөн.



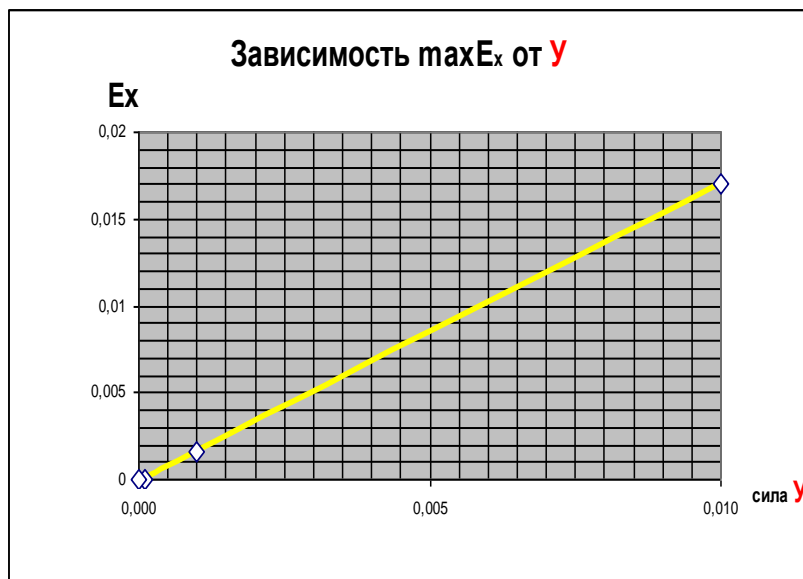
11-сүрөт. ϵ_x, ϵ_y деформацияларынын устундун симметриясынын вертикалдык огун бойлон бөлүштүрүлүшүнүн диаграммасы.



12-сүрөт. ϵ_x, ϵ_y деформацияларынын устундун симметриясынын горизонталдык огун бойлон бөлүштүрүлүшүнүн диаграммасы

Күчтүн ар бир маанисинде эң чоң чоюучу деформацияга U күчүнүн таасир этүү чекитинин алдында жайгашкан «молекула» дуушар болот.

Таасир этүүчү күч өзгөргөн учурда деформациянын өзгөрүшүнүн мүнөзү 13-сүрөттө жана 1-таблицада берилген.



F	ϵ_x
1	1,582
0,5	0,791
0, 1	0,158
0,05	0,079
0,01	0,015

13-сүрөт. $\max \epsilon_x$ деформациясынын таасир эткен күчкө байланыштуу өзгөрүшүнүн диаграммасы.

Диаграммадан, мисалы $\epsilon_x = 0,01$ мааниси күчтүн мааниси $U=0,015$ ге барабар болгон учурда жетишилери аныктоого болот. Көрүнүп тургандай, бул диаграмма түз сызыктуу. Байкалган көз карандылыкты моделдин параметрлеринин сандык берилиштерин жана U күчүнүн маанилерин эске алып кайра эсептөөдөн кийин Excelдин каражаттары менен түз сызыктуу аппроксимациялоо $\epsilon_x = 63,4 F/\mu l$ ($- 0,003$) көз карандылыгын берет, мында бош бөлүктү (...) жылышуулардын/деформациялардын (итерациялык) эсептелишинин жана аларды U күчүнүн аз маанилеринде аппроксимациялоонун жаңылыштыктары катары кароого болот.

Адабияттар

1. Леонов М.Я. Механика деформации и разрушения. – Фрунзе: Илим, 1981. - 280 с.
2. Калиткин Н.Н. Численные методы. – М.: Наука, 1978.
3. Салиев А.Б. Развитие и применение структурных представлений в механике материалов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора физ.-мат. наук, 1996.

УДК 621.3

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОИСКОВЫХ СИСТЕМ, ПРОБЛЕМЫ И ИХ ВОЗМОЖНОСТИ

Шарипова Биржан Дабаевна, к.э.н., доцент, Алматинский технологический университет, Казахстан, г. Алматы, мкр. Мамыр-1. Тел: 8 702 201 01 49, e-mail: [Birjan2103@mail.ru](mailto:birjan2103@mail.ru)

Муканова Аксулу, к.т.н., доцент, Алматинский технологический университет, Казахстан, г. Алматы.

Абдылдаев Эркинбек Кыянович, доктор технических наук, профессор, АО «Университет Нархоз», Казахстан, г. Алматы

Аннотация. Характеристика поисковых систем, заключается в том, что разработка алгоритма автоматического поиска научной и учебной литературы в сети Интернет и составление списка URL-ссылок на найденные документы. Для выполнения этой работы был выбран локальный сервер DENWER- Джентльменский набор web-разработчика,

включающий в себя язык программирования PHP, сервер APACHE, система управления базами данных MYSQL, каскадные таблицы стилей CSS, язык гипертекстовой разметки HTML. Было достигнуто сокращение время для поиска URL-ссылок в сети Интернет. Основные характеристики работы, возможность индексаций практически любого веб-сайта для скачивания с него ссылок на нужную литературу, возможность указания плохих ссылок, аутентификация пользователя.

Ключевые слова: поисковая система, программа-робот, программирование, denwer, php, html, spider, crawler, indexer, аутентификация, url.

CHARACTERISTICS OF SEARCH SYSTEMS, PROBLEMS AND THEIR OPPORTUNITIES

Sharipova Birzhan Dabayevna, PhD Econ., associate professor, Almaty technological university, Kazakhstan, Almaty, µR. Mamyr-1. Ph.

Mukanova Aksulu, PhD in Technological Sciences, associate professor, Almaty technological university, Kazakhstan, Almaty.

Erkinbek Abdyl daev, prof., doctor of technical sciences, JSC «University Narxoz», Kazakhstan, Almaty

Abstract. The characteristic of search engines is that development of an algorithm of automatic search of scientific and educational literature on a network the Internet and compilation of spiskaurl-links to the found documents. For execution of this operation the local DENWER-server the Gentlemen's set of the web developer including the PHP programming language, the APACHE server, MYSQL database management system, CSS cascading style sheets, language of a hypertext marking of HTML was selected. Abbreviation time for search of URL links on the Internet was reached. The main characteristics of operation, a possibility of indexations practically any web site for downloading from it of links to the necessary literature, a possibility of specifying of bad links, authentication of the user.

Keywords: search engine, programma-robot, programmirovanie, denwer, php, html, spider, crawler, indexer, autentifikatsiya, url.

Каждый из нас ежедневно пользуется интернетом. Но с обилием информации достаточно трудно найти искомое. Именно поэтому и были созданы поисковые системы. Каждый предпочитает тот или иной поисковик, но никто не задумывается, а какой самый популярный. Ниже приведён список популярности поисковых систем.

Основные мировые поисковые системы :

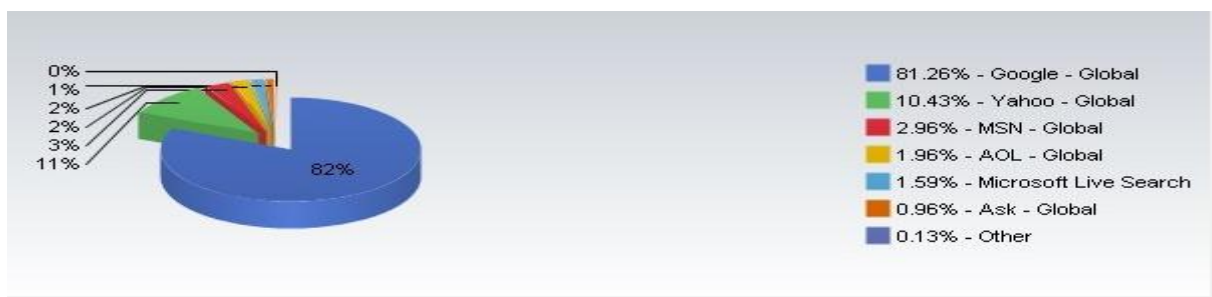


Рисунок 1-Мировой рейтинг поисковых систем

Начиная поиск чего-либо в Internet и имея минимум информации, а также пытаюсь ограничить потери времени, для получения наиболее общей информации возможно обращение к следующей базе данных [1,27 с].

База данных: предмет ведет к Межсетевым ресурсам, построенным библиотекарями.

Содержание: Свыше 2,500 связей с Internet ресурсами, кратко аннотируемыми, с указанными предметными заголовками.

Поиск: Поиски могут быть ограничены названием ресурса, описанием его, или с указанными предметными заголовками.

Результаты: Результаты показаны в алфавитном порядке названиями ресурса.

Адрес: <http://sunsite.berkeley.edu/InternetIndex/>

Частота Модернизации: ежедневно

YAHOO!

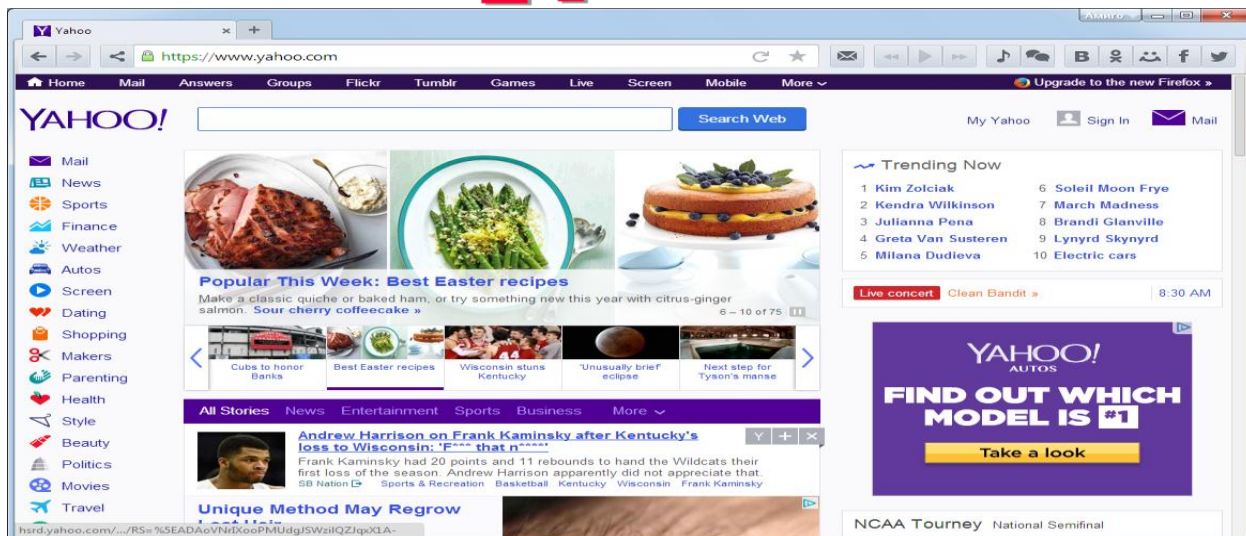


Рисунок 2 - Поисковик YAHOO

Yahoo! – самая известная поисковая машина. Её сайты разбиты по категориям и ключевым словам. Она содержит полезную информацию на своей домашней странице. Может подключаться к другим поисковым машинам

Поиск: Все Yahoo страницы предлагают не только простое поисковое окно, но и опции для этого поиска, а так же поиск Usenet или Email-адреса. Поиск может ограничиваться указанием определённого промежутка времени. Boolean операторы (и, или) и последовательный поиск также поддерживаются. Отметим: если поиск в Yahoo! не привёл к положительному результату, то процесс поиска автоматически переходит на Alta Vista, которая продолжает поиск, и в случае положительных результатов автоматически возвращает найденную информацию в Yahoo!.

Средством, облегчающим поиск, является наличие “tip search”(TS) - поиск с помощью “намёка”: Yahoo! Является подчиненным справочником, что означает, что система не имеет так много страниц, как поисковые машины, однако задание наиболее общих ключевых слов позволит найти необходимую тему на странице высокого уровня (первая страница, которая возникает перед пользователем при посещении сайта) для организации или компании [2,91 с].

Результаты: Связи отображаются в соответствии с очередностью задаваемых слов последовательностью поиска наряду с их описательным текстом и подчиненной иерархией.

Адрес: <http://www.yahoo.com/>

Частота Модернизации: ежедневно

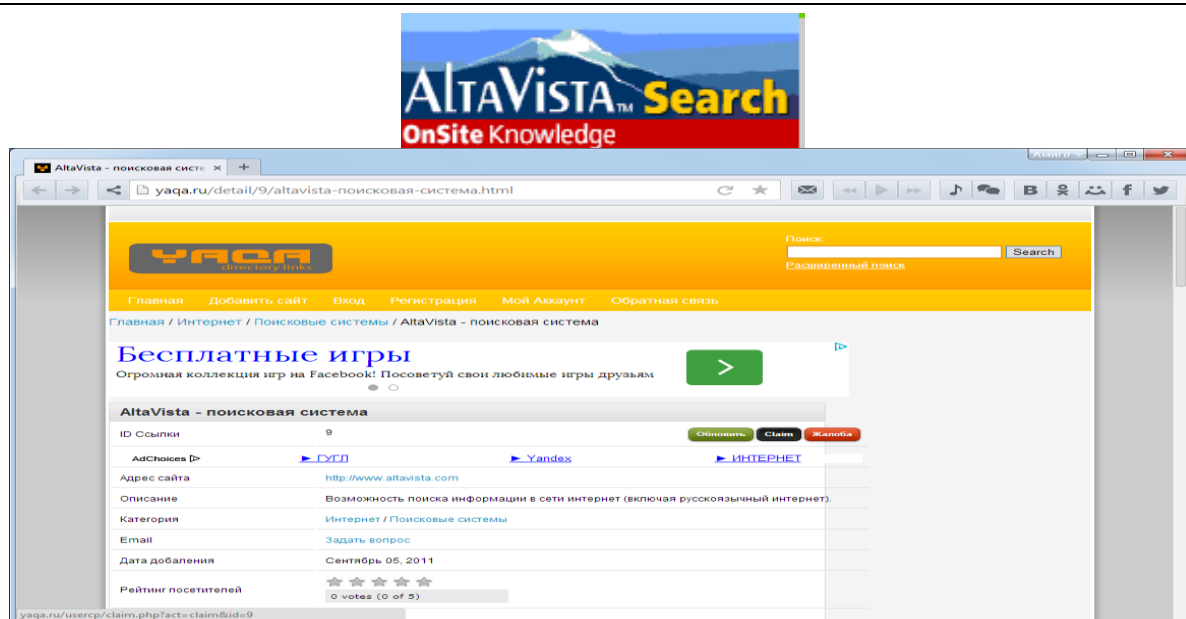


Рисунок 4 - Поисковая система AltaVista

Alta Vista поддерживает поиск по ключевому набору слов и для определения языка конкретной страницы использует методы искусственного интеллекта. Пользователи могут настроить опции поиска и выбирать тип поиска – сложный или упрощенный, а также воспользоваться различными способами предоставления информации. В отличие от машин, которые индексируют только ключевые слова, она индексирует весь текст, что позволяет осуществлять полный поиск. Однако из-за этого пользователь может просто утонуть в информации.

Базы данных: Расположенные по всему миру WWW-страницы и Usenet News (новости).

Содержание: 31 миллион WWW-страниц (на май 1997 г.) и полный текст более чем 14,000 newsgroups обновленный в реальном масштабе времени.

Поиск: Предлагает простой (simple (S)) поиск или (much more advanced (MMS)), т.е. более передовой, способ. S - поиск стоит в основном использовать для общих вопросов, MMS - поиск использует специфический поисковый синтаксис. Для облегчения выполнения процедуры имеется подсказка (Simple Search Help). MMS - поиск, используя булевы (boolean), т.е. с помощью ключевых союзов, используя (and, or, not - (и, или, не)) и простую смежность (near - (около)) позволяет употреблять несколько слов, чередование слов, словосочетание в качестве ключевых для проведения поиска [3,37 с].

TS - поиск: Введением ключа типа: " Ваша Фраза " как первое направление поиска, который будет ограничивать число найденных WWW - документов с заголовками типа " Ваша Фраза ".

Результаты: Предлагает три выбора результатов (но два дают тот же самый результат):

1) "Стандартные" ("Standard") - результаты, полученные машиной в виде списка параграфов, резюмируемые, с наличием URL - адреса, размером файла и последней датой модернизации. Результаты возвращаются как десять пунктов на экране,

2) "Компактный" ("Compact") помещают каждый пункт в одной строке с последней датой модернизации картотеки,

3) "Детальный" ("Detailed"), который является таким же самым, как и "Стандартный".

Адрес: <http://altavista.digital.com>

Частота модернизации: Постоянно WWW-роботом.



Рисунок 5 –Поисковая система Excite

Для анализа информации Excite использует поисковую технологию Intelligent Concept Extraction, что позволяет делать запросы по образцу. Это самая популярная поисковая система в Америке. Для каждой найденной страницы она оценивает степень соответствия запросу.

Базы данных: WWW-страницы по всему миру, новости, карты, "yellow pages" ("желтые страницы"), свободно распространяемое программное обеспечение, основные цитаты, программы телевидения, погоду, E - mail адреса, рейсы авиа линий.

electronic) AND library. (цифровой или виртуальный или электронный) И библиотека.

Результаты: Результаты показаны с названием документа, разряд уместности в процентах, URL - адрес, резюме программного обеспечением документа, и опция, чтобы восстановить "More Like This"(" Скорее Этот "), которая позволяет использовать документ как ваш вопрос [4].

Адрес: <http://www.excite.com/>

Частота Модернизации: Постоянно - WWW-роботом.

Для поиска в Интернете использует многопроцессорную параллельную обработку 10. млн. страниц ежедневно. Полезная сторона Hot Bot ограничение на тип страниц по средствам выбора кнопок.

База данных: Расположенные по всему миру WWW-страницы.

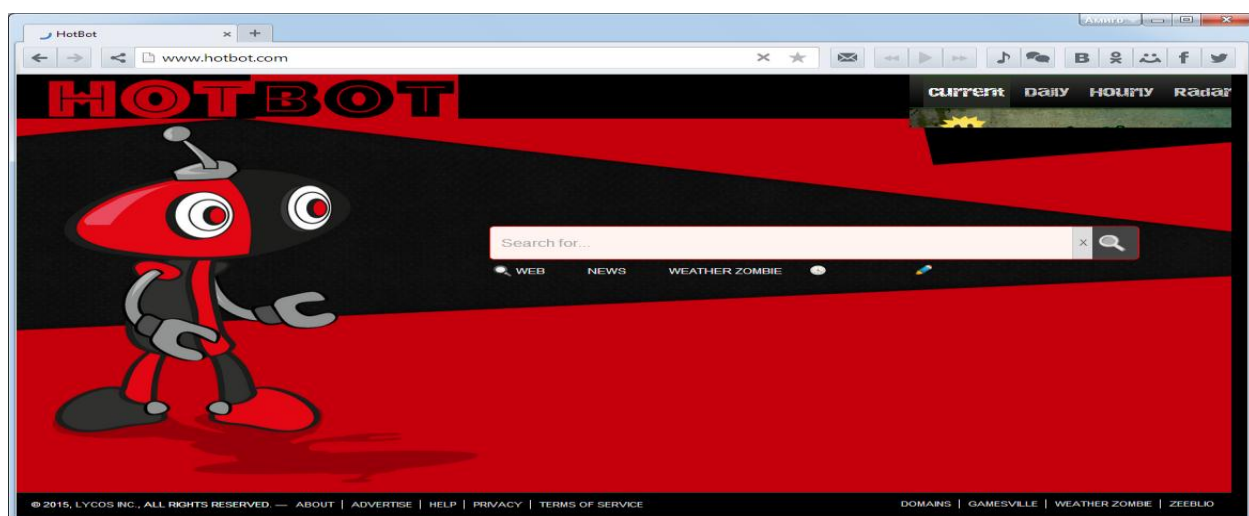


Рисунок 6 - Поисковая система HotBot

Содержание: 54 миллиона WWW-страниц (на сентябрь 1996 г.).

Поиск: Предлагает S - поиск и Эксперт(Expert (E))- поиск, поддерживает boolean-операторы (И и ИЛИ), поиск фразы, и выбор "человек "или" URL ". E-поиск также поддерживает задание даты, местоположение (страна и т.д.)

TS - поиск: использует заключение фразы в двойные кавычки (например, " слова фразы ").

Результаты: Результаты показаны с названием документа, разряд уместности в проценте, URL, размер документа.

Адрес: <http://www.hotbot.com/>

Частота модернизации: Постоянно WWW-роботом ("Slurp").



Базы данных: расположенные по всему миру WWW-страницы, новости, запасают цитаты, карты, желтые страницы("yellow pages"), e mail адреса, и т.д.

Содержание: Главный база данных: 50 миллионов URL-адресов. (на сентябрь 1996 г.)

Результаты: Включает название документа, размер картотеки, URL, краткое резюме, извлеченное из документа, и разряд уместности в процентах.

Адрес: <http://www.infoseek.com/>

Частота Модернизации: Постоянно WWW-роботом.

Дополнительная информация: в случае большого количества информации см. <http://info.infoseek.com/>.

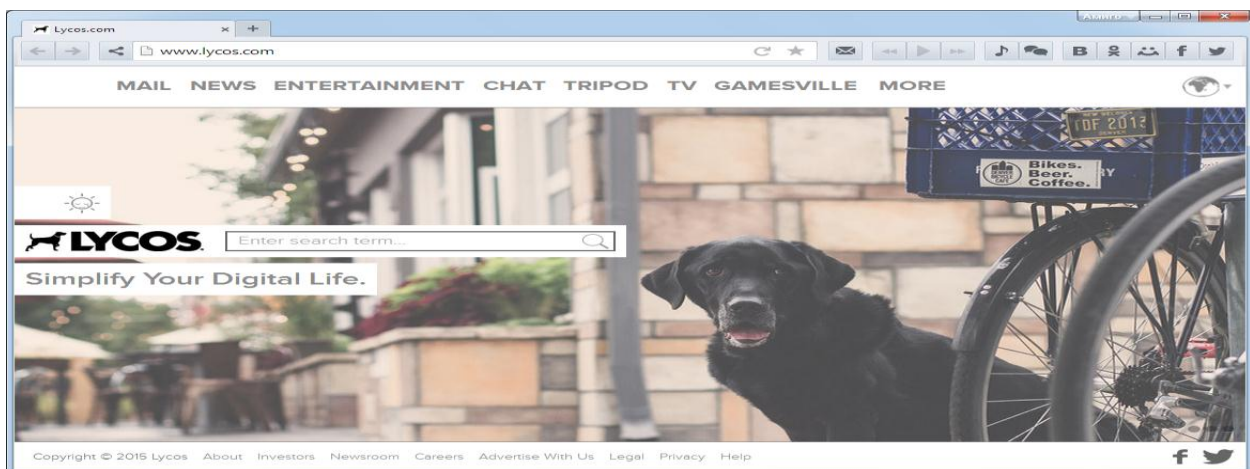


Рисунок 7 - Поисковая система

Lycos – одна из первых поисковых машин. Машина удобна для работы с поиском и для одновременного просмотра сайтов. При выводе информации показывает краткий обзор, и найденные адреса.

Базы данных: расположенные по всему миру WWW-страницы, звуки, картины, "top 5% sites"

Поиск: предлагает S - поиск и клиентурный(Custom (C)) поиск. C-поиск поддерживает boolean-операторы AND и OR (И и ИЛИ), также как некоторые другие назначения.

Результаты: результаты внесены в упорядоченный список; информация включает адрес документа (URL), название, размер файла, и выдержки из файла.

Адрес: <http://www.lycos.com/>

Частота модернизации: постоянно WWW-роботом.

ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ПОИСКОВЫХ СИСТЕМ

Интеллектуальные агенты выполняют инструкции от имени пользователя, имеют некоторую самостоятельность. После поиска они оповещают пользователя о результатах. Агенты учатся в результате своей деятельности.

Интеллектуальность – обучение на основе обратной связи по примерам ошибками посредством взаимодействия с другими агентами.

Простота использования – можно тренировать агента используя естественный язык.

Индивидуальный подход – адаптация к предпочтениям пользователей.

Интегрированность – непрерывное обучение применение уже имеющихся знаний к новым ситуациям.

Автономность – ощущение окружающей среды, и анализ выводов.

Список литературы

1. Компьютерные технологии в жизненном цикле изделия: Учебное пособие/ Яблочников Е.И., Фомина Ю.Н., Саломатина А.А. СПб: СПбГУ ИТМО, 2010.
2. Возможности поисковых систем Google и Yandex / Н.Г. Соколов, Москва-2014.
3. Поисковые системы и продвижение сайтов в Интернете/Колисниченко Д.Н, 2007, 272-с.
4. www.citforum.ru - CIT forum, Поисковые системы в сети Интернет

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ

УДК 519.86:621.313.322:621.3.013.8

ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ РОТОРА ГЕНЕРАТОРА ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ПАРАМЕТРОВ ВНЕШНЕЙ СЕТИ

Абдылдаева Мээрим Таалайбековна, преподаватель, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира 66. Тел: 0312-54-51-30, e-mail: meki-88@mail.ru ORCID ID [0000-0002-7871-6741](https://orcid.org/0000-0002-7871-6741)

Джунуев Тимур Тилегенович, старший преподаватель, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира 66. Тел: 0312-54-51-30, e-mail: timaaha@mail.ru ORCID ID [0000-0001-6143-2606](https://orcid.org/0000-0001-6143-2606)

Умаров Жумаке Эдилович, магистр, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, ORCID ID [0000-0002-4847-7399](https://orcid.org/0000-0002-4847-7399)

Шаршенбеков Марлис Шаршенбекович, магистр, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, ORCID ID [0000-0003-2128-7242](https://orcid.org/0000-0003-2128-7242)

Аннотация: Как известно, положение ротора относительно поля статора зависит от величины нагрузки. Это положение характеризуется углом δ между вектором ЭДС E_q и отрицательным направлением вектора напряжения сети U_c . Любое изменение факторов, влияющих на нагрузку (напряжения сети U_c , тока возбуждения I_f или момента турбины M_T) приводит к изменению положения ротора.

С увеличением коэффициента усиления μ угол вылета ротора увеличивается, а при отсутствии демпфирования неограниченно возрастает. Уменьшение коэффициента демпфирования D (жесткая механическая характеристика) при малых значениях синхронизирующего момента m_c (работа вблизи предела статической устойчивости) переходный процесс имеет аperiodический характер).

При работе синхронной машины параллельно с сетью ротор независимо от нагрузки вращается с постоянной частотой, но положение ротора относительно поля статора зависит от величины нагрузки. Это положение характеризуется углом δ между вектором ЭДС E_q и отрицательным направлением вектора напряжения сети U_c . Любое изменение факторов, влияющих на нагрузку (напряжения сети U_c , тока возбуждения I_f или момента турбины M_T) приводит к изменению положения ротора. Новое значение угла δ устанавливается после переходного процесса, имеющего колебательный характер.

Ключевые слова: синхронная машина, сеть, ротор, статор, частота, нагрузка, электродвижущая сила, напряжение, ток, возбуждение, турбина, колебание, качение, синхронная скорость.

FORCED OSCILLATIONS OF THE GENERATOR'S ROTOR WHEN CHANGING THE PARAMETERS OF THE EXTERNAL NETWORK

Abdyldaeva Meerim Taalaybekovna, teacher, Kyrgyzstan, 720044, c.Bishkek, KSTU named after I.Razzakov. Phone: 0312-54-51-30, e-mail: meki-88@mail.ru ORCID ID [0000-0002-7871-6741](https://orcid.org/0000-0002-7871-6741)

Dzhunuev Timur Tilegenovich, senior lecturer, Kyrgyzstan, 720044, c.Bishkek, KSTU named after I.Razzakov. Phone: 0312-54-51-30, e-mail: timaaha@mail.ru ORCID ID [0000-0001-6143-2606](https://orcid.org/0000-0001-6143-2606)

Umarov Zhumake Edilovich, Master, Kyrgyzstan, 720044, c.Bishkek, KSTU named after I.Razzakov. ORCID ID [0000-0002-4847-7399](https://orcid.org/0000-0002-4847-7399)

Abstract: As is well known, the position of the rotor relative to the stator field depends on the magnitude of the load. This position is characterized by an angle δ between the EMF vector E_q and the negative direction of the voltage vector of the network U_c . Any change in the factors affecting the load (the voltage of the U_c network, the excitation current I_f , or the torque of the turbine M_T) leads to a change in the position of the rotor.

With an increase in the amplification factor μ , the angle of departure of the rotor increases, and in the absence of damping increases indefinitely. The decrease in the damping coefficient D (a stiff mechanical characteristic) at small values of the synchronizing torque m_c (work near the limit of static stability) the transient process has an aperiodic character).

When the synchronous machine is running parallel to the network, the rotor rotates independently of the load at a constant frequency, but the position of the rotor relative to the stator field depends on the magnitude of the load. This position is characterized by an angle δ between the EMF vector E_q and the negative direction of the voltage vector of the network U_c . Any change in the factors affecting the load (the voltage of the U_c network, the excitation current I_f or the torque of the turbine M_T) leads to a change in the position of the rotor. The new value of the angle δ is established after the transient process, which has an oscillatory character.

Keywords: synchronous machine, network, rotor, stator, frequency, load, electromotive force, voltage, current, excitation, turbine, oscillation, synchronous speed.

При работе синхронной машины параллельно с сетью ротор независимо от нагрузки вращается с постоянной частотой, но положение ротора относительно поля статора зависит от величины нагрузки. Это положение характеризуется углом δ между вектором ЭДС E_q и отрицательным направлением вектора напряжения сети U_c . Любое изменение факторов, влияющих на нагрузку (напряжения сети U_c , тока возбуждения I_f или момента турбины M_T) приводит к изменению положения ротора [1÷6]. Новое значение угла δ устанавливается после переходного процесса, имеющего колебательный характер. Поскольку вектор напряжения сети U_c вращается с постоянной угловой скоростью ω_c , соответствующей частоте сети f_c , то колебания угла δ происходят в результате механических качаний ротора относительно синхронной скорости.

Рассмотрим характер качаний ротора, вызванных малым изменением внешнего момента

$$M_T = M_{T(0)} + \Delta M_T \quad (1)$$

Движение ротора описывается дифференциальными уравнениями

$$M_T - M_B = \frac{J}{p} \frac{d\omega_r}{dt} \quad (2)$$

$$\frac{d\theta}{dt} = \omega_r - \omega_c \quad (3)$$

При качаниях ротора электромагнитный момент M_B представляет собой сумму синхронного M_θ и асинхронного M_D моментов,

$$M_B = M_\theta - M_D.$$

Синхронный момент M_θ является нелинейной функцией угла δ , а асинхронный момент M_D является нелинейной функцией скольжения

$$s = -\frac{d\theta}{dt}$$

Используя линеаризацию этих нелинейных функций с помощью соотношений

$$M_{\theta} = M_{\theta(0)} + \frac{\partial M_{\theta}}{\partial \theta} \Delta \theta = M_{\theta(0)} + m_c \Delta \theta;$$

$$M_D = -\frac{\partial M_D}{\partial s} \Delta s = D \cdot \frac{d\Delta \theta}{dt}$$

и учитывая, что $\frac{d\omega_r}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2}$, преобразуем уравнения движения ротора к виду

$$\frac{J}{p} \frac{d^2\Delta \theta}{dt^2} + D \cdot \frac{d\Delta \theta}{dt} + m_c \Delta \theta = \Delta M_T \quad (4)$$

Решение этого уравнения известно:

$$\Delta \theta = C_1 e^{\lambda_1 t} + C_2 e^{\lambda_2 t} + \frac{\Delta M_T}{m_c} \quad (5)$$

где C_1, C_2 - постоянные интегрирования; λ_1, λ_2 - корни характеристического уравнения

$$\frac{J}{p} \lambda^2 + D\lambda + m_c = 0,$$

$$\lambda_{1,2} = -\frac{Dp}{2J} \pm \sqrt{\frac{D^2 p^2}{4J^2} - \frac{m_c p}{J}} \quad (6)$$

Подкоренное выражение определяет собственную частоту колебаний ротора:

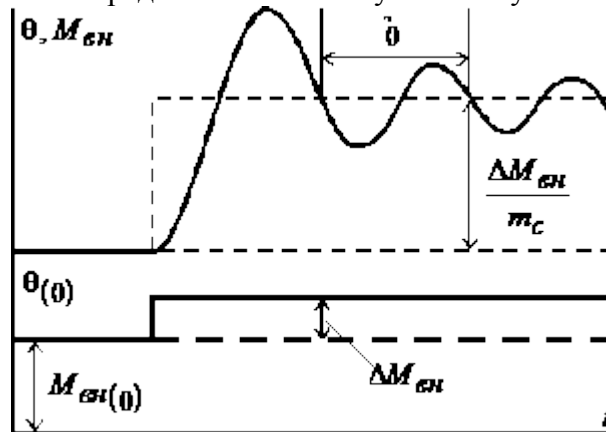


Рис. 1. Характер изменения движения ротора.

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{m_c p}{J} - \frac{D^2 p^2}{4J^2}} \quad (7)$$

а первое слагаемое характеризует коэффициент затухания качаний $\alpha_D = \frac{Dp}{2J}$. При корнях $\lambda_{1,2} = -\alpha_D \pm j\omega_0$ решение дифференциального уравнения движения ротора можно записать в виде

$$\Delta \theta = \sqrt{C_1^2 + C_2^2} \cdot e^{-\alpha_D t} \cos(\omega_0 t + \varphi_0) + \frac{\Delta M_T}{m_c}, \quad (8)$$

где $\varphi_0 = \arctg \frac{C_1}{C_2}$.

На рис. 1 показан характер движения ротора при малом изменении внешнего момента.

Период собственных колебаний ротора составляет $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} \approx 1 \div 0,5 \text{ с}$, а время затухания

$$t_{nn} \approx \frac{3}{\alpha_D} \approx \frac{6J}{Dp} \approx 1 \div 2 \text{ с}.$$

Отсюда видно, что наличие демпферной обмотки вызывает уменьшение амплитуды колебаний агрегата обратно пропорционально величине коэффициента рассеяния D , влияние синхронной жесткости и момента инерции агрегата на амплитуду колебаний меньше, чем влияние демпферной обмотки. Установившееся движение при указанных условиях резонанса описывается формулой

$$\Delta\theta(t) = \sum_{v=1}^k \frac{\Delta M_v}{\omega_c D} \cos(v\omega_{\mu}t - \psi_v) \quad (9)$$

Из этой формулы следует, что при малом демпфирующем эффекте у генератора, включенного на шины энергосистемы, размах колебаний ротора возрастает.

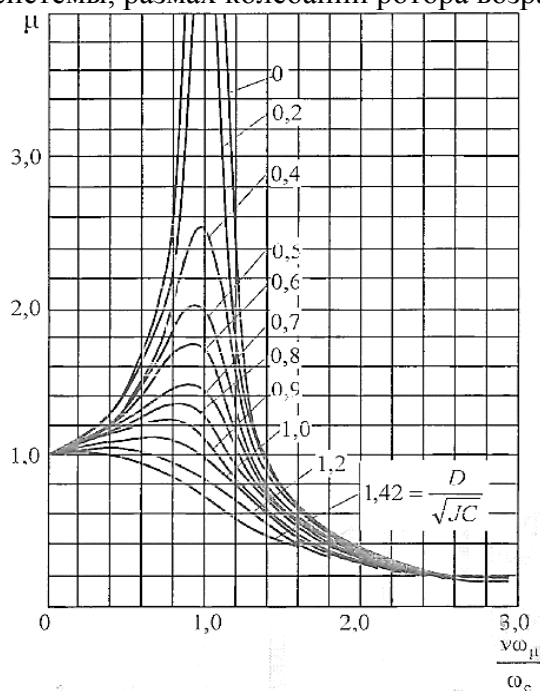


Рис. 2. Амплитудно – частотные кривые, построенные для различных значений

величины $\frac{2\alpha}{\omega_c} = \frac{D}{\sqrt{JS}}$

Возбуждение генератора изменяется под влиянием системы автоматического регулирования. Степень изменения, как показывают натурные испытания, будет зависеть от типа системы возбуждения. Системы, реагирующие на отклонение напряжения от номинальной величины, в слабой степени изменяют возбуждение машины, а системы самовозбуждения, обеспечивающие регулирование пропорционально току статора, в большей степени воздействуют на возбуждение генератора. Использование производных от величин контролируемых параметров режима - «сильное регулирование» наиболее «сильно» воздействует на возбуждение генератора [7÷9].

В практических исследованиях колебаний синхронных агрегатов, автоматическое регулирование возбуждения “которых осуществляется регуляторами указанного типа, чувствительными только к изменению напряжения машин, можно принимать величину возбуждения постоянной; для генераторов с саморегулированием степень изменения возбуждения может быть определена при помощи угловой характеристики и векторной диаграммы машины.

В рассматриваемом здесь случае постоянства напряжения на зажимах генератора мощность последнего при колебаниях его ротора около положения равновесия может быть определена по угловой характеристике

$$P = C\theta$$

но $P = UI\cos\varphi$, и следовательно

$$UI \cos \varphi = C \theta.$$

Варьируя это равенство, получаем

$$I_0 \cos \varphi_0 \delta U + U_0 I_0 \sin \varphi_0 \delta \varphi + U_0 \cos \varphi_0 \delta I = C \delta \theta \quad (10)$$

Имея в виду, что напряжение здесь - величина постоянная, и принимая нагрузку с постоянным значением коэффициента мощности, находим

$$\Delta I = \frac{C}{U_0 \cos \varphi_0} \Delta \theta = k_c \Delta \theta \quad (11)$$

Из векторной диаграммы, приведенной на рис. 3, можно получить следующее соотношение:

$$E_{qe}^2 = k_u^2 U^2 + 2k_i k_u U I \sin \varphi + k_i^2 I^2 \quad (12)$$

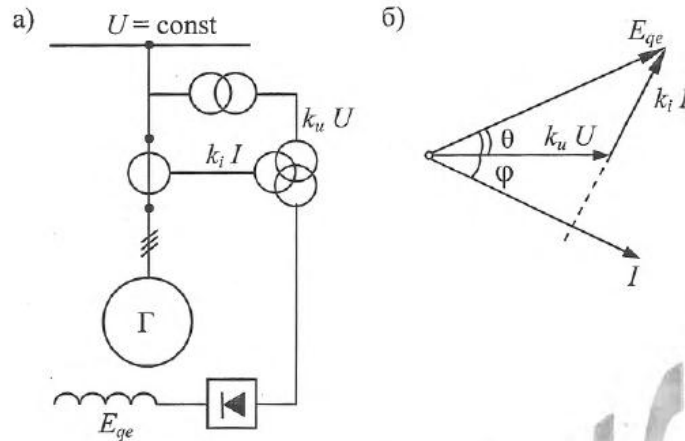


Рис. 3. Принципиальная схема возбуждения (а) и векторная диаграмма (б) генератора с саморегулированием, включенного на сеть бесконечной мощности

Варьируя это соотношение, находим

$$2E_{qe0} \delta E_{qe} = 2k_u^2 U_0 \delta U + 2k_i k_u (U_0 I_0 \cos \varphi_0 \delta \varphi + I_0 \sin \varphi_0 \delta U + U_0 \sin \varphi_0 \delta I) + 2k_i^2 I_0 \delta I$$

и в соответствии с принятыми условиями получим зависимость для приращения ЭДС

$$\Delta E_{qe} = \frac{k_i (k_u U_0 \sin \varphi_0 + k_i I_0)}{E_{qe0}} \Delta I = k_e \Delta I \quad (13)$$

Приращение ЭДС соответствует приращению возбуждения ΔU_B , а в относительных единицах равно ему. В этой же системе единиц следует принять $k_i=1$, $k_u=1$ и, кроме того, $U_0 = U_{НОМ} = 1$ (если рассматривается режим при номинальном напряжении). С учетом этих замечаний последнее выражение после подстановки примет вид зависимости величины возбуждения генератора с саморегулированием от угла отклонения ротора

$$\Delta E_{qe} = \Delta U_B = \frac{(\sin \varphi_0 + I_0) C}{E_{qe0} \cos \varphi_0} \Delta \theta = k_c k_e \Delta \theta = k_\theta \Delta \theta \quad (14)$$

В этой формуле величины с индексом 0 принимаются для установившегося положения, около которого происходят колебания ротора генератора.

Изменение ЭДС за переходным и синхронным сопротивлениями в зависимости от напряжения возбуждения определяется уравнением

$$T_{d0} \frac{dE'_q}{dt} + E'_q = U_B \quad (15)$$

Величины ЭДС в этом уравнении определяются равенствами

$$E_q = U \cos \theta + x_d I_d + r_a I_q$$

$$E'_q = U \cos \theta + x'_d I_d + r_a I_q$$

из которых, пренебрегая активным сопротивлением обмотки статора и учитывая зависимость $I_d = I \sin \psi$, можно найти

$$E'_q = E_q - (x_d - x'_d) I \sin \psi \quad (16)$$

Подставляя это выражение в указанное выше уравнение, имеем

$$T_{d0} \frac{dE_q}{dt} - T_{d0} (x_d - x'_d) \frac{d}{dt} I \sin \psi + E_q = U_B$$

Варьируя члены этого уравнения, можно получить

$$T_{d0} \frac{d}{dt} \delta E_q - T_{d0} (x_d - x'_d) \frac{d}{dt} (I_0 \delta \sin \psi + \sin \psi_0 \delta I) + \delta E_q = \delta U_B \quad (17)$$

Будем полагать, что при колебаниях угла вылета ротора фазовый угол нагрузки остается постоянным, и заменим символ вариации на символ малого приращения. Тогда последнее уравнение примет вид

$$T_{d0} \Delta \dot{E}_q - T_{d0} (x_d - x'_d) (I_0 \cos \psi_0 \Delta \dot{\theta} + \sin \psi_0 \Delta \dot{I}) + \Delta E_q = \Delta U_B$$

Подставляя сюда значения приращения возбуждения (14) и вычисляемого из (11) приращения производной тока, окончательно получим уравнение изменения ЭДС синхронной машины с саморегулированием при колебаниях угла вылета ротора в вариациях

$$T_{d0} \Delta \dot{E}_q + \Delta E_q = k_\Delta \Delta \dot{\theta} + k_\theta \Delta \theta \quad (18)$$

где

$$k_\Delta = T_{d0} (x_d - x'_d) (I_0 \cos \psi_0 + k_c \sin \psi_0) \quad (19)$$

Подобным образом на основании выражений, определяющих действие автоматических регуляторов возбуждения в зависимости от угла вылета ротора, могут быть выведены искомые дифференциальные уравнения для других типов систем возбуждения машины [10].

На основании вышеуказанного можно заключить:

- С увеличением коэффициента усиления μ угол вылета ротора увеличивается, а при отсутствии демпфирования неограниченно возрастает.
- Уменьшение коэффициента демпфирования D (жесткая механическая характеристика) при малых значениях синхронизирующего момента m_s (работа вблизи предела статической устойчивости) переходный процесс имеет аperiodический характер).

Список литературы

1. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. [Текст]/ Учебник для электроэнергетических спец. вузов. / В.А. Веников - 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Высшая школа. 1970. - 472 с., с ил.
2. Веников В.А. Электрические системы. Режимы работы электрических систем и сетей. Веников В.А., Жуков Л.А., Поспелов Г.Е.//Под ред. Веникова В.А. - Высшая школа, 1975, - 344 с.
3. Джунуев Т.Т. Допустимость применение НАПВ на линии 110 кВ, соединяющей ТЭЦ с системой соизмеримой мощности. Теоретический и прикладной научно-технический журнал «Известия», КГТУ, №3(36), 2015.
4. Ульянов С.А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах. [Текст]/ Учебник для электроэнергетических и энергетических вузов и факультетов. - М.: Энергия, 1970.
5. Жданов П.С. Вопросы устойчивости электрических систем. [Текст]/ Жданов П.С.// Под ред. А.Жукова. - М.: Энергия, 1979. - 456 с. ил.
6. Важнов А.И. Переходные процессы в машинах переменного тока. [Текст]/ А.И. Важнов. - Л.: Энергия, 1980. - 255 с.
7. Джунуев Т.Т. Определение балансирующего узла ЭЭС ограниченной мощности. Теоретической и прикладной научно – технический журнал Известия, КГТУ, № 32 (часть 1),

2014, 343-345 с.

8. Джунуев Т.Т. Анализ аварийных режимов работы энергосистемы в условиях отсутствие аварийного резерва. Энергетика: управление, качество и эффективность использования энергоресурсов: сб. трудов восьмой Международной конференции. Благовещенск, 2015. – 578 с.

9. Джунуев Т. Переходные процессы при упрощенном представлении электроэнергетической системы ограниченной мощности. [Текст]/ Джунуев Т., Козлов А.Н. // Сборник научных трудов «Вестник» Амурского государственного университета Энергетика, серия 57, 2012. - 6 с.

10. Горев А.А. Переходные процессы синхронной машины [Текст]/ А.А. Горев. –М. – Л., ГЭИ,1950.

УДК 519.86:621.313.322:621.3.013.8

СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ РОТОРА ГЕНЕРАТОРА ПРИ ВОЗМУЩЕННЫХ ВО ВНЕШНЕЙ СЕТИ

Абдылдаева Мээрим Таалайбековна, преподаватель, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира 66. Тел: 0312-54-51-30, e-mail: meki-88@mail.ru ORCID ID 0000-0002-7871-6741

Абасканова Асыл Кубанычбековна, магистр, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира 66. [ORCID ID 0000-0003-0931-2601](https://orcid.org/0000-0003-0931-2601)

Сабыржан кызы Асель, магистр, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира 66. [ORCID ID 0000-0002-9879-179X](https://orcid.org/0000-0002-9879-179X)

Алымбаев Эрлан Айтбекович, магистр, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира 66 [ORCID ID 0000-0002-4606-6799](https://orcid.org/0000-0002-4606-6799)

Аннотация: Каждый синхронный агрегат, рассматриваемый с позиций аналитической динамики, может быть представлен в виде обычной крутильной схемы, состоящей из ряда дисков (маховиков) – аккумуляторов кинетической энергии, соединенных между собой упругими связями, включая связь между генератором и сетью.

Схема, отличается от известных крутильных схем упругой связью между ротором генератора и «массой» сети, имеющей бесконечно большую величину. Эта упругая связь характеризуется синхронной жесткостью генератора, которая зависит от режима последнего.

Если демпферный эффект у машины отсутствует, то коэффициент затухания $\alpha=0$, т.е. имеют место незатухающие колебания с угловой частотой ω_c , называемой угловой частотой системы без демпфирования.

Если при включенном возбуждении синхронная связь генератора с сетью отсутствует (синхронная жесткость равно нулю), то коэффициент затухания совпадает по величине с угловой частотой ($\alpha=\beta$), т.е. при начальной скорости угла вылета ротора, не равной нулю, никакая сила не препятствует изменению этого угла. Наоборот, если в начальный момент имеет место изменение этого угла, то с течением времени его величина приобретает значение

$$\Delta\theta(t) = \Delta\theta_0 + \Delta\dot{\theta} \frac{J}{D},$$

иллюстрирующее движение ротора при тормозном эффекте демпферной обмотки.

Ключевые слова: турбогенератор, кинетическая энергия, одномассовая система, ротор, агрегат, аккумулятор, ротор, режим.

FREE OSCILLATIONS OF THE GENERATOR ROTOR WHEN DISTURBED IN THE EXTERNAL NETWORK

Abdyldaeva Meerim Taalaybekovna, teacher, Kyrgyzstan, 720044, c.Bishkek, KSTU named after I.Razzakov. Phone: 0312-54-51-30, e-mail: meki-88@mail.ru [ORCID ID 0000-0002-7871-6741](#)

Abaskanova Asyl Kubanychbekovna, Master, KSTU them. I.Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Mira Ave. 66. [ORCID ID 0000-0003-0931-2601](#)

Sabyrzhan kyzy Asel, Master, KSTU them. I.Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Mira Ave. 66. [ORCID ID 0000-0002-9879-179X](#)

Alymbaev Erlan Aitbekovich, Master, KSTU them. I.Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Mira Ave. 66. [ORCID ID 0000-0002-4606-6799](#)

Abstract: Each synchronous unit, considered from the standpoint of analytical dynamics can be represented as a simple torsional scheme, consisting of a number of disks (flywheels) – accumulators of kinetic energy connected by elastic connections, including the connection between the generator and the network.

The scheme differs from known schemes of torsional elastic connection between the rotor of the generator and ground network that has an infinite value. This elastic connection stiffness is characterized by a synchronous generator depends on the mode of the latter.

If there is no damping effect for the machine, then the damping coefficient is $\alpha = 0$, i.e. there are undamped oscillations with an angular frequency ω_c , called the angular frequency of the system without damping.

If there is no synchronous link between the generator and the network when the excitation is switched on (the synchronous rigidity is zero), then the attenuation coefficient coincides in magnitude with the angular frequency ($\alpha = \beta$), i.e. with the initial velocity of the angle of the rotor's departure not equal to zero, no force prevents the change of this angle. Conversely, if, at the initial moment, this angle changes, then in the course of time its value acquires a value

$$\Delta\theta(t) = \Delta\theta_0 + \Delta\dot{\theta} \frac{J}{D},$$

illustrating the motion of the rotor with the braking effect of the damper winding.

Keywords: turbo-generator, kinetic energy, single-mass system, rotor, aggregate, battery, rotor, mode.

Каждый синхронный агрегат, рассматриваемый с позиций аналитической динамики, может быть представлен в виде обычной крутильной схемы, состоящей из ряда дисков (маховиков) – аккумуляторов кинетической энергии, соединенных между собой упругими связями, включая связь между генератором и сетью. Например, на рис. 1 приведена крутильная схема турбогенератора [1].

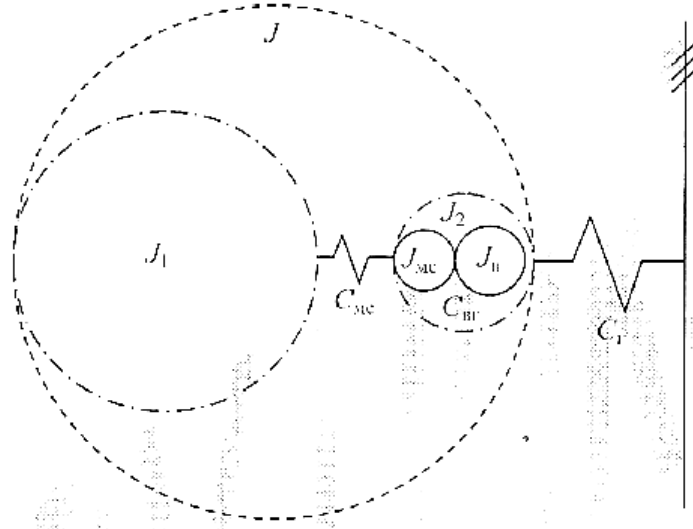


Рис. 1. Крутильная схема синхронного турбогенератора, включенного на шины энергосистемы и представление ее двухмассовой (J_1, J_2) и одномассовой (J) схемами.

Моменты инерции: J_1 – ротора турбины; J_2 – ротора генератора; J_6 – якоря возбудителя; J_{mc} – муфты соединительной;

Жесткости: C_{mc} – соединительной муфты «турбина – генератор»; C_{bz} – соединительной муфты «генератор – возбудитель»; C_z – «синхронного вала»

Схема, отличается от известных крутильных схем упругой связью между ротором генератора и «массой» сети, имеющей бесконечно большую величину. Эта упругая связь характеризуется синхронной жесткостью генератора, которая зависит от режима последнего.

Кинетическая энергия приведенной системы определяется по общей формуле (1)

$$T = \frac{1}{2} (J_T \theta_T^2 + J_{mc} \theta_{mc}^2 + J_G \theta_G^2 + J_B \theta_B^2) \quad (1)$$

где J_T, J_{mc}, J_G, J_B – моменты инерции эквивалентных масс агрегата: ротора турбины, муфты турбины, муфты соединительной, ротора генератора, якоря возбудителя; $\theta_T, \theta_{mc}, \theta_G, \theta_B$ – соответствующие углы поворота маховых масс.

Анализ крутильных схем агрегатов показывает, что упругие связи в них имеют различные значения. Линия вала агрегата, включенного на сеть, состоит из участков стального вала, колодок соединительной муфты и «электромагнитного вала» между сетью и ротором.

Податливость упругого вала вычисляется по известной формуле

$$l = \frac{l_B}{G \cdot J_P},$$

где G – модуль сдвига материала, $\text{кг} \cdot \text{см}^{-2}$; l_B – длина скручиваемого участка вала, см ; J_P – полярный момент сечения вала, см^4 .

Модуль сдвига стали составляет $82 \cdot 10^4 \text{ кг} \cdot \text{см}^{-2}$, резины – $7 \text{ кг} \cdot \text{см}^{-2}$. Такое соотношение модулей материалов дает право считать стальные валы двигателя и генератора абсолютно жесткими и рассматривать упругие связи только соединительной муфты и «электромагнитного вала».

Податливость синхронной связи между ротором генератора и шинами сети, приведенная к валу двигателя, может быть вычислена по формуле (2)

$$l_3 = \frac{n \eta_r \cdot 10^{-2}}{975 p S_r} \left[\frac{x_d \cdot x_q}{U E_q x_q \cos \theta_0 + (x_d - x_q) U^2 \cos 2\theta_0} \right], \quad \text{кг} \cdot \text{см}^{-1} \quad (2)$$

(величины в квадратных скобках принимаются в относительных единицах). Например, для турбогенератора ТВВ-200-2 мощностью 200 МВт при 3000 об/мин податливость без

нагрузки и с номинальной нагрузкой соответственно равна $4,37 \cdot 10^{-7} \text{ кг}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ и $1,95 \cdot 10^{-7} \text{ кг}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$, а для генератора ГСС 114-8 мощностью 150 кВт при 750 об/мин податливость без нагрузки и с номинальной нагрузкой соответственно равна $6,9 \cdot 10^{-6} \text{ кг}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ и $4,3 \cdot 10^{-6} \text{ кг}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$.

В приближенных расчетах, в которых не требуется оценивать влияние ЭДС, напряжения и других параметров на синхронную жесткость, последняя может быть вычислена по формулам (3)

$$C_{\Gamma} = \frac{S \cdot \cos \varphi}{\theta_0}, \text{ о.е.}, C_{\Gamma} = \frac{p \cdot M_{\text{Д}}}{\theta_0}, \text{ кг} \cdot \text{м} \quad (3)$$

где θ_0 – угол вылета ротора берется в радианах. Первая формула дает величину электрической синхронной жесткости генератора, вторая – ту же величину, приведенную к валу двигателя [2].

Податливость электрической синхронной связи между валом генератора и шинами сети определится в виде

$$l_{\text{э}} = \frac{\theta_0}{p \cdot M_{\text{Д}}}, \text{ кг}^{-1} \cdot \text{см}^{-1} \quad (4)$$

где θ_0 – угол вылета ротора.

При обычных параметрах синхронная податливость генератора в сотни раз превышает податливость вала и в десятки раз – податливость соединительной муфты, имеющей упругие колодки. Поэтому крутильная многомассовая схема синхронного агрегата с целью определения низких частот свободных колебаний может быть сведена к трехмассовой, двухмассовой и одномассовой системе.

В трехмассовой схеме замещения один момент инерции (J_1) включает в себя моменты инерции всех вращающихся масс двигателя вместе с маховиком, другой (J_{MC}) является моментом инерции соединительной муфты и, наконец, третий (J_{Γ}) – моментом инерции ротора генератора. Момент инерции «массы сети» принимается равным бесконечно большой величине. Крутильные жесткости между массами представляют собой жесткость колодок соединительной муфты, стального вала генератора и его синхронную жесткость.

Таким образом,

$$\left. \begin{aligned} J_1 &= \sum_{k=1}^6 J_{\text{ук}} + J_{\text{M}}; & C_1 &= C_{\text{MC}}; & \theta_1 &= \theta_{\text{M}} \\ J_2 &= J_{\text{MC}}; & C_2 &= C_{\text{BG}}; & \theta_2 &= \theta_{\text{MC}} \\ J_3 &= J_{\Gamma}; & C_3 &= C_{\Gamma}; & \theta_3 &= \theta_{\Gamma} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

В двухмассовой схеме замещения один из моментов инерции (J_1) остается прежним: включает в себя моменты инерции вращающихся частей двигателя вместе с маховиком, а другой (J_2) складывается из моментов инерции соединительной муфты и ротора генератора. Соответственно обе маховые массы соединены упругой связью, определяемой жесткостью колодок муфты, а упругая связь второй маховой массы с сетью – синхронной жесткостью генератора, т.е.

$$\left. \begin{aligned} J_1 &= \sum_{k=1}^6 J_{\text{ук}} + J_{\text{M}}; & C_1 &= C_{\text{MC}}; & \theta_1 &= \theta_{\text{M}} \\ J_2 &= J_{\text{MC}} + J_{\Gamma}; & C_2 &= C_{\Gamma}; & \theta_2 &= \theta_{\Gamma} \end{aligned} \right\}$$

В самой простой схеме замещения одна масса, представляемая суммарным моментом инерции агрегата, имеет упругую связь с «массой» сети, характеризуемой крутильной синхронной жесткостью, т.е.

$$J_1 = \sum_{k=1}^6 J_{uk} + J_M + J_{MC} + J_F; \quad C_1 = C_F; \quad \theta_1 = \theta_F.$$

Кинетическая и потенциальная энергия трехмассовой последовательной системы равны

$$\left. \begin{aligned} T &= \frac{1}{2} (J_1 \theta_1^2 + J_2 \theta_2^2 + J_3 \theta_3^2); \\ V &= \frac{1}{2} (C_1 (\theta_2 - \theta_1)^2 + C_2 (\theta_3 - \theta_2)^2 - C_3 \theta_3^2) \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

После подстановки этих выражений в уравнение Лангража получим систему трех дифференциальных уравнений второго порядка

$$\left. \begin{aligned} J_1 \ddot{\theta}_1 + C_1 (\theta_1 - \theta_2) &= 0 \\ J_2 \ddot{\theta}_2 + C_1 (\theta_2 - \theta_1) + C_2 (\theta_2 - \theta_3) &= 0 \\ J_3 \ddot{\theta}_3 + C_2 (\theta_3 - \theta_2) + C_3 \theta_3 &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Эта система уравнений при соответствующей подстановке значений параметров будет отражать движение двухмассовой и одномассовой систем.

В соответствии с решением дифференциальных уравнений круговая свободных колебаний для одномассовой системы

$$\omega^2 - p_1 = 0 \quad (8)$$

где $p_1 = \frac{C_1}{J_1}$.

При условии представления синхронного агрегата в виде одномассовой системы, уравнение его свободных колебаний при параллельном включении с сетью будет иметь следующий вид:

$$J_m \Delta \ddot{\theta} + D_m \Delta \dot{\theta} + C_m \Delta \theta = 0 \quad (9)$$

или

$$\Delta \ddot{\theta} + b \Delta \dot{\theta} + c \Delta \theta = 0,$$

где J_m , D_m , C_m – момент инерции, коэффициент демпфирования и синхронная жесткость, приведенные к номинальному вращающему моменту двигателя; $b = \frac{D_m}{J_m}$ – относительной коэффициент демпфирования; $c = \frac{C_m}{J_m}$ – относительной коэффициент синхронной жесткости.

Прямое \mathcal{L} - преобразование дает изображение обобщенной координаты

$$\Delta \theta(s) = \Delta \theta_0 \frac{s + a}{s^2 + bs + c} = \Delta \theta_0 \frac{A(s)}{B(s)},$$

где

$$a = b + \frac{1}{a_0}; \quad a_0 = \frac{\Delta \theta_0}{\Delta \dot{\theta}_0};$$

$\Delta \theta_0$, $\Delta \dot{\theta}$ - соответственно начальное значение приращения угла вылета ротора и скорость его изменения.

Обратное преобразование Лапласа в соответствии с формулой

$$\Delta \theta(t) = \mathcal{L}^{-1} \left[\Delta \theta_0 \frac{A(s)}{B(s)} \right] (=) \Delta \theta_0 \sum_{i=1}^2 \frac{A(s_i)}{B(s_i)} e^{s_i t},$$

позволяет получить решение $\theta(t)$ в зависимости от соотношения параметров системы, т.е. от вида корней характеристического уравнения

$$B(s) = s^2 + bs + c = 0,$$

обозначаемых здесь

$$\alpha = \frac{D_m}{2J_m}, \quad \beta = \sqrt{\omega_c^2 - \alpha^2}, \quad (10)$$

где $\omega_c^2 = \frac{C_m}{J_m}$.

Окончательный вид решения зависит от того, будет ли значение β^2 положительным, отрицательным или равным нулю.

При положительном значении величины β^2 , когда корни характеристического уравнения комплексные $\omega_c^2 > \alpha^2$, свойства инерционности и жесткости синхронной связи превалируют над влиянием демпферной обмотки, т.е. $CJ > \left(\frac{1}{2}D\right)^2$. В этом случае имеют место периодические затухающие колебания угла вылета ротора

$$\Delta\theta(t) = \Delta\theta_0 p_0 e^{-\alpha t} \cos(\beta t - \varepsilon_0) \quad (11)$$

где

$$p_0 = \sqrt{\left(\frac{1 + a_0\alpha}{a_0\beta}\right)^2 + 1}, \quad \varepsilon_0 = \arctg \frac{1 + a_0\alpha}{a_0\beta} \quad (12)$$

При отрицательном значении величины β^2 , когда корни характеристического уравнения вещественные $\alpha^2 > \omega_c^2$, превалирующее влияние оказывает демпферный эффект, т.е. $\left(\frac{1}{2}D\right)^2 > CJ$. В этом случае имеет место затухающее аperiodическое движение [3]

$$\Delta\theta(t) = \Delta\theta_0 e^{-\alpha t} \left(ch\beta t + \frac{1 + a_0\alpha}{a_0\beta} sh\beta t \right) \quad (13)$$

Последнюю формулу можно преобразовать к виду, аналогичному (11), воспользовавшись соотношениями

$$p_0 \cos \varepsilon_0 = 1, \quad p_0 \sin \varepsilon_0 = \frac{1 + a_0\alpha}{a_0\beta}$$

и тогда

$$\Delta\theta(t) = \Delta\theta_0 p_0 e^{-\alpha t} (\cos \varepsilon_0 \cdot ch\beta t + \sin \varepsilon_0 \cdot sh\beta t) \quad (14)$$

При нулевом значении величины β^2 , когда корни характеристического уравнения совпадают $\alpha^2 = \omega_c^2$, влияние инерционных свойств и жесткости синхронной связи равноценно влиянию демпферного контура генератора. В этом случае также имеет место затухающее движение ротора. Уравнение движения можно получить из уравнения (13) отыскивая предел $\lim_{\beta \rightarrow 0} \Delta\theta(\beta)$

$$\Delta\theta(t) = \Delta\theta_0 e^{-\alpha t} \quad (15)$$

Таким образом, во всех трех случаях затухание движения ротора генератора в рассматриваемой системе определяется коэффициентом затухания α , а свободные колебания имеют угловую частоту β с периодом $T = \frac{2\pi}{\beta}$, или

$$T = \frac{2\pi}{\omega_c \sqrt{1 - \left(\frac{\alpha}{\omega_c}\right)^2}} = \frac{T_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{\alpha}{\omega_c}\right)^2}} \quad (16)$$

где T_0 – период свободных колебаний системы без затухания.

В исследовании движения генератора можно отметить следующее:

- Если демпферный эффект у машины отсутствует, то коэффициент затухания $\alpha=0$, т.е. имеют место незатухающие колебания с угловой частотой ω_c , называемой угловой частотой системы без демпфирования;
- Если при включенном возбуждении синхронная связь генератора с сетью отсутствует (синхронная жесткость равно нулю), то коэффициент затухания совпадает по величине с угловой частотой ($\alpha=\beta$) и уравнение приобретает вид

$$\Delta\theta(t) = \Delta\theta_0 + \frac{\Delta\dot{\theta}}{2\alpha}(1 - e^{-2\alpha t})$$

т.е. при начальной скорости угла вылета ротора, не равной нулю, никакая сила не препятствует изменению этого угла. Наоборот, если в начальный момент имеет место изменение этого угла, то с течением времени его величина приобретает значение

$$\Delta\theta(t) = \Delta\theta_0 + \Delta\dot{\theta} \frac{J}{D},$$

иллюстрирующее движение ротора при тормозном эффекте демпферной обмотки.

Список литературы

1. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. [Текст]/ Учебник для электроэнергетических спец. вузов. / В.А. Веников - 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Высшая школа. 1970. - 472 с., с ил.
2. Веников В.А. Электрические системы. Режимы работы электрических систем и сетей. Веников В.А., Жуков Л.А., Поспелов Г.Е.//Под ред. Веникова В.А. - Высшая школа, 1975, - 344 с.
3. Джунуев Т.Т. Допустимость применение НАПВ на линии 110 кВ, соединяющей ТЭЦ с системой соизмеримой мощности. Теоретический и прикладной научно-технический журнал «Известия», КГТУ, №3(36), 2015.
4. Ульянов С.А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах. [Текст]/ Учебник для электроэнергетических и энергетических вузов и факультетов. - М.: Энергия, 1970.
5. Жданов П.С. Вопросы устойчивости электрических систем. [Текст]/ Жданов П.С.// Под ред. А.Жукова. - М.: Энергия, 1979. - 456 с. ил.
6. Важнов А.И. Переходные процессы в машинах переменного тока. [Текст]/ А.И. Важнов. - Л.: Энергия, 1980. - 255 с.
7. Джунуев Т.Т. Определение балансирующего узла ЭЭС ограниченной мощности. Теоретической и прикладной научно – технический журнал Известия, КГТУ, № 32 (часть 1), 2014.,343-345 с.
8. Соколов Н.И. Применение аналоговых вычислительных машин в энергетических системах. [Текст]/ Под ред. Н.И. Соколова. М.: Энергия, 1970. - 400 с. с ил.
9. Лоханин Е.К. Методика расчёта и анализа длительных переходных режимов. [Текст]/ Лоханин Е.К.//Электричество, 1995№ 12.
10. Джунуев Т. Исследование характеристик мощности генераторов в электроэнергетической системе ограниченной мощности [Текст] / Т. Джунуев // Сборник трудов шестой Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, том 1, Электроэнергетика, Благовещенск, 2011. - 9 с.

УДК 658. 261:621.311.214 (282.255.216)

ВЛИЯНИЕ ВОДНОСТИ Р. НАРЫН НА РЕЖИМ РАБОТЫ ТОКТОГУЛЬСКОГО КАСКАДА ГЭС

Айткеев Бектурсун Бейшенович, к.т.н., доцент, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира 66. Тел: 0312-54-51-42, e-mail: baitkeev@mail.ru ORCID ID 0000-0001-6957-8298

Аннотация. Рассмотрены проблемы эффективного использования и управления водно-энергетическими ресурсами Кыргызской Республики и пути их решения. Представлены сведения о влиянии водности р.Нарын и объема экспортных поставок электроэнергии на режим работы гидростанций каскада Токтогульских ГЭС. Приведены схемы работы Кыргызской энергосистемы с ОЭС Средней Азии до и после распада Союза и причины тяжелой энергетической ситуации в республике в период 2008/2009гг. Нерасчетные режимы работы агрегатов на низких напорах Токтогульской ГЭС приводили к ухудшению эффективности эксплуатации оборудования из-за увеличения затрат на ремонт и обслуживания гидротурбинного оборудования и особенно восстановления трещинообразования и кавитации лопастей рабочих колес. Ремонтно-восстановительные работы приводили также к простоем оборудования в ремонте. Одной из задач решения водно-энергетической проблемы была модернизация ТЭЦ Бишкек с повышением ее мощности до 600 МВт в период реконструкции с 2014-2017 годы. Для решения основной проблемы водно-энергетических ресурсов в период маловодности реки Нарын предложена необходимость строительства Кара-Кечинской ТЭС мощностью 1200 МВт и ускорения строительства Камбаратинской ГЭС-1 со строительством водохранилища со значительной емкостью, которое будет аккумулировать сток реки Нарын с объемом-4,5 млрд. м. куб.воды.

Ключевые слова: ОЭС Средней Азии, Токтогульская ГЭС, Токтогульское водохранилище, гидроагрегат, выработка электроэнергии, экспорт, напор, диаграмма, нерасчетный режим, приточность р.Нарын.

INFLUENCE OF WATER R. NARYN ON THE MODE OF OPERATION OF THE TOKOGUL CASCADE OF HYDROELECTRIC POWER STATIONS

Aytkeev Bektursun Beishenovich, PhD (Engineering), Associate Professor, Kyrgyzstan, 720044, c. Bishkek, KSTU named after I.Razzakov. Phone: 0312-54-51-42, e-mail: baitkeev@mail.ru ORCID ID 0000-0001-6957-8298

Annotation. The problems of effective use and management of water and energy resources of the Kyrgyz Republic and ways of their solution are considered. Information is presented on the impact of the Naryn River water supply and the volume of exported electricity supplies on the operation mode of the hydropower stations of the Toktogul HPP cascade. The schemes of the work of the Kyrgyz energy system with the Central Asia IES before and after the collapse of the Union and the reasons for the severe energy situation in the republic in the period 2008/2009 are given. The Non-accounting operation modes of aggregates at low pressure of the Toktogul HPP led to a deterioration in the efficiency of equipment operation due to an increase in the costs of repair and maintenance of the hydro turbine equipment, and especially the restoration of the cracking and cavitation of the impeller blades. Repair and recovery work led to downtime of equipment in repair. One of the tasks of solving the water and energy problem was the modernization of the Bishkek CHPP with the increase of its capacity to 600 MW during the reconstruction period from 2014-

2017. In order to solve the main problem of water and energy resources during the low-water period of the Naryn River, the necessity of constructing the Kara-Kechinskaya TPS with a capacity of 1,200 MW and accelerating the construction of the Kambarata HPP-1 with the construction of a reservoir with a significant capacity, which will accumulate the Naryn river with a volume of 4.5 billion cubic meter of water.

Key words: CES Central Asia, Toktogul hydroelectric power station, Toktogul reservoir, hydroelectric generator, power generation, export, pressure, diagram, non-accounting regime, inflow of the Naryn River.

Кыргызская Республика относится к числу государств, обеспеченных энергетическими ресурсами. Особенно это относится к *гидроэнергетическим ресурсам*, потенциал которых составляет от 142 до 160 млрд. кВт ч, из которых на сегодня освоено порядка -10%.

Высокая обеспеченность гидроэнергетическими ресурсами создала благоприятные предпосылки для быстрого развития энергетического комплекса республики, который с начала 80-х годов стал крупным производителем гидроэлектроэнергии в Среднеазиатском регионе, и до 40 % дешевой чистой электроэнергии поставлял в ОЭС Средней Азии.

Кыргызская энергосистема работала с ОЭС Средней Азии в летний период поставляла электроэнергию в Узбекистан и Казахстан с целью обеспечения ирригационных нужд 2-х республик, а в зимний период получала электроэнергию с целью накопления Токтогульского водохранилища. В результате не было проблем с использованием водно-энергетических ресурсов в независимости от многоводности или маловодности реки Нарын. В начальный период преобладала выработка электроэнергии тепловыми станциями по сравнению с гидростанциями до 1980г.

В связи с вводом всех гидроагрегатов Токтогульской ГЭС и с повышением их мощности за счет повышения напора с наполнением водохранилища Токтогульской ГЭС с 1980г преобладает выработка электроэнергии гидростанциями. На диаграмме приведено данное соотношение (рис.1.)

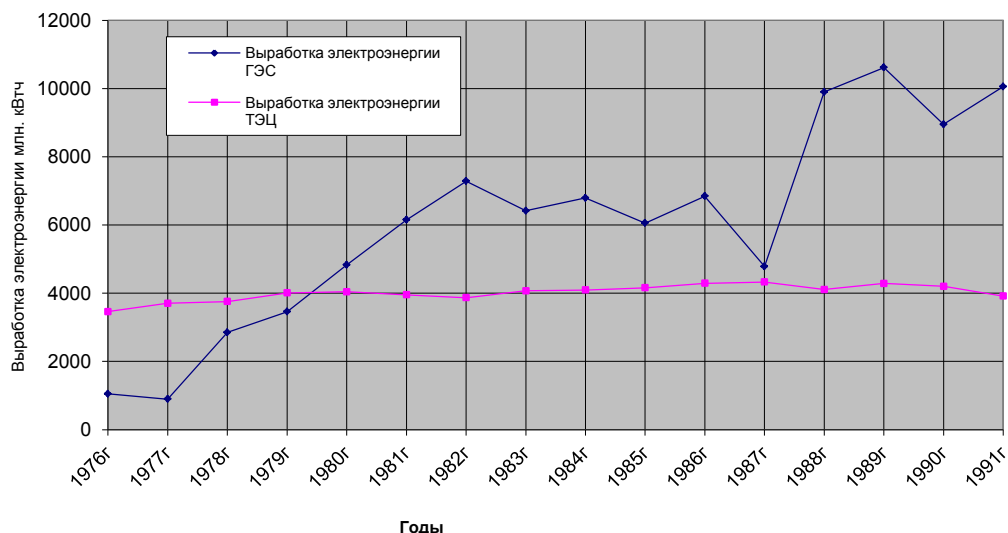


Рис.1. Диаграмма соотношения выработки электроэнергии между ГЭС и ТЭЦ 1976-1991гг

В связи с распадом союза (1991г) каждая республика стала обеспечивать себя электроэнергией и в результате появились некоторые проблемы с использованием водно-

энергетических ресурсов. В связи с этим произошло резкое снижение выработки электроэнергии тепловыми станциями из-за повышения цен на топливо и недостаточности финансирования. (рис.2)

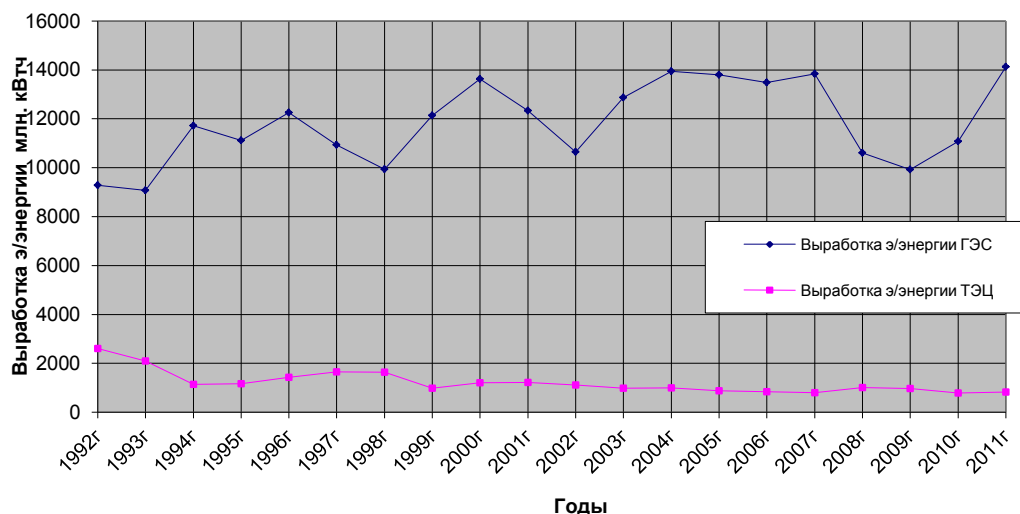


Рис.2. Диаграмма соотношения выработки электроэнергии между ГЭС и ТЭЦ 1992-2011гг

В период с 1987г по 1994 годы, объем Токтогульского водохранилища находился на более высокой отметке с большим объемом воды, и не было проблем с производством и экспортом электроэнергии, кроме обеспечения республики завозным углем, мазутом и газом.

В результате большая доля выработки электроэнергии до 90% стала вырабатываться гидростанциями и соответственно, это начало влиять на глубокое изменение объема Токтогульского водохранилища. (рис.3)

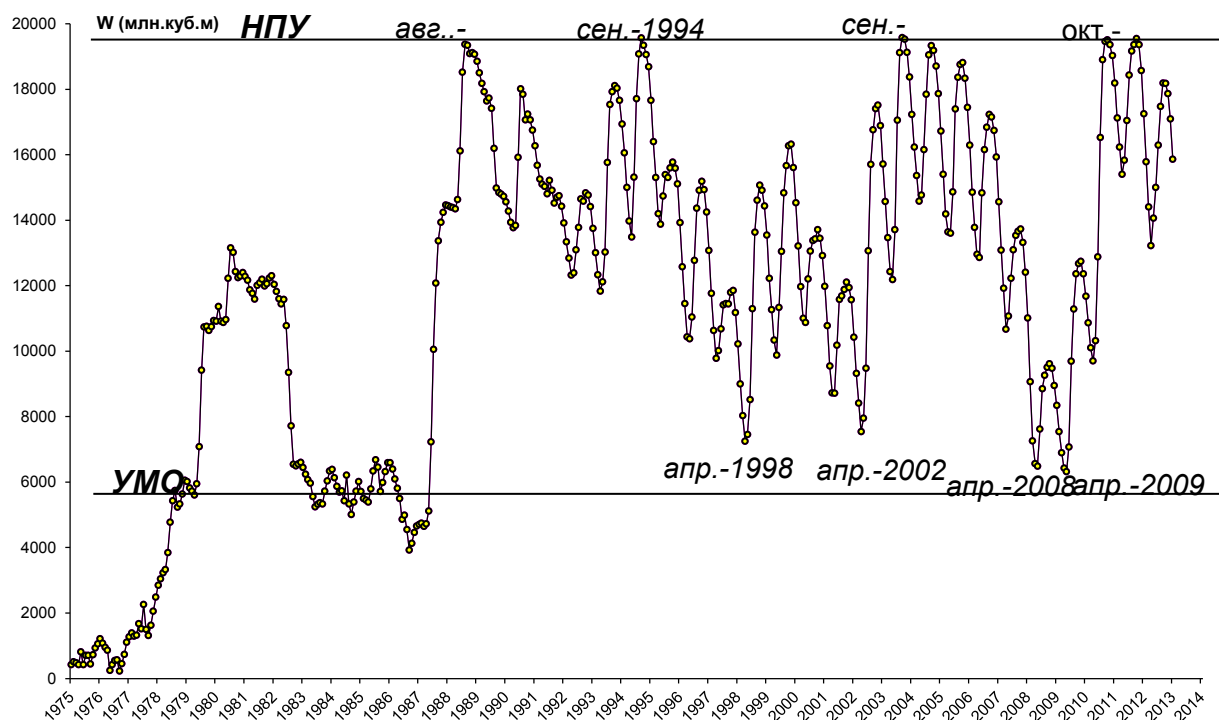


Рис. 3. График изменение объемов Токтогульского водохранилища с начала эксплуатации

В период с апреля 1998г по апрель 2002г и особенно в период с апреля 2008г по апрель 2009г гидроагрегаты Токтогульской ГЭС работали на низких напорах ниже расчетного напора и это отчетливо видно на графике изменения объемов Токтогульского водохранилища на рис.3.

Нерасчетные режимы работы агрегатов на низких напорах Токтогульской ГЭС приводили к ухудшению эффективности эксплуатации оборудования из-за увеличения затрат на ремонт и обслуживания гидротурбинного оборудования и особенно восстановления трещинообразования и кавитации лопастей рабочих колес.

С другой стороны, изменение объема Токтогульского водохранилища также зависело от среднегодовой приточности р. Нарын см. гидрограф за период 1910-2012гг (рис.4.)

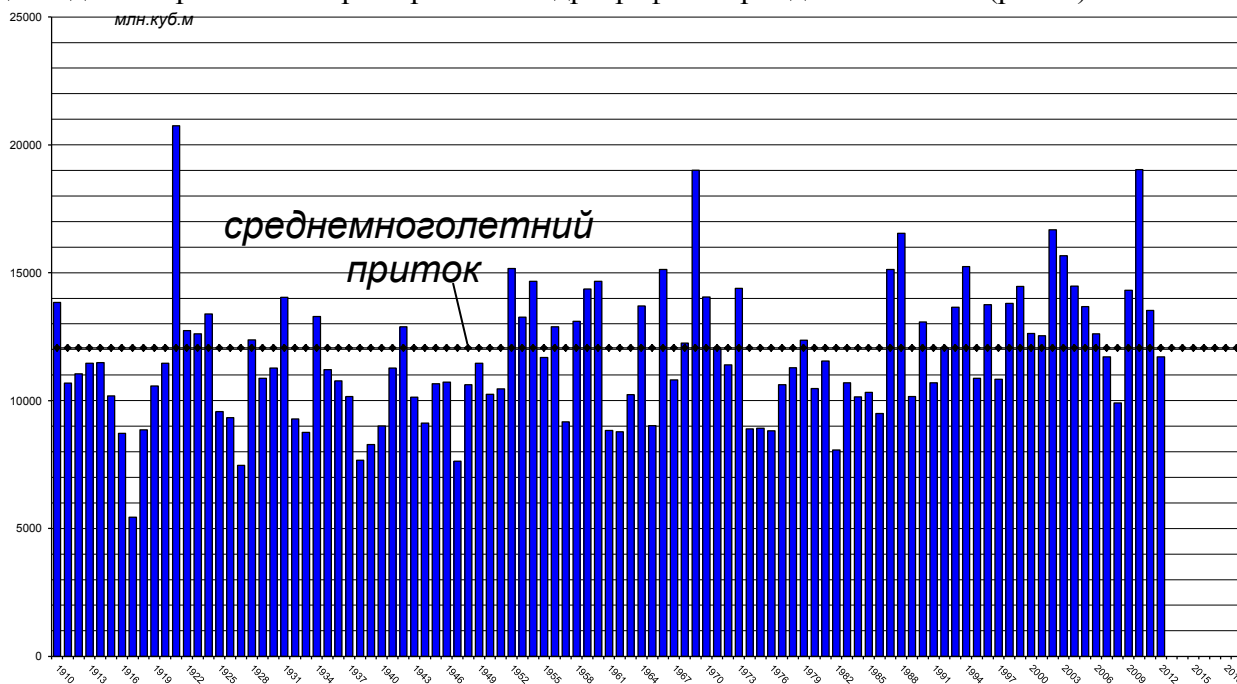


Рис.4. Гидрограф реки Нарын

Из гидрографа хорошо видно, что за период с 1987г по настоящее время наблюдается некоторое увеличение среднегодовой приточности р.Нарын. И возможно это связано с изменением климатических факторов на формирование водных ресурсов р.Нарын.

В период с 1995 по 2002 годы начало работать Межправительственное 3-х стороннее соглашение между государствами: Кыргызстан, Казахстан, Узбекистан о поставках электроэнергии из Кыргызской Республики взамен на поставку угля из Казахстана, мазута и газа из Узбекистана. При этом Кыргызстан поставлял в летний период электроэнергию вышеперечисленным странам, а взамен получал газ, мазут, уголь, а в зимний период каждая республика обеспечивала себя электроэнергией, так как каждая из них испытывала дефицит электроэнергии.

Далее с 2003 по 2007 годы, также работает Межправительственное 3-х стороннее соглашение Кыргызстан с Россией и Казахстаном, затем 2-х стороннее соглашение Кыргызстан с Казахстаном и в 2007 году 3-х стороннее соглашение Кыргызстан с Казахстаном и Узбекистаном.

В результате экспорт электроэнергии (млн.кВтч) в эти страны по годам составили таблица №1.

Таблица экспорта электроэнергии за период 2004-2008гг.

Страны\годы	2004г	2005г	2006г	2007г	2008г
Россия /млн.кВтч/	1800	936	0	0	0
Казахстан /млн.кВтч/	1141	1483	2074	1215	520
Узбекистан /млн.кВтч/	0	0	0	871	0
Всего /млн.кВтч/	2941	2419	2074	2086	520

Из таблицы №1 видно, что общий экспорт электроэнергии был чрезмерно высок с 2004 по 2007 годы, и это привело в апреле месяце 2008 году к снижению объема Токтогульского водохранилища до 6,68 млрд.м³ и соответственно снизился экспорт до 520 млн. кВтч.(рис.5.)

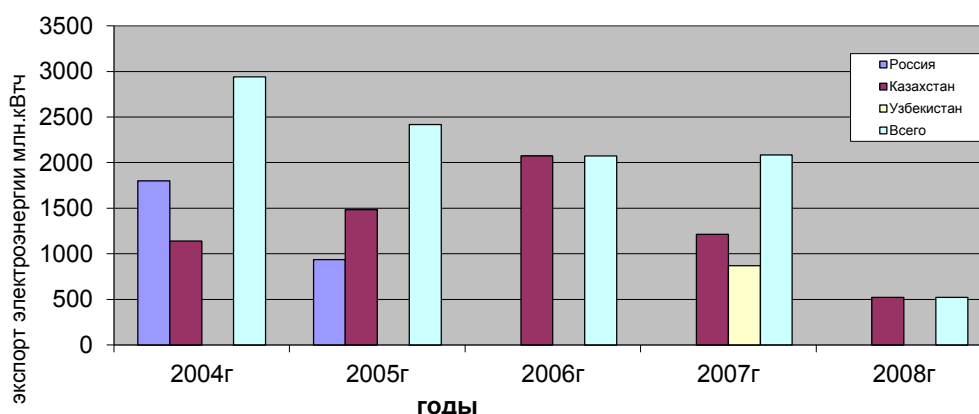


Рис.5. Диаграмма экспорта электроэнергии за период 2004-2008 годы

Эта схема Межправительственного соглашения в корне отличается от первоначальной союзной схемы тем, что отсутствует обратная связь получения электроэнергии от 2-х соседних республик в зимний период из-за их дефицита.

Данная схема Межправительственного соглашения работает хорошо только при обеспечении многоводности реки Нарын, а при маловодности реки почти не работает.

В результате зимнего периода **2008/2009** года республика оказалась в тяжелой энергетической ситуации, из-за низкого объема воды на Токтогульском водохранилище, не говоря об экспорте электроэнергии в Казахстан, Узбекистан.[1]

Поэтому от эффективного использования водно-энергетических ресурсов в зависимости от прогноза водности реки Нарын и соответствующего регулирования экспорта электроэнергии зависит энергообеспеченность страны.

Снижение объема водохранилища Токтогульской ГЭС ниже расчетного напора 140 м. также приводит к снижению к.п.д. и эффективности работы гидроагрегатов ГЭС, из-за увеличения затрат на ремонт и обслуживание оборудования ГЭС в связи с восстановлением кавитации и трещинообразования лопастей рабочих колес. Это в конечном счете приводит к увеличению себестоимости выработки кВтч электроэнергии.[2,3,4,5]

С другой стороны, отсутствие генерирующей мощности, как Кара-Кечинская ТЭС мощностью 1200 МВт в период маловодности реки Нарын также ухудшало положение энергетической ситуации в республике.

В этой связи в 2013 году с целью решения проблемы водно-энергетических ресурсов республики в период маловодности реки Нарын Правительством Кыргызской Республики принято решение провести модернизацию ТЭЦ Бишкек с повышением его мощности до 600 МВт, так, как существующая располагаемая мощность ТЭЦ составляла не более-320 МВт.

16 июля 2013 года между ОАО «Электрические станции» и китайской компанией «ТВЕА» было заключено контрактное соглашение на реализацию проекта «Модернизация ТЭЦ г. Бишкек», на сумму 386 млн долларов США.

С компанией «ТВЕА» в период с 2014 года по 2017годы проведена модернизация ТЭЦ Бишкек с демонтажом котлоагрегатов № 1-8 и турбоагрегатов № 1-4, с установкой 2 угольных котлоагрегатов сверхвысокого давления, производительностью пара по 550 т/ч и 2 турбоагрегатов с теплофикационным отбором по 150 МВт. С учетом имеющейся располагаемой мощностью в 300 МВт, и приростом мощности в 300 МВт, станция будет иметь располагаемую мощность в 600 МВт.

Установлено современное, высокотехнологичное и высокоэкономичное оборудование, с соответствующим мировым стандартам, а именно котлоагрегатов с параметрами острого пара 13,8 МПа и температурой в 560 °С, а также турбоагрегатов с начальными параметрами острого пара в 12,8 МПа и температурой в 555 °С.

После завершения реконструкции в октябре месяце 2017 году котлы станции работают на Кара-Кечинском местном угле с годовой потребностью 1700 тыс. тонн, а сам объект будет вырабатывать 812 млн. кВтч электроэнергии в год.

Для гарантированного обеспечения объема перевозки Кара-Кечинского угля на ТЭЦ Бишкек скорее всего необходимо было строить железную дорогу от месторождения Кара-Кечинского угля до ст.Иссык-Куль (Рыбачье).

Решение проблемы водно-энергетических ресурсов республики в период маловодности реки Нарын будет найдено еще и со строительством водохранилища со значительной емкостью, которое будет аккумулировать сток реки Нарын, как **водохранилища Камбаратинской ГЭС-1** с объемом-4,5 млрд. м. куб.воды.[6]

Поэтому от ускорения процесса финансирования, и начало строительства и ввода **Камбаратинской ГЭС-1** также зависит решение основной проблемы водно-энергетических ресурсов Кыргызской Республики.

В связи с вышеизложенным можно сделать следующие выводы:

1. Снижение объема водохранилища Токтогульской ГЭС ниже расчетного напора 140 м. при маловодности реки Нарын приводит к снижению к.п.д. и эффективности работы гидроагрегатов ГЭС, из-за увеличения затрат на ремонт и обслуживание оборудования ГЭС в связи с восстановлением кавитации и трещинообразования лопастей рабочих колес. Это в конечном счете приводит к увеличению себестоимости выработки кВтч электроэнергии.

2.Одной из задач решения проблемы водно-энергетических ресурсов республики в период маловодности реки Нарын было решение Правительства Кыргызской Республики провести модернизацию ТЭЦ Бишкек с повышением ее мощности до 600 МВт.

3. Для гарантированного обеспечения объема перевозки Кара-Кечинского угля на ТЭЦ Бишкек в объеме 1700 тыс. тонн в год скорее всего необходимо было строить железную дорогу от месторождения Кара-Кечинского угля до ст.Иссык-Куль (Рыбачье).

4. Следующей задачей решения проблемы водно-энергетических ресурсов республики в период маловодности реки Нарын является строительство Кара-Кечинской ТЭС мощностью 1200 МВт.

5. Завершающим этапом решения основной проблемы водно-энергетических ресурсов республики в период маловодности реки Нарын будет найдено в строительстве и вводе Камабаратинской ГЭС-1 со значительной емкостью водохранилища с полезным объемом 4, 5 млрд. м. куб. воды.

Список литературы

1. Айткеев Б.Б. Проблемы эффективного использования водно-энергетических ресурсов Кыргызской Республики. Известия КГТУ.-Бишкек, 2010.- №21. 25-27 с.
2. Айткеев Б.Б. Исследование гидроагрегатов Нарынских ГЭС для повышения их надежности. Диссертация на соискание ученой степени к.т.н. - Бишкек, 2008. – 188с.
3. Айткеев Б.Б. Опыт эксплуатации гидротурбин Токтогульской ГЭС с 2х ярусным расположением отсасывающих труб // Гидротехническое строительство М., 2004. №11, 13-14с.
4. Бобченко В.Е., Иванов С.В. Обоснование надежности работы колес радиально – осевых гидротурбин. // Гидротехническое строительство М. 2001. №5, 20-23 с.
5. Диагностика турбинного оборудования электрических станций/ Л.А. Хоменко, А.Н. Ремезов, Н.А. Ковалев и др./ Под ред. Л.А. Хоменка – СПб: Изд. ПЭИПК, 2004. – 293 с.
6. Токомбаев К.А. Научные основы использования гидроэнергетических ресурсов горных районов. Автореферат диссертация на соискание ученой степени доктора технич. наук в форме научного доклада. Ленинград, 1990, - 60с.

УДК 620.424.1

МЕТОД СОГЛАСОВАННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ЧАСТОТЫ И НАПРЯЖЕНИЯ ГИДРОАГРЕГАТА

Амантаева Каныкей Анваровна, магистр гр. ЭЭМ2-16(РЗ), КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Мира 66. Тел: +996(702)-12-21-44, e-mail: mntyknk@gmail.com ORCID ID 0000-0002-0866-8430

Научный руководитель: Тентиев Ренат Бектурганович, к.т.н., доцент каф. «Электроэнергетика и Электротехника», КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Мира 66. Тел: +996 (312) 54-51-30. e-mail: renattentiev@mail.ru

Аннотация. Рассматривается вопрос согласованного управления частоты и напряжения при экстремальном режиме работ энергосистем. Ключевую роль для удержания устойчивости энергосистемы играют регуляторы частоты и возбуждения гидроагрегата. Существующие регуляторы частоты и возбуждения гидроагрегата выполнены по модели линейного характера. Эти регуляторы работают каждый отдельно, не учитывают нелинейность гидроагрегата и энергосистемы. В экстремальных режимах энергосистемы регуляторы работают несогласованно, поэтому усугубляется колебание системы. Для поддержания параметров сети необходимо исследовать новые методы. Один из подходов - это разработка нового регулятора с учетом нелинейности объекта управления (генератора), который координирует действие существующих линейных регуляторов гидроагрегата. Нашей задачей является минимизация величины и длительности переходных процессов, происходящих в энергосистеме, путем непрерывного поддержания стабильности, регулирования одновременности частоты и напряжения при больших динамических воздействиях с учетом нелинейности, многомерности, взаимосвязанности. Одним из методов

реализации задачи является разработка нового регулятора с учетом нелинейности объекта управления (генератора), который координирует действие существующих линейных регуляторов гидроагрегата. Для осуществления метода управления гидроагрегатом - задаются инженерные требования – это точность, быстродействие, время регулирования.

Новый алгоритм управления нелинейным многомерным объектом управления, основан на принципе гарантируемой динамики.

Ключевые слова: энергосистема, частота, напряжение, регулятор, согласованное управление

THE METHOD OF COORDINATED REGULATION OF THE FREQUENCY AND VOLTAGE OF THE HYDRAULIC TURBO-ALTERNATOR

Amantaeva Kanykei Anvarovna, master student, KSTU them. I. Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Mira Avenue 66. Phone: 0702-12-21-44, e-mail: mntvknk@gmail.com ORCID ID 0000-0002-0866-8430

Tentiev Renat Bekturganovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor at the Department of «Electric power engineering and electrical engineering», KSTU them. I. Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Mira Avenue 66. Phone: +996 (312) 54-51-30, e-mail: renattentiev@mail.ru

Abstract. The question of the concerted management of frequency and tension at the extreme mode of works of grids is examined. A key role for withholding of stability of grid is played by the regulators of frequency and excitation of hydroelectric generator. The existent regulators of frequency and excitation of hydroelectric generator are executed on the model of linear character. These regulators work each separately, does not take into account non-linearity of hydroelectric generator and grid. In the extreme modes of grid regulators work uncoordinated, oscillation of the system is therefore aggravated. For maintenance of parameters of network it is necessary to investigate new methods. One of approaches is development of new regulator taking into account non-linearity of management (generator) object that coordinates the action of existent linear regulators. Our task is minimization of size and duration of transients what be going on in a grid, by continuous maintenance of stability, adjusting of simultaneity of frequency and tension at large dynamic influences taking into account non-linearity, multidimensionality, associations. One of methods of realization of task is development of new regulator taking into account non-linearity of management (generator) object that coordinates the action of existent linear regulators of hydroelectric generator. For realization of management method by a hydroelectric generator - engineering requirements are set is exactness, fast-acting, adjusting time.

New algorithm of management by the nonlinear multidimensional object of management, based on principle of guaranteed dynamics.

Keywords: power system, frequency, voltage, regulator, coordinated management

Вступительная часть. Устойчивость энергосистемы зависит от режима работ генераторов. При появлении возмущающего воздействия на энергосистему, изменение частоты и напряжения выявляется измерительными органами, далее регулятор частоты и возбуждения поддерживает систему в заданных параметрах. В энергосистеме постоянно соблюдается баланс между вырабатываемой мощностью и потребляемой мощностью. При нарушении баланса мощности в энергосистеме возникает электромеханический процесс, который может привести к аварии. Ключевую роль для удержания устойчивости энергосистемы играют регуляторы частоты и возбуждения гидроагрегата. Существующие регуляторы частоты и возбуждения гидроагрегата выполнены по модели линейного

характера. Эти регуляторы работают каждый раздельно, не учитывают нелинейность гидроагрегата и энергосистемы. В экстремальных режимах энергосистемы регуляторы работают несогласованно, поэтому усугубляется колебание системы. Для поддержания параметров сети необходимо исследовать новые методы. Один из подходов - это разработка нового регулятора с учетом нелинейности объекта управления (генератора), который координирует действие существующих линейных регуляторов гидроагрегата.

Основная часть. Одной из основных причин снижения надежности поставки и качества выработки электроэнергии в локальном и групповом масштабе является электромеханические переходные процессы, возникающие в гидроагрегатах вследствие больших возмущений в энергосистемах.

Величина и длительность указанных процессов зависит от согласованной работы регуляторов скорости и возбуждения.

В существующих способах управления гидроагрегатом регулирование возбуждением генератора и регулирование скоростью вращения турбин осуществляется раздельными линейными регуляторами.

Известен способ управления возбуждением синхронного генератора[1], который устанавливает коэффициенты усиления по производной тока обмотки возбуждения ротора, по отклонениям и производным напряжения обмотки статора, по частоте синхронного генератора и осуществляет регулирование возбуждением по производной тока обмотки возбуждения, по отклонениям и производным напряжения обмотки статора и частоты синхронного генератора, во время переходного процесса формирует пары обучающих векторов:

1. Выходные, состоящие из дискретных сигналов: реактивного тока статора, тока обмотки возбуждения и активной мощности генератора;

2. Выходные, состоящие из дискретных сигналов: напряжение обмотки статора, управление возбуждением и частоты генератора, а также дискретных отсчетов, указанных выше, сигналов задержанных на один период дискретизации, дополняют указанные векторы на обучающее, исключают из обучающего множества, пары векторов, включенных в него N-переходных процессов назад. Путем последовательного предъявления пар векторов из обучающего множества, обучают трехслойную нейронную сеть до достижения минимума среднеквадратичной ошибки обучения. По весовому коэффициенту обученной нейронной сети, при помощи заранее сформулированной многомерной таблице, определяются коэффициенты и усредняются по N-переходным процессам.

Недостаток способа прототипа: не учитывается нелинейность и многомерность, взаимосвязанность турбины и генератора. Регулируется только напряжение. Весовые коэффициенты не обеспечивают реальное качество управления.

В качестве второго прототипа следует принять [2] способ адаптивного управления активной мощностью и частотой гидроагрегата с поворотной-лопастной турбиной.

Переменные состояния и параметры модели ГА определяют в процессе управления активной мощностью с помощью рекуррентного метода наименьших квадратов, в результате измерений четырех нормированных величин: отклонение активной мощности от требуемой мощности, отклонение частоты от требуемой частоты, величины открытия направляющего аппарата и скорости изменения величины открытия НА.

В математическую модель гидроагрегата включено уравнение динамики ротора.

Модель поворотной-лопастной турбины имеет следующее уравнение динамики ротора

$$J \frac{d\omega(t)}{dt} + M_{mp}(t) = M_{gc}(a(t), \varphi(t)) + L(f_c - f(t)) - \frac{Pa(t)}{\eta\omega(t)};$$

$$M_{g_c}(a(t), \varphi(t)) = CHQ(a(t), \varphi(t)H)^2 [ctg \{ \alpha_1(a(t)) \} - ctg \{ B_p + \varphi(t) \}] \approx$$

$$\varpi(t_0) = \omega_0 H \left(\sum_{j=1}^m b_j a(t)^j + \sum_{i=1}^{m_2} \sum_{p=1}^{m_3} q_{ip} a(t)^i \varphi(t)^p \right);$$

$$M_{mp}(t) = \sum_{L=0}^{m_4} \sum_{Y=1}^{m_5} r_{4,5} a(t)^6 \omega(t)^Y;$$

где f_c - частота сети

$f(t)$ - частота генератора

$$C = \frac{2\rho\sqrt{0.5(P_1^2 - d_{em}^2)}}{\pi(D_1^2 - d_{em}^2)}$$

D_1 - диаметр водовода на входе в РК

$d_{вр}$ - диаметр втулки РК

$\pi = 3,14$

$Q(a(t); \varphi(t))$ - расход воды при величине открытие НА

$a(t)$, и угла $\varphi(t)$

$$\Phi = \int_{t_0}^{t_k} \left\{ \left(\frac{P_{mp}(t) - \eta\omega(t)M_z(t)}{\sigma_p} \right)^2 + \left(\frac{f_c - f(t)}{\sigma_f} \right) + \left(\frac{a(t)}{a_c} \right)^2 + \left(\frac{\tau\psi(t)}{\Delta a_{don}} \right)^2 \right\} dt$$

получает минимизирующий функционал обобщенной работы, который имеет

переменные $a(t_k)$ и $\varphi_{mp}(t_k)$ и обращает в минимум ФОР при ограничениях $\frac{da(t)}{dt} = \psi(t)$

$$|\psi(t)| \leq \frac{\Delta a_{don}}{\tau} \quad \left(\frac{d\varphi(t)}{dt} \right) \leq \frac{\Delta \varphi_{don}}{\tau}$$

$$\frac{\partial M_{\partial c}(a(t), \varphi(t))}{\partial \varphi(t)} = H \sum_{i=1}^{m_2} \sum_{p=1}^{m_3} p_{mp} q_{ip} a(t)^i \varphi(t)^{p-1} = 0$$

где $P_{тр}(t)$ - требуемое значение активной мощности ГА

$$M_r(t) = M_{\partial c}(a(t), \varphi(t)) - M_{mp}(t)$$

a_c - величина открытия НА без нагрузки на генератор.

$\psi(t)$ - скорость открытия НА.

Недостатком прототипа является неучитываемая нелинейность гидроагрегата, нет связи с системой возбуждения генератора, при больших возмущающих воздействиях некорректно работает регулятор.

Наиболее близкий прототип [3] Нелинейная адаптивная система автоматического управления.

Система управления с самонастраивающимся ПИД регуляторами формирует оценки переменных состояний и управляющие воздействия с помощью модифицированных алгоритмом фильтра Кальмана, в которых в качестве априорных моделей объекта управления и генератора управляющих воздействий используется авторегрессия:

Блок формирования задания (БФЗ), вычислитель измерительных устройств и генератор управляющих воздействий (ГУВ) оснащены нелинейными преобразователями (НП), обеспечивающими выполнение системой управления ограничений заданных неравенств: $(X) \leq a$

$$S(x, a) = \operatorname{ath} \left(\sum_{i=1}^P \frac{1}{1+i} \left(\frac{x}{a} \right)^{1+\xi_i} \right)$$

где $S(x, a)$ - выходной сигнал НП

x - входной сигнал НП

a - заданный параметр, определяющий границы множества допустимых значений.

P - целое число $0 \leq P \leq 3$

Данный прототип решает задачу автоматического управления многомерным динамическим объектом с неизвестным математическим описанием и произвольным возмущающим воздействием при наличии нелинейных ограничений, в виде равенств и неравенств: $y_j(t_k) = h_j(Z(t_k), t_k) + \delta_j(t_k); \quad j = 1, 2, \dots, n$

$$T_d \cdot \left(\frac{dh(z(t_k), t_k)}{dt_k} \right) \leq \Delta h(t) + \eta(t_k)$$

Нелинейная адаптивная система управления реализует алгоритм управления следующим образом: по известным априорным данным формируется в скользящем режиме с помощью модифицированного фильтра Кальмана минимизируется функция ошибки. В конечном счете САУ реализует алгоритм ПИД регулирования.

Недостатком прототипа: нет конкретно описанного метода синтеза. С помощью фильтра Кальмана нелинейности подогнаны к линейному ПИД-закону регулирования.

Постановка задачи. Нами решаемой технической задачей является минимизация величины и длительности переходных процессов, происходящих в энергосистемах, путем непрерывного поддержания стабильности, регулирования одновременности частоты и напряжения при больших динамических воздействиях с учетом нелинейности, многомерности, взаимосвязанности.

Для реализации поставленной задачи в способе управления гидроагрегатом - задаются инженерные требования – это точность, быстродействие, время регулирования.

Новый алгоритм управления нелинейным многомерным объектом управления, основан на принципе гарантируемой динамики.

Эта совокупность признаков позволяет решать задачу следующим образом:

Вводится математический модуль нелинейного многомерного гидроагрегата в виде

$$\dot{X}(t) = [x(t), u(t), \xi(t), p] \quad (1)$$

Задаются инженерные показатели качества системы автоматического управления (САУ)

$$\Pi_i [T_i^* \delta_i^* \Delta_i] \quad i = 1, \bar{N} \quad (2)$$

Находим нелинейный закон управления.

Задаются критериальные условия:

$$\int_0^t e_i(\tau) \dot{e}_i(\tau) d\tau \leq \int_0^t \delta_i(\tau) \cdot \dot{\delta}_i(\tau) \cdot d\tau \quad t \in (t_0, t_n) \quad i = 1, \bar{N} \quad (3)$$

$e_i(\tau)$ - ошибка управления.

$\delta_i(\tau)$ - динамическая ошибка управления.

Неравенство (3) гарантирует, что ошибки управления лежат в допустимых областях.

Желаемая динамика замкнутой САУ задается в виде

$$\dot{X}(t) = f^*(X, P),$$

где $P = [p_1, p_2, \dots, p_n]$ n – мерный вектор – параметр.

$f^*(x, p)$ - желаемая функция.

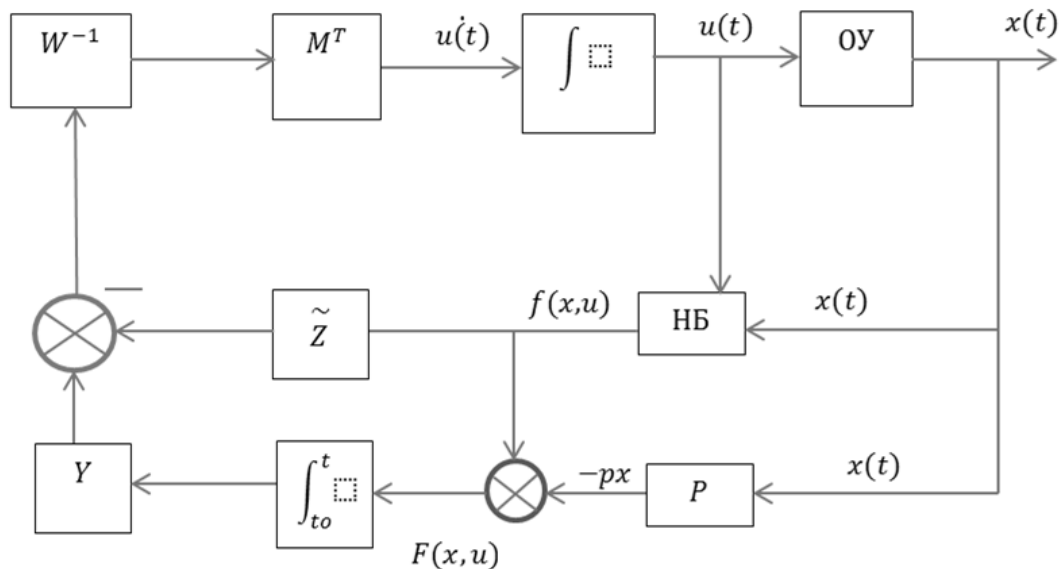


Рис. 1 Структурная схема САУ с нелинейным объектом

Вводятся следующие функции и условия:

$$F_i(x, u) = f_i(x, u) - f_i^*(x, p) \quad i = 1, \bar{N} \quad (4)$$

$$|F_i(x, u)| \leq \delta_i(t) \quad (5)$$

Где $\delta_i(t)$ - положительно дифференциальная функция, задающая точность приближения.

Вектор-функция $f^*(x, p) = p \cdot x(t)$ задается в линейной форме.

Скорость изменения невязок $F(x, u)$ определяется дифференциальной функцией

$$\dot{F}_c(x, u) = \sum_{j=1}^t j_{ij} \cdot \int_0^t F_j(x, u, \tau) dt \quad i = 1, \bar{N}$$

Решая эти функции относительно управляющих воздействий, получим уравнение динамики регулятора САУ

$$\dot{U}(x, t) = W^{-1} \cdot M^T \left[Y \int_0^t \{f(x, u) - P \cdot x(\tau)\} d\tau - \tilde{Y}(x, u) \right]$$

Сущность выражается в совокупности существенных признаков, достаточных для достижения указанного технического результата, который включает:

а) признаки, совпадающие с признаками способов-аналогов:

- управление активной мощностью гидроагрегата изменением величины открытия направляющего аппарата (НА).

- управление системой возбуждения гидроагрегатов, поддерживающей стабильность напряжения в обмотке статора.

б) признаки, отличающиеся от признаков способов-аналогов:

- математическая модель гидроагрегата описывается, нелинейными обыкновенными дифференциальными уравнениями.

Получен закон управления в виде скорости изменения управляющего воздействия на основе принципа гарантируемой динамики.

Сущность изобретения поясняет упрощенная блок-схема, изображенная на рисунке 2, которая включает:

Блок 1 – объект управления гидроагрегатом, который необходимо регулировать.

2 – измерительные элементы. Это датчики тока, напряжения, скорости вращения

гидроагрегата.

3 – измерительные элементы. Это датчики тока ротора, генератора, механический момент турбины.

Блок 4 – нелинейный функциональный блок.

Блок 5 – желаемый линейный функциональный блок.

6 – сумматор.

7 – операционный блок, который производит вычисление процесса и выдает управляющие сигналы на управление НА гидротурбины и на системы возбуждения гидрогенератора.

Блок 8 – интегратор.

Блок 9 – исполнительные блоки. Это сервомоторы НА и системы возбуждения.

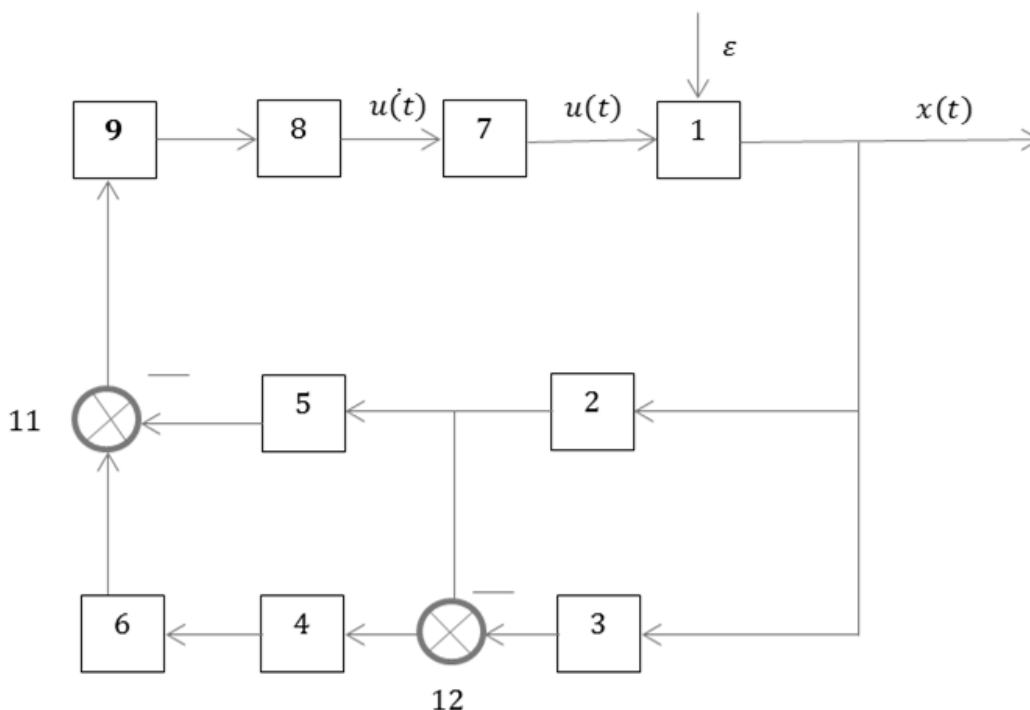


Рис.2 Упрощенная блок-схема

В нормальном состоянии, т.е. при номинальной частоте и номинальном напряжении, регулятор не воздействует на исполнительные устройства. Как только появляется дисбаланс между потребляемой и вырабатываемой мощностью появляется переходный процесс, в этот момент вступает в силу многомерный нелинейный регулятор.

При изменении состояния гидроагрегата выходные величины гидроагрегата через датчики поступают в нелинейный блок и одновременно подается сигнал на НБ. Нелинейный блок 4 преобразует эти переменные состояния на функции $f(x, u, \xi, t)$. Эти же переменные состояния одновременно подаются на желаемый линейный функциональный блок 5 и вводятся параметры регулятора в зависимости от объекта управления.

Сигналы с выхода нелинейного блока 4 и с желаемого линейного блока подается на сумматор. Эти функции сравниваются и выдаются сигналы ошибки на операционный блок 7.

Оперативный блок (ОБ) делает вычисления согласно алгоритма и выдает сигнал скорости изменения управляющих воздействий $\dot{U}(t)$. Далее этот сигнал интегрируется и $\dot{U}(t)$ - управляющий сигнал изменяет состояние исполнительных блоков для поддержания частоты и напряжения генератора в зависимости от закона управления.

От датчиков токов, напряжения статора гидрогенератора и от датчиков скорости вращения гидротурбин, а также с датчика тока ротора сигналы поступают на нелинейный

блок. С выхода нелинейного блока функция в виде $f(x, u, \xi, t)$ поступает на сумматор. Вводятся желаемые параметры регулятора в линейный блок. На этот же блок поступают сигналы от датчиков тока, напряжения и частоты. Совместно с векторами параметра P образуются на выходе ЛБ желаемые функции $f^*(x, p)$. Затем подается на сумматор.

После сумматора подается сигнал на операционный блок, где согласно алгоритму производятся вычисления и выдаются сигналы $\dot{U}(t)$ на интегратор и далее на исполнительный элемент объекта управления.

Закон регулирования вычисляется ОБ по формуле:

$$\dot{U}(x, t) = W^{-1} \cdot M^T \left[Y \int_0^t \{f(x, u) - P \cdot x(\tau)\} d\tau - \tilde{Z} \cdot f(x, u) \right]$$

Заключение. В процессе функционирования энергосистемы за счет согласованного регулирования частоты и напряжения, обеспечиваются характеристики больших переходных процессов по заданным инженерным показателям качества управления.

Список литературы

1. А.А.Колесников, А.А. Кузьменко Нелинейный синтез законов управления тербогенератором. Интегральная адаптация. Известия ЮФУ. Технические науки. С. 84-89
2. Андерсон П., Фуад А. Управление энергосистемами и устойчивость. М.: Энергия, 1980.-568с.
3. Веников В.А., Зуев Э.Н., Портной М.Г. и др. Управление переходными режимами электроэнергетических систем. М.: Высшая школа, 1982. — 247 с.: ил.
4. [патент РФ №2498494, МПКНР02Р9/10от20.07.2012]
5. [патент РФ №2531068 МПКF03B3B15/от 26.02.2014 г]
6. [патент РФ RU 2267147 от 29.03.2004 г]

УДК 519.87:321.314.21

ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕНЕРАТОРОВ С ОБРАТНОЙ LC-СВЯЗЬЮ В ПРОГРАМНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ MULTISIM

Асан уулу Аскат, магистр, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66. Тел: 0312-54-51-49, e-mail: asanaskat@gmail.com orcid.org/0000-0003-4391-4139

Абитов Бахтияр Абитович, магистр, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66., e-mail: eeb2-12@mail.ru orcid.org/0000-0002-3629-1321

Толонбаев Рахат Канатбекович, магистр, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66., e-mail: asanov.askat95@mail.ru orcid.org/0000-0002-3629-1319

Бакашов Адилет Токтогонович, магистр, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66., e-mail: bakashov94@mail.ru orcid.org/0000-0002-3629-2421

Аннотация. Существенной частью почти любого электронного устройства является генератор гармонических или каких-либо других колебаний. Кроме очевидных случаев применения автономных генераторов, источник регулярных колебаний необходим в любом периодически действующем измерительном приборе, в устройствах, иницирующих измерения или процессы, и вообще в любом приборе, работа, которого связана с периодическими состояниями или периодическими колебаниями. Так, например, генераторы

гармонических или специальных колебаний используются в универсальных измерительных приборах, в осциллографах, радиоприемниках, ЭВМ, в любом периферийном устройстве ЭВМ, почти в любом цифровом приборе (счетчики, таймеры, калькуляторы и любые приборы с “многократной разверткой”) и во множестве других устройств.

RC-генераторы обычно используются на частотах не выше 1 МГц. Для генерирования колебаний в радиочастотном диапазоне обычно применяются LC-генераторы. Управление сдвигом фазы в радиочастотном диапазоне может вызвать некоторые затруднения у RC-генераторов, связанные, в частности, с параметрами сопротивлений и емкостей. С другой стороны, применение элементов с небольшой индуктивностью в сочетании с конденсаторами обеспечивает возможность создания генераторов с обратными LC-связями на частотах до 500 МГц. Как и в RC-генераторах, в данном случае ОС должна обеспечивать нулевой сдвиг фазы на частоте генерации.

Ключевые слова: Генератор Колпитца, генератор Клаппа, обратная LC связь, сдвиг фазы, генерация, частота, резонанс

INVESTIGATION OF GENERATORS WITH BACK-BACKING IN THE SOFTWARE OF MULTISIM

Askat Asan uulu, master student, Kyrgyzstan, 720044, c.Bishkek, KSTU named after I.Razzakov. Aitmatov Avenue 66 Phone: 0312-54-51-49, e-mail: asanaskat@gmail.com orcid.org/0000-0003-4391-4139

Abitov Bakhtiyar Abitovich, Master, KSTU named after I.Razzakov., Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Aitmatov Avenue 66., e-mail: eeb2-12@mail.ru orcid.org/0000-0002-3629-1321

Tolonbaev Rakhat Kanatbekovich, Master, KSTU named after I.Razzakov. Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Aitmatov Avenue 66, e-mail: asanov.askat95@mail.ru orcid.org/0000-0002-3629-1319

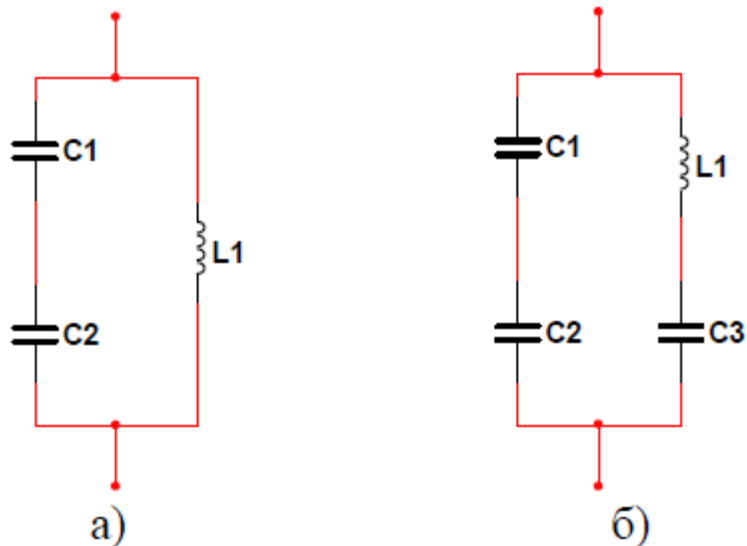
Bakashov Adilet Toktogonovich, master student, Kyrgyzstan, 720044, c.Bishkek, KSTU named after I.Razzakov., bakashov94@mail.ru orcid.org/0000-0002-3629-2421

Annotation. An essential part of almost any electronic device is a generator of harmonic or any other oscillations. In addition to the obvious cases of using autonomous generators, a source of regular oscillations is needed in any periodically operating measuring device, in devices that initiate measurements or processes, and in general in any device, work that is associated with periodic states or periodic oscillations. So, for example, generators of harmonic or special oscillations are used in universal measuring instruments, in oscilloscopes, radio receivers, computers, in any peripheral computer device, almost in any digital device (counters, timers, calculators and any devices with "multiple scanning") and in many other devices.

RC-generators are usually used at frequencies not exceeding 1 MHz. To generate oscillations in the radio frequency range, LC generators are usually used. The control of the phase shift in the radio frequency range can cause some difficulties for RC generators, in particular, related to the parameters of resistances and capacitances. On the other hand, the use of elements with a small inductance in combination with capacitors makes it possible to create oscillators with inverse LC-couplings at frequencies up to 500 MHz. As in RC-generators, in this case, the OS should provide a zero phase shift at the generation frequency.

Keywords: Kolpitz generator, Klapp generator, inverse LC coupling, phase shift, generation, frequency, resonance

Условия для создания этого генератора легко выполнить, так как сигналы в цепях эмиттера и коллектора транзистора совпадают по фазе. На рисунке 1 показаны варианты контуров, применяемых в генераторах.



а - LC-контур Колпитца; б - LC-контур Клаппа

Рисунок 1. - Схемы контуров обратной связи

Исследование генератора Колпитца

Для проведения исследования необходимо:

- вызвать на рабочее поле *Multisim* из папки *Электронные генераторы* файл *Рисунок 2*, в котором находится схема, представленная на рисунке 2. Основой генератора Колпитца является параллельный резонансный LC-контур. Он обычно включается в цепь базы и на резонансной частоте представляет собой активное сопротивление. На частотах, отличных от резонансной, сопротивление контура имеет либо емкостной, либо индуктивный характер.

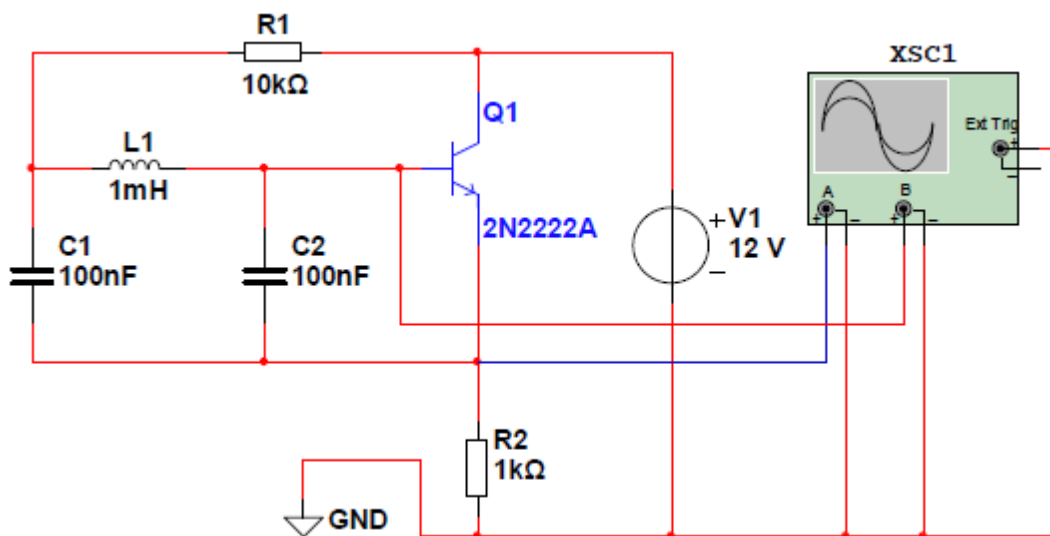


Рисунок 2- Схема генератора Колпитца

Частота резонанса для генератора Колпитца определяется:

$$2nfL = 1 / 2nfC,$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$C = \frac{C1C2}{C1 + C2}$$

На рисунке 3 приведены осциллограммы выходного напряжения и сигнала обратной связи, формируемого с генератора Колпитца;

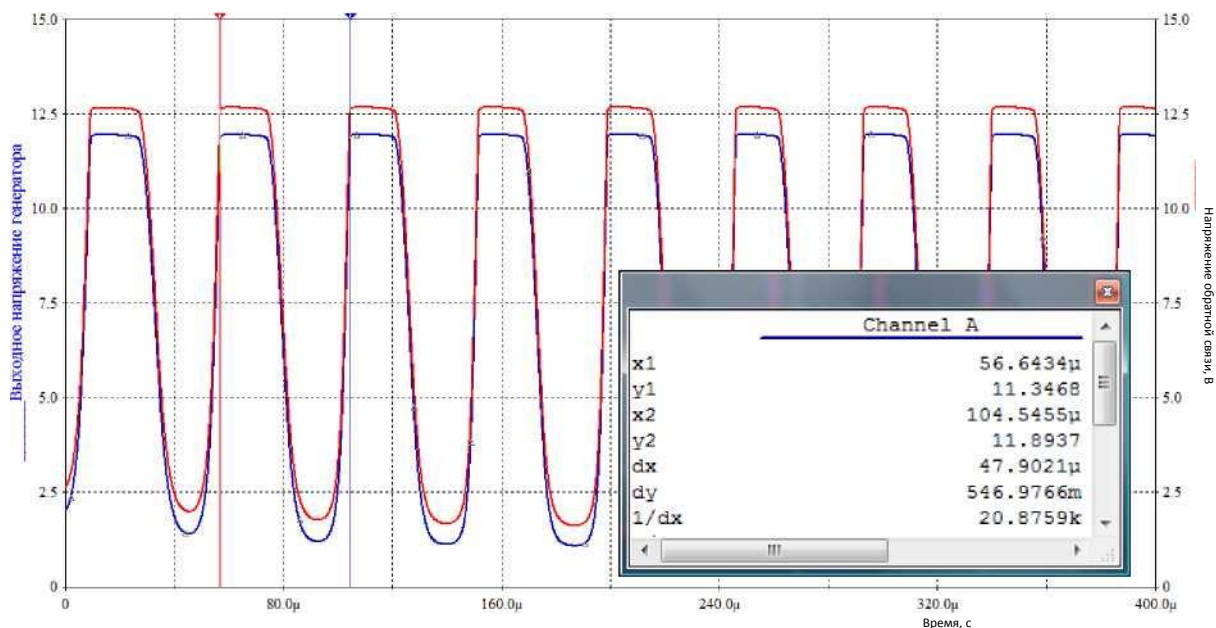


Рисунок 3 - Осциллограммы выходного сигнала генератора Колпитца и сигнала обратной связи

- для указанных на схеме параметров элементов измерить с помощью осциллографа частоту и оценить форму колебаний. Раскрыть лицевую панель осциллографа и включить моделирование, нажав кнопку "In - Off" в правом верхнем углу экрана. Обработку осциллограммы можно проводить средствами и инструментом, которыми укомплектован осциллограф. Возможен и другой путь обработки осциллограммы, предлагающий дополнительные возможности (копирование осциллограммы в отчет, возможность сохранения и более широкий набор методов обработки). После получения осциллограммы нажимается кнопка "Grapher/Analysis List" на главной панели меню. Открывается окно "Grapher View" с осциллограммой на закладке "Oscilloscope" и набором дополнительных средств обработки осциллограммы (нанесение надписи на осях, нанесение сетки, корректировка масштабов, использование измерительного инструмента и методов обработки результатов). В частности, после нажатия кнопки "Show/Hide Cursors" появляются две визирные линии и окно с результатами измерений времени (X1,X2) и амплитуд (Y1,Y2). Кроме того, предлагается разность X2-X1=dX, являющаяся периодом T, если визирные линии сориентированы на измерение периода T, и выполняется операция 1/dX, результатом которой является расчет частоты

$$f=1/dX=1/T;$$

- исследовать влияние изменения величины индуктивности L1 (условие C1=C2 сохраняется). Результаты измерения частоты вносим в таблицу 1;

Таблица 1 - Результаты измерения частоты

L1, мГн	0,8L1	L1	1,2L1
C1=C2, нФ	C1=C2	C1=C2	C1=C2
Частота, Гц	17794	15915	14528

- исследовать влияние изменения величины емкости C1 и C2 (условие C1=C2 сохраняется). Результаты измерения частоты вносим в таблицу 2;

Таблица 2 - Результаты измерения частоты

$L1, мГн$	$L1$	$L1$	$L1$
$C1=C2, нФ$	0,8($C1=C2$)	$C1=C2$	1,2($C1=C2$)
Частота, Гц	17794	15915	14528

по полученным данным построим графики зависимости частоты от изменения индуктивности при заданном значении $C1, C2$ и от изменения емкости конденсаторов $C1, C2$ при заданном значении индуктивности $L1$.

Исследование генератора Клаппа

Для этого выполним следующие шаги:

вызвать на рабочее поле *Multisim* из папки *Электронные генераторы* файл *Рисунок 4*. Генератор Клаппа (рисунок 7.11) представляет собой вариант генератора Колпитца, в котором напряжение OC снимается с емкостного делителя. Ток контура протекает через три емкости и индуктивность. Все перечисленные компоненты схемы определяют резонансную частоту. Параметры схемы генератора заданы.

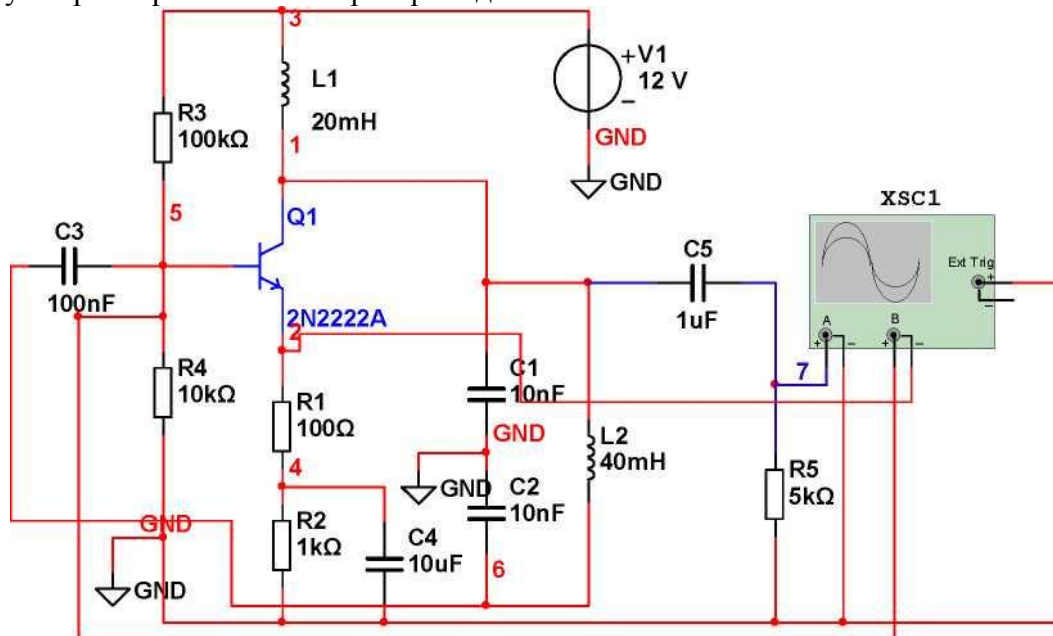


Рисунок 4 - Схема генератора Клаппа

На рисунке 5 приведены осциллограммы выходного напряжения и сигнала обратной связи, формируемого с генератора Клаппа;

- для указанных на схеме параметров элементов измерить с помощью осциллографа частоту и оценить форму колебаний. Раскрыть лицевую панель осциллографа и включить

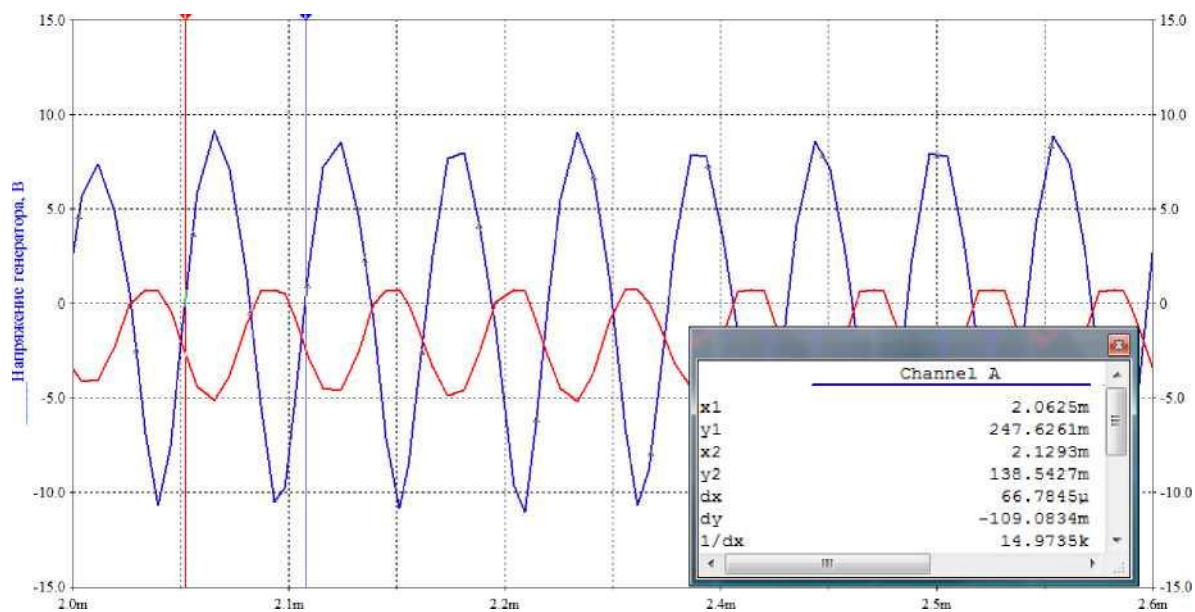


Рисунок 5 - Осциллограммы выходного сигнала генератора Клаппа и сигнала обратной связи

моделирование, нажав кнопку “In - Off” в правом верхнем углу экрана. Обработку осциллограммы можно проводить средствами и инструментом, которыми укомплектован осциллограф. Возможен и другой путь обработки осциллограммы, предлагающий дополнительные возможности (копирование осциллограммы в отчет, возможность сохранения и более широкий набор методов обработки). После получения осциллограммы нажимается кнопка “Grapher/Analysis List” на главной панели меню. Открывается окно “Grapher View” с осциллограммой на закладке “Oscilloscope” и набором дополнительных средств обработки осциллограммы (нанесение надписи на осях, нанесение сетки, корректировка масштабов, использование измерительного инструмента и методов обработки результатов). В частности, после нажатия кнопки “Show/Hide Cursors” появляются две визирные линии и окно с результатами измерений времени (X1,X2) и амплитуд (Y1,Y2). Кроме того, предлагается разность $X2-X1=dX$, являющаяся периодом T, если визирные линии сориентированы на измерение периода T, и выполняется операция $1/dX$, результатом которой является расчет частоты

$$f=1/dX=1/T;$$

- исследовать влияние изменения величины индуктивностей $L1, L2$ (условие $C1=C2$ сохраняется). Результаты измерения частоты внести в таблицу 3;

Таблица 3 - Результаты измерения частоты

$L1, мГн$	$0,8L1(L2)$	$L1(L2)$	$1,2L1(L2)$
$C1=C2, нФ$	$C1=C2$	$C1=C2$	$C1=C2$
Частота, Гц	3978,8	3558,8	3248,7

- исследовать влияние изменения величины емкости $C1$ и $C2$ (условие $C1=C2$ сохраняется). Результаты измерения частоты внести в таблицу 4;

Таблица 4 - Результаты измерения частоты

$L1, мГн$	$L1(L2)$	$L1(L2)$	$L1(L2)$
$C1=C2, нФ$	0,8($C1=C2$)	$C1=C2$	1,2($C1=C2$)
Частота, Гц	3978,8	3558,8	3248,7

- по полученным данным построим графики зависимости частоты от изменения индуктивности при заданном значении $C1, C2$ и от изменения емкости конденсаторов $C1, C2$ при заданном значении индуктивностей $L1, L2$.

Результаты исследования:

1. Как видно из таблиц частоту мы можем менять изменяя индуктивность или емкость в цепи.
2. Регулирование частоты выполняется плавно как видно из графиков.
3. Генератор Клаппа дает изменение частоты до 10000 Гц, а генератор Колпитца выше 10000 Гц.
4. Но эти оба генератора работают до 1МГц как было сказано выше.

Результаты эксперимента:

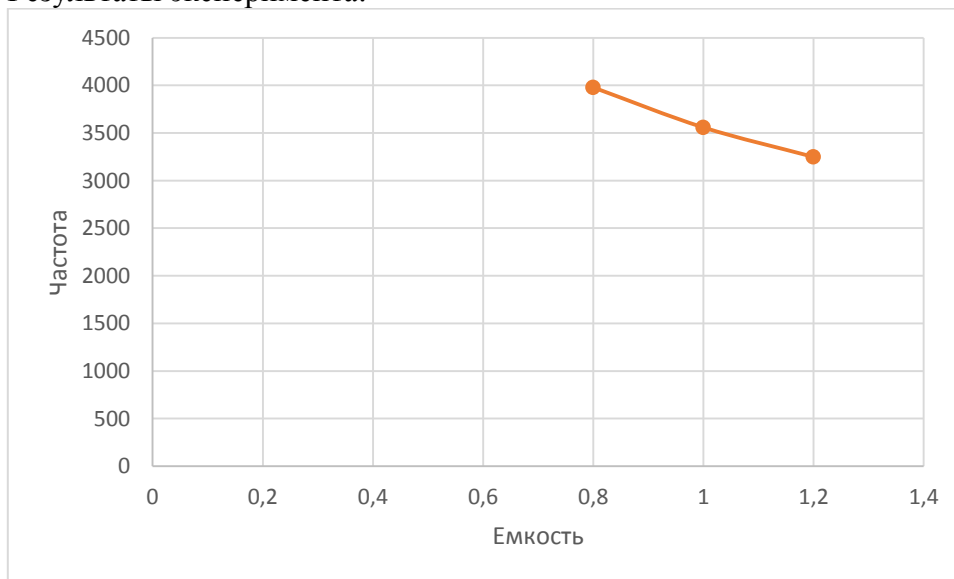


Рисунок 6. Зависимость изменение частоты от емкости

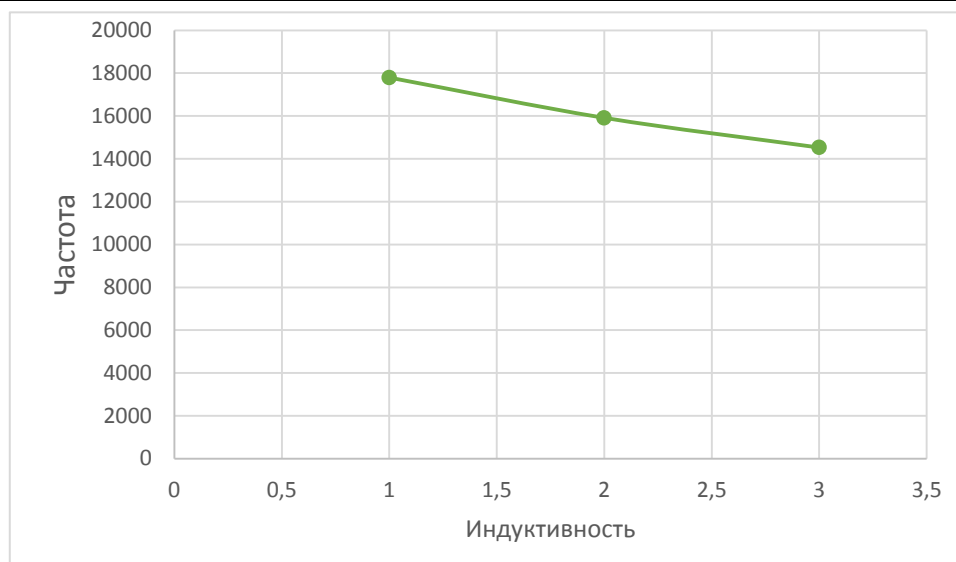


Рисунок 7. Зависимость изменение частоты от индуктивности

Список литературы

1. Амосов А.А., Дубинский Ю. А, Копченова, Н. В. Вычислительные методы. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 672 с.
2. А.И. Байков. Математические модели трансформаторов при анализе силовой части электроприводов/ Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева № 5(102), 2013 г.-316-327 с.
3. Лейтес, Л.В. Схемы замещения многообмоточных трансформаторов / Л.В. Лейтес, А.М. Пин- цов. - М.: Энергия, 1974.
4. Основы теории цепей: учебник для вузов / Г.В. Зевеке, П.А.Ионкин, А.В. Нетушил, С.В. Страхов. - 5-е изд. перераб. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 528 с.
5. Таабалдиева Н.Д., Асан уулу Аскат. Моделирование линий электропередач с помощью лабораторного стенда «электрические станции и подстанции» / Известия КГТУ №1(41) часть I, 2017 г. 63-68 с.
6. Асан уулу Аскат, Конушбаева Д.Т., Архипов Анатолий. Математические модели трансформаторов с учетом конфигурации магнитной системы/ Известия КГТУ №4(44) часть I, 2017 г.
7. Быстрицкий Г.Ф. Основы энергетики : учебник / Г.Ф. Быстрицкий. —3-еизд., стер. — М. : КНОРУС, 2012. — 352 с.
8. Веников В.А. Физическое моделирование электрических систем: учеб.пособие / Веников В.А, Иванов-Смоленский А.В. - М.: Госэнергоиздат, 1956. 256с.
9. Лыкин А.В. Электрические системы и сети: учеб. пособие / А.В. Лыкин. – М.: Университетская книга; Логос, 2008. – 254 с.
10. Костин В.Н. Передача и распределение электроэнергии: учеб. пособие / В.Н. Костин, Е.В. Распопов, Е.А. Родченко. – СПб.: СЗТУ, 2003. – 147 с.
11. Идельчик В.И. Электрические системы и сети: учебник для вузов / В.И. Идельчик. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 592 с.

УДК 621.039.514.45:621.373.121.14

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В НЕРАЗВЕТВЛЕННЫХ ЦЕПЯХ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ПЕРЕМЕННЫХ СОСТОЯНИЯ

Асанова Салима Муратовна, к.т.н., доцент, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66. Тел: +996-312-56-15-38, e-mail: a_sm07@mail.ru

Исакеева Эльмира Базаркуловна, к.т.н., доцент, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66. Тел: +996-312-56-15-38, e-mail: elmira_isa@mail.ru

Самсалиева Роза Жумашевна, старший преподаватель, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66. Тел: +996-312-56-15-38, e-mail: samsalievvarosa@mail.ru

Мухидин улуу Бегулан, магистрант, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66. Тел: +996-312-56-15-38, e-mail: bekulan-100994@mail.ru

Аннотация. В рассматриваемой работе расчет переходных процессов в цепях с распределенными параметрами осуществляется не с помощью традиционных телеграфных уравнений, а с помощью уравнений, полученных методом переменных состояния. Метод переменных состояния является численным методом расчета на ЭВМ, он используется в тех случаях, когда расчет переходных процессов, особенно в цепях высокого порядка, весьма затруднителен. Как известно телеграфные уравнения являются основой теории цепей с рапределенными параметрами, но они имеют некоторые ограничения и могут быть справедливы только для однородных линий. Полученная, в настоящей работе, математическая модель позволяет исследовать как однородные, так и неоднородные линии, одновременно рассчитывать токи и напряжения вдоль всей линии через каждый промежуток Δl , исследовать переходные процессы при различных изменениях режимов работы как в линейных, так и нелинейных электрических цепях и т.д. Результаты моделирования на ЭВМ в системе MatLab показали высокую эффективность и универсальность полученной математической модели для исследования переходных процессов в неразветвленных цепях с распределенными параметрами.

Ключевые слова: цепи с распределенными параметрами, переходные процессы, математическая модель, метод переменных состояния, численное интегрирование.

RESEARCH OF TRANSIENT PROCESSES IN THE UNBRANCHED CIRCUITS WITH DISTRIBUTED PARAMETERS THROUGH STATE VARIABLE APPROACH

Asanova Salima Muratovna, Ph. D., associate Professor, KSTU, Kyrgyz Republic, 720044, Bishkek, Ch. Aitmatov street 66. Phone number: +996-312-56-15-38, e-mail: a_sm07@mail.ru

Isakeeva Elmira Bazarkulovna, Ph. D., associate Professor, KSTU, Kyrgyz Republic, 720044, Bishkek, Ch. Aitmatov street 66. Phone number: +996-312-56-15-38, e-mail: elmira_isa@mail.ru

Samsalievva Roza Zhumashevna, Senior Lecturer, KSTU, Kyrgyz Republic, 720044, Bishkek, Ch. Aitmatov street 66. Phone number: +996-312-56-15-38, e-mail: samsalievvarosa@mail.ru

Muhidin uulu Begulan, master of KSTU, Kyrgyz Republic, 720044, Bishkek, Ch. Aitmatov street 66. Phone number: +996-312-56-15-38, e-mail: bekulan-100994@mail.ru

Abstract. In the considered work calculation of transition processes in circuits with the distributed parameters is perfomed not by means of the traditional cable (telegraph) equations, and

by means of the equations received by method of variables of a state. The method of variables of a state is a numerical method of calculation on the COMPUTER, he is used when calculation of transition processes, especially in chains of a high order, is very difficult. As is well-known the cable equations are a basis of the theory of chains with distributed parameters, but they have some restrictions and can be fair only for uniform lines. Received, in the real work, the mathematical model allows to explore both uniform, and non-uniform lines, at the same time to count currents and tension along all line through each interval, to investigate transition processes at various changes of operating modes as in linear, and nonlinear electric chains etc. Results of modeling on the COMPUTER in the MatLab system have shown high efficiency and universality of the received mathematical model for a research of transition processes in unbranched chains (circuits) with the distributed parameters.

Key words: circuits with distributed parameters, transient processes, mathematical model, state variable approach, numerical integration.

Переходные процессы в цепях с распределенными параметрами возникают при различных изменениях режимов их работы: подключении новых участков линии, включении-отключении источников энергии и нагрузки, грозовые разряды, короткие замыкания и т.п., и имеют характер блуждающих волн, которые распространяются по цепи в различных направлениях. Эти волны могут претерпевать многократные отражения от узловых точек включения нагрузки, от стыков различных линий и т.д. Наложение этих волн может усложнить процессы, протекающие в цепи, т.е. могут возникнуть опасные для оборудования перенапряжения и сверхтоки.

Ранее расчет переходных процессов в цепях с распределенными параметрами осуществлялся с помощью телеграфных уравнений [5; 6], которые являются основой теории цепей с рапределенными параметрами, но они имеют некоторые ограничения и могут быть справедливы только для однородных линий, погонные параметры которых в любой точке линии одинаковы.

В рассматриваемой работе расчет переходных процессов в цепях с распределенными параметрами осуществляется не с помощью традиционных телеграфных уравнений, а с помощью уравнений, полученных методом переменных состояния [6]. Метод переменных состояния – это численный метод расчета с помощью ЭВМ, он используется в тех случаях, когда расчет переходных процессов, особенно в цепях высокого порядка, весьма затруднителен.

Математическая модель, полученная методом переменных состояния, позволяет исследовать как однородные, так и неоднородные линии, одновременно рассчитывать токи и напряжения вдоль всей линии через каждый Δl промежуток, исследовать переходные процессы при различных изменениях режимов работы как в линейных, так и нелинейных электрических цепях.

Для исследуемой цепи уравнения состояния в форме Коши могут быть получены из системы уравнений, записанных по законам Кирхгофа путем их преобразования. Для этого: 1) из системы уравнений, составленных по законам Кирхгофа, исключают переменные, имеющие зависимые начальные условия, и оставляют только токи через индуктивности $i_L(t)$ и напряжения на емкостях $u_C(t)$; 2) оставшиеся уравнения решают относительно производных и записывают в форме Коши.

В случае сложно-разветвленных схем, уравнения состояния могут быть составлены топологическими методами с использованием матриц соединений A и B , элементы которых зависят от топологии и параметров цепи.

Рассмотрим однопроводную линию электропередач, схема замещения которой приведена на рис. 1. В дальнейшем под величинами, обозначенными через L , C , R , G , будем

понимать индуктивность, сопротивление и проводимость, приходящиеся на единицу длины линии, и полагать, что они постоянные, т.е. не зависят от частоты.

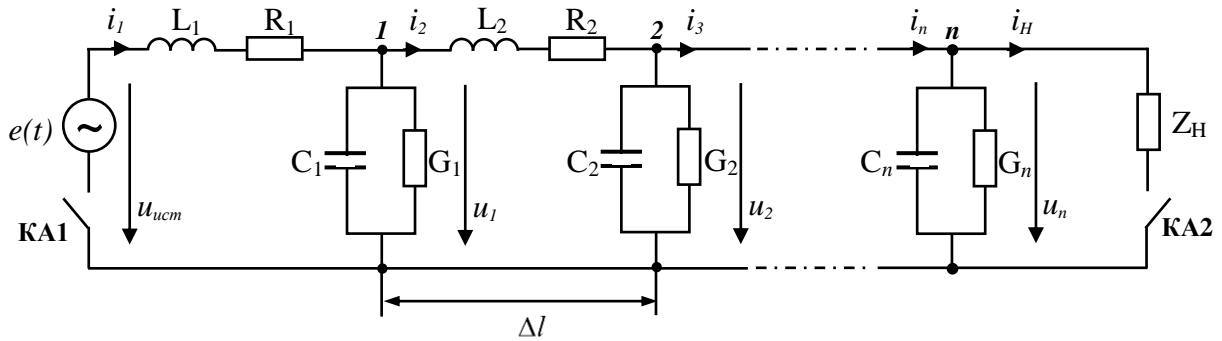


Рис. 1. Схема замещения одной фазы линии электропередач

Для независимых сечений и контуров составляется система дифференциальных уравнений первого порядка по законам Кирхгофа:

$$\begin{cases}
 C_1 \frac{du_1}{dt} = i_1 - i_2 - G_1 u_1; & C_2 \frac{du_2}{dt} = i_2 - i_3 - G_2 u_2; \\
 C_3 \frac{du_3}{dt} = i_3 - i_4 - G_3 u_3; \dots & C_{n-1} \frac{du_{n-1}}{dt} = i_{n-1} - i_n - G_{n-1} u_{n-1}; \\
 C_n \frac{du_n}{dt} = i_n - (G_n + \frac{1}{Z_H}) u_n; & L_1 \frac{di_1}{dt} = u_{уст} - u_1 - R_1 i_1; \\
 L_2 \frac{di_2}{dt} = u_1 - u_2 - R_2 i_2; & L_3 \frac{di_3}{dt} = u_2 - u_3 - R_3 i_3; \dots \\
 L_{n-1} \frac{di_{n-1}}{dt} = u_{n-2} - u_{n-1} - R_{n-1} i_{n-1}; & L_n \frac{di_n}{dt} = u_{n-1} - u_n - R_n i_n.
 \end{cases} \quad (1)$$

Полученная система дифференциальных уравнений (1) записывается в матричной форме:

$$\begin{bmatrix}
 C_1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\
 0 & C_2 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\
 0 & 0 & C_3 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\
 \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\
 0 & 0 & 0 & \dots & C_{n-1} & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & C_n & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\
 \hline
 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & L_1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & L_2 & \dots & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & L_3 & \dots & 0 \\
 \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\
 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & L_{n-1} & 0 \\
 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & L_n
 \end{bmatrix} \cdot \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ \vdots \\ u_{n-1} \\ u_n \\ i_1 \\ i_2 \\ i_3 \\ \vdots \\ i_{n-1} \\ i_n \end{bmatrix} =$$

$$= \begin{bmatrix} -G_1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & -G_2 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -G_3 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & -G_{n-1} & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & -G_n - \frac{1}{Z_H} & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 \\ \hline -1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & -R_1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & -R_2 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & -R_3 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & -R_{n-1} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & -R_n \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ \vdots \\ u_{n-1} \\ u_n \\ i_1 \\ i_2 \\ i_3 \\ \vdots \\ i_{n-1} \\ i_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \cdot u_{ucm},$$

или сокращенно $H \frac{dx}{dt} = K \cdot x + C \cdot u_{ucm}, \quad \frac{dx}{dt} = H^{-1} \cdot K \cdot x + H^{-1} \cdot C \cdot u_{ucm},$ (2)

если обозначить $A = H^{-1} \cdot K, B = H^{-1} \cdot C,$ то уравнения (1) можно записать в форме Коши

$$\frac{dx}{dt} = A \cdot x + B \cdot u_{ucm} \quad \text{или} \quad \frac{dx}{dt} = f(x, t, u_{ucm}), \quad x(0) = x_0, \quad (3)$$

где A, B – матрицы соединений; u_{ucm} – вектор внешних воздействий; x – m -мерный вектор искомых величин (переменных состояния), x_0 – m -мерный вектор независимых начальных значений.

Численное интегрирование полученных уравнений состояния (1) осуществляется с помощью ЭВМ в системе MatLab методом Рунге-Кутта [4, с. 450-455], являющимся одним из методов повышенной точности:

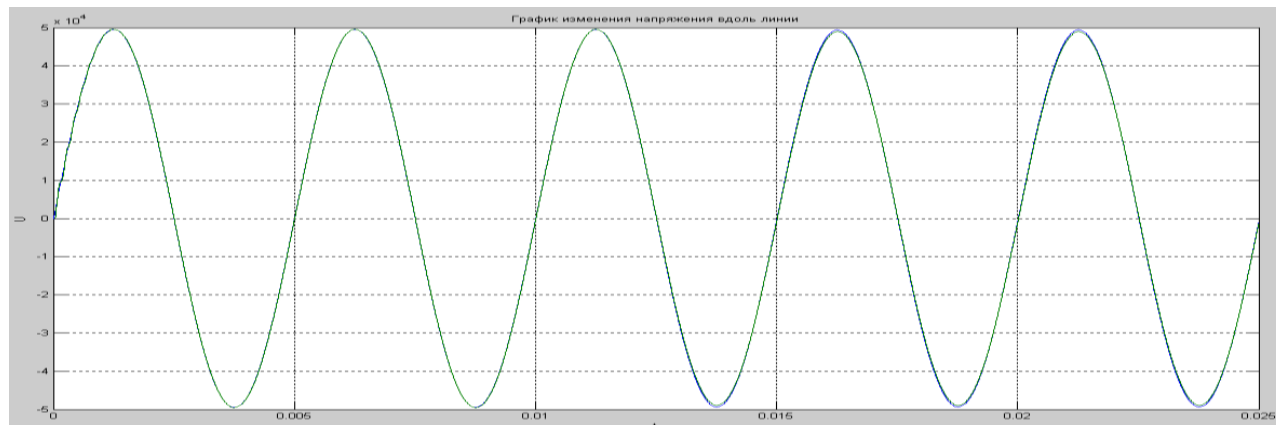
$$x(t_{i+1}) = x(t_i) + \frac{\Delta t}{6} [k_1 + 2 \cdot k_2 + 2 \cdot k_3 + k_4], \quad (4)$$

где $k_1 = A \cdot x(t_i) + B \cdot u(t_i), \quad k_2 = A \cdot (x(t_i) + \frac{\Delta t}{2} k_1) + B \cdot u(t_i + \frac{\Delta t}{2}),$

$$k_3 = A \cdot (x(t_i) + \frac{\Delta t}{2} k_2) + B \cdot u(t_i + \frac{\Delta t}{2}), \quad k_4 = A \cdot (x(t_i) + \Delta t \cdot k_3) + B \cdot u(t_i + \Delta t).$$

Для линии длиной 5 км с параметрами $U = 35$ кВ, $R_0 = 25$ Ом/км; $L_0 = 0.005$ Гн/км; $G_0 = 0.0000001$ См/км; $C_0 = 0.01$ мкФ/км; $f = 1256$ Гц; $R_H = 10$ кОм (нагрузка активная), результаты моделирования в системе MatLab показаны на графиках (рис.2).

а) график изменения напряжений u_1, u_2, \dots, u_5 вдоль линии



б) график изменения токов i_1, i_2, \dots, i_5 вдоль линии

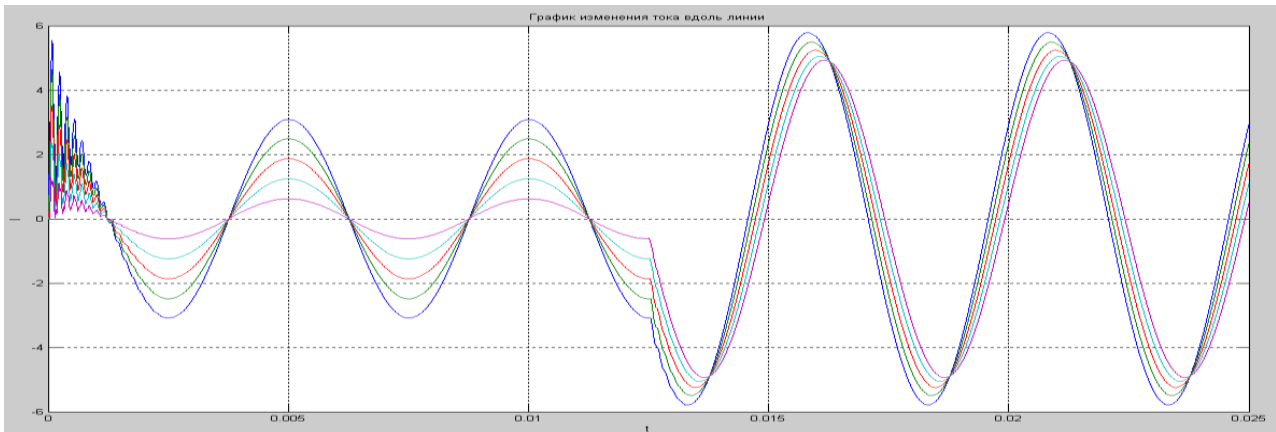


Рис. 2. Результаты моделирования переходного процесса в системе MATLAB при $R_H=10$ кОм (при $t = 0$ замкнут $KA1$ – линия без нагрузки, при $t = 0,025$ сек. подключилась активная нагрузка, замкнуты $KA1$ и $KA2$, см. рис. 1)

В заключение отметим, что результаты моделирования показали универсальность и высокую эффективность полученной математической модели (1) для исследования переходных процессов в неразветвленных цепях с распределенными параметрами. К примеру, в работах [1, 2, 3], с помощью математических моделей цепей с распределенными параметрами, полученных методом переменных состояния, были произведены: исследования переходных процессов и условий возникновения и гашения перемежающейся дуги в распределительных электрических сетях [1]; исследования параметров переходных процессов в цепях с распределенными параметрами и их диагностических возможностей [2], а также рассматривалась электромагнитная совместимость нескольких смежных линий электропередач с учетом их взаимных магнитных и электрических влияний [3].

Список литературы

1. Асанова С.М. Исследования процессов в электрических сетях 6-35 кВ с помощью физических и математических моделей / С.М. Асанова, Ж.С. Иманакунова, К.А. Сатаркулов. - Научно-технический журнал: Проблемы автоматики и управления, НАН КР, Бишкек, 2008.
2. Асанова С.М. Исследование диагностических возможностей параметров переходных процессов в цепях с распределенными параметрами / С.М. Асанова, А.Р. Айдарова, К.А. Сатаркулов. - Известия КГТУ, №27, Бишкек, 2012.
3. Асанова С.М. Моделирование взаимных электромагнитных влияний смежных линий электропередачи / С.М. Асанова, А.Р. Айдарова, Ж.С. Абылгазиев. - Электронный научный журнал «Априори. Серия: Естественные и технические науки», №5, Россия, г.Краснодар, 2015.
4. Бахвалов Н.С. Численные методы / Н.С. Бахвалов. – Москва: Гл.ред-я физ.-мат. Литературы изд-ва «Наука», 1975. – 631 с.
5. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники / Л.А. Бессонов. – Москва: Издательство «ВШ», 1973. – 752 с.
6. Демирчян К.С. Теоретические основы электротехники: В 3-х т. Учебник для вузов. Том 2. – 4-е изд. / К.С. Демирчян, Л.Р. Нейман, Н.В. Коровкин, В.Л. Чечурин. – СПб.: Питер, 2004. – 576 с.

РАСЧЕТ ПРОВАЛА НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ РАБОТЕ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ С РЕЗКО ПЕРЕМЕННЫМ РЕЖИМОМ РАБОТЫ

Бекиш кызы Айжан, магистрант, Кыргызский Государственный Технический Университет им. И. Раззакова, 720044, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, bekish488@mail.ru orcid.org/0000-0002-3479-5337

Суеркулов Манас Асанбекович, профессор, Кыргызский Государственный Технический Университет им. И. Раззакова, 720044, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66 orcid.org/0000-0001-6714-3872

Аннотация. Провал напряжения одной из показателей качества электроэнергии, который существенно влияет и характеризуется допустимыми провалами. Рассмотрены вопросы устранения отрицательного влияния этого показателя. Провалы напряжения обычно происходит из-за неисправностей в электрических сетях или электроустановках потребителей, а также при подключении мощной нагрузки. Отсюда следует два вида провала: исчезновение напряжения и глубокая просадка напряжения. В первом случае провал напряжения связан отключением электрических сетей по различным причинам, во втором случае провал напряжение связан при работе мощных электропотребителей. Они потребляя большие токи вызывают большие потери напряжения, вследствие чего, происходит глубокое снижение напряжения. Длительности провала зависит в первом случае временем работы АПВ или АВР, а во втором случае длительности зависит от времени работы технологического оборудования для выполнения технологической работы.

Согласно[1] длительности провала напряжения рассматриваются как электромагнитная помеха, интенсивность которой определяется как напряжение, так и длительностью. Длительность провала напряжения может быть до 1 минуты [1].

В трехфазных системах электроснабжения за начало провала напряжения принимают момент, когда напряжение хотя бы одной из фаз падает ниже порогового значения начало провала напряжения, за окончание провала напряжения принимают момент когда напряжение во всех фазах возрастает до порогового значения окончание провала напряжения.

Согласно [1] длительности провал напряжения и классифицируется 6 видов, от 0,01 секунд до 60 секунд, а величина остаточного напряжения от опорного напряжения классифицируется на 5 видов от 90% до 5%.

Поэтому основы расчета провала является определение величин остаточного напряжения в процентах. Рассмотрены вопросы устранения отрицательного влияния этого показателя.

Ключевые слова: провал, длительность, частота повторения, начало провала, пороговое значение, вероятность, конец провала.

CALCULATION OF FAILURE DURING OPERATION VOLTAGE POWER CONSUMPTION WITH A SHARP CHANGE OF OPERATION MODE

Bekish kyzy Aijan, graduate student, Kyrgyz State Technical University named after I.Razzakov, bekish488@mail.ru Bishkek, Ch. Aitmatova are.66 orcid.org/0000-0002-3479-5337
Suerkulov Manas Asanbekovich, professor, Kyrgyz State Technical University named after I.Razzakov Bishkek, Ch. Aitmatova are.66 orcid.org/0000-0001-6714-3872

Annotation. Voltage dips usually occur due to malfunctions in electrical networks or electrical installations of consumers, as well as when connecting a powerful load. Hence, there are

two types of failure, the disappearance of the voltage and the deep setting of the voltage. In the first case, the failure of the voltage is caused by the disconnection of the electrical networks for various reasons, in the second case, the voltage failure is associated with the operation of powerful electric consumers. They consume large currents cause large voltage losses, resulting in a deep voltage drop. The duration of the failure depends, in the first case, on the operation time of the automatic reclosure or the automatic transfer system, and in the second case the duration depends on the time of operation of the technological equipment for performing the technological work.

According to [1], the duration of the voltage dip is considered as an electromagnetic interference, the intensity of which is defined as the voltage with duration. The duration of the voltage drop can be up to 1 minute [1].

In three-phase power supply systems, the beginning of the voltage dip is taken to be the moment when the voltages of at least one of the phases fall below the threshold value of the beginning of the voltage dip, and the moment when the voltage in all phases increases the threshold value of the end of the voltage dip.

According to [1], the duration of the voltage dip is 6 types, from 0.01 seconds to 60 seconds, and the residual voltage value from the reference voltage is classified into 5 kinds from 90% to 5%.

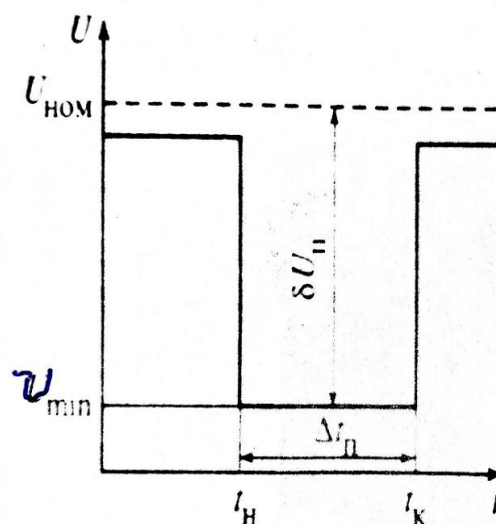
Therefore, the basis for calculating the failure is the determination of the residual voltage in percent. The issues of eliminating the negative impact of this indicator.

Keywords: failure, durability, repetition rate, start failure, threshold, probability, the end of failure.

Согласно [1] провалы напряжения обычно происходит из-за неисправности в электрических сетях или электроустановках потребителей, а также при подключении мощности нагрузки.

Причиной провала напряжения (ПН) являются короткие замыкания, переменный режим работы, некоторых мощных приемников электроэнергии промышленности.

ПН характеризуется следующими параметрами, длительностью (Δt_n) и глубиной провала (ΔU_n). Характер приведем в **рис.1**



$$\Delta U_1 = U_0 - \Delta U$$

Рис. 1. Параметры провала напряжения.

$t_{Н}, t_{К}$ – начало и конец провала. U_{min} -остаточное напряжение. $U_{н}$ - номинальное напряжение. В [1] большое внимание уделяется ПН, возникающее в изучении Кз.

В системах ЭС промышленных предприятий, часто применяются различные ПЭЭ, которое соблюдает повторно- кратко временным режимами работы, это мощные

своевременные аппараты контактные, стыковые шовные и другие. А также, некоторые ПЭЭ по режиму работы часто запускаются и останавливаются. Также режимы работы вызывают большие потери напряжение сетях, что приводит к уменьшению уровни напряжения в зажимах ПЭЭ.

При ПН приемники могут терять питание и отключаются, к этому очень чувствительны магнитные пускатели, лампы накаливания.

Рассмотрим режим работы машин контактной сварки. Рис.2 приведен графики нагрузки 0,4 кВ подстанции, питающей большое число стыковых сварочных машин. [2]

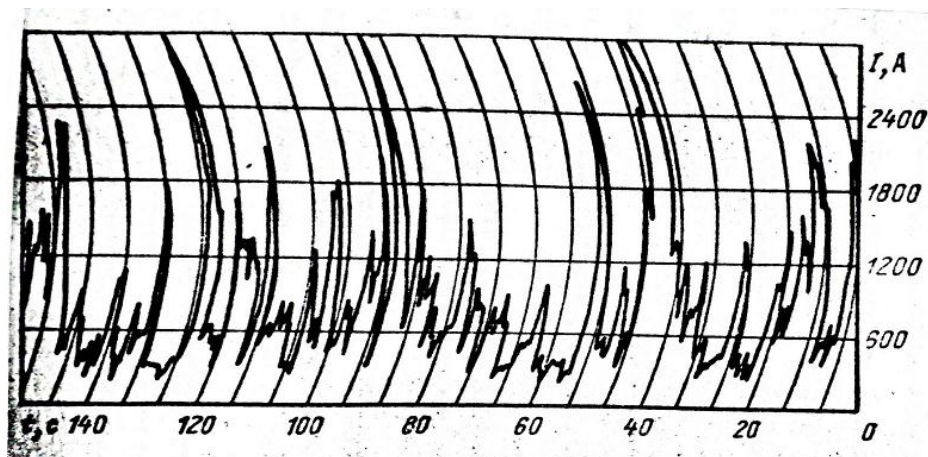
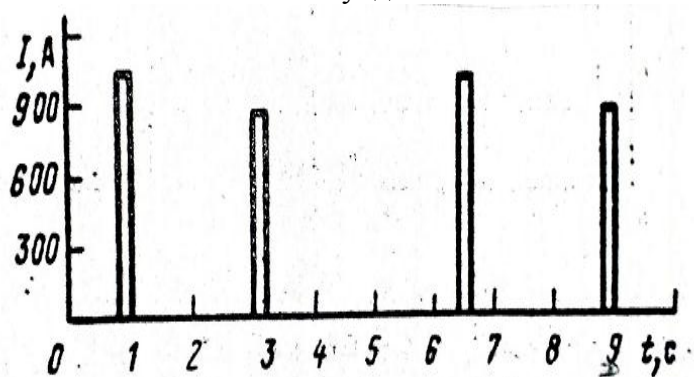


Рис. 1. График нагрузки на шинах 0,4 кВ подстанции, питающей большое число стыковых сварочных машин.

Пиковые токи достигает за кратковременный промежуток времени больше 2,6 кА. Длительность несколько секунд.



Длительностям токовой нагрузки по графику (2) сглаживание значение токовой нагрузки по длительности на рис.1

Рис.2 График тока однофазной многоточечной машины.

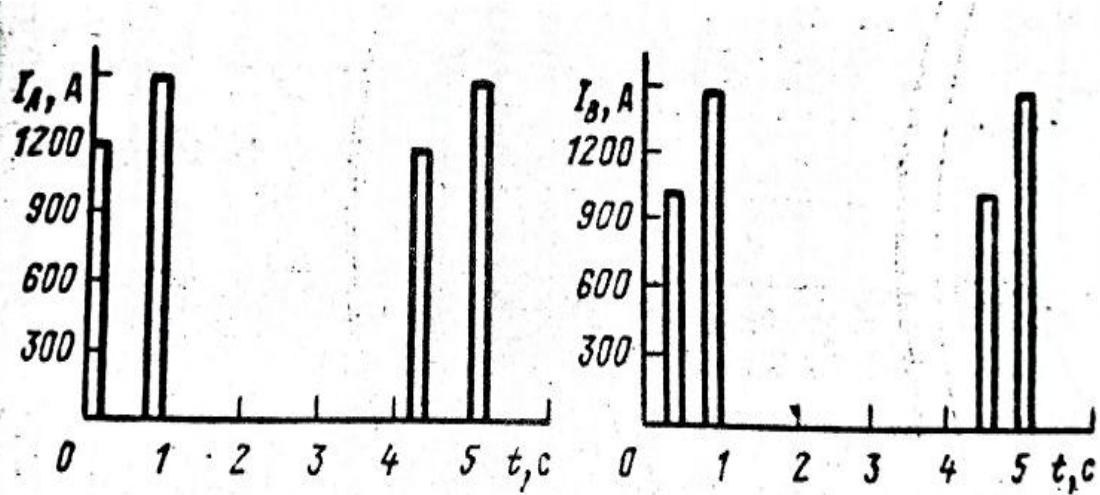


Рис.3 предельные изменения токов многоточечной сварки.

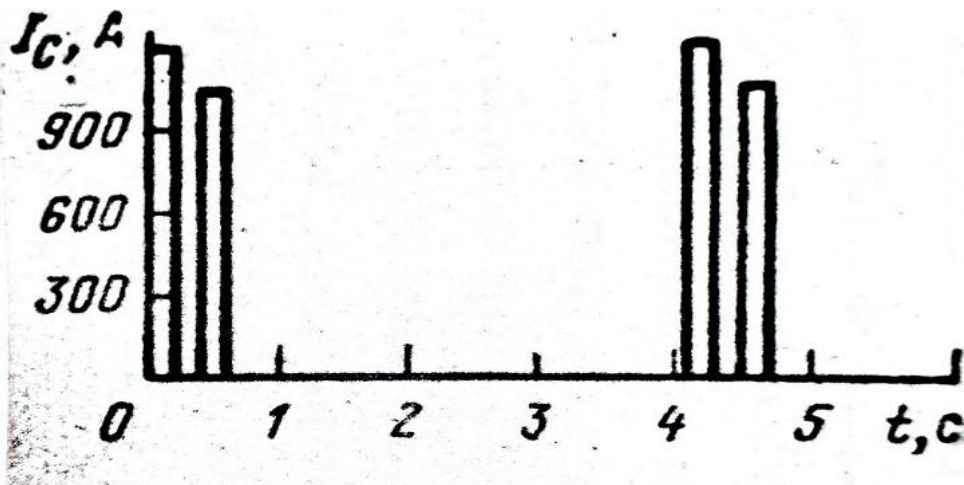


Рис.4 Графики токов трехфазной многоточечной машины при поочередном включении трансформаторов.

Определим ПН при работе контактной сварки. Для этого машина контактной сварки получают питание по магистральному шинопроводу.

Как видно из рис.1 за период времени 160 секунд ток равный 1800 А повторяется более 10 раз. Длительности от 1 до несколько секунд. Ток равный 2400 А повторяется более 7 раз. Длительности от 1 до 3 секунд.

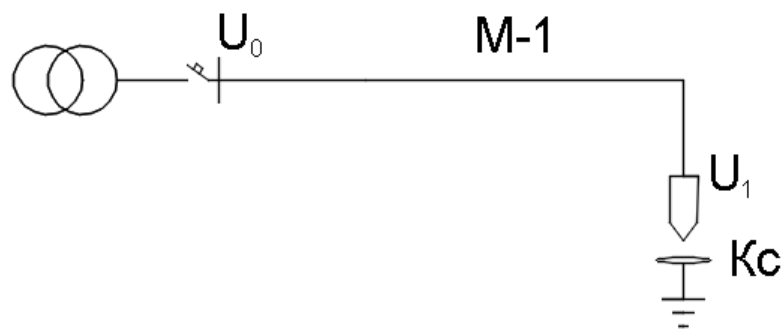


Рис.4 схема питания машин контактной сварки (КС).

$$(Кс) \\ \Delta U_1 = U_0 - \Delta U, В \quad (1)$$

$$\Delta U - \text{потери напряжения сети, \%} \\ \Delta U = I_{n.c} \cdot Z_{уд} \cdot L \quad (2)$$

где $I_{n.c}$ - пиковый ток сварки. А

$Z_{уд}$ - удельное полное сопротивление магистрального шинпровода. Ом/м

L - длина участка линии от ТП до зажима трансформатора контактной сварки.

Формула (1) справедлива для одной машины. Фактически на производстве одновременно выполняются несколько машин контактной сварки и их пиковые токи суммируются, создавая большие потери напряжения. В результате в сети резко снижается напряжение, т.е возникает провал.

Вероятность **Bm** одновременной работы **m** сварочных машин из общего числа машин **n**, получающих питание от данной сети, определяется на основании биномиального распределения.

$$B_m = C_n^m \cdot \text{ПВ}_\phi^m (1 - \text{ПВ}_\phi)^{n-m} \quad (3)$$

ПВ_ϕ = вероятность выполнения одной машины. Если фактической продолжительности включения машины разная, то используются среднее значение:

$$\text{ПВ}_{\phi.cр} = \frac{\text{ПВ}_{\phi 1} + \text{ПВ}_{\phi 2} + \dots + \text{ПВ}_{\phi n}}{n} \quad (4)$$

В связи с этим среднюю длительность обычного импульса, $t_{m.cр}$

$$t_{m.cр} = \frac{\text{ПВ}_{\phi.cр}(1 - \text{ПВ}_{\phi.cр})}{\lambda_{cр}[m(1 - \text{ПВ}_{\phi.cр}) + (n - m)\text{ПВ}_{\phi.кз}]} \quad (5)$$

где $\lambda_{cр}$ - средняя частота выполнения машин.

$$\lambda_{cр} = \frac{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n}{n} \quad (6)$$

Средняя частота $f_{cр}$ m импульсов.

$$f_{cр} = B_m / t_{m.cр} \quad (7)$$

Максимальный пиковый ток

$$I_{m.n} = \sum_1^m I_{ui} \cdot \text{ПВ}_{\phi i} + \beta \sqrt{\sum_1^n I_i^2 \text{ПВ}_{\phi i} (1 - \text{ПВ}_{\phi i})} \quad (8)$$

где β - статический коэффициент соответствующий вероятности превышения m от среднего значения.

Если машина имеет одинаковые параметры

$$I_{m.n} = I_{n.n} \text{ПВ}_{\phi i} + \beta I_n \cdot \sqrt{n \cdot \text{ПВ}_{\phi i} (1 - \text{ПВ}_{\phi i})} \quad (9)$$

Если, известны только паспортные данные машин, то расчетный максимальный пиковый ток

$$I_{m.n} = 0.865 K_{з.cр} \cdot \text{ПВ}_{\phi.cр} \sum_1^n I_{нас.i} + \beta \sqrt{\text{ПВ}_{\phi.cр} (1 - \text{ПВ}_{\phi.cр}) \sum_1^n I_{пост.i}^2 K_{з.cр}} \quad (10)$$

Где $K_{з}$ коэффициент загрузки определим потери напряжения в питающей сети

$$\Delta U_M = I_{m.n} \cdot Z_{уд} \cdot L \quad (11)$$

Величина провала напряжения

$$\Delta U = U - \Delta U_M \quad (12)$$

Рассмотрим ПН при пуске крупных асинхронных машин с коротко замкнутым ротором. Частый пуск и остановка этих машин приводим глубокой посадке напряжения, это может влиять на режим работы коммутационных аппаратов, приборов, особенно сильно реагируют на это изменения ПЭЭ особо чувствительным к малым отклонениям напряжения.

Потери напряжения в питающую сеть при пуске.

$$\Delta U_n = I_n \cdot L(R_0 \cos \varphi_n + x_0 \cdot \sin \varphi_n) \quad (13)$$

I_n – пусковой ток равный $(5 \div 7)I_n$;

R_0, X_0 – удельное сопротивление линии Ом/м,

$\cos \varphi_n, \sin \varphi_n$ – значение косинус “фи”, синус “фи” при пусковом режиме. Кроме того пусковой режим характеризуется длительностью пуска t_n . После этого проверяем условие о том, что ПЭЭ при ПН не отключается из сети.

$$\delta U \geq U_{p.m} \quad (14)$$

$U_{p.m}$ – где рабочее минимальное напряжение при значении которого ПЭЭ остается включенным (например: контактор). Сняжение напряжения на зажимах контактора.

$$U = U_n e^{-\frac{\Delta t_n}{T_a}} \quad (15)$$

T_a – постоянное времени и катушки.

Вывод:

1. При изучении провала напряжение необходимо учитывать не только режим Кз, а режим работы ПЭЭ.
2. Для полной характеристики ПН необходимо определять глубину провала частота повторения но, в [1] это не указано.
3. Шире использовал вероятные методы расчета.
4. Точно определить величины остаточного напряжения в %, от опорного напряжения.
5. На действующих электрических сетях и условиях производства собрать информацию о ПН и его длительности для обоснования инженерных методов расчета.

Список литературы

1. Борисов Б.П, Вагин Г.Я Электроснабжения электротехнологических установок. Киев. 1985-248с.
2. Вагин Г.Я. Режимы электросварочных машин. Москва Энергостатком 1985-192с
3. Вагин Г.Я. режимы электросварочных машин. Москва. Энергия. 1975-112с
4. ГОСТ Р 54149-2010 нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего напряжения. М. Стандартная форма 2012-615.
5. Ивинов В.С, Соколов В.И Режим потребления и качества электроэнергии промышленных предприятий. Москва. Энергостатком 1987-836
6. Каялов Г.М. Основы по строению промышленных электрических сетей. М. 1978-352с
7. Картошев И.И и др. Управление качеством электроэнергии. Дом МЭИ 2008-354с.
8. Конюхова Е.А. Электроснабжение. Учебное пособие. Издательский дом МЭИ 2008-354с.
9. Кудрин Б.И. Электроснабжение. Учебное пособие. Москва Издательский дом МЭИ 2013г.
10. Минеев Р.В и др. Повышение эффективности электроснабжения электропечи. Москва 1986-208с.
11. Федоров А.А. Основы электроснабжения промышленных предприятий. Москва 1972-416

УДК.: 621.039.667.4:621.313.822

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ И РАСЧЕТА РЕАКТОРОВ ПО СРАВНЕНИЮ С СИЛОВЫМИ ТРАНСФОРМАТОРАМИ

Гунина Милана Геннадьевна, к.т.н., доцент, КГТУ им. И. Раззакова, 720044, г.Бишкек, пр.Ч. Айтматова,66, e-mail: mg_gunina@mail.ru, orcid.org/0000-0002-4142-6556
Эрнес кызы Венера, магистрант, КГТУ им. И. Раззакова, 720044, г.Бишкек, пр.Ч.Айтматова,66, e-mail: elmech@mail.ru, orcid.org/0000-0002-5382-9571

Аннотация. Чаще всего трансформаторы потребляют из сети реактивную мощность и, израсходовав часть ее на создание собственных магнитных полей, оставшуюся передают далее, тем более, что в промышленных сетях преобладают потребители с активно-индуктивным сопротивлением. Но возможны и другие ситуации. При сильно выраженной емкостной нагрузке, например, в автономной системе электроснабжения, ток может опережать по фазе напряжение. В ночное время длинные линии электропередачи оказываются недогруженными и емкостные токи утечки между фазами и между фазами и землей оказываются преобладающими. В высокочастотных трансформаторах, а также при волновых переходных процессах в промышленных сетях входное сопротивление трансформатора может иметь существенную емкостную составляющую вследствие наличия межвитковых и прочих емкостей.

В этих случаях трансформатор будет забирать реактивную мощность из нагрузки и отдавать ее в сеть. Для управления этими процессами в современных энергосистемах используются различные средства компенсации реактивной мощности. Основными источниками реактивной мощности являются реакторы.

Проведенный анализ литературы установил, что несмотря на то, что реактор имеет много общего с силовым трансформатором, существуют также существенные отличия, как в конструкции, так и при проектировании. Все эти особенности подробно изложены в данной статье.

В результате проведенных исследований были получены две расчётные модели, по которым может осуществляться электромагнитный расчет реактора. Предложенные формулы могут использоваться в современных расчетах реакторов различных типов.

Ключевые слова: трансформатор, реактор, реактивная мощность, магнитная система, насыщение, потокосцепление, электромагнитный расчет, оптимизация, напряженность магнитного поля.

DESIGN FEATURES AND CALCULATION OF REACTORS COMPARED TO POWER TRANSFORMERS

Gunina Milana G., Ph.D., associate professor, KSTU I.Razzakov, 720044, Bishkek, Ch. Aitmatov av., 66, e-mail: mg_gunina@mail.ru, orcid.org/0000-0002-4142-6556
Ernes k. Venera, master KSTU I.Razzakov, 720044, Bishkek, Ch. Aitmatov av., 66, e-mail: elmech@mail.ru, orcid.org/0000-0002-5382-9571

Annotation. Most often, transformers consume reactive power from the network and, having spent part of it on creating their own magnetic fields, the rest is transmitted further, especially since consumers in the industrial networks have a predominantly inductive resistance. But other situations are possible. With a strong capacitive load, for example, in an autonomous power supply system, the current can outstrip the voltage in phase. At night, long power lines are

underloaded and capacitive leakage currents between phases and between phases and earth are prevalent. In high-frequency transformers, as well as in wave transients in industrial networks, the input resistance of the transformer can have a significant capacitive component due to the presence of interturn and other capacitances.

In these cases, the transformer will take the reactive power out of the load and return it to the network. To control these processes in modern power systems, various means of reactive power compensation are used. The main sources of reactive power are reactors.

The analysis of the literature has shown that in spite of the fact that the reactor has much in common with a power transformer, there are also significant differences, both in design and in design. All these features are detailed in this article.

As a result of the studies, two calculation models were obtained, according to which the electromagnetic calculation of the reactor can be performed. The proposed formulas can be used in modern calculations of reactors of various types.

Keywords: transformer, reactor, reactive power, magnetic system, saturation, flux link, electromagnetic calculation, optimization, intensity of the magnetic field.

В настоящее время проблема компенсации реактивной мощности, потребляемой промышленными предприятиями является одной из важнейших. В связи с увеличением доли нелинейных нагрузок возникают токи высших гармоник, напряжение становится несинусоидальным. При этом применение для компенсации реактивной мощности конденсаторных батарей становится невозможным. Также, при быстрых изменениях нагрузки, необходимо поддерживать напряжение питающей сети в допустимых пределах [1,3]. Для этого требуются быстродействующие компенсирующие устройства. В современных энергосистемах используются различные средства компенсации реактивной мощности [7-9]. Однако, в последнее время требования к быстродействующему регулированию реактивной мощности возрастают.

Мероприятия по компенсации реактивной мощности увеличивают срок службы трансформаторов, позволяют использовать провода меньшего сечения (вследствие уменьшения нагрузки), улучшают качество электроэнергии (за счёт уменьшения искажения формы напряжения); уменьшают нагрузку на коммутационную аппаратуру (за счет снижения токов в цепях), снижают расходы на электроэнергию.

В связи с вышеизложенным, одной из важнейших составляющих современных энергетических систем, наряду с трансформатором, является реактор.

Электрические реакторы, применяемые на практике, значительно разнообразнее, чем силовые трансформаторы. Если даже рассматривать классификацию по назначению, то типов реакторов, приведенных в ней в четыре раза больше, чем силовых трансформаторов. Перечислим только некоторые типы реакторов.

Реакторы последовательного включения. Это реакторы, которые подсоединяются последовательно линии или фидеру. Типичная область применения – снижение токов короткого замыкания, выравнивание нагрузки в параллельных цепях и ограничение бросков тока в конденсаторных батареях и т.д.

Токоограничивающие реакторы предназначены для снижения токов короткого замыкания до уровня безопасного для оборудования. Диапазон типоразмеров токоограничивающих реакторов – от простых распределительных фидерных реакторов до больших реакторов на напряжение до 765кВ, выравнивающих нагрузку. При использовании таких реакторов уровень длительно допустимого тока должен определяться с учетом имеющихся токов высших гармоник, допустимого изменения ёмкости и допустимого уровня перенапряжения в сети.

Сдвоенные реакторы – это токоограничивающие реакторы, состоящие из двух катушек, включенных навстречу друг другу. Такие реакторы имеют малое реактивное

сопротивление при нормальной работе и высокое – при возникновении короткого замыкания.

Регулировочные реакторы – включаются последовательно линии электропередачи на номинальное напряжение до 800кВ. Эти реакторы изменяют реактивные составляющие полного сопротивления линии электропередач, что позволяет оптимально перераспределять потоки мощности.

Фильтровые реакторы. Фильтровые реакторы используются вместе с конденсаторными батареями для создания последовательных узкополосных фильтров высших гармоник или совместно с конденсаторными батареями и резисторами для создания широкополосных фильтров. При выборе фильтрового реактора должны быть заданы амплитуды тока основной частоты и высших гармоник. Для точной настройки индуктивности необходимо определить количество регулировочных отпаек и диапазон регулирования.

Шунтирующие реакторы применяются для компенсации реактивной мощности, генерируемой не нагруженными воздушными или кабельными линиями. Они обычно подключаются через третичную обмотку трансформатора, однако в системах до 115кВ могут подключаться и напрямую.

Шунтирующие реакторы с тиристорным управлением широко применяются в схемах статической компенсации реактивной мощности. Статические компенсаторы реактивной мощности применяются в сетях для повышения общей надежности, компенсации изменения напряжения и мощности, а также для увеличения передающей способности линии и снижения потерь. Статические компенсаторы реактивной мощности обычно включают в себя:

-Шунтирующие реакторы с тиристорным управлением (ШРТУ). Компенсация мощности осуществляется изменением тока, протекающего через реактор, с помощью управляющих тиристорov;

- Реактор с тиристорным коммутированием (РТК);
- Реактор с тиристорным коммутированием ёмкости (РТКЕ);
- Фильтровые реакторы (ФР).

Высоковольтные реакторы линий постоянного тока применяются для передачи энергии на дальние расстояния и организации межсистемных связей.

Описанные реакторы существенно различаются по своим номинальным параметрам. Например, для реакторов последовательного включения, заранее задаются такие параметры как номинальный ток и индуктивность или полное сопротивление, для шунтирующих реакторов – номинальные мощность и напряжение, для дугогасящих – номинальные напряжение и ток. Для сглаживающего реактора важнейшими параметрами являются эквивалентная индуктивность и ток насыщения, а в сдвоенных реакторах основной параметр –это коэффициент связи.

В связи с этим в реакторах используется значительно больше различных видов магнитных систем, чем в трансформаторах (рис.1).

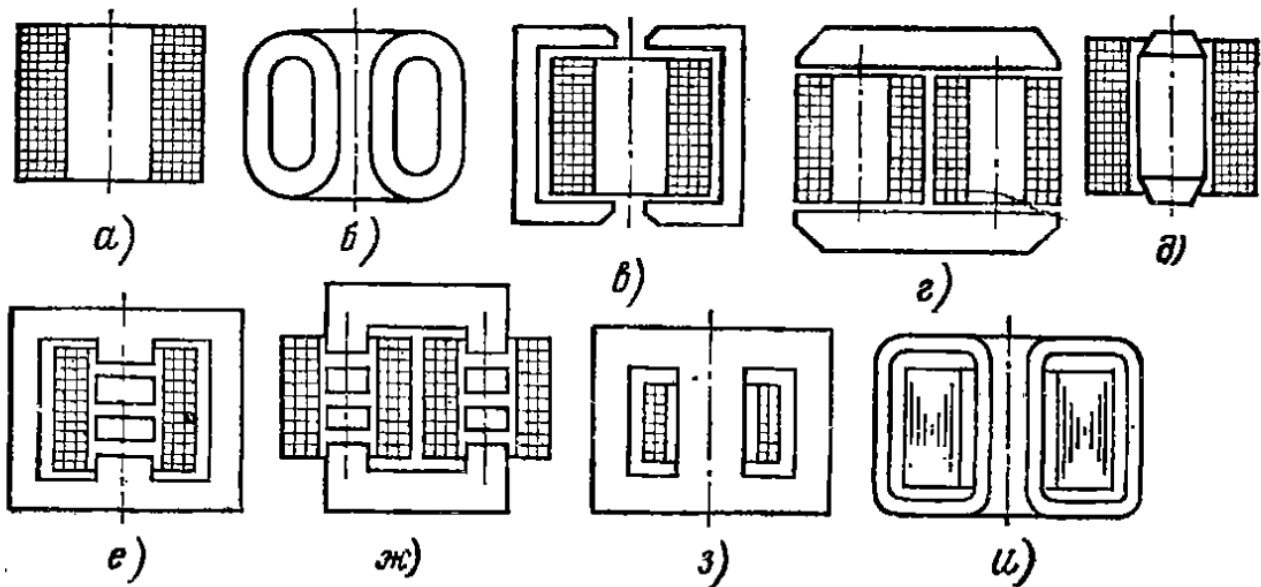


Рис.1. Основные виды конструкции реакторов

а,б – реакторы без стали с цилиндрической обмоткой и тороидальный; в,г – броневой и ярмовой реакторы, не имеющие стержня; д – стержневой реактор без ярм; е,ж – бронестержневой и стержневой реакторы с немагнитными зазорами в стержне; з,и – бронестержневой и тороидальный насыщающиеся реакторы.

Все приведенные на рис.1. конструкции можно условно разделить на четыре группы [4]. 1) реакторы без стали (рис.1, а,б); 2) реакторы с разомкнутыми магнитными системами (рис.1, в-д); 3) с магнитными системами с зазорами (рис.1, е,ж) и 4) реакторы с замкнутыми магнитными системами (рис.1, з,и).

В то же время все обычные силовые трансформаторы можно отнести к одной группе, а именно к той, к которой относятся реакторы с магнитными системами имеющими зазоры.

Однако, несмотря на разнообразие видов конструкций, большинство электромагнитных расчетов реакторов можно провести по методике расчетов трансформаторов [2,5]. Если говорить о расчетах магнитного поля в реакторах без стали или с разомкнутой магнитной системой, то их можно провести как расчет поля рассеяния трансформатора. Отличие будет заключаться в том, что в реакторах необходимо учитывать кривизну обмоток и роль радиального поля. Реакторы же с замкнутой магнитной системой рассчитываются как процессы при перевозбуждении в трансформаторе.

Рассмотрим реактор, имеющий ненасыщенную магнитную систему с зазорами в стержне. Такой реактор можно представить, как трансформатор, в котором реальная обмотка реактора является первичной обмоткой трансформатора, а вторичной обмоткой такого трансформатора будут обмотки, с индуктивностью равной магнитной проводимости зазора в стержне реактора. При этом поле рассеяния такого воображаемого трансформатора будет идентично полю рассеяния реактора.

Также для того, чтобы использовать методики расчета трансформаторов для расчета реакторов, можно представить реактор без стали как трансформатор. Например, рассмотрим внешнее короткое замыкание в замкнутом электромагнитном экране, окружающем основную обмотку реактора. Представим такой реактор как двухобмоточный трансформатор, с небольшой индуктивностью холостого хода и большим намагничивающим током. Тогда замкнутая накоротко вторичная обмотка этого трансформатора будет соответствовать замкнутому электромагнитному экрану.

Отличительной особенностью реакторов переменного тока, по сравнению с трансформаторами является величина реактивной мощности магнитного поля. Если взять

реактор и трансформатор одинаковой мощности или сопоставимых размеров, то в реакторе реактивная мощность равна номинальной мощности, и соответственно будет на порядок больше, чем в трансформаторе. Из-за этого потери в элементах конструкции реактора гораздо больше, чем в трансформаторах. Это объясняет почему в реакторах чаще, чем в трансформаторах происходит нагрев крайних пакетов магнитопровода, возникают циркулирующие токи, недопустимые вибрации.

Если говорить об испытаниях трансформаторов и реакторов, то здесь тоже будут существенные отличия. Для проведения опыта холостого хода и короткого замыкания не нужна большая мощность. Даже для опыта нагрузки необходим источник мощностью в десятки раз меньше номинальной мощности трансформатора. Однако при испытании реактора требуется источник, реактивная мощность которого больше номинальной мощности самого реактора.

Так как реакторы гораздо более разнообразны по конструкции, чем трансформаторы, возникает сложность на начальном этапе их проектирования. Трансформаторы обычно имеют близкие прототипы, чего нельзя сказать о реакторах.

Поэтому для реакторов часто необходимо сначала произвести оценку технико-экономических показателей, провести расчет оптимальных основных параметров, а для этого осуществит выбор оптимизируемого параметра.

Если говорить о трансформаторах, то чаще всего оптимальным считается вариант изделия с минимумом затрат при тех же размерах и электромагнитных параметрах. Годовыми затратами считается сумма первоначальных вложений, амортизационные отчисления и эксплуатационные расходы (сюда входит стоимости потерь энергии). Электромагнитными параметрами называют плотность тока в обмотках и индукцию в стали.

Задаваясь этими параметрами и размерами, можно найти параметры соответствующие минимуму затрат, т.е. оптимальные. Оптимизация трансформаторов подробно рассматривается в существующей литературе [9].

В реакторах же оптимальные соотношения размеров изменяются гораздо значительнее чем в трансформаторах, так как требования предъявляемые к реакторам чрезвычайно разнообразны.

В этом случае соблюсти геометрическое подобие при изменении мощности не представляется возможным. Сложно найти похожие прототипы. Именно поэтому для реакторов, в отличие от трансформаторов, нужна аналитическая оптимизация параметров. Это необходимо на различных этапах. И при определении вида конструкции реактора, и при уточнении технических требований к номинальным данным, и при выборе варианта схемы установки, в которой применяется реактор.

Таким образом, можно сказать, что разработка методик электромагнитного расчета основных видов реакторов, которые могли бы использоваться для оптимизации и оценки технико-экономических показателей, является весьма актуальной.

На рис.2 представлены две расчётные модели. Эти модели представляют собой идеализированные электромагнитные устройства, симметричные относительно оси [5].

Первое устройство (рис.2, а) представляет собой немагнитный цилиндр, окруженный равномерной обмоткой с МДС F_{oc} . Этот цилиндр находится в среде с бесконечно большой магнитной проницаемостью ($\mu=\infty$).

Второе устройство (рис.2, б) отличается от первого тем, что внутрь обмотки с МДС F_p введен ферромагнитный стержень с бесконечной магнитной проницаемостью ($\mu=\infty$). С торцов этого стержня находится материал с бесконечно малым электрическим сопротивлением ($\rho=0$). Магнитное поле здесь близко к чисто радиальному.

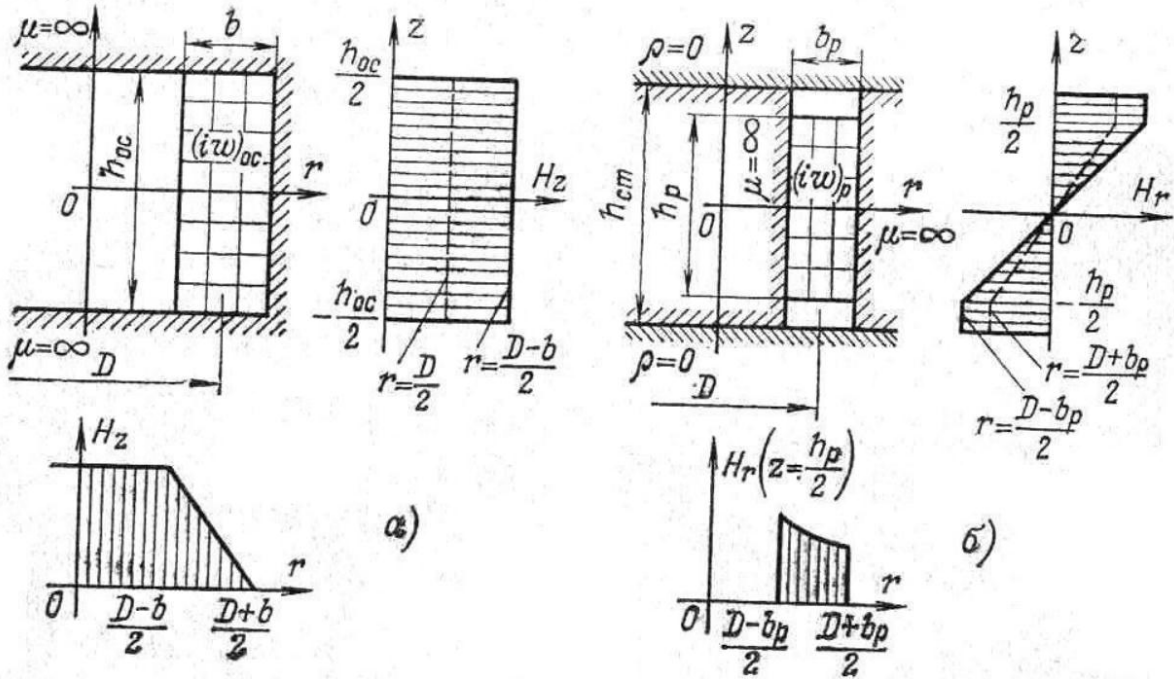


Рис.2. Идеализированные электромагнитные системы, имеющие только осевое (а) или только радиальное (б) магнитное поле

В результате электромагнитного расчета данных устройств [5], были получены следующие формулы:

Для устройства, приведенного на рис 2, а:

Напряженность магнитного поля

$$H_{oc} = \frac{(iw)_{oc}}{\alpha_{oc} D} \text{ при } 0 \leq r' \leq 1 - \beta_{oc};$$

$$H_{oc} = \frac{(iw)_{oc}}{\alpha_{oc} D} \left(\frac{1 + \beta_{oc}}{2\beta_{oc}} - \frac{r'}{2\beta_{oc}} \right) \text{ при } 1 - \beta_{oc} \leq r' \leq 1 + \beta_{oc}; \quad (1)$$

$$H_{rad} = 0;$$

где $\alpha_{oc} = \frac{h_{oc}}{D}$; $\beta_{oc} = \frac{b}{D}$; $r' = \frac{r}{D/2}$; $z' = \frac{z}{\alpha_{oc}(D/2)}$

$$0 \leq r' \leq 1 + \beta_{oc}; \quad -1 \leq z' \leq 1$$

Энергия магнитного поля

$$W_{oc} \approx \frac{\mu_0}{2} (iw)_{oc}^2 \frac{\pi D}{4 \alpha_{oc}} \left(1 - \frac{\beta_{oc}}{3}\right)^2; \quad (2)$$

Потери от вихревых токов

$$P_{B,oc} \approx \frac{\mu_0 \omega^2}{12\rho} \alpha_p^2 k_{об} W_{oc} \frac{4}{3} \beta_{oc}; \quad (4)$$

Суммарные усилия

$$F_{oc} \approx \frac{W_{oc}}{D} \left(\frac{4}{1 - \frac{1}{3}\beta_{oc}} \right) \quad (5)$$

Для устройства, приведенного на рис 2, б:
Напряженность магнитного поля

$$H_{oc} = 0;$$

$$H_{pad} = \frac{1}{r'} \frac{(iw)_p}{D \ln \frac{1 + \beta_p}{1 - \beta_p}} \approx \frac{(iw)_p}{2b_p} \text{ при } 1 \leq |z'| \leq 1 + \lambda; \quad (6)$$

$$H_{pad} = \frac{(iw)_p}{2b_p} z' \text{ при } 0 \leq |z'| \leq 1;$$

где $\alpha_p = \frac{h_p}{D}$; $\beta_p = \frac{b_p}{D}$; $r' = \frac{r}{D/2}$; $z' = \frac{z}{\alpha_p(D/2)}$; $\lambda = \frac{h_{cm} - h_p}{\alpha_p D}$;

$$1 - \beta_p \leq r' \leq 1 + \beta_p; \quad -(1 + \lambda) \leq z' \leq 1 + \lambda$$

Энергия магнитного поля

$$W_p \approx \frac{\mu_0}{2} (iw)_p^2 \frac{\pi}{4} D \frac{\alpha_p}{\beta_p} \left(\frac{1}{3} + \lambda \right); \quad (7)$$

Потери от вихревых токов

$$P_{B,p} \approx \frac{\mu_0 \omega^2}{12\rho} \alpha_{oc}^2 k_{об} W_p \frac{1}{1 + 3\lambda}; \quad (8)$$

Суммарные усилия

$$F_{oc} \approx \frac{W_{oc}}{D} \left(\frac{3}{\alpha_p (1 + 3\lambda)} \right) \quad (9)$$

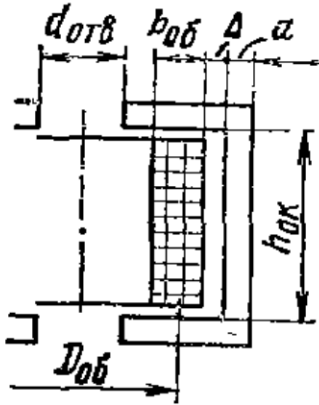
При расчете броневых и ярмовых реакторов изображенных на рис.1, в-г, если зазоры между торцами обмотки и ярмами небольшие, применяются расчетные формулы для устройства по рис. 2,а. А для стержневых реакторов без ярм (рис.1,д) используются формулы для расчет устройства по рис. 2,б.

В остальных случаях, например, реакторы без стали (рис.1,а), бронестержневые и стержневые с зазорами (рис.1,е-ж), необходимо объединить обе указанные системы, применяя метод наложения.

Для оптимизации реактора необходимо заранее задать следующие коэффициенты, которые в процессе расчета остаются неизменными: 1) $k_{об}$ – коэффициент заполнения обмотки проводом; 2) $k_{ст}$ – коэффициент заполнения окна магнитопровода сталью; 3) $k_{роб}$ – коэффициент добавочных потерь в обмотках; 4) $k_{рст}$ – коэффициент добавочных потерь в стали; 5) k_{ψ} – коэффициент потокосцепления – отношение среднего потока в витках обмотки к наибольшему потоку в магнитопроводе; 6) средние цены.

Критерий технико-экономической оптимизации реактора может быть представлен в виде целевой функции N . Эта целевая функция может быть выражена в виде суммы двух слагаемых, одно из которых пропорционально массе провода обмотки $G_{об}$, а другое – массе стали магнитопровода $G_{ст}$.

Таким образом, можно сформулировать задачу оптимизации: определить размеры и число витков обмотки, сечение провода и размеры магнитопровода, при которых целевая функция имеет минимум. Для решения этой задачи необходимо выразить диаметр обмотки, массу проводников и стали через электромагнитные нагрузки и соотношения основных размеров α и β , упрощая реальные конструкции и используя формулы (1) – (9).



В качестве примера используем конструкцию броневых реактора (рис. 3). Эту конструкцию можно рассматривать с помощью модели, приведенной на рис.2,а. Тогда соотношения размеров будут следующие: $\alpha = \frac{h_{ок}}{D_{об}}$, $\beta = \frac{b_{об}}{D_{об}}$, $D = D_{об}$,

$$k_{об} = \frac{Iw}{Jb_{об}h_{ок}}, \text{ где } I - \text{ действующий ток, соответствующий}$$

плотности тока J . Запасаемая энергия реактора равна

$$W_M = \frac{LI_{max}^2}{2},$$

где I_{max} – мгновенный ток, соответствующий индукции B_{max} .

Рис.3. Броневой реактор

Тогда из выражения энергии осевого поля (2) получаем

$$LI^2 = \mu_0(Iw)^2 \frac{\pi D}{4 \alpha} \left(1 - \frac{\beta}{3}\right)^2 = \mu_0 J^2 k_{об}^2 \frac{\pi}{4} \alpha \beta^2 \left(1 - \frac{\beta}{3}\right)^2 D^5, \quad (10)$$

отсюда $D = F_D k_{об}^{-0,4} (\mu_0 J^2)^{-0,2} (LI^2)^{0,2}, \quad (11)$

где $F_D = \left[\frac{\pi}{4} \alpha \beta^2 \left(1 - \frac{\beta}{3}\right)\right]^{-0,2} \quad (12)$

Зная диаметр обмотки, можно определить массу провода.

$$G_{об} = \gamma_{об} k_{об} \pi \alpha \beta D^3 \quad (13)$$

где $\gamma_{об}$ – плотность материала обмотки.

Используя формулу напряженности магнитного поля можно получить приближенное выражение магнитного потока в сердечнике магнитопровода и площади поперечного сечения стержня

$$\Phi_{СТ max} = \mu_0 \frac{Iw}{\alpha D} \frac{I_{max}}{I} \frac{\pi}{4} D^2; \quad (15)$$

$$S_{СТ} = \frac{\Phi_{СТ max}}{B_{max}} = \frac{\mu_0 J}{B_{max}} \frac{I_{max}}{I} k_{об} \frac{\pi}{4} \beta D^3 \quad (16)$$

Тогда можно найти массу стали

$$G_{СТ} = \gamma_{СТ} (h_{ок} + D + b + 2a + 2\Delta - d_{омс}) S_{СТ} = \gamma_{СТ} (1 + \alpha + \beta) D S_{СТ}, \quad (17)$$

где $\gamma_{СТ}$ – плотность материала магнитопровода.

Определив массу обмотки и массу стали, можно выразить целевую функцию

$$N = c_{об} G_{об} + c_{СТ} G_{СТ} \quad (18)$$

Коэффициенты $c_{об}$ и $c_{СТ}$ зависят от того, что принимать за критерий оптимизации. Так, если будет оптимизироваться масса активных материалов, то эти коэффициенты принимаются равными 1.

Далее, для решения задачи оптимизации необходимо взять производную целевой функции по всем независимым переменным и приравнять к нулю. Получаем систему

уравнений, решая которую можно определить оптимальные соотношения размеров α_{opt} и β_{opt} .

Таким образом, приведенные модели могут быть использованы для расчета других конструктивных типов реакторов.

Список литературы

1. Беспалов В.Я., Н.Ф. Котеленец. Электрические машины. - М.: Академия, 2006.- 314с.
2. Гончарук А.И. Расчет и конструирование трансформаторов. - М.: Энергоатомиздат, 1990.-256 с.
3. Гунина М.Г. Компенсация реактивной мощности в трансформаторах при помощи реакторной катушки с изменяющейся индуктивностью. Известия КГТУ им. И.Раззакова, Бишкек, 2016, № 3 (39), С.101-105.
4. Лейтес. Л.В. Классификация конструкций реакторов. - М.: Энергия, 1979.- 175 с.
5. Лейтес. Л.В. Электромагнитные расчеты трансформаторов и реакторов. - М.: Энергия, 1981.- 392 с.
6. Сапожников А.В. Конструирование трансформаторов. М.:Госэнергоиздат,1979.- 360 с.
7. Солодухо Я.Ю. Реактивная мощность в сетях с несинусоидальными токами и статические устройства для ее компенсации. М.: Инормэлектро, 1982. - 66 с.
8. Солодухо Я.Ю. Состояние и перспективы внедрения в электропривод статических компенсаторов реактивной мощности. М.: Инормэлектро, 1981. - 89 с.
9. Солодухо Я.Ю. Тенденции компенсации реактивной мощности. М.: Инормэлектро, 1988. - 49 с.
10. Тихомиров П.М. Расчет трансформаторов.- М.:Энергия, 1986.-528 с.

УДК 519.86:621.313.322:621.3.013.8

УПРОЩЕННАЯ МОДЕЛЬ СИНХРОННОЙ МАШИНЫ В АСИНХРОННОМ РЕЖИМЕ

Джунуев Телеген, д.т.н., профессор, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира 66. Тел: 0312-54-51-30, e-mail: dzhunuev@bk.ru ORCID ID 0000-0002-7562-5991

Джунуев Тимур Тилегенович, старший преподаватель, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира 66. Тел: 0312-54-51-30, e-mail: timaaha@mail.ru ORCID ID 0000-0001-6143-2606

Конушбаева Динара Токтобековна, преподаватель, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира 66. Тел: 0312-54-51-30, ORCID ID 0000-0002-2164-7853

Абдылдаев Сулайман Абдылдаевич, магистр, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира 66. e-mail: s_abdyldaev@list.ru ORCID ID 0000-0003-2279-1053

Аннотация: Упрощение полных уравнений Парка-Горева при приближенных исследованиях электромеханических переходных процессов синхронных машин достигается за счет исключения трансформаторных э.д.с. в контурах статора $r_{\psi a}$, $r_{\psi q}$ и э.д.с. скольжения $s\psi_a$, $s\psi_q$. Обычно не учитывают и активные сопротивления статора.

Поэтому всегда возникает вопрос о том, какими воспользоваться уравнениями: полными, и при этом усложнить моделирование или упрощенными. Приведенные в статье системы уравнений полностью отражают как переходный, так и установившийся режим синхронной машины.

При переменной скорости последнее тождество нарушается и при строгом решении должны учитываться члены, содержащие ускорение, так как изменяющиеся потокосцепления

являются функцией двух переменных – времени и скольжения. Этими дополнительными членами и обусловлена разница между статическими и динамическими асинхронными характеристиками.

Рекомендация получать момент делением мощности на относительную скорость ротора не очевидно.

Для электрических машин малой мощности с малыми инерционными постоянными, где изменение скорости существенно, мощность и электромагнитный момент численно не равны и должны рассчитываться раздельно по известным формулам.

Для крупных машин влияние ускорения на переходные процессы незначительны и замена электромагнитного момента мощностью оправдано.

Синхронные генераторы малой мощности должны представляться полными уравнениями Парка – Горева.

Ключевые слова: Электромеханические процессы, синхронная машина, статор, ротор, электромагнитный момент, погрешность, напряжение, ток, установившийся режим, активное сопротивление, потокосцепление.

SIMPLIFIED MODEL OF A SYNCHRONOUS MACHINE IN ASYNCHRONOUS REGIME

Dzhunuev Telegen, Doctor of Technical Sciences, Professor, Kyrgyzstan, 720044, c.Bishkek, KSTU named after I.Razzakov. Phone: 0312-54-51-30, e-mail: dzhunuev@bk.ru ORCID ID [0000-0002-7562-5991](https://orcid.org/0000-0002-7562-5991)

Dzhunuev Timur Tilegenovich, senior lecturer, Kyrgyzstan, 720044, c.Bishkek, KSTU named after I.Razzakov. Phone: 0312-54-51-30, e-mail: timaaha@mail.ru ORCID ID [0000-0001-6143-2606](https://orcid.org/0000-0001-6143-2606)

Konushbaeva Dinara Toktobekovna, teacher, Kyrgyzstan, 720044, c.Bishkek, KSTU named after I.Razzakov. Phone: 0312-54-51-30, ORCID ID [0000-0002-2164-7853](https://orcid.org/0000-0002-2164-7853)

Abdyldaev Sulaiman Abdyldaevich, Master, Kyrgyzstan, 720044, c.Bishkek, KSTU named after I.Razzakov. e-mail: s_abdyldaev@list.ru ORCID ID [0000-0003-2279-1053](https://orcid.org/0000-0003-2279-1053)

Abstract: Simplification of the complete Park-Gorev equations with approximate investigations of electromechanical transient processes of synchronous machines is achieved by eliminating transformer emfs. in the stator $p\psi_a$, $p\psi_q$ and emf circuits slip $s\psi_a$, $s\psi_q$. Normally, the active resistance of the stator is not taken into account.

Therefore, the question always arises of which ones to use the equations: complete, and at the same time complicate the simulation or simplified ones. The systems of equations presented in this paper completely reflect both the transient and steady state of a synchronous machine.

At a variable speed, the last identity is violated and, with a rigorous solution, the terms containing acceleration must be taken into account, since the changing flux linkages are a function of two variables - time and slip. These additional terms also determine the difference between static and dynamic asynchronous characteristics.

The recommendation to obtain a torque by dividing the power by the relative rotor speed is not obvious.

For low-power electric machines with small inertial constants, where the change in speed is significant, the power and the electromagnetic moment are not numerically equal and must be calculated separately from the known formulas.

For large machines, the effect of acceleration on transients is negligible and the replacement of the electromagnetic moment by power is justified.

Synchronous generators of low power must be represented by the complete Park-Gorev equations.

Key words: Electromechanical processes, synchronous machine, stator, rotor, electromagnetic moment, error, voltage, current, steady state, active resistance, flux linkage.

При приближенных исследованиях электромеханических процессов синхронных машин уравнения Парка-Горева (1) [1÷7]:

$$\begin{aligned} -P\Psi_d + \omega\Psi_q - ri_d &= U_d \\ -P\Psi_q + \omega\Psi_d - ri_q &= U_q \\ P\Psi_f + r_f i_f &= U_f \\ P\Psi_{kd} + r_{kd} i_{kd} &= 0 \\ P\Psi_{iq} + r_{iq} i_{iq} &= 0 \end{aligned} \quad (1)$$

где $k=1,2,\dots,n$, $i=1,2,\dots,m$.

упрощают за счет исключения трансформаторных э.д.с. в контурах статора $p\Psi_a$, $p\Psi_q$ и э.д.с. скольжения $s\Psi_a$, $s\Psi_q$. Обычно не учитывают и активные сопротивления статора. После этого уравнения для контуров статора принимают вид:

$$-\Psi_q = u_d, \quad \Psi_d = u_q. \quad (2)$$

В решении такой упрощенной системы уравнений не будут учтены свободные тока статора и моменты, обусловленные этими токами. Токи по осям d и q , связанные процессами в роторных контурах, определяются одновременным отбрасыванием слагаемых $p\Psi_d$, $p\Psi_q$, u $s\Psi_d$, $s\Psi_q$, как будет показано ниже, погрешности при этом взаимно компенсируются.

Поскольку при моделировании всегда возникает вопрос о том, какими воспользоваться уравнениями: полными, и при этом усложнить моделирование или упрощенными, то остановимся на этом более подробно.

Приведенная выше система уравнений (1) полностью отражают как переходный, так и установившийся режим синхронной машины. Переходный процесс возникает при внезапном изменении приложенных напряжений, момента на валу или величины напряжения возбуждения.

Из первых двух уравнений системы (1) видно, что всякие мгновенные изменения u_d , u_q (например, при коротких замыканиях) в первый момент компенсируются производными $p\Psi_d$, $p\Psi_q$. Последующий свободный процесс и определяется этими уравнениями, решение которых дает колебательный затухающий процесс, в системе же неподвижных относительно статора осей он проявляется как апериодический затухающий. Апериодические токи, наблюдающиеся в статорных контурах при изменениях режима, и является отражением этого процесса.

В установившемся или квазистационарном режиме, когда u_d , u_q , s и др. изменяются много медленнее, чем свободные параметры режима в статорных цепях, трансформаторные э.д.с. $p\Psi_d$ и $p\Psi_q$ оказываются равными нулю или имеют ничтожно малую величину, так что с ними можно не считаться. Однако и в установившемся асинхронном режиме при постоянном скольжении членами $p\Psi_d$ и $p\Psi_q$ также можно пренебречь, если отбрасывать и члены $s\Psi_d$, $s\Psi_q$. Одновременно следует отбрасывать и члены с активным сопротивлением статора. Последнее можно объяснить следующим. При постоянном скольжении [3] напряжения по осям и потокосцепления изменяются синусоидально с частотой скольжения. Если обозначить наибольшие значения этих величин по осям U_m , Ψ_{dm} , Ψ_{qm} , то мгновенные значения напряжения будут:

$$u_q = U_m \cos st; u_d = U_m \cos(st + 90^\circ) = -U_m \sin st.$$

Примем, что потокосцепления сдвинуты относительно оси отсчета на угол α_0 , тогда

$$\psi_q = \psi_{qm} \sin(st + \alpha_0); \psi_d = \psi_{dm} \cos(st + \alpha_0).$$

и уравнения (1) с учетом ранее высказанных допущений ($r=0$), будут:

$$\left. \begin{aligned} -\bar{p}\psi_d - (1+s)\psi_q &= u_d; \\ (1+s)\psi_d - \bar{p}\psi_q &= u_q. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Подставляем в последние уравнения, записанные выше мгновенные значения напряжений и потокосцеплений:

$$\begin{aligned} (\psi_{dm}s - \psi_{qm} - \psi_{qm}s)\sin(st + \alpha_0) &= u_d; \\ (-\psi_{dm} + \psi_{qm}s - \psi_{qm}s)\cos(st + \alpha_0) &= u_q. \end{aligned}$$

Поскольку наибольшие значения u_d и u_q равны, то и наибольшие значения потокосцеплений между собой также будут равны, т.е. $\psi_{dm} = \psi_{qm}$. Члены $\psi_{dm}s$ и $\psi_{qm}s$ взаимно уничтожаются, таким образом,

$$-\psi_q = u_d; -\psi_d = u_q \quad (4)$$

а следовательно, при принятых допущениях ($s=\text{пост}$ и $r=0$) и синусоидально изменяющихся u_d и u_q

$$-\bar{p}\psi_d - s\psi_q = -\bar{p}\psi_q - s\psi_d = 0. \quad (5)$$

Уравнения же роторных контуров остаются теми же самыми, что и в (1.68). Отсюда следует, что во всех установившихся режимах, включая и асинхронные при постоянной скорости, при допущении $r=0$ можно отбрасывать трансформаторные э.д.с. статора $p\psi_d$, $p\psi_q$ при обязательном пренебрежении и э.д.с. скольжения $s\psi_d$, $s\psi_q$.

При переменной скорости последнее тождество нарушается и при строгом решении должны учитываться члены, содержащие ускорение, так как изменяющиеся потокосцепления являются функцией двух переменных – времени и скольжения. Этими дополнительными членами и обусловлена разница между статическими и динамическими асинхронными характеристиками.

Широко распространенное допущение о замене в уравнении движения, записанном в относительных единицах, электромагнитного момента мощностью, имея в виду, что при симметричной нагрузке, синхронной скорости и отсутствии потерь в активном сопротивлении обмотки статора момент и мощность численно равны. Иногда, однако, рекомендуется получать момент делением мощности на относительную скорость ротора, когда эта скорость отличается от синхронной. Однако законность такой замены не очевидна [8]. На этом остановимся подробнее.

Связь между моментом и мощностью машины можно установить на основе следующих известных выражений в относительных единицах для момента

$$m_{\text{ЭМ}} = \psi_d i_q - \psi_q i_d \quad (6)$$

Для мощности

$$P = u_d i_d - u_q i_q \quad (7)$$

Исключая из последнего уравнения u_d и u_q получаем:

$$P = -(i_d \bar{p}\psi_d + i_q \bar{p}\psi_q) + (1+s)(\psi_d i_q + \psi_q i_d) - (i_d^2 + i_q^2)r. \quad (8)$$

Второй член представляет электромагнитный момент, умноженный на относительную скорость движения ротора, третий – потери в статоре.

Последнее выражение при $r=0$ может быть преобразовано к виду

$$P = -(i_d \bar{p}\psi_d + i_q \bar{p}\psi_q) + (\psi_d i_q s + \psi_q i_d s) + m_{ЭМ} = m_{ЭМ} - i_d (\bar{p}\psi_d + \psi_q s) - i_q (\bar{p}\psi_q + \psi_d s). \quad (9)$$

Отсюда видно, что при упрощенном моделировании, когда пренебрегают активными сопротивлениями в статоре и когда скорость движения предполагается постоянной, но не обязательно синхронной, замена в относительных единицах момента мощностью возможна, при этом никакой поправки на действительную скорость ротора делать не требуется.

При этом одновременно предполагается, что частота и амплитуда в узле, к которому подключена синхронная машина, остаются постоянными.

При решении упрощенных уравнений в осях d и q получается полное соответствие с решением по полным уравнениям только при постоянной скорости вращения ротора, пренебрежении активным сопротивлением статора и отсутствии коммутаций во внешней сети. Вместе с тем упрощенные уравнения широко используются и для решения задач, не отвечающих этим условиям. Учет изменения скорости существен главным образом для машин с малыми инерционными постоянными, т.е., как правило, для мелких машин. Поэтому, там, где можно ожидать больших ускорений моделировать следует по полным уравнениям. У крупных машин, с которыми обычно сталкиваются энергетики, влияние ускорения на переходные процессы невелики.

Для перехода к упрощенным уравнениям пришлось принять сопротивление статора равным нулю. Однако во многих задачах учет активных сопротивлений статора оказывается необходимым, так как активные потери в обмотках статора иногда бывают большими. В то же время при их учете упрощенные уравнения даже при постоянной скорости вращения становятся неправомерными. Неучет же активных сопротивлений приводит к еще большим численным ошибкам. Проведенные сравнительные расчеты показали целесообразность учета активных сопротивлений и при упрощенных уравнениях для машин средней и малой мощности. Для этого потокосцепления ψ_d и ψ_q можно находить по выражениям

$$\psi_d = u_q + r i_q; \quad -\psi_q = u_d + r i_d. \quad (10)$$

При коммутациях в цепи статора возникают аperiodические токи, которые при решении полных уравнений отражаются в величинах моментов. При упрощенном моделировании аperiodические токи не принимаются во внимание, а, следовательно, не будут учитываться и моменты, обусловленные ими. Однако их можно учесть приближенно введением дополнительного момента. Этот дополнительный тормозящий момент определяется двумя слагаемыми: моментом, связанным с потерями в сопротивлении статорной цепи от аperiodического тока, и асинхронным моментом, возникающим при вращении ротора относительно неподвижного в пространстве аperiodического потока [9, 10]. Первая слагаемая невелика и ее можно не учитывать, вторая при близких коротких замыканиях может достигать значительной величины. Она затухает с постоянной времени в 2 раза меньшей постоянной времени аperiodической слагающей тока τ_a :

$$m_{\text{морм}} = U^2 m_{a.cs=1} e^{-\frac{2t}{\tau_a}}, \quad (11)$$

где U^2 – напряжение на зажимах машины в относительных единицах до короткого замыкания; $m_{a.cs=1}$ может быть получено экспериментально на неподвижной машине.

Для определения $m_{a.cs=1}$ могут быть использованы и приближенные формулы:

$$m_{a.cs=1} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{x_d'^2} + \frac{1}{x_q'^2} \right) 2(r_2 - r) \quad (12)$$

для явнополюсных машин и

$$m_{a.cs=1} = \frac{\sqrt{2}}{x_d''^2} (r_2 - r) \quad (13)$$

для неявнополюсных машин.

Здесь r_2 – активное сопротивление токам обратной последовательности. если короткое замыкание происходит за внешним сопротивлением, то его следует включить в сверхпереходные сопротивления генератора.

- Для электрических машин малой мощности с малыми инерционными постоянными, где изменение скорости существенно, мощность и электромагнитный момент численно не равны и должны рассчитываться раздельно по известным формулам.
- Для крупных машин влияние ускорения на переходные процессы незначительно и замена электромагнитного момента мощностью оправдано.
- Синхронные генераторы малой мощности должны представляться полными уравнениями Парка – Горева.

При обычных изменениях скорости роторов синхронных машин, имеющих место при электромеханических переходных процессах в электрических системах, погрешности за счет ускорения, как правило, ниже погрешностей модели.

На рис. 1 (а, б) приведены кривые изменения полного тока статора и электромагнитного момента, рассчитанные по полным и упрощенным уравнениям в предположении, что ускорение постоянно, т.е. скольжение неизменно.

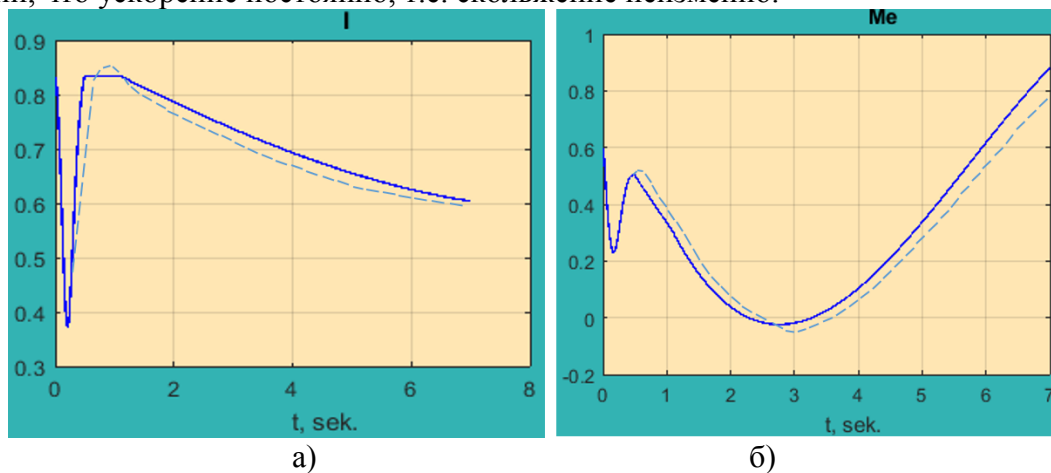


Рис. 1. Кривые изменение тока статора (а) и электромагнитного момента (б)

Из кривых изменения параметров режима видно, что расчеты по полным уравнениям (сплошные) и упрощенным (пунктиром) практически совпадают и переход на упрощенные уравнения при квазиустановившихся электромеханических переходных процессах вполне оправдан.

Список литературы

1. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. [Текст]/ Учебник для электроэнергетических спец. вузов. / В.А. Веников - 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Высшая школа. 1970. - 472 с., с ил.
2. Веников В.А. Электрические системы. Режимы работы электрических систем и сетей. Веников В.А., Жуков Л.А., Поспелов Г.Е.//Под ред. Веникова В.А. - Высшая школа, 1975, - 344 с.
3. Джунуев Т.Т. Допустимость применение НАПВ на линии 110 кВ, соединяющей ТЭЦ с системой соизмеримой мощности. Теоретический и прикладной научно-технический журнал «Известия», КГТУ, №3(36), 2015, 173-176с.
4. Ульянов С.А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах. [Текст]/ Учебник для электроэнергетических и энергетических вузов и факультетов. - М.: Энергия, 1970.
5. Жданов П.С. Вопросы устойчивости электрических систем. [Текст]/ Жданов П.С.// Под ред. А.Жукова. - М.: Энергия, 1979. - 456 с. ил.

6. Важнов А.И. Переходные процессы в машинах переменного тока. [Текст]/ А.И.Важнов. - Л.: Энергия, 1980. - 255 с.

7. Джунуев Т.Т. Определение балансирующего узла ЭЭС ограниченной мощности. Теоретической и прикладной научно – технический журнал Известия, КГТУ, № 32 (часть 1), 2014.

8. Соколов Н.И. Применение аналоговых вычислительных машин в энергетических системах. [Текст]/ Под ред. Н.И. Соколова. М.: Энергия, 1970.- 400 с. с ил.

9. Лоханин Е.К. Методика расчёта и анализа длительных переходных режимов. [Текст]/ Лоханин Е.К.//Электричество, 1995№ 12.

10. Джунуев Т. Исследование характеристик мощности генераторов в электроэнергетической системе ограниченной мощности [Текст] / Т. Джунуев // Сборник трудов шестой Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, том 1, Электроэнергетика, Благовещенск, 2011. - 9 с.

УДК 621. 311. 15

ВЛИЯНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА СТАТИЗМА НА ВЕЛИЧИНУ ДЕФИЦИТА АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ ПРИ РЕГУЛИРОВАНИИ ЧАСТОТЫ

Кожоналиева Айнура Кыдырбековна, преподаватель, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, 720044, г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова, 66, Akozjonalieva@bk.ru, [orcid.id 0000-0001-6079-1367](http://orcid.id/0000-0001-6079-1367)

Аннотация: Отклонение частоты тесно связано с величиной активной мощности. Баланс выработанной источниками электроэнергии должен соответствовать потребляемой мощности, тогда частота будет номинальной. При нарушении баланса частота изменяется, и последствия могут быть отрицательными. Для устранения отрицательного влияния необходимо соблюдать баланс путем изменения активной мощности. Автоматическое управление частотой напряжения генератора осуществляется автоматическими регуляторами частоты вращения (**АРЧВ**) гидравлических и паровых турбин. Основная задача автоматического управления активной мощностью (регулирование частоты) – определить выработку и передачу активной мощности при наименьшем удельном расходе топлива (газ, уголь, мазут) и воды. Она решается оптимизацией режимов работы гидро и турбогенераторов по активной мощности. В связи с указанными различными режимами работы и участием гидро - турбогенераторов, в автоматическом регулировании частоты и активной мощности для АРЧВ и турбогенераторов - статические **ПИД** – регуляторы, а для гидрогенераторов - астатические **ПИ** - регуляторы. В зависимости от вида регулятора статизма, частотные характеристики могут быть различными. Гидравлический АРЧВ паровых турбин выполнен на универсальных элементах: центробежный измеритель преобразователя частоты вращения в давления масла, гидромеханический элемент сравнения давления, усилитель в виде гидравлического двигателя двухстороннего действия, автоматический регулятор статический пропорционального действия.

Ключевые слова: частота, регулирование, активная мощность, баланс, дефицит, статизм, регулятор, астатическое, статическое, отклонение, коэффициент.

INFLUENCE OF COEFFICIENT OF CONSTANT-ERROR BEHAVIOUR ON VALUE OF THE DEFICIT THE ACTIVE POWER IN CASE OF REGULATION OF FREQUENCY

Kozonalieva Ainura K., teacher, Kyrgyz State Technical University named after I.Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Ch. Aitmatov av., 66, Akozjonalieva@bk.ru, [orcid.id 0000-0001-6079-1367](http://orcid.id/0000-0001-6079-1367)

Abstract: The frequency deviation is closely related to the value of the active power. The balance produced by the electric power sources must correspond to the consumed power then the purity will be the nominal. If the balance is disturbed, the frequency changes and the consequences can be negative. In order to eliminate the negative influence, it is necessary to observe the balance by changing the active power. Automatic frequency control of generator's voltage carried out by automatic regulators of hydraulic and steam turbines' rotation (**ARFR**). The main task of automatic control of active power (frequency control) is to determine the production and transfer of active power in the smallest and comparative amount of fuel (gas, coal, fuel oil) and water consumption. It decided by optimization of hydro and turbogenerators' operation modes through active power. Because of the different operating modes and with involvement of hydro-turbogenerators in automatic frequency control and active power for ARFR turbogenerators are static **PID**-controllers, while for hydrogenerators astatic **PI**- controllers. Depending on type of statism's regulators the frequency characteristics could be different. Hydraulic ARFR steam turbines are done in universal elements: centrifugal, converter meter of rotation's frequency in oil pressuring, hydromechanical element for comparing the pressure, the amplifier in the form of hydraulic engine of two-sided action, and automatic regulator statatic for proportional action.

Keywords: frequency, regulation, active power, balance, deficit, statism, regulator, static, deviation, coefficient.

Частота как основной показатель качества электроэнергии нормируется ГОСТом согласно [4]. Отклонение частоты не должно превышать $\pm 0,2$ Гц, то есть 49,8 и 50,2 Гц в течение одной недели с вероятностью 95% времени и 0,4 Гц, то есть 49,6 и 50,4 Гц в течение 100% времени интервала в одну неделю.

Согласно [1, 4] любые нарушения соответствия между выработанной электроэнергией и ее потреблением немедленно влияют на частоту, f . Критерием такого соответствия является **баланс** между генераторами, электроэнергетическими системами и потребителями активной мощности

$$\sum P_z - \sum P_n = 0, \quad f_n = 50 \text{ Гц} \quad (1)$$

или в допустимых пределах изменения частоты в другой то частоте, f

$$\sum P_{zf} - \sum P_{nf} = 0 \quad (2)$$

Отклонение частоты сети от номинального значения зависит от коэффициента статизма регулятора, который определяется как отношение изменения частоты сети и изменения нагрузки, Гц/МВт [1]:

$$K_c = \frac{f_1 - f_2}{P_2 - P_1} \text{ Гц} / \text{МВт}, \quad (3)$$

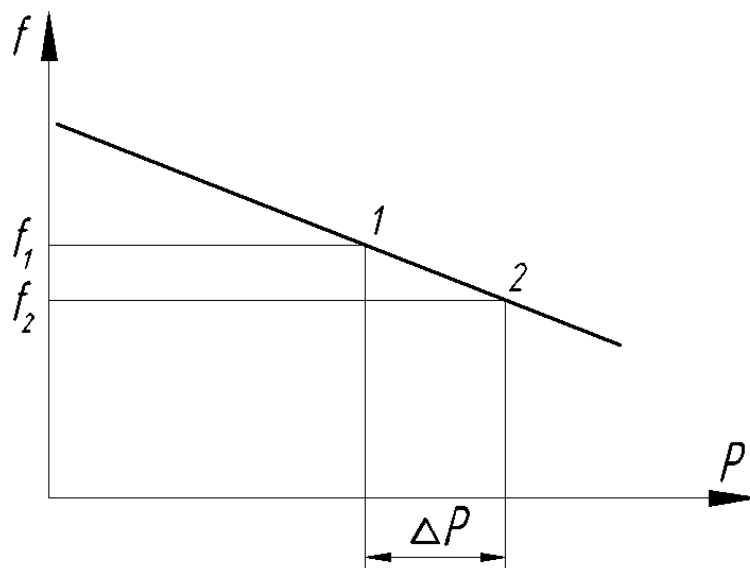


Рис.1

Характер изменения частоты и мощности приведён на рисунке 1.

Обозначив $f_1 - f_2 = \Delta f$, $P_2 - P_1 = \Delta P$, получим

$$K_c = \frac{\Delta f}{\Delta P} \quad (4)$$

Для удобства расчета определяем их в относительных единицах, то есть выполним приведение к номинальным значениям f_n , $\Delta P_{нз}$.

$$K_c = \frac{\Delta f / f_n}{\Delta P / P_{нз}} = \frac{\Delta f}{f_n} \cdot \frac{P_{нз}}{\Delta P} \cdot 100 \quad (5)$$

Тогда,

$$K_c = \frac{f}{P_{нз}} \text{ о.е.} \quad (6)$$

ΔP является мощностью дефицита при нарушении баланса. Если $P_n > P_z$ частота снижается, чтобы восстановить номинальную частоту или получит близкую к допустимому пределу (49,82 Гц), необходимо выработать дополнительную мощность ΔP . Существуют различные способы восстановления номинальной частоты.

Поскольку допустимое отклонение частоты **0,2 Гц, (0.0 4%)**, определим, каким должен быть коэффициент статизма:

$$K_c = \frac{\Delta f \cdot P_{нз}}{f_n \cdot \Delta P} = 0,004 \frac{1}{\Delta P} \quad (7)$$

Если дефицит мощности будет меньше или равен ΔP , то частота изменяется в допустимых пределах. Но автоматические регуляторы имеют различные коэффициенты статизма.

Согласно [1, 4] значения $K_c = 0,06$ достаточно чтобы частота не вышла за пределы допустимых значений. При таком значении изменение мощности должно быть:

$$\Delta P = \frac{\Delta f}{f_n} \cdot \frac{P_{нз}}{K_c} = \frac{0,004}{1} \cdot \frac{1}{0,06} = 0,07 \cdot P_{нз} \quad (8)$$

то есть в пределах 0,7% номинальной мощности генератора. При мощности генератора **200 МВт $\Delta P=14$ МВт**, т.е. это незначительно.

Рассмотрим влияние K_c на дефицит активной мощности. Для этого рассмотрим рисунок 2.

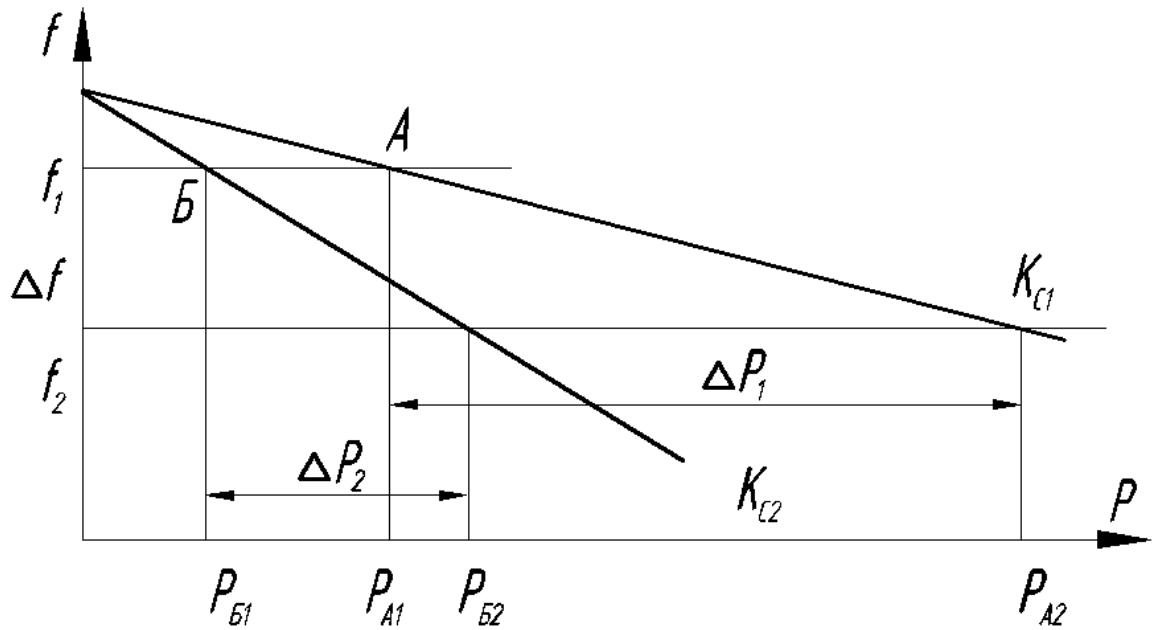


Рис.2

Линия А- имеет коэффициент статизма K_{c1} , линия Б - K_{c2} .

Рассмотрим линию А. При изменении активной мощности от P_{A1} до P_{A2} частота изменяется Δf , дефицит мощности ΔP_1 .

Если регулятор имеет $K_c = K_{c2}$, то дефицит мощности ΔP_2 , и $\Delta P_1 > \Delta P_2$. Это означает, что при изменении частоты на Δf регулятора, имеющего мягкую характеристику, дефицит мощности меньше чем в случае жесткой характеристики, то есть для регулятора, имеющего жесткую характеристику, необходимо для доведения частоты до номинального значения (или в пределах допустимого) иметь достаточную мощность резерва.

Из этого дефицита мощность генератора может выдать мощности регулирования частоты в допустимых пределах $0.07/P_{nm}$ остальной мощности, т.е.

$$\Delta P' = \Delta P_2 - 0,07 / P_{nm} \tag{9}$$

обеспечить резервный источник. В таблице 1 приведено влияние коэффициента статизма на величину дефицита активной мощности P_{nm} .

Таблица 1

Влияние коэффициента статизма на величину дефицита активной мощности

Коэффициент статизма, %	Значение ΔP , МВт, при Δf			
	0.5 Гц	0.8 Гц	1.0 Гц	2.0 Гц
	0.01	0.016	0.02	0.04
$K_c=4$	50	80	100	200
$K_c=5$	40	64	80	160
$K_c=6$	33.33	53.33	66.66	133.33
$K_c=7$	28.57	45.71	57.14	114.3
$K_c=8$	25	40	50	100

Из неё видно, что при существенном влиянии коэффициента статизма на величину дефицита мощности при изменении частоты $f= 2,0$ Гц, требуется значительный резерв активной мощности. Если генератор предназначен для первичного регулирования частоты [4], то при $K_c =0,04$ при изменении частоты в 0,5 Гц, коэффициент загрузки должен быть:

$$K_{\text{ст}} = \frac{150}{200} = 0,75 \text{ а при } K_c = 0,06$$

$$K_{\text{ст}} = \frac{166,67}{200} = 0,88.$$

Эти расчёты показывают, что коэффициент статизма существенно влияет на величину изменения активной мощности.

Если генератор в нормальном режиме загружен до 0,9, то коэффициент статизма регулятора должен быть не более чем **при** изменении частоты 0,5 Гц $K_c = 10$ или 0,1%. Это слишком мягкие характеристики.

Для взаимосвязанных величин активной мощности и частоты, их регулирование в гидрогенераторах принимается астатическими **ПИ-регуляторами**, в турбогенераторах статическими **П-регуляторами**.

Выводы

1. Частота как основной показатель должна поддерживаться в допустимых пределах.
2. Изменение величины частоты вызывает дефицит активной мощности.
3. Коэффициент статизма существенно влияет на величину дефицита мощности.
4. Необходимо определить оптимальную величину коэффициента статизма в зависимости от типа генератора и закона регулирования.
5. При определении величины дефицита мощности так же учитывать зоны нечувствительности регулятора.

Список литературы

1. Автоматика электроэнергетических систем. Учеб.пособ, для вузов О.П.Алесеев и др. - М.: Энергоиздат, 1981.
2. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика
3. Беркович М.А. и др. Основы автоматике энергосистем. - М: Энергоиздат, 1981. - 432 с.
4. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
5. Дьяков А.Ф., Овчаренко Н.И. Микропроцессорная релейная защита и автоматика электроэнергетических систем. Учеб.пособ. для вузов. - М.: изд – 60 МЭИ. 2000.
6. Каленпионан Е.В. и др. Оперативное управление в энергосистемах. уч.пособ. – Минск. Высш.шк, 2007. - 351 с.
7. Кожоналиева А.К., Суеркулов М.А. Частота – основной показатель качества ЭЭ и способы регулирования. Изв. КГТУ им. И. Раззакова № 1(41) часть 1; -Токмок, Изд.центр. Текник, 2017 – С. 43-46.
8. Овчаренко Н.И. Автоматика электрических станций и электротехнических систем. – М.: Научно-учеб.центр ЭНАС, 2000.
9. Овчаренко Н.И. Элементы автоматических устройств энергосистем. Учеб.пособ. - вузов М.: Энергоатомиздат, 1995.
10. Онин А.А. Противоаварийная автоматика энергосистем. - М.: Изд-во МЭИ, 1995.
11. Электромеханический справочник. Т.3. Производство, передача и распределение электрической энергии /Под общ. ред. М.И. Герасимовича и др. –М.: изд-во МЭИ, 2004 . – 914 с.

ПОВЫШЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГРОЗОУПОРНОСТИ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ 500 КВ С УСТАНОВКОЙ ОГРАНИЧИТЕЛЕЙ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ.

Маматов Нурланбек Жороевич инженер ОАО "Национальная Электрическая Сеть Кыргызстана", Кыргызская Республика, 720070, г. Бишкек, проспект Жибек Жолу, д.326 эл. почта: mamatov_@mail.ru, ORCID iD 0000-0002-4597-3557, nurlan mamatov59@list.ru/

Бахышев Икрам Мамедович начальник Центральной Службы Изоляции, Защиты от Перенапряжений и Испытаний электрооборудования, ОАО "Национальная Электрическая Сеть Кыргызстана", инженер Кыргызская Республика, 720070, г. Бишкек, проспект Жибек Жолу, д.326 эл. почта: bahishev@mail.ru

Колычев Александр Валерьевич доцент кафедры «Электроэнергетика и Техника высоких напряжений» Санкт-Петербургского государственного политехнического университета (С-ПбГПУ), к.т.н. Россия, 195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29

Аннотация

Проведен расчет показателя грозоупорности линии 500 кВ энергосистемы Кыргызстана при установке на ней нелинейных ограничителей перенапряжений 500 кВ. Показано, что применение ОПН на линии без троса уменьшает число грозовых отключений линии, при этом ОПН увеличивает защиту от грозовых перекрытий изоляции ближайших опор без ОПН.

Приведен в табличной форме расчетные значения грозовых отключений для участка № 2 ВЛ 500 кВ «Токтогульская ГЭС – ПС Фрунзенская» без тросовой защиты и Расчетные значения грозовых отключений для участка № 2 ВЛ 500 кВ «Токтогульская ГЭС – ПС Фрунзенская» без тросовой защиты с применением ОПН.

Исследован распределения токов, протекающих через ОПН при ударе молнии в провод и опору в зависимости от сопротивления заземления опоры, при увеличении сопротивления заземления опоры и при малых сопротивлениях заземления опоры.

Для выбора оптимального способа расстановки ОПН на ВЛ рекомендуется сопоставлять варианты с одинаковым числом ОПН на опоре. На выбор оптимального варианта влияет сопротивление заземления опоры, поэтому, если ограничители применяются для защиты ВЛ по всей длине, целесообразно варьировать схемы расстановки ОПН вдоль трасы зависимости от значений сопротивления заземления опоры на отдельных ее участках.

В работе изложен подход к оценке энергетических воздействий на ОПН рекомендуется в качестве случайных параметров принимать амплитуду и импульсный заряд тока первой и последующих компонент тока молнии. При этом, учет корреляционной связи между амплитудой тока и зарядом обязателен.

Установка ограничителей перенапряжений на ВЛ 500 кВ способствует повышению показателей грозоупорности и снижению числа аварийных отключений высоковольтных воздушных линий.

Ключевые слова: Воздушные линия электропередачи 500 кВ, показатель грозоупорности, трос, ограничитель перенапряжений

THE LIGHTNING RESISTANCE ON AIR LINES OF 500 KV INDICATED BY INCREASING WITH INSTALLATION OF OVERVOLTAGE LIMITER ARRESTS.

Mamatov N.J. engineer JSC "National Electric Network of Kyrgyzstan ", Kyrgyz Republic, 720070, Bishkek c., Zhibek - Zholu av.326 E-mail: mamatov_@mail.ru, ORCID iD 0000-0002-4597-3557, nurlan mamatov59@list.ru

Bahyshev I.M. Head of the Central Service of Isolation, Protection from Overvoltage's and Electrical Trials, JSC "National Electric Network of Kyrgyzstan", engineer, Kyrgyz Republic, 720070, Bishkek c., Zhibek - Zholu av.326 E-mail: bahishev@mail.ru

Kolychev A.V. Associate Professor of the Department of "Power and High Voltage Engineering" of the St. Petersburg State Polytechnic University, c.t.science Russia, 195251, Sanct-Peterburg c., Politechnic s. 29

Abstract. This report, presents the calculation of the lightning resistance of the 500 kV transmission line in the Kyrgyz energy system after the installation of non-linear 500 kV overvoltage arresters on it. It is shown, that application of surge arresters on a line without a cable reduced the number of lightning line trips. At the same time, surge arresters increases protection from lightning overlapping isolation.

The calculation values was given in table form of the lightning outage for the site of №2 of air line 500 kV "Toktogul GES-PS Frunze" without protection cable and checking account of the lightning outage for the site of №2 of air line 500 kV "Toktogul GES-PS Frunze" with applying of surge arresters.

The distribution of current was explored, while surge arresters striking at lightning to the wire and ground support depending on the resistance. The resistance of the ground supports to distribute with the increase in small resistance support.

Surge arresters on air line arranged in optimal way which recommended matching the variants with the same surge arrester numbers on the support. For optimal variant of choice is influence ground resistance of the support, therefore, if the limiters are used to protect the air line along the entire length, it is advisable the schemes of placing surge arresters to vary along the route depending on the values of the ground resistance of the support in its individual sections.

In this work an approach is to estimate power influences on surge arresters, which recommended taking amplitude and the impulse charge of the current of the first and subsequent components of the lightning current as random parameters. By taking account into the correlation between the amplitude of the current and the charge is mandatory.

The installation of overvoltage limiters at air line of 500 kV contributes increasing in the lightning resistance and a reduction in the number of emergency outages of high-voltage overhead lines.

Key words: 500 kV overhead line, lightning protection, cable, overvoltage limiter

Снижение числа аварийных отключений высоковольтных воздушных линий является важной задачей современной электроэнергетики. В последнее время в Кыргызстане защиту воздушных линии электропередачи (ВЛ) от грозových перекрытий стали осуществлять с помощью линейных защитных аппаратов (ЛЗА). Целесообразность применения ЛЗА бесспорна, когда традиционные мероприятия не дают желаемого результата (приемлемой величины числа грозových отключений при заданных грозовой интенсивности и длине линий).

Они применяются во многих странах мира (России, Японии, США и др.) на линиях классов напряжения от 6 до 500 кВ [2]. Опыт эксплуатации ВЛ 500 кВ «Токтогульская ГЭС- Фрунзенская» с установкой ограничителей перенапряжений (ОПН) подтвердили свою надежность и эффективность в качестве радикального средства защиты ВЛ от грозových перекрытий и аварийных отключений. За истекший период с 2012 по 2016 г. линия не имела ни одного аварийного отключения.

Применение ЛЗА, в частности подвесных ОПН на (ВЛ) должно осуществляться при проведении соответствующих расчетов и технико-экономического обоснования. Обладая полной информацией о характеристиках ВЛ (сопротивление заземления опор, высотная характеристика трассы ВЛ, наличие геологических разломов, поражаемости

молнией опор) можно существенно уменьшить количество применяемых ОПН, обеспечивая высокую эффективность грозозащиты [2]. Рассмотрим этот вопрос на примере ВЛ 500 кВ республики Кыргызстан.

Число отключений ВЛ 500 кВ на бестросовом участке № 2 «Токтогульская ГЭС – ПС «Фрунзенская» из-за ударов молнии в фазные провода в среднем составляет 8,6 откл. на 100 км/год, вместо 1,1 откл. на 100 км по РД [9] или 0,15 грозовых отключений на 100 км, если бы участок имел трос по всей длине, или 0,63 откл. на 100 км – эксплуатационного показателя для ВЛ-500 кВ Кыргызстана. Поэтому, на первом этапе необходимо добиться нормализации работы участка № 2 Л509 по грозовым отключениям, привести количество грозовых отключений к показателям, требуемым РД [9].

При расстановке подвесных ОПН на участке № 2 необходимо учитывать неравномерность распределения числа грозовых отключений по участку[5]. В табл.1 представлены значения отключений ВЛ 500 кВ при ударе молнии в провод и опоры на 100 км/год по расчетным частям участка № 2. Наибольшее количество отключений происходит на второй и третьей расчетной части. Поэтому, наибольшее количество ОПН должно быть установлено в пределах этих частей. Суммарное количество отключений на четвертой части участка не превосходит 0,288 отключений на 100 км /год. Установка ОПН на этой части участка № 2 может быть оправдана, если необходимо достигнуть эксплуатационного показателя отключений ВЛ 500 кВ – 0,63 отключений на 100 км/год.

Для линий без троса расчетными случаями являются удар молнии в провод и опору (рис.1.). При ударе молнии в провод грозовая волна распространяется в две стороны от точки удара молнии. Через ОПН, установленный между фазным проводом и телом опоры, протекает импульсный ток (рис.1). Напряжение, воздействующее на линейную изоляцию опоры, в этом случае будет ограничено остающимся напряжением на ограничителе, практически не зависящим от сопротивления заземления опоры.

Амплитуда отраженной от ОПН волны, распространяющейся с обратным знаком в сторону места удара молнии, а также преломленной волны, зависят от многих факторов[3]. Напряжение на опоре равно значению преломленной волны и равно сумме напряжений – остающегося напряжения на ОПН и падения напряжения на сопротивлении заземления опоры и части индуктивности опоры. При увеличении сопротивления заземления опоры также увеличивается напряжение на опоре и амплитуда преломленной волны, но значение падения напряжения на ОПН, и соответственно, напряжение на изоляции, зависит только от протекающего через ОПН импульсного тока. Волновые процессы, происходящие в этом случае, могут быть описаны с помощью метода бегущих волн[6].

Таблица 1

Расчетные значения грозовых отключений для участка № 2 ВЛ 500 кВ «Токтогульская ГЭС – ПС Фрунзенская» без тросовой защиты

Номер расчетной части участка	I	II	III	IV	Участок № 2
Допустимое число откл. ВЛ по расчетным частям на 100 км/год	0,275	0,275	0,275	0,275	1,1
Расчетное число откл. ВЛ при ударе молнии в провод на 100 км/год	0,595	2,377	5,347	0,27	8,6
Расчетное число откл. ВЛ при ударе молнии в опору на 100 км/год	0,113	0,113	0,254	0,013	0,493
Расчетное число откл. ВЛ на 100 км/год	0,708	2,49	5,60	0,288	9,09

Необходимая эффективность гроззащиты ОПН участка, %	53,8	88,4	94,9	0	87,9
---	------	------	------	---	------

Рассмотрим ВЛ в однолинейной схеме замещения (рис.2), в одну из фаз которой ударяет молния (например, в фазу «А»). На этом рисунке $Z_{пр}$ – волновые сопротивления провода с учетом короны.

Для напряжения и токов в точке установки ОПН воспользуемся правилом эквивалентной волны для узловой точки с нелинейным сопротивлением молнии [1].

$$u_2 + i_2 \cdot Z_{\Sigma} = i_M \cdot Z_{\Sigma} + \sum_{j=2}^3 \frac{2 \cdot u_{j2}}{Z_j} \cdot Z_{\Sigma},$$

где через Z_{Σ} обозначено параллельное соединение волновых сопротивлений линий, в том числе и молнии; u_{j2} - волны напряжения приходящие к узлу 2; i_2 - ток стекающий в землю.

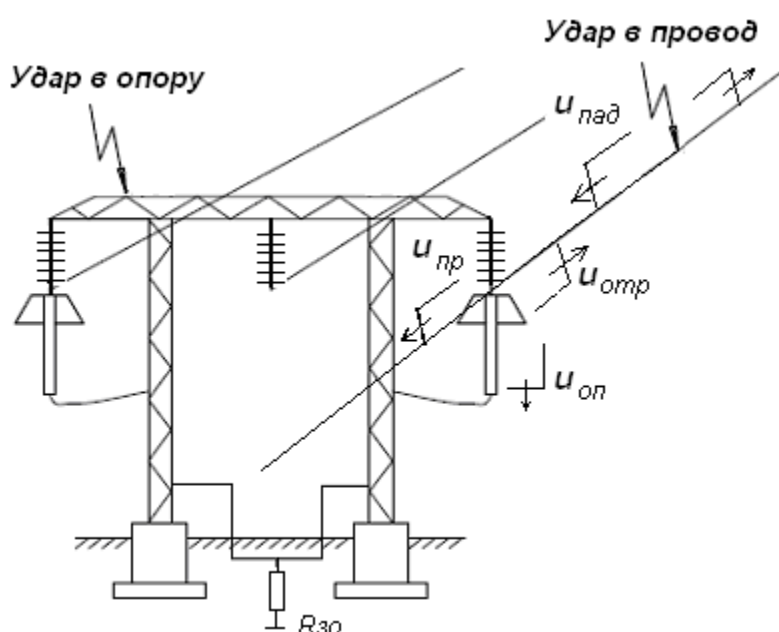


Рис.1. Расчетные случаи при ударе молнии в ВЛ без троса

Так как набегающие волны по линиям 2 и 3 отсутствуют, то $i_M = i_2$. напряжении e в узле 2 (на опоре) состоит из суммы напряжений:

$$u_2 = u_{опн} + u_{L2} + u_{R_{зз}}.$$

Форма падающей грозовой волна u_{12} и ее амплитуда определяется формой и амплитудой тока молнии. При равенстве волновых сопротивлений

$$z_{пр2} = z_{пр3} = z_{пр} \quad \text{подающая волна равняется } u_{12} = \frac{i_M}{2} \cdot z_{пр}.$$

Эквивалентная схема замещения для расчетов токов и напряжений при установке одного ОПН на опоре представлена на рис.3. Аналогичные схемы можно построить при использовании двух и более ОПН на опоре.

Исследования распределения токов, протекающих через ОПН при ударе молнии в провод и опору в зависимости от сопротивления заземления опоры,

представлены на рис.4, где показаны значения тока, протекающего через ОПН1 отнесенные к среднестатистическому току молнии для высокогорной местности $I_M=14,96$ кА, при ударе молнии в провод и опору.

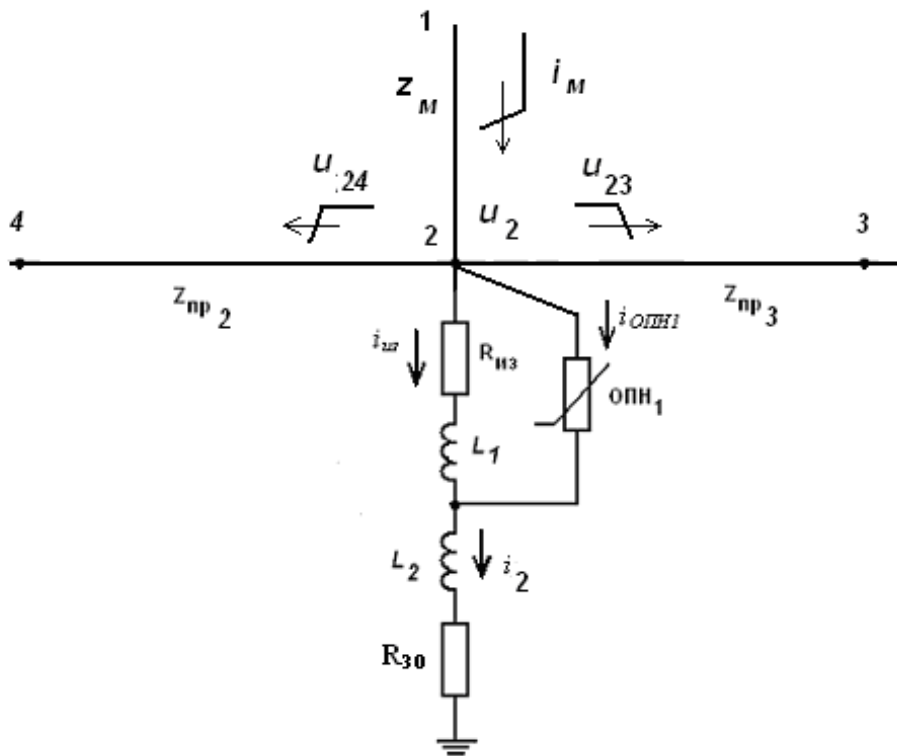


Рис.2. Однолинейная схема замещения трехфазной электропередачи с ОПН на опоре для расчета волновых процессов при ударе молнии в провод.

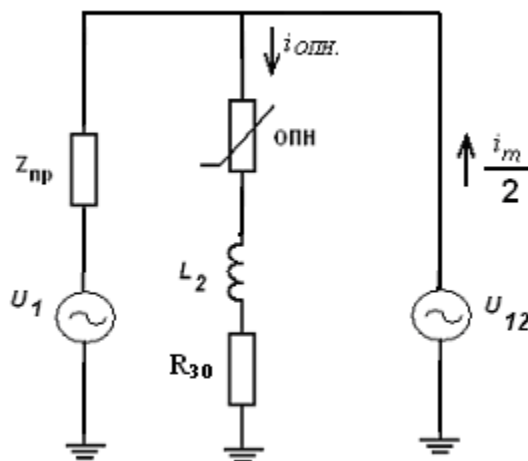


Рис.3. Схема для расчета импульсных токов через ОПН и напряжений при ударе молнии в провод и установке одного ОПН на опоре: R_{30} – сопротивление заземления опоры L_2 – индуктивность нижней части опоры, относительно точки подсоединения ОПН; Z_{np} – волновое сопротивление провода; U_1 – рабочее фазное напряжение провода 1

Как видно из рис.4, при малых сопротивлениях заземления опоры наибольшие токи через ОПН протекают при ударе молнии в провод. Их величина не превышает 40% процентов от амплитуды тока молнии в месте ее удара в провод, а среднее значение при напряжении на проводе $U_2 = 0$ кВ составляет 25% от амплитуды. Наибольшие импульсные токи протекают через ОПН, установленный на пораженной молнией фазе. Через второй ОПН, соединенный с непораженным молнией проводом, протекают незначительные

импульсные токи. Фактически, при ударе молнии в провод работает только один ОПН, соединенный с пораженной молнией фазой [5].

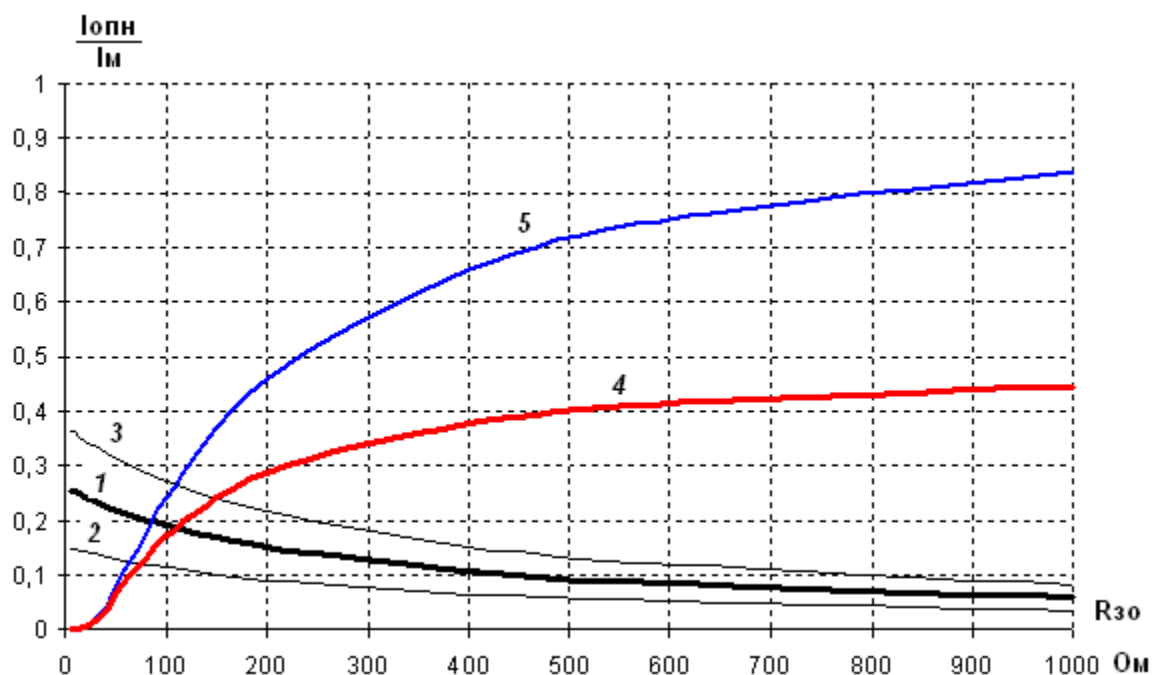


Рис.4. Зависимость тока через ОПН1 от сопротивления заземления опоры при амплитуде тока молнии $I_M=14,96$ кА. Кривые 1, 2 и 3 при ударе молнии в провод; 4, 5 – при ударе в опору:

1 – при $U_1 = 0$ кВ; 2 – при $U_1 = - 428$ кВ (напряжение провода совпадает по полярности с импульсом тока молнии); 3 – при $U_1 = + 428$ кВ; 4- при установке на опоре двух ОПН; 5 – при установке на опоре одного ОПН

При увеличении сопротивления заземления опоры наибольшие токи через ОПН протекают при ударе молнии в опору. При R_{30} менее 100 Ом импульсные токи через ОПН не превышают 30% от амплитуды тока молнии.

При R_{30} свыше 200 Ом и установке ОПН на одной фазе, ток, протекающий через ОПН, возрастает до 50% от I_M и до 80% при R_{30} , равном 1000 Ом. При установке на опоре в двух фазах ограничителей, при ударе молнии в опору токи через ОПН не превышают 50% от значений I_M .

Напряжение на опоре и, соответственно преломленная и отраженная волны, зависят от величины сопротивления заземления опоры. Поэтому, на участках с высокими сопротивлениями заземления опор необходимо использовать спаренную расстановку ОПН – на соседних опорах на одних и тех же фазах.

В таблице 3[5] представлены результаты расчетов эффективности применения ОПН, их количества при расстановке на расчетных частях участка № 2. Применение 54 фаз ОПН снизит число грозовых отключений участка № 2 на 88% и составит 1,06 откл. на 100 км/год [5].

Таблица 3

Расчетные значения грозовых отключений для участка № 2 ВЛ 500 кВ «Токтогульская ГЭС – ПС Фрунзенская» без тросовой защиты с применением ОПН

Номер расчетной части участка	I	II	III	IV	Участок № 2
Допустимое число откл. ВЛ по расчетным частям на 100 км/год	0,275	0,275	0,275	0,275	1,1

Число опор на участке	6	10	12	32	60
Число ОПН на участке	6	20	28	-	54
Расчетное число откл. ВЛ без ОПН на 100 км/год	0,708	2,49	5,60	0,288	9,09
Расчетное число откл. ВЛ с ОПН на 100 км/год	0,294	0,276	0,219	0,274	1,06
Эффективность грозозащиты с ОПН участка, %	60	88,4	95,9	5	88,26

Выводы

Для выбора оптимального способа расстановки ОПН на ВЛ рекомендуется сопоставлять варианты с одинаковым числом ОПН на опоре. На выбор оптимального варианта влияет сопротивление заземления опоры, поэтому, если ограничители применяются для защиты ВЛ по всей длине, целесообразно варьировать схемы расстановки ОПН вдоль трасы зависимости от значений сопротивления заземления опоры на отдельных ее участках.

В работе изложен подход к оценке энергетических воздействий на ОПН рекомендуется в качестве случайных параметров принимать амплитуду и импульсный заряд тока первой и последующих компонент тока молнии. При этом, учет корреляционной связи между амплитудой тока и зарядом обязателен.

Список литературы

1. Александров Г.Н. Молния и молниезащита. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007. 280 с.
2. Бахышев И.М, Колычев А.В., Халилов Ф.Х. Показатели грозоупорности ВЛ 500 кВ при установке на ней нелинейных ограничителей перенапряжений 500 кВ.
3. Костенко М.В. Обобщенное правило эквивалентной волны для многопроводных линий. Электричество, 1985 г., № 12, с. 16-21.
4. Маматов Н.Ж., Бахышев И.М. Разработка технических мероприятий по повышению грозоустойчивости на линиях электропередачи 220 кВ.
5. Отчёт АО «Пазитрон» «Анализ грозозащиты ВЛ 500 кВ Токтогульская ГЭС-Фрунзенская». Санкт-Петербург. 2009г. .
6. Правило эквивалентной волны для узловой точки с нелинейным сопротивлением молнии. М.В.Костенко, Известия академии наук СССР. Энергетика и транспорт. М.: Энергоатомиздат 1989 г.
7. Правила устройства электроустановок. Шестое издание, переработанное и дополненное. Энергоатомиздат, 1985.
8. Правила эквивалентной волны для узловой точки с нелинейным сопротивлением молнии. М.В.Костенко, Известия академии наук СССР. Энергетика и транспорт. М.: Энергоатомиздат 1989 г.
9. Руководство по защите электрических сетей 6–1150 кВ от грозовых и внутренних перенапряжений. РД153-34.3-35.125-99. Санкт-Петербург. Издательство ПЭИПК, 1999.

10. Руководящие указания по защите сетей 6–500 кВ от грозových и внутренних перенапряжений. Бишкек, 1997

УДК 621.3

НЕКОТОРЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ К ПРОЕКТУ ВЕРХНЕ – НАРЫНСКОГО КАСКАДА ГЭС.

Раупов Насим Махмадиарипович аспирант КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан 720044, г.Бишкек. Ч.Айтматова 66, E-mail: nasim.8484@list.ru

Рахимов Калый Рахимович к.т.н профессор КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044 г.Бишкек пр.Ч.Айтматова 66

Аннотация

О некоторых предложениях к проекту Верхне – Нарынского каскада ГЭС. Авторами рассмотрены вопросы проектирования и использования унифицированного оборудования в каскаде ГЭС. Река Нарын – великая река Кыргызстана. Она имеет очень большую потенциальную энергию. Валовой гидроэнергетический потенциал этой реки составляет 36.5 млрд. кВт*ч. По уточнённой схеме использования реки Нарын и трёх притоков на них можно построить 8 каскадов из 35 ГЭС. Необходимо изживать практику проектирования каждой гидроэлектростанции как индивидуальное сооружение. Для гидроэлектростанций нужно стремиться применять также как на тепловых станциях унифицированное по мощности однотипное оборудование. Это касается проектов, особенно, для горных стран, как Кыргызстан и Таджикистан, где есть возможность строить много малых, средних и больших гидроэлектростанций.

Ключевые слова: Показатели проекта, гидроэлектростанция, турбина, генератор, напор, расход, мощность, выработка электроэнергии, унификация.

SOME SUGGESTIONS FOR THE VERKHNE – NARYNSKY CASCADE OF THE HNP PROJECT.

Raupov Naseem M. graduate student of KSTU I.Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Ch.Aitmatov av. 66, E-mail: nasim.8484@list.ru

Rakhimov Kaly R. Professor KSTU. I.Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Ch. Aitmatov av.66.

Abstract

On some suggestions for the Verkhne – Narynsky cascade of the HNP project. The authors consider the design and use, unified equipment in the cascade of HPPs. The Naryn River is a great river of Kyrgyzstan. It has a very large potential energy. The total hydropower potential of this river is 36.5 billion kWh. According to the refined scheme of using the Naryn River and its three tributaries, 8 cascades of 35 HPPs can be built on them. It is necessary to eliminate the practice of designing each hydro power plant as an individual structure. It is also necessary for hydroelectric stations to apply the same type of equipment, similar to power stations, to heat stations. This applies to projects, especially for mountainous countries like Kyrgyzstan and Tajikistan, where it is possible to build many small, medium and large hydroelectric stations.

Key words: Project indicators, hydroelectric station, turbine, generator, head, flow, power, power generation, unification.

Река Нарын имеет очень большую потенциальную энергию. Валовой гидроэнергетический потенциал этой реки составляет 36.5 млрд. кВт*ч. Проектным

институтом СССР «Гидропроект» определена возможность строительства на реке Нарын и его притоках четырех каскадов ГЭС: Верхненарынского, Средненарынского, Нижненарынского и Кокомеренского. По уточнённой схеме использования реки Нарын и трёх притоков можно построить 8 каскадов из 35 ГЭС: Нижненарынского, Камбаратинского, Казарманского, Куланакского, Верхненарынского, Кёкёмеренского, Алабугинского и Атбашинского. В настоящее время в Кыргызстане в энергетических целях наиболее использована эта река. Полностью сооружен Нижненарынский каскад из пяти ГЭС: Учкурганская, Токтогульская, Курпсайская, Ташкумырская и Шамалдысайская. Было начато строительство Камбаратинского каскада ГЭС. В 2010 году был введен первый агрегат на Камбаратинской ГЭС – 2. Намечается ввод второго агрегата. [1,2]

В свое время была определена последовательность (очередность) строительства каскадов ГЭС. Начали строить ГЭС в нижнем течении. Эта целесообразность обусловлена рядом причин: более сконцентрированная мощность реки, наиболее обжитые места, более благоприятный климат, небольшие отметки (500 – 900 метров над уровнем моря) и т.д. Далее продолжили строить выше по течению.

В предварительных проектах строительство Верхне - Нарынского каскада намечалась в последнюю очередь. Этот район имеет суровый климат – зимой температура опускается ниже отметки 30 градусов и держится долго, отметки над уровнем моря более 2000 метров, тяжёлый зимний ледниковый режим реки. Однако по каким-то другим причинам было принято решение построить этот каскад раньше других.

Согласно проекту, разработанному среднеазиатским отделением института «Гидроэнергопроект» (СОАГИДЭП), Верхне - Нарынский каскад ГЭС должен включать в себя 4 последовательно расположенные гидроэлектростанции: Акбулунскую и три Нарынские ГЭС.

В 2012 году было подписано межправительственное Соглашение о строительстве Камбаратинской ГЭС - 1и каскада Верхне - Нарынских ГЭС между Правительством Российской Федерации и Правительством Кыргызской Республики. Данный документ предусматривает строительство Верхнее –Нарынского каскада из четырёх гидроузлов на реке Нарын. Оператором реализации программы определена крупнейшая гидрогенерирующая компания России – ОАО «РусГидро».

В 2012 году было начато строительство каскада. В 2013 году заложен первый бетон в тело плотины одной из ГЭС. Однако в 2016 году строительство прекращено ввиду отсутствия финансирования.

Все станции запроектированы по плотинно – деривационной схеме (часть напора будет создана при помощи плотины, часть с использованием деривации). Все будут иметь небольшие водохранилища, с малыми площадями затопляемых земель. Выбранная схема каскада позволит использовать падение более чем 30-километрового участка реки. Нижним бьефом вышележащих станций станут водохранилища нижележащих. Общая проектная установленная мощность ГЭС каскада составляет 237.4 МВт, коэффициент полезного действия 0,85, среднегодовая выработка электроэнергии 942.4 млн. кВт час. Общая стоимость проекта оценена в 727 млн. долларов. Стоимость одного киловатта мощности получилась более 3000 долларов, что в 2-3 раза превышает мировые показатели. [3,4]

Такой показатель вызывает сомнение в правильности расчетов. Предлагаем пересмотреть проект с целью удешевления. Данные по каскаду Верхне - Нарынских ГЭС по проекту приведены в таблице 1.

Верхне - Нарынский каскад.	Установленная мощность МВт	Мощность одного агрегата МВт	Расчётный напор м	Расчётный расход. М ³ /с	Число агрегатов	Среднегодовая выработка млн.квт.ч
Акбулунская ГЭС	80	26.5	76.7	41	3	345.5
Нарынская ГЭС-1	46	15.3	44.5	41	3	187.5
Нарынская ГЭС-2	46	15.3	44.7	41	3	188.8
Нарынская ГЭС-3	54	18	52.5	41	3	220.5
Итого	226					942.4

На Верхне – Нарынском каскаде ГЭС по проекту запроектированы малые ГЭС на нижнем бьефе каждого гидроузла и должны работать за счет санитарного пропуска воды в пределах 10м³/с. Суммарная мощность всех четырёх малых ГЭС составляет 11.4 МВт, они имеют разнообразные типы турбин и генераторов.

Мировая практика проектирования каскада ГЭС показывает, что в мире не существует каскада ГЭС, которое на нижнем бьефе каждой гидроузла запроектированы малые ГЭС работающие на санитарном пропуске воды. Санитарный пропуск воды в развитых странах в основном используется для суточного регулирования стока и покрытия пика суточного графика нагрузки. В горных странах как Кыргызстан на всех существующих ГЭС нет санитарного пропуска воды.

Во многих реках зимой расход воды в реках уменьшается до 1-2 куб. метров и никакой катастрофы природы не имеет места. На существующих водохранилищах не предусмотрены санитарные пропуски воды, например на Орто-Токойском водохранилище нет санитарного пропуска воды.

С целью выявления особенностей стока верховьев реки Нарын за вегетационный период по данным ГПНН был построен тренд с пятилетними скользящими, на котором прослеживается увеличение средне вегетационных расходов воды начиная с 1992г. (Рис.1). На рисунке отмечены многоводные годы (1994, 2002, 2010гг.), со значительным превышением – 153-162% средних многолетних расходов воды за вегетационный период. [10]

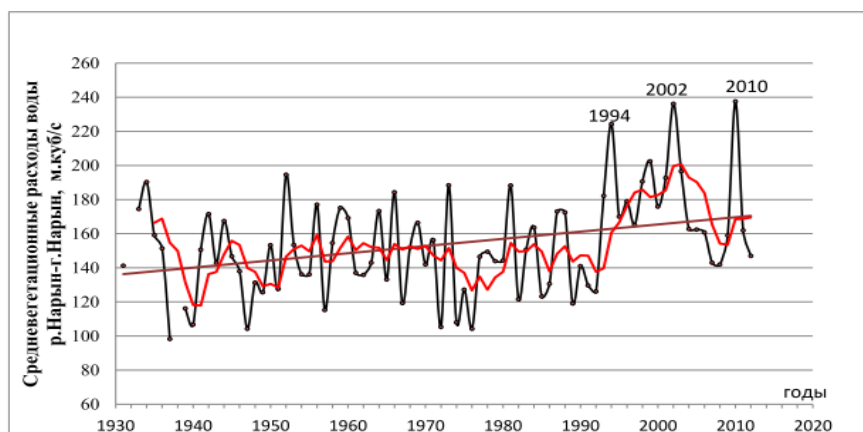


Рис-1 Изменения расходов воды в период 1930-2012г.

По расчётам, средне вегетационный сток за период с 1992 по 2012гг. составил 177 м³ /с или 122% от значений за период с1931 по 1991 год, где он составил 145 м³ /с. Из рисунка 1 видно, что расход воды на реке год за год увеличивается и можно проектировать более мощные гидроэлектростанции или каскады ГЭС, с использованием серийных выпусков унифицированных стандартных типов оборудования.

Предлагается уменьшить санитарный пропуск до 1 – 2 м³/с. При увеличении расхода воды через турбины основных ГЭС увеличивается мощность каждой станции и среднегодовая выработка электроэнергии, которые приведены в таблице 2. Расход воды на основных турбинах на 2.6 м³/ с с учётом использовании санитарного пропуска.

Определяем мощность каждого агрегата в каскаде при использовании санитарного пропуска воды.

$$\text{Амбулунская ГЭС. } P_r = Q_r \times H \times g \times \eta = 43.6 \times 76.7 \times 0.85 \times 9.81 = 29 \text{ МВт}$$

$$\text{Наринская ГЭС-1 } P_r = Q_r \times H \times g \times \eta = 43.6 \times 44.5 \times 0.85 \times 9.81 = 16 \text{ МВт}$$

$$\text{Наринская ГЭС-2 } P_r = Q_r \times H \times g \times \eta = 43.6 \times 44.7 \times 0.85 \times 9.81 = 16 \text{ МВт}$$

$$\text{Наринская ГЭС -3 } P_r = Q_r \times H \times g \times \eta = 43.6 \times 52.5 \times 0.85 \times 9.81 = 19 \text{ МВт}$$

Число часов использования выработка электроэнергии с учётом среднегодовой выработка электроэнергии по проекту составляет $T = 4050$ ч. При таком числе часов использования определяем среднегодовую выработку каждого гидроузла.

Таблица 2

Верхне-Нарынский каскад.	Установленная мощность МВт	Мощность одного агрегата МВт	Расчётный напор м	Расчётный расход М ³ /с	Число агрегатов	Среднегодовая выработка млн.квт.ч
Амбулунская ГЭС	87	29	76.7	43.6	3	352
Нарынская ГЭС-1	48	16	44.5	43.6	3	194
Нарынская ГЭС-2	48	16	44.7	43.6	3	194
Нарынская ГЭС-3	57	19	52.5	43.6	3	230
Итого	240					970

При сравнении этих таблиц можно сказать, что мощность основных ГЭС увеличивается на 14МВт, а среднегодовая выработка на станциях увеличивается на 27.6 млн. квт*ч. Выработка электроэнергии 4 основными ГЭС почти одинаковы с выработкой энергии 8 ГЭС..

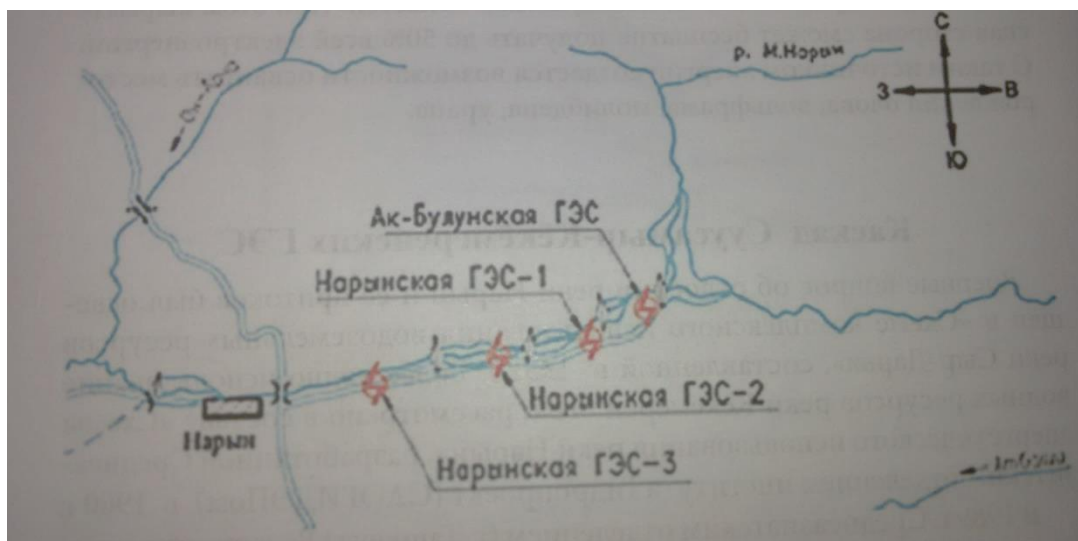


Рис 2. Схема расположения Верхне-Нарынского каскада ГЭС.

Установка 4 дополнительных малых ГЭС усложняет и удорожает весь проект. В мировой практике, во всяком случае, в советской практике таких проектов не было видно. Этот проект видимо составляли энтузиасты, которые выдают это нововведение как инновационное предложение. Это инновационное предложение не подходит для условий реки Нарын. В летнее время имеет место холостой сброс воды в объеме достигающее до 100 – 120 м³/с. Зимой малый санитарный пропуск воды замерзает. Кроме того, в Кыргызстане нет норм на санитарный пропуск воды. В проекте для каждой ГЭС заложено строительство плотин, которые создают водохранилище, затапливающее значительную длину поймы реки.

В проектах малых ГЭС заложены типы турбин и генераторов самой различной мощности. Это потребует проектирования и расчетов каждого типа турбин и генераторов. Это вызывает удорожание каждого единичного экземпляра оборудования.

Нами предлагается отказаться от установки малых ГЭС на каждом гидроузле. Это позволит значительно упростить проект Верхнее – Нарынского каскада ГЭС. Вместо 8 ГЭС достаточно построить 4 ГЭС, причем при этом вырабатывается почти такое же количество энергии.

Основные гидростанции запроектированы также самых различных мощностей, кроме ГЭС - 1 и ГЭС – 2, на которых будут установлены одинаковые типы турбин и генераторов. Проект надо было сделать так, чтобы на всех трёх Нарынских ГЭС можно было устанавливать однотипное оборудование. Необходимо изживать практику проектирования каждой гидростанции как индивидуальное сооружение. Нужно для гидростанций применять также как на тепловых станциях унифицированное по мощности однотипное оборудование. Это касается проектов, особенно, для горных стран, как Кыргызстан и Таджикистан, где есть возможность строить много каскадов малых, средних и больших гидростанций.

Выводы:

Предлагается отказаться от строительства дополнительных малых ГЭС на плотинах каждой крупной ГЭС на так называемых санитарных пропусках воды. Предлагается сократить санитарный пропуск до 1-2 м³/с. Это повышает мощность и выработку энергии каждой крупной ГЭС, упрощает и удешевляет стоимость каскада.

Необходимо изживать практику индивидуального проектирования каждой ГЭС в составе каскада. Для гидростанций нужно стремиться применять также как на тепловых станциях унифицированное по мощности однотипное оборудование.

Список литературы

1. Батранюк Г. Н. Кочетков Г.Е. Инновационные технологии, прогрессивные конструктивное и объёмно – планировочные решения, при проектировании и строительстве малых ГЭС. 2013.
2. Гидроэлектрические станции / Н. Н. Аршевский, М. Ф. Губин, В. Я. Карелин; - М., Изд-во Энергоатомиздат, 1987.
3. Гидроэнергетика / Под ред. В. И. Обрезкова. 2-е изд., пер. и доп. М., 1988.
4. Джабудаев Т.Ж. Гидроэнергетическое установок. Бишкек -2009
5. Маматканов Д.М, Божанова А.В, Романовский В.В, Водные ресурсы Кыргызстана на современном этапе - Бишкек, Илим -2006, 276с.
6. Рахимов К.Р., Беляков Ю. П. Гидроэнергетические ресурсы Киргизии и их освоение. КиргизИНТИ. Фрунзе, 1985.
7. Рахимов К.Р., Беляков Ю. П. Изучение и использование гидроэнергетических ресурсов Кыргызстана. Бишкек.1996.
8. Рахимов К. Р., Беляков Ю. П. Гидроэнергетика Кыргызстана. Бишкек. 2006.
9. Ляпичев Ю. П.. Гидротехнические сооружения. 2008.
10. О.Ю.Калашникова (ЦАИИЗ, Бишкек) Изменение многолетних климатических характеристик и стока в верховьях реки Нарын в вегетационный период. Бишкек -2012.

УДК 621.3

О НОВОМ ПОДХОДЕ К ВЫБОРУ МОЩНОСТИ, ЧИСЛА АГРЕГАТОВ НА ГЭС, ИХ КОЛИЧЕСТВА В КАСКАДЕ НА МАЛОЙ РЕКЕ

Рахимов Калый Рахимович к.т.н профессор КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Ч. Т. Айтматова 66.

Раупов Насим Махмадшарипович аспирант КГТУ им. И. Разакова, Кыргызстан 720044, г. Бишкек пр. Ч. Т. Айтматова 66, E- mail: nasim.8484@list.ru

Цель статьи – новый подход к выбору мощности, числа агрегатов, их количества в каскаде на малой реке. Даны рекомендации по определению расчетного расхода воды, по выбору напора и числа агрегатов на ГЭС, отвечающего наилучшему использованию гидрографа реки. Рекомендовано принимать в каскаде ГЭС одинаковый тип станции, одинаковое оборудование, одинаковый расход, напор и мощность каждой ГЭС. Такая унификация позволяет значительно снизить стоимость каскада. Дана рекомендация для определения ориентировочной мощности ГЭС по среднему максимальному месячному расходу воды.

Ключевые слова: малая ГЭС, расчет, напор, расход, унификация, себестоимость, удельная стоимость, мощность, гидрограф, электроэнергия.

ON THE CHOICE OF CAPACITY, THE NUMBER OF UNITS AT HPPS, THEIR NUMBER IN A CASCADE ON A SMALL RIVER

Rakhimov Kaly R. Professor KSTU. I.Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Ch. Aimatov av.66.

Raupov Naseem M. graduate student of KSTU I.Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Ch.Aimatov av. 66, E- mail: nasim.8484@list.ru

Purpose of the article - The is to give recommendations on the choice of capacity, the number of units, their number in a cascade on a small river. Recommendations are given for determining the design water discharge, at the choice of pressure to determine the power of the hydroelectric power station and the number of units that meet the best use of the hydrograph of the

river. It is recommended to take the same type of station, the same equipment, the same flow, head and power of each HPP in the HPP cascade. This unification can significantly reduce the cost of the cascade.

Key words: small HPP, calculation, pressure, flow, unification, cost, unit cost.

Во всем мире в настоящее время придается большое значение использованию возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Гидроэнергия относится к ВИЭ. Кыргызстан обладает огромными запасами гидроэнергии. Более 90% электроэнергии в Кыргызстане вырабатывается в основном на крупных гидростанциях. В перспективе будут строиться ГЭС и на малых и средних реках. Есть попытки их строить в сегодняшние дни. Опыт передовых стран показывает, что они используют максимально имеющиеся гидроресурсы. Так в Китае работают более 20 тысяч малых ГЭС, в Германии более 6400 ГЭС. В Китае ежегодно вводят в действие более 1000 малых ГЭС,

В статье предлагается новый подход к проектированию и строительству малых ГЭС. В связи с развитием мощных энергосистем стало возможным брать полную мощность, получаемую на солнечных, ветровых и малых гидравлических станциях по режиму солнечной радиации, силы ветра и стока малой реки без регулирования их мощности. Регулирование мощности энергосистемы согласно потреблению осуществляется на крупных станциях.

Новый подход заключается, во-первых, в полном использовании стока реки по естественному режиму, во вторых, в применении унифицированных проектов и оборудования, в третьих, в использовании каскадного метода проектирования. Первый подход увеличивает выработку электроэнергии в связи с полным использованием стока реки, второй и третий подходы позволяют значительно сократить капиталовложения в строительство ГЭС за счет применения одинакового типов зданий, одинакового типа оборудования и принятия новых компоновочных решений, облегчают эксплуатацию: ведение единого режима работы, ремонт или замена оборудования и т. д.

Выбор мощности ГЭС.

Мощность каждой ГЭС определяется по известной формуле

$$P = 9.81 Q H \eta, \text{ кВт},$$

где Q – расход воды, $\text{м}^3/\text{с}$

H –напор воды, м

η - коэффициент полезного действия (0.8).

Выбор расчетного расхода воды

На малых реках обычно строят деривационные гидростанции, то есть сезонного регулирования стока реки отсутствует. Исходя из опыта строительства малых ГЭС, нужно полагать, что в дальнейшем также в основном на малых реках будут строиться деривационные ГЭС. Гидрограф на горных реках Тянь - Шаня и Памира сильно зависит от времени года. В зимнее время воды мало, в летнее время сток максимальный. При расчете по минимальному стоку мощность ГЭС получается маленькой, в летнее время придется вхолостую сбрасывать много воды. При расчете по максимальному стоку мощность ГЭС получается большой. В зимнее время, да весной и осенью часть агрегатов будет простаивать или будут работать в полсилы, а также стоимость ГЭС будет дороже. При расчете по среднему расходу воды за год будут иметь место оба вида недостатков, однако они проявляются в меньшей степени. Для определения оптимальной мощности ГЭС, необходимо определить на какой расход воды надо произвести расчет. Мы предлагаем использовать такой показатель как удельная стоимость одного киловатт-часа, и удельная стоимость одного киловатта.

Для определения минимального значения таких показателей составляется ряд вариантов, начиная с минимального расхода воды до максимального. Сравнение вариантов произведем на конкретном примере и сделаем выводы по выбору расчетного расхода по их результатам.

Новый подход к проектированию и использованию малых ГЭС должен быть иным. Они будут работать на мощную систему и их можно проектировать для полного использования стока, аналогично использованию солнечных и ветровых электростанций. Малые ГЭС можно проектировать без регулирования мощности. Малые ГЭС должны работать на полный расход воды круглый год, а в летний период на рассчитанный расход воды с холостым сбросом лишней воды. При таком проектировании полнее будет использован сток реки, быстрее будет окуплена стоимость станции. Расчетным расходом является расход воды, при котором выбранная ГЭС работает на полную мощность

$$Q_p = P/9.81H\eta$$

Выбор оптимального напора

Выбор напора зависит от рельефа местности, от выбранного типа турбины. При проектировании каскада ГЭС, их число зависит от выбранного напора. При наличии возможности использования больших напоров можно устанавливать меньшее число ГЭС и наоборот. Однако необходимо учитывать то, что создание больших напоров весьма затруднительно. Необходимо учесть опыт строительства наиболее крупных малых ГЭС в Кыргызстане, таких как Ысыккатынская, Калининская, Арашанская, построенных в последний период эры широкого строительства малых ГЭС. Они строились на напор около 60 метров. Для дальнейшего развития малой энергетики можно ориентировочно рекомендовать напор порядка 60 - 80 метров. Эта рекомендация необходима с точки зрения унификации проектирования и строительства малых и средних ГЭС. Другим доводом является номенклатура выпускаемых в СССР, далее в России гидротурбин рассчитанные на напоры до 75 м.

Выбор числа агрегатов на ГЭС

Выбор числа агрегатов на каждой ГЭС сильно зависит от расхода воды, напора и гидрографа. На крупных равнинных ГЭС обычно устанавливают большое число агрегатов до 20 и более. На крупных горных ГЭС устанавливают по 3 или 4 агрегата, как, например, на Нижнеарынском каскаде ГЭС. На ранее строившихся малых ГЭС устанавливали 1 или 2 агрегата при этом использовалась только некоторая часть воды. Это было связано с тем, что этого было достаточно, чтобы обеспечить освещение домов одного или нескольких сел. Учитывая характер гидрографов расходов воды в реках Кыргызстана, для более полного использования стока реки, больше подходит число агрегатов равное трем. С ноября месяца до апреля включительно минимальный сток (6 мес.), в мае, сентябре и октябре (3мес.) имеет место средний сток, а в июне, июле и августе (3 мес.) максимальный сток. Зимой работает один агрегат, весной и осенью работают два, а летом все три.

Выбор числа ГЭС в каскаде на реке или участке реки

Выбор числа ГЭС на реке или на участке реки зависит от уклонов, от рельефа местности от выбранных напоров ГЭС. Наиболее выгодно использовать участки с большими уклонами и наоборот участки с малыми уклонами требуют больше затрат на концентрацию напора.

Иногда раньше строились ГЭС в виде каскадов. Например, Аламединский каскад малых ГЭС, построенных на сбросном канале от Западного БЧК до Чумышского водохранилища. Нижнеарынский каскад мощных ГЭС на нижнем течении реки Нарын. Однако они проектировались и строились в основном по индивидуальным проектам на различные напоры, расходы и мощности.

При проектировании каскада ГЭС также нужен новый подход, не обязательно с каждой ГЭС воду сбрасывать в реку и снова строить плотину для забора воды на следующую ГЭС. Воду с ГЭС надо направлять сразу в деривацию следующей ГЭС. При таком подходе достаточно строить одну плотину для нескольких ГЭС (двух, трех и четырех). При таком проектировании намного меньше будут объемы строительных работ и капиталовложений.

Необходимо применять также новый подход, как унификация ГЭС, агрегатов и многих других. Так нами предлагается принять в каскаде ГЭС

все ГЭС одинаковой мощности, с одинаковыми напорами, расходами и одинаковым числом агрегатов. Число ГЭС может быть до 5 -10. Известно, что одна фирма собирается строить на реке Иссык-Ата 9 ГЭС.

Пример расчета каскада ГЭС на реке Чон - Аксу

Нами рассмотрены варианты строительства каскада ГЭС на небольшой реке Чон – Аксу. Река Чон-Аксу протекает по территории Иссык-Кульского района, Иссык-Кульской области. Она стекает с южных склонов хребта Кунгей-Ала-Тоо. Все ГЭС каскада рассмотрены с одинаковой мощностью, одинаковым напором и с одинаковыми агрегатами. Такое проектирование и строительство по унифицированным проектам позволит значительно удешевить стоимость всего каскада..

Некоторая работа была проделана в Институте водных проблем и гидроэнергетики Национальной Академии наук Кыргызской Республики. Ими были рассмотрены несколько вариантов каскада ГЭС на выше названной реке. Мы дополнительно составили различные варианты по мощности, по числу агрегатов и ГЭС, определили ориентировочные удельные показатели по экономичности, как удельная стоимость одного килоВатта и килоВатт-часа.

Река Чон-Аксу также как все реки Тянь-Шаня характеризуется малым стоком в зимнее время и высоким в летнее время. Средний максимальный месячный расход отличается от минимального, примерно, в семь раз. Средние расходы воды ($\text{м}^3/\text{с}$) по месяцам приведены в таблице 1.

Таблица 1

Год	Среднемесячный расход куб.м/с по месяцам.												Сред. Год.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1938	1.82	1.85	1.87	2.35	4.42	3.97	9.63	7.82	3.58	2.47	1.87	1.83	3.62
2008	2.34	1.96	1.86	2.27	5.3	10.6	14.5	13.7	8.44	6.73	3.74	2.27	6.14
сред.	2.15	1.99	1.88	2.35	4,25	8.29	12.8	13.6	7.23	4.01	2.73	2.35	5.33

По гидрографу распределили год на три ступени. В трехступенчатом графике в зимнюю ступень отнесены месяцы с ноября по апрель включительно (6 мес.), во вторую ступень входят май, июнь, сентябрь, октябрь (4 мес.), в летнюю ступень входят июль, август (2 мес.). Гидрограф приведен на рисунке 1. Число дней, часов принято по календарю.

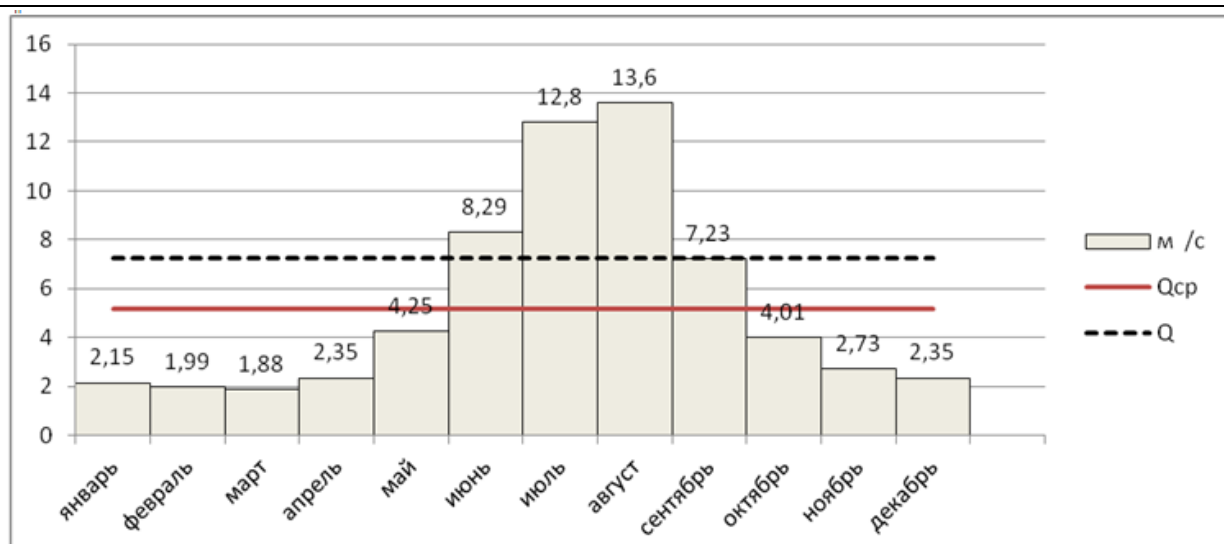


Рис 1. Среднемесячные расход воды реки Чон-Аксу

Институтом водных проблем был выбран участок реки для предполагаемого размещения каскада из двух малых ГЭС «Григорьевская -1 и 2. Расстояние между верхней плотиной и местом установки нижних агрегатов 9000 м. Геометрическая разность высот от верхней плотины до нижней гидростанции составляет 350 м. За расчетный напор принят перепад в 240 м. Ими рассмотрены также схемы размещения каскада из трех малых ГЭС или одной малой ГЭС «Григорьевская».

Ими определены установленные мощности и выработка электроэнергии для зимнего, весенне-осеннего и летнего расхода воды приведены в таблице 2.

Таблица 2

Наименование ГЭС	Расход воды, м ³ /с	Напор воды, м	Установленная мощность, кВт	Выработанная энергия, кВт.ч
	Период -	ноябрь -	апрель	
Григорьевская-1,2	1.5	240	2400	7200000
	Период -	Май	и октябрь	
Григорьевская-1,2	3.0	240	4800	6000000
	Период -	Июнь	и сентябрь	
Григорьевская-1,2	6.0	240	9600	11600000
	Период -	июль	и август	
Григорьевская-1,2	9.0	240	14400	17200000
Итого				42000000

Согласно их расчетам каскад малых ГЭС на реке Чон-Аксу при общем напоре воды в 240 м и установленной мощности 14400 кВт может выработать 42 млн. кВт-ч электроэнергии.

Ими предложен вариант из двух ГЭС. Каждая ГЭС состоит из бассейна суточного регулирования с плотиной высотой 15 м; двух напорных трубопроводов четырех гидрогенераторов мощностью по 1200 кВт, помещения для гидроэнергетического оборудования. Общая мощность каскада $2 \times 4800 = 9600$ кВт. Ими определена выработка электроэнергии в 36.4 млн. кВт.час.

Нами для данного варианта рассмотрены 8 вариантов каскада ГЭС на выше рассмотренном участке реки Чон-Аксу, с установкой агрегатов по 800 и 1600 кВт, в одних вариантах (А) принят напор в 60 м и число ГЭС- 4, в других вариантах (Б) - 80 м и число ГЭС - 3.(таблица 3).

Таблица 3

Вариант	Мощность агрегата, кВт	Число агрегатов	Напор, м	Мощность ГЭС, кВт	Число ГЭС	Мощность каскада, кВт	Выработка эл. энергии, млн. кВт.час
1А	800	3	60	2400	4	9600	56
1Б	800	3	80	2400	3	7200	56
2А	800	4	60	3200	4	12800	60
2Б	800	4	80	3200	3	9600	60
3А	1600	3	60	4800	4	19200	72
3Б	1600	3	80	4800	3	14400	72
4А	1600	3	80	6400	4	25600	80

Для определения ориентировочных удельных показателей необходимо знать стоимость сооружения ГЭС. При проектировании и строительстве каскада ГЭС необходимо учесть постоянную часть затрат и переменную часть, учитывающую рост стоимости в зависимости от мощности ГЭС.

Анализ данных удельных стоимостей одного киловатта в мировой практике имеет достаточно широкий разброс. Среднее значение находится в пределах 1500 дол/кВт. Нами в расчетах приняты унифицированные варианты мощностей агрегатов, унифицированное оборудование, унифицированные варианты здания ГЭС. Мировая практика показывает, что при унификации стоимость ГЭС снижается до 25%. Нами принято снижение стоимости на 20% - Куд = 1200 дол/кВт. Опыт строительства шести малых унифицированных ГЭС в Индонезии показал, что строительная часть этих ГЭС имела одинаковый состав сооружений (водоподъемная плотина, деривационный водовод и здание станции из строительных модулей) и соответственно их стоимость почти не отличалась друг от друга. Общее же снижение стоимости строительства составило около 20%.

Ориентировочно нами принята из опыта мировой практики структура затрат, в которой доля строительных работ составляет около 50%. Эта часть затрат при сравнении вариантов принята постоянной. Стоимость ГЭС в варианте с установкой самых крупных агрегатов будет составлять 6400кВт x 1500 = 9.6 млн. долларов. С учетом унификации стоимость снижается на 20% и составит- 7.68 млн. долларов. Половина этой суммы на строительные работы составят Кпост = 3.84 млн. долларов. Стоимость плотины и здания ГЭС при меньших мощностях агрегатов почти не изменятся. Их стоимость принята такой же, как на ГЭС -6400 кВт. Переменная часть затрат принята пропорциональной мощности ГЭС:

$$K_{пер} = P_{гэс} \times 0.5 \text{ Куд}$$

Стоимость ГЭС равна

$$K_{гэс} = K_{пост} + K_{пер}$$

Данные расчетов приведены в таблице 4.

Таблица 4

Вариант	Мощность каскада ГЭС, кВт	Выработка каскада, млн. кВт.ч	Стоимость каскада ГЭС, млн. долл.	Стоимость кВт.час, доллар	Стоимость кВт, тыс.доллар
1А	9600	56	21.12	0.377	2.2
1Б	7200	56	15.84	0.282	2.5
2А	12800	60	23.4	0.384	1.828
2Б	9600	60	17.28	0.288	1.8
3А	19200	72	26.88	0.373	1.494
3Б	14400	72	20.16	0.28	1.5

4А	25600	80	30.72	0.384	1.2
----	-------	----	-------	-------	-----

Расчеты показывают, что минимум удельных затрат на один киловатт получаются при мощности ГЭС 4800 кВт в варианте 3 ГЭС с напором 80 м. Удельная стоимость одного киловатт-часа от мощности ГЭС мало зависит, однако зависит от напора. Чем больше напор, тем дешевле получается стоимость килоВатт-часа.

Таким образом, расчеты показали, что необходимо выбрать вариант ГЭС, мощностью 4800кВт на напор 80 метров.

Нами предлагается вариант с установкой вместе агрегатов 1200 устанавливая агрегаты по 1600 кВт по три на каждой ГЭС, строить вместо двух три ГЭС, тогда общая мощность каскада будет $3 \times 4800 = 14400$ кВт с выработкой 72 млн. кВт.ч. Большая выработка достигается за счет полного использования стока реки. При одинаковых значениях напора и расходов можно получено в два раза больше электроэнергии при работе ГЭС по естественному стоку по сравнению с расчетами Института водных проблем.

При принятии более высоких мощностей ввиду небольшого прироста выработки энергии себестоимость энергии возрастает.

При мощности 4800 кВт расход воды при напоре 80 метров должен составлять $7.65 \text{ м}^3 / \text{с}$. Такой расход назван расчетным расходом воды для данного гидрографа реки Чон-Аксу для выбранной мощности. Расчетный расход составил относительно максимального $K_p = 0.5625$. Расчеты сделанные по другим рекам показали, что этот показатель можно принять и для других рек в пределах $K_p = 0.5 - 0.7$. Для ориентировочного определения мощности ГЭС можно его рассчитать по максимальному расходу умноженного на коэффициент $K = 0.6$.

Выводы:

Предлагается новый подход к проектированию и строительству малых ГЭС, заключающееся во - первых, полному использованию стока реки по естественному режиму, во - вторых, в применении унифицированных проектов и оборудования, в - третьих, применению каскадного проектирования и строительства.

Рассмотрены вопросы выбора мощности, числа агрегатов, количества ГЭС в каскаде. Даны рекомендации по определению расчетного расхода воды, выбора напора, числа ГЭС в каскаде по результатам расчетов различных вариантов на конкретном примере. Предлагается проектировать все ГЭС каскада однотипными, с одинаковыми расходами, напорами, одинаковым числом агрегатов на каждой ГЭС. Ориентировочно стоимость каскада снижается примерно на 20%.

Список литературы

1. Беляков Ю. П., Рахимов К. Р. Малая гидроэнергетика Кыргызстана. Бишкек. 2009.
2. Рахимов К. Р., Беляков Ю. П. Гидроэнергетика Кыргызстана, Бишкек. КГТУ, 2006.
3. Гидроэнергетика. /Под ред. В. И. Обрезкова. 2-е издание. М., 1988.
4. Карелин В. Я., Сооружение и оборудование малых гидростанций. – М., Энергоатомиздат. 1986.
5. Малая гидроэнергетика. Под. Ред. Л. П. Михайлова. – М. Энергоатомиздат., 1989.
6. Маматканов Д. М., Божанова А. В., Романовский В. В. Водные ресурсы Кыргызстана на современном этапе, - Бишкек, Илим, 2006.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ МУНИЦИПАЛЬНОЙ СВАЛКИ ДЛЯ НУЖД СТРАНЫ

Сандыбаева Аида Рысमतовна, ст.преп.каф. «Электромеханика», КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира 66, e-mail: aida.kgtu@gmail.com

ORCID: 0000-0002-0146-8145

Аннотация. Цель работы – исследование в муниципальной свалке процессов деградации биогаза с целью получения биогаза больше по объему. Рассмотрено влияние внешних воздействий на кинетику получения биогаза из твердых отходов. Методики исследования и полученные данные результатов исследования, рассмотреть в разрезе применимости относительно городской свалки г. Бишкек.

Для того чтобы было сравнительный процесс, эксперимент был разделены на три группы:

- биомасса без постоянных магнитов;
- биомасса с постоянными магнитами «Отталкивающим магнитным полем»;
- биомасса с постоянными магнитами «Притягивающим магнитным полем».

Этот эксперимент из-за, отсутствии соответствующих измерительных приборов, оборудований в Бишкеке проводился в лаборатории Государственного института сельскохозяйственного машиностроения и биоэнергии (740) Хоинхаемском университете в городе Штутгарт, Германия, во время учебной стажировки. Эксперимент шел полных 35 дней, под постоянной температурой 37⁰С и давление реактора был постоянным под 970 мБара.

Объем метана постоянно измерялся измерительными приборами и вычислялся методом Бассвела-Бойла. Проводимое исследование продемонстрировало, что применение магнитных полей оказывает значительный эффект на процесс брожения. Улучшение технологий не традиционной энергетики повышают эффективность использования энергоносителей. Предложены пути улучшения процесса деградации.

Ключевые слова: процесс деградации, биогаз продукция, кинетика биогаза, магнитные поля, притягивающее поле, отталкивающее поле.

MUNICIPAL DUMP AS ENERGY RESOURCE FOR THE SMALL COUNTRY

Sandybaeva Aida, ass.prof, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, KSTU named after I.Razzakov e-mail: elmech@mail.ru

Abstract. The aim of this study was to increase the biogas production from different substrates to accelerate the degradation process by applying of physical hard materials (constant magnets). To evaluate this approach, digestates were divided into three variants (without constant magnet materials, with the constant magnet material but only with attracting fields and with the constant magnet materials with repelling fields) and then the effects on the particle size, volatile organic substances, methane yield and degradation kinetic were measured.

Key words: Biogas production, kinetic of biogas, constant magnet materials, attracting field of magnet, repelling field of magnet

В настоящее время извлечение и транспортировка традиционных источников энергии, которыми являются минеральные органические топливные ресурсы (уголь, нефть и газ),

становятся более трудными и более дорогими, а также в некоторых странах, как Кыргызстан испытывает трудности финансирования в таких крупных проектах по данному направлению. Кроме того, их запасы на нашей планете не безграничны и быстро заканчиваются.

Практически во всех странах наблюдается быстрое увеличение потребления всех типов источников энергии. При этом в некоторых из них наблюдается серьезная нехватка традиционного топлива. Например, для Таджикистана и Пакистана покупка традиционного органического топлива, такого как нефть и газ, день за днем становится более трудной и более дорогой. Эта ситуация поднимает вопрос: почему бы не использовать муниципальную свалку как источник энергии? Преимущество бытовых отходов заключается в том, что их не надо искать, не надо добывать. При этом они в обязательном порядке должны быть утилизированы, а такой процесс требует больших расходов. Поэтому использование бытовых отходов позволяет не только получить дешевую энергию, но и избежать лишних затрат.

В северной части нашей столицы размещена городская свалка, у которой площадь составляет 29 гектара земли. Это городская свалка была открыта в 1979 г. и по проекту после заполнения котлована должна была закрыта на захоронения. Глубина котлована в момент открытия составляла 30 м., но с тех пор по настоящее время проекта захоронения не было. Всем нам известно, что после заполнения котлована, свалку можно использовать для получения метана. Элементарная математика позволяет нам рассчитать, что в глубине городской свалки давно образовался метан, и мы могли бы использовать его как источник для автономного использования.



Рис.1. Общий вид городской муниципальной свалки г. Бишкек

Свалка Рис.1. расположена в северной части города, в 1,5 км от объездной дороги. Западная часть ее граничит с само строителями, северо-западная часть – с рощей северных и северо-восточных холмистых высот реки Ала-Арча. В южной части свалки расположено ущелье. Сейсмичность этого района составляет 9 баллов.

По статистике, ежедневно со столицы выходит 8 т. отхода. Таким образом, приблизительно в котловане в настоящее время находится 31974000 т. муниципальных отходов. Примерный состав отходов показан на рис.2.

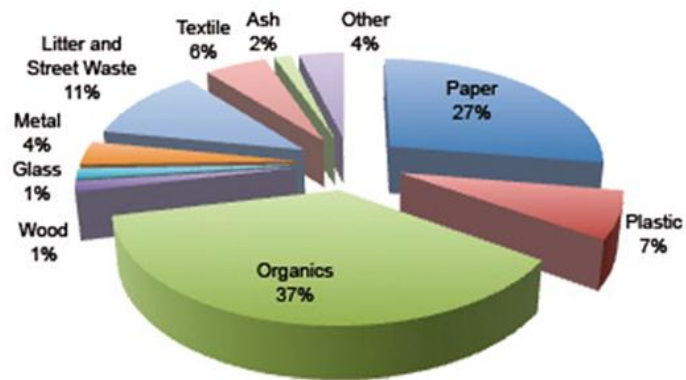


Рис. 2. Состав отходов муниципальной свалки г. Бишкек

Картина показывает, что в городе Бишкеке нет сортировки. Все отходы являются смешанными (органическая химия, бумага, пластмасса, стекло, металл, ткань, пепел, письмо и уличные отходы, древесина и другие).

Анализ показывает, что не больше, чем через 30 лет, на глубине 20 м уже появляется биогаз. Но в этой сфере очень много недостатков. Среди этих недостатков можно выделить следующие:

- максимальный объем получаемого метана [1];
- ускорение процесса деградации;
- продление газообразования на длительное время.

Для того чтобы ускорить процесс деградации и улучшить качество метана, были проведены экспериментальные исследования влияния на кинетику биогаза внешних воздействий[2].

Рассмотрим случай, когда на биогаз влияет магнитное поле.

Этот эксперимент проводился, как аналогия городской свалки г. Бишкек в лаборатории Государственного института сельскохозяйственного машиностроения и биоэнергии (740) Хоинхаемском университете в городе Штутгарт, Германия во время стажировки.

Для эксперимента мы использовали постоянные магниты из неодима [3]. Для биомассы использовали отходы крупно-рогатого скота. Для ускорения качество деградации в биомассу добавили примесь флоры[9]. В первом случае это было отруби (в дальнейшем графике где указано Нау-это смесь биомассы с отрубями), а во втором случае силос (в дальнейшем на графике где указано CF- смесь биомассы с силосом). Эксперимент шел полных 35 дней, под постоянной температурой 37⁰С и давление реактора был постоянным под 970 мБара.

Для получения более точного результата магнитных промежутков разделили как «Притягивающее поле» и «Отталкивающее поле» рис.3,4.

Затем, мы положили эти магниты в специальные колбы (сиринксы), для того, чтобы обеспечить взаимодействие с биогазом. В дальнейшем, чтобы процесс деградации успешно прошел, разместили все колбы в инкубационный реактор (рис.3–6).

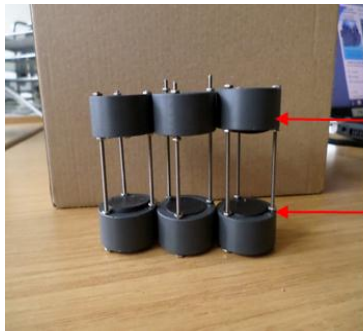


Рис.3. Неодимые постоянные магниты с промежутками «отталкивающим полем»

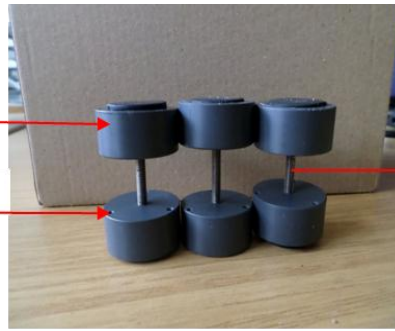


Рис.4. Неодимые постоянные магниты с промежутками

Magnet fixing

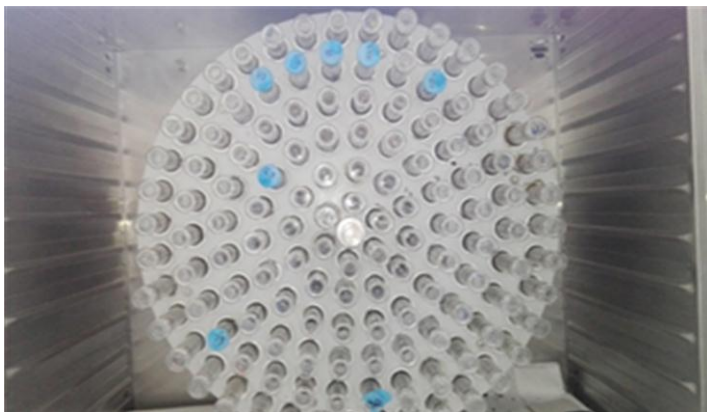


Рис.6. Инкубационный реактор



Рис.5. Сиринксы с магнитами

Во время эксперимента температура и давление были постоянно под контролем. Весь метан был выкачан в емкость и его объем рассчитан по методу Бассвела-Бойла [10,11].

Проводимое исследование продемонстрировало, что применение магнитных полей оказывает значительный эффект на процесс брожения [7,8]. Особенно в случае «Притягивающего поля». Обычно микроорганизмы в первые две недели активные, а потом они практически угасают. В нашем случае микроорганизмы активно взаимодействовали с магнитными полями после 17ти дня. Это можно увидеть на графиках, показанных на рис.7 и 8. Здесь по горизонтали указаны дни эксперимента, а по вертикали объем метана. Из графика видно, что магнитное поле, особенно притягивающее поле, активно влияет на микроорганизмы и на процесс деградации в целом. После расчета мы получили, что магнитные поля поднимает работоспособность микроорганизмов на +7,6%. Таким образом, мы получили результат, обеспечивающий продление и ускорение процессов газообразования.

Summierter spezifischer Norm-Methanertrag (Mittelwerte)

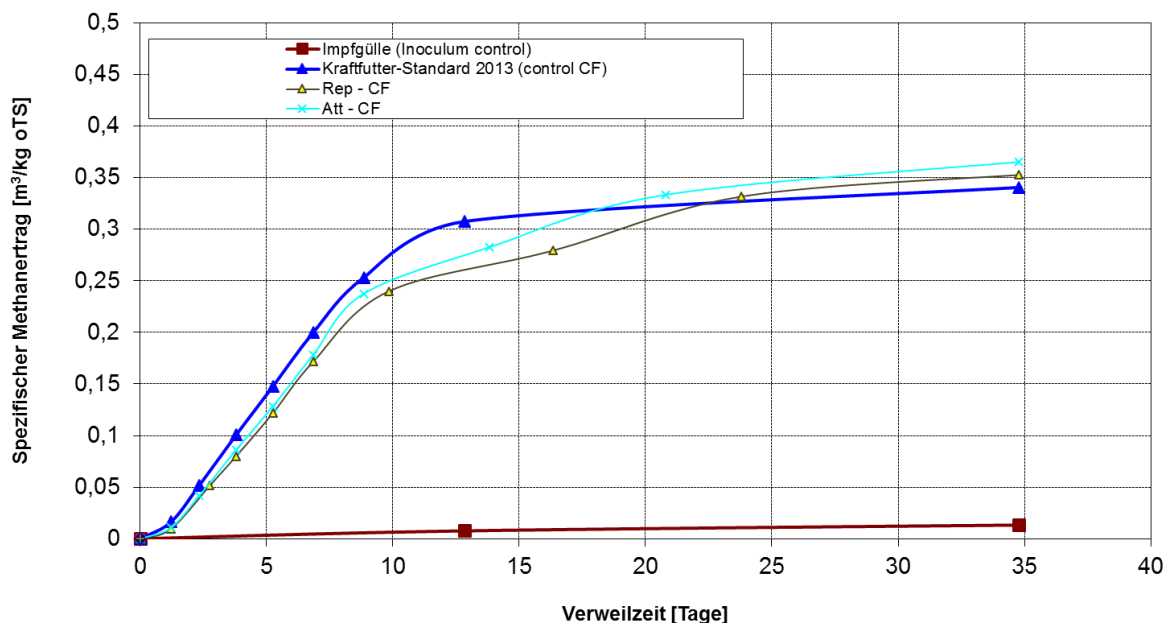


Рис.7. Суммарный нормальный выход метана (средние значения)

Линия красным цветом – это биомасса без примеси, линия синим цветом – это стандарт, установленный в 2013 г. в лаборатории Хоинхаемским Университетом, черная линия – это биомасса с примесью флоры и с отталкивающим полем магнита, голубая линия – это биомасса с примесью флоры и с притягивающим полем магнита.

Summierter spezifischer Norm-Methanertrag (Mittelwerte)

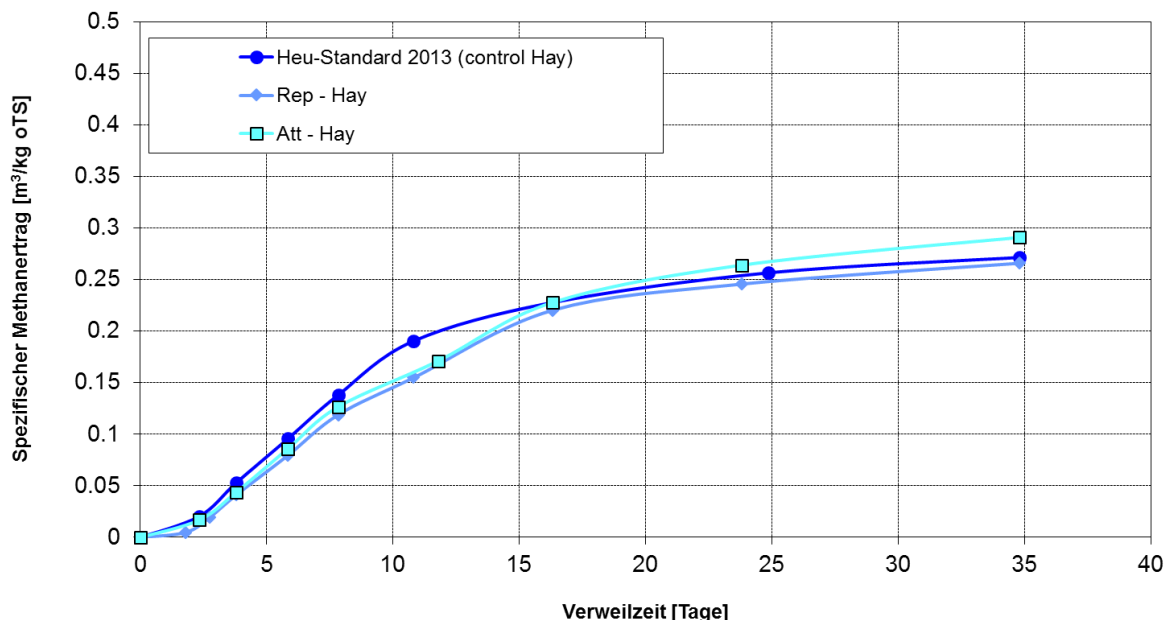


Рис. 8. Суммарный нормальный выход метана (средние значения)

Выводы. В качестве нетрадиционного экологически чистого источника энергии могут быть использованы муниципальные свалки, как в г. Бишкек, так и в других крупных городах страны, где имеется большой объем твердых или других отходов.

Проведенные исследования на биомассу показали, что с применением внешнего воздействия магнитного поля по методу «Притягивающее поле» выделения объёма метана увеличится на 7,6%, от традиционного пути получения биогаза. Результаты эксперимента показала, что данный метод можно использовать в строительстве будущего завода по переработке отходов в городских свалках г. Бишкек.

Список литературы

1. Faaij A. P. C. (2006). Bio-energy in Europe: Changing technology choices, EnergyPolicy,34,322–342.
2. Prochnow A., Heiermann M., Plochl M., Linke B., Idler € C., Amon T., & Hobbs P. J. (2009). Bioenergy from permanent grassland: A review: 1. Biogas, Bioresource Technology, 100, 4931–4944.
3. Dębowski M, Zieliński M, Grala A, et al. Algae biomass as an alternative substrate in biogas production technologies – review. Renew Sustain Energy Rev. 2013;27:596– 604.
4. Sialve B, Bernet N, Bernard O. Anaerobic digestion of microalgae as a necessary step to make microalgal biodiesel sustainable. Biotechnol Adv. 2009;27:409–416
5. VergärungorganischerStoffe. VDI-Richtlinie4630 (Weißdruck), VDI GesellschaftEnergietechnik, 2005.
6. DLG-Futterwerttabellen fürWiederkäuer.Hrsg:UniversitätHohenheim-Dokumentationsstelle (7.Auflage), Frankfurt am Main, 1997
7. Krzemieniewski M., DeRbowski M., Janczukowicz W., &Pesta J. (2003). Effect of sludge conditioning by chemical methods with magnetic field application, Polish Journal of Environmental Studies, 12, 595–605.
8. Krzemieniewski M., DeRbowski M., Janczukowicz W., &Pesta J. (2003). Changes of tap water and fish – pond water properties by magnetic treatment, Polish Journal of Natural Science, 14, 459–474.
9. Katharina Czepuck,HansOechsner,Britt Schumacher and Andreas Lemmer: Hohenheim Biogas Yield Test; Comparing Theoretical Yields with Actual Bath Yields :2006 : 82-83
10. Buswell A.M. and W.D. Haffield: Anaerobic Fermentations, State of Illinois.Department Registration and Education, Bulletin 32, Urbana IL,1936 USA.
11. Boyle W.C.: Energy recovery from sanitary landfills. In : Microbial Energy Conversion, Schlegel, A. Barnea (Hrsg). UNITAR,1977 pp. 119-138

УДК 621.31:004.9

ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ-ЭНЕРГЕТИКОВ В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Суеркулов Манас Асанбекович, профессор, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова, 66, orcid.org/0000-0001-6714-3872

Попова Инга Эдуардовна, старший преподаватель, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова, 66, orcid.org 0000-0002-8280-196

Осмоналиев Кубат Барктабасович доцент, филиал им.академика Х.А. Рахматулина в г.Токмок, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, г. Токмок, пр. Гагарина, 65, orcid.org/0000-0002-1049-8442

Развитие информационных технологий и цифровой техники внесло существенные изменения в техническую базу подготовки специалистов. Традиционный способ подготовки специалистов не соответствует современным требованиям высшего образования, которое

должно быть ориентировано на развитие техники, технологий и информационной базы. В данной работе рассматривается направление, в котором должна осуществляться подготовка специалистов электроэнергетического направления. Показано, что при подготовке специалистов необходимо изменить количество и содержание преподаваемых дисциплин по следующим блокам: общепрофессиональный, естественный, гуманитарный, специальный, т.к. очень часто первым трем блокам выделяется слишком много времени, а на блок по специальности остается только 25-30%. Поднимается вопрос, что кредитные технологии обучения не в полной мере отвечают современным требованиям подготовки специалистов-энергетиков, с учетом достижений науки, техники и технологий. Современный уровень систем электроснабжения достиг очень высокого уровня автоматизации с применением информационных технологий. Также необходимо уделять особое внимание практической подготовке специалистов, т.е. они должны уметь пользоваться современными измерительными приборами тестирования и диагностики.

Ключевые слова: электроэнергетика, кредитные технологии, информационные технологии, учебный план, бакалавр, магистр, техническая база, трансформатор, рабочая программа.

PREPARATION OF ENERGY SPECIALISTS IN CONDITIONS DEVELOPMENT OF INFORMATION TECHNOLOGIES ON MANUFACTURE

Suerkulov Manas A., professor, KSTU of I.Rassakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, C.Aitmatov ave, 66

Popova Inga E., the senior teacher, KSTU of I.Rassakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, C.Aitmatov ave, 66

Osmonaliev Kubat B., Associate Professor, branch of a name of the akademikian H.A.Rakhmatulina in Tokmok, KSTU of I. Razzakov, Kyrgyzstan, Tokmok, Gagarin ave., 65

The development of information technology and digital technology has made significant changes in the technical base of training specialists. The traditional way of training specialists does not meet the modern requirements of higher education, which should be oriented to the development of technology, technology and information base. In this paper, we consider the direction in which the training of specialists in the electric power industry should be carried out.

In the training of specialists, the number and content of the taught disciplines in the following blocks is necessary: general engineering, natural, humanitarian, and special. Very often the first three blocks are allocated to the first three blocks, 25-30% are left for the block by specialty. Another important issue is whether credit training technologies meet the modern requirements of training energy specialists, taking into account the achievements of science, technology and technology. The current level of power supply systems has reached a very high level of automation with the use of information technology. Also, it is necessary to pay special attention to the practical training of specialists, i.e. they should be able to use modern measuring instruments for testing and diagnostics.

Keywords: Power engineering, credit technology, information technology, curriculum, bachelor, master, technical base, transformer, work program

Энергетическому факультету, который занимается подготовкой специалистов-электроэнергетиков, 60 лет. За этот период факультет подготовил более 20000 специалистов в области энергетики. Наиболее большие выпуски специалистов пришлось на период 1970-1990 годов. Подготовка велась по направлениям электроэнергетика по 4 специальностям: электрические станции, электроснабжение, электрические машины и аппараты, электропривод и автоматизация промышленных установок. В 1995-1996 учебном году были

открыты специальности по ВИЭ – ГЭУ, АИЭ, ВИЭ. До 1996 года подготовка велась только по квалификации инженеров.

В конце девяностых годов в образовании стали внедряться так называемые кредитные технологии (КТ). В конце 1980 года в СССР в образовании внедрилась технологическая карта (ТК). В настоящее время громко звучащие слова «кредитные технологии» повторяют основное содержание технологической карты.

С внедрением ТК, изменилась подготовка по высшему образованию - бакалавр (неполное высшее образование) и магистр (полное высшее образование).

Подготовка инженеров по содержанию учебных планов более-менее отвечает требованиям производства. Бакалавр - как первая ступень неполного высшего образования не полностью отвечает требованиям производства, так как в учебном плане по подготовке бакалавров большое место занимают общеобразовательные, гуманитарные, общетехнические дисциплины. Значительно сократилось количество и содержание электроэнергетических дисциплин. Несколько дисциплин объединяются под одним общим названием: например, «Питающие сети». Сократилось количество курсовых работ и проектов (причем, по основным профильным дисциплинам).

Если раньше по учебному плану было 4 практики (учебная, производственная, конструкторско-технологическая, преддипломная), то теперь остались только 2 - производственная (учебная) и преддипломная.

Вышеперечисленные упущения привели к снижению качества написания выпускной квалифицированной работы (ВКР), то есть содержание и объём не отвечают требованиям неполного высшего образования, так как во многих работах отсутствуют расчеты, связанные с электроэнергетикой, а если и есть, то их объём очень мал. Отсутствует новизна содержания и тем работ. Содержание выпускной квалификационной работы должно охватывать 90% изучаемых дисциплин и должно заканчиваться выводами по решаемым проблемам.

Подготовка магистров в основном ориентирована на научно-исследовательский характер. При достаточном целенаправленном обучении, магистрант получает навыки проведения научно-исследовательских работ, анализа результата и принятия решения по исследуемым проблемам. В учебном плане в основном до 70% занимает профилирующие дисциплины.

На производстве (электроэнергетические компании) к бакалаврам относятся как к специалистам с незаконченным высшим образованием, кроме того, подготовкой бакалавров занимаются только ВУЗы, которые работают по программам бакалавриата. Министерство образования, правительство не уделяет достаточного внимания подготовке бакалавров, проблемами распределения никто не интересуется. Соответствуют ли учебные планы подготовки бакалавров современным требованиям? Могут ли бакалавры решать проблемы производства на рабочих местах? И эти проблемы также никем не решаются. Основным из недостатков подготовки бакалавров и магистров в КГТУ им. Раззакова является отсутствие лабораторных стендов на базе цифровой техники и технологий.

В настоящее время в энергетических компаниях КР устанавливается современное технологическое оборудования на подстанциях (СИП, умные счетчики, КЗА и так далее). Например, раньше трансформатор состоял только из двух систем – магнитной и электрической. В настоящее время наблюдается использование новых электротехнических материалов и измерительных систем, учитывается влияние других систем (влияние состояния трансформаторного масла, перенапряжения и др.). Учет этих факторов и использование достижений информационных технологий привели к контролю за состоянием всех элементов трансформатора – тестирование режима работы, самодиагностика, управление режимом работы. И это только один пример. Это и диктует необходимость изменения направления подготовки специалистов по электроэнергетическим специальностям. Кроме того, должно изменяться содержание преподаваемых дисциплин. В настоящее время каждое электротехническое оборудование является целым комплексом

технических систем, в состав которых входят различные измерительные контролирующие параметры приборы, защитные элементы оборудования и т.д. Каждое электротехническое силовое оборудование становится интеллектуальным устройством. Внедряются основные элементы для диагностики, тестирования, автоматические измерения уставок срабатывания. Поэтому мы должны менять подход к освоению данного оборудования.

Следующий недостаток по учебному плану подготовки специалистов - это недостаточный объем преподавания информационных технологий. В старом рабочем учебном плане эта дисциплина называется информационно-измерительная техника (ИИТ). Как показывает анализ учебного рабочего плана, содержание рабочей программы не отвечает современным требованиям использования информационных технологий в электроэнергетических системах КР.

Как показывает анализ материалов, опубликованных в журналах «Вестник высшей школы» и «Высшее образование в России» за 10 лет, в настоящее время, отсутствует подход, который мы предлагаем, но появляются тенденции обучения студентов по новым направлениям с использованием информационных технологий. Например, вводится дисциплина «Цифровая техника», «Передача информации и анализ интегральных характеристик элементов» и т.п.

Подготовка магистров в вузах РФ осуществляется по заданию и на основании требований производства. И именно в высококвалифицированных инженерных кадрах нуждается сейчас и вся промышленность, производство в Российской Федерации. Об этом неоднократно заявлялось вплоть до уровня Президента РФ, с просьбой вернуть подготовку именно инженерных кадров в вузах.

Для решения вышеперечисленных основных проблем подготовки бакалавров и магистров, на наш взгляд, необходимо:

- создать современные лабораторные стенды по освоению нового электрического оборудования на базе современных информационных цифровых технологий и приборов;

- сократить объём часов общегуманитарных и ряда общетехнических дисциплин (кроме дисциплин общеэнергетического направления). Общеэнергетическими дисциплинами считать следующие дисциплины: ТОЭ, электрические машины и аппараты, электропривод, теплотехника, электрические сети, гидроэнергетика, информационно-измерительная техника;

- преподавание начинать по отдельным видам электрооборудования, например, генераторам, трансформаторам тока и напряжения, воздушным, кабельным линиям и токопроводам. При изучении делать основной упор на режимы работ, параметры эксплуатации, монтаж и защиту от повреждений, автоматику данного оборудования. Итог освоения данного материала – расчетно-графические задания или выполнение курсовых проектов и работ. Такой подход обоснован тем, что на производстве существуют отдельные подразделения, например, служба подстанции, кабельных линий, релейной защиты и автоматики и т. д. В качестве примера приведена структура оснащения подстанции микропроцессорной защитой и автоматикой (рис.1) и РЗ и автоматика трансформатора (рис.2).

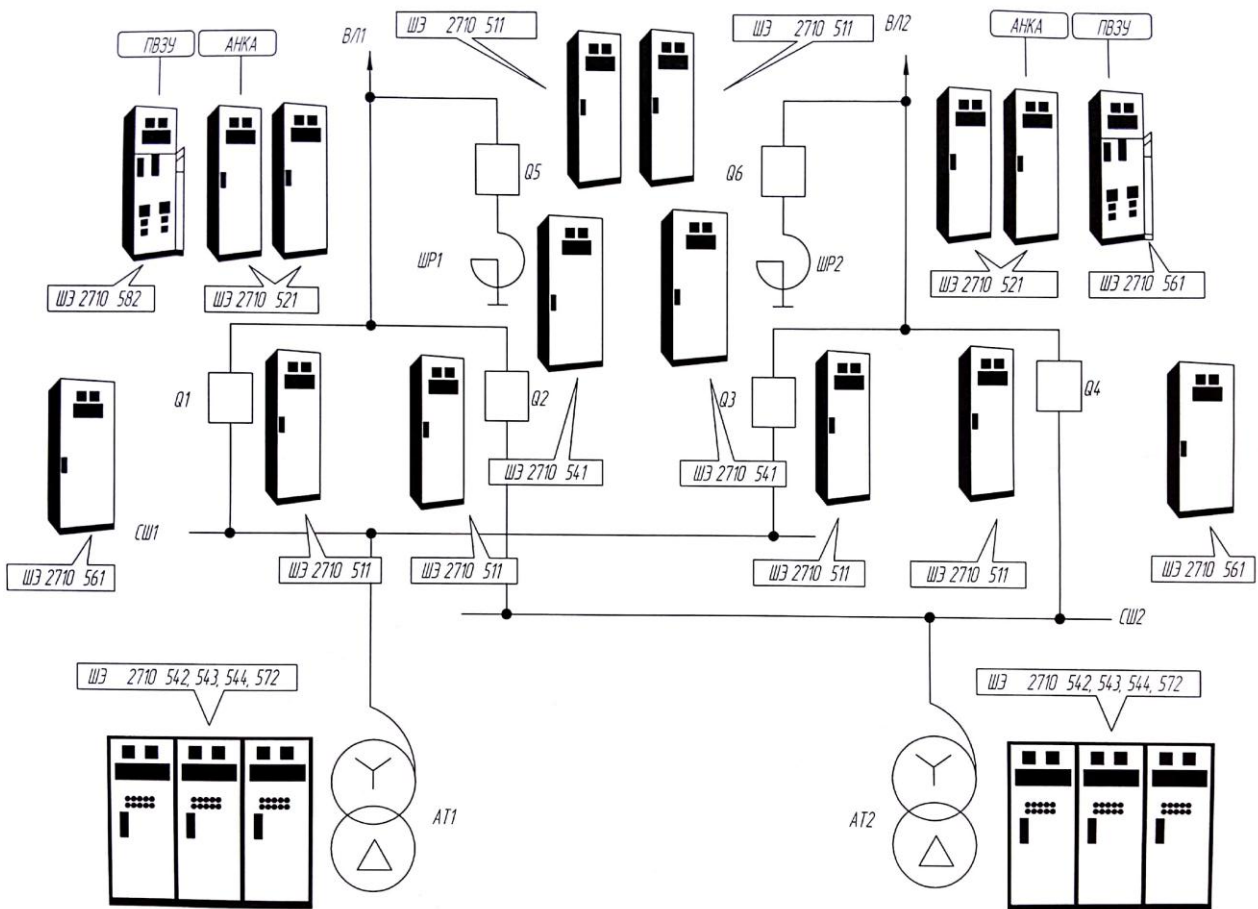


Рис.1. Структура оснащения подстанции микропроцессорной защитой и автоматикой

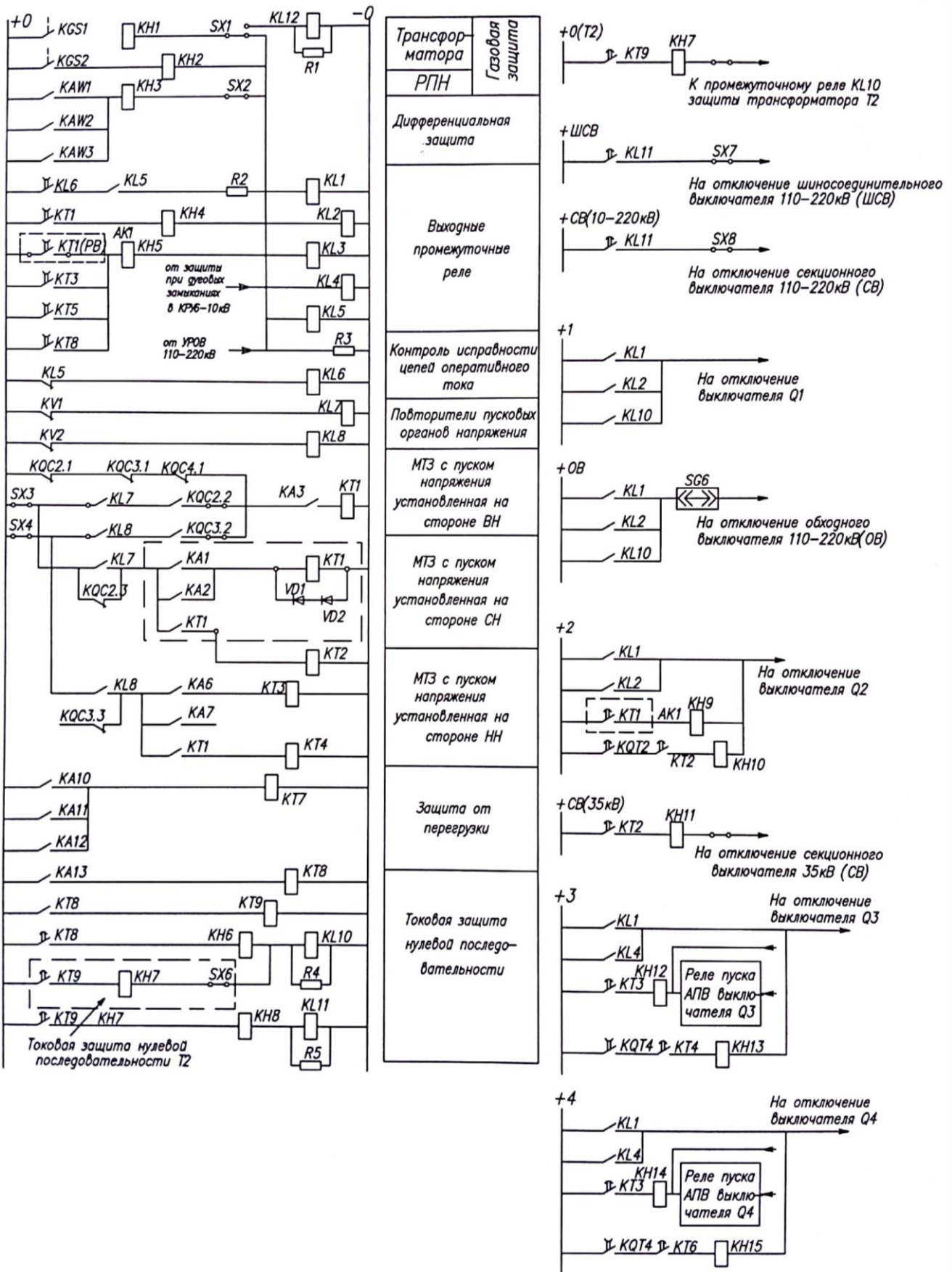


Рис.2. РЗ и автоматика трансформатора

- большое внимание должно уделяться практической подготовке специалистов, чтобы они на примере монтажа и подключения различного оборудования, умели производить электрические измерения, пользоваться современными измерительными приборами. Для этого необходимо расширять и модернизировать учебный полигон энергетического факультета;

- на уровне правительства, распределением молодых специалистов должен заниматься соответствующий орган. Количество производственных практик должно быть не менее трёх. В восьмом семестре, во время преддипломной практики, бакалавр должен выполнять роль дублера, магистр должен выполнять роль инженера;

- во втором семестре магистратуры перечень дисциплин частично должен составляться с учетом перспективной работы магистрантов по желанию магистра;

- научить применять полученные знания в различных производственных ситуациях.

Выводы.

В области подготовки бакалавров, магистров должны быть разработаны новые планы, отражающие основные требования современного производства. Необходим постоянный контроль за распределением молодых специалистов.

Список литературы

1. Адляр Ю.П., Шнер В.Л. Образование в XXI веке: проблемы, перспективы, решения. /Качество и жизнь, № 4, 2015 г. 37-45 с.
2. Горшков М.А., Шереги Ф.Э. Молодежь России: социальный портрет.-М., 2010г.
3. Грач М.И. и др. Управление системой подготовки кадров: проблемы и решения. //Высшее образование в России №12, 2016 г. 6-12 с.
4. Данилов Д.П., Моливанов Н.Н. Многоуровневая подготовка высококвалифицированных технических специалистов. /AlmaMater № 4(Вестник высшей школы), 2014. 71-76 с.
5. Данияров Д.П., Матвеев Н.Н. и др. Системы высшего технического образования. Диалектика согласования интересов субъектов. //Высшее образование в России №11, 2011 г. 99-104 с.
6. Киванов А.Я., Дмитриева Ю.А. Управление трудоустройством выпускников ВУЗов на рынке труда. –М., 2014 г.
7. Минталеев Г.Ф., Мельничнов В.В. Модернизация систем основ образовательного процесса в техническом университете. //Высшее образование в России №1, 2009 г. 33-41 с.
8. Мотовилов О.В. Формирование системы взаимоотношений между ВУЗами и работодателями. //Высшее образование в России №12, 2016 г. 17-24 с.
9. Панюкова С.В. Концепции реализации личностного ориентированного обучения при использовании информационных и коммуникационных технологий. –М.: Изд-во КОСО РАО, 1998. -120 с.
10. Рубин Ю.Б., Емельянов А.А. Стандартизация образовательной деятельности – как фактор конкурентоспособности российского высшего образования. //Высшее образование в России №11, 2005 г. 28-34 с. -Томск, Изд-во ТПИ, 2014 г. -176 с.
11. Чучалин А.Н. Проектирование инженерного образования. Учебное пособие, 2010 г.

УДК 621.316

ВЛИЯНИЕ НЕСИНУСОИДАЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ НА ПЕРЕГРУЗОЧНУЮ СПОСОБНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ СЭС

Урматбек кызы Азима, магистрант, Кыргызский Государственный Технический Университет им. И. Раззакова, 720044, г. Бишкек. пр. Ч. Айтматова 66, azima7376@mail.ru orcid.org/0000-0002-8708-9727

Суеркулов Манас Асанбекович, профессор, Кыргызский Государственный Технический Университет им. И. Раззакова, 720044, г. Бишкек. orcid.org/[0000-0001-6714-3872](https://orcid.org/0000-0001-6714-3872)

Аннотация: Перегрузочная способность элементов СЭС позволяет экономно использовать параметры выбранных энергооборудований, но изменение качества ЭЭ влияет на перегрузочную способность. В статье рассматривается влияние высших гармоник на перегрузочную способность. Перегрузочная способность элементов должна являться одним из факторов экономичного использования элементов систем электроснабжения. Прежде чем оценить экономическую эффективность использования перегрузочной способности, необходимо знать степень перегрузки. Как, известно, при прохождении электрического тока в проводнике, проводник нагревается, выделяется тепло, происходит обмен тепла между проводником и окружающей средой. Когда наступает тепловой баланс, температура проводника приближается к допустимой температуре. Величина допустимой температуры зависит от вида электрооборудования и наличии или отсутствии изоляции. При наличии изоляции температура влияет на величину износа изоляции. При превышении температуры выше допустимого значения происходит быстрый износ изоляции. Степень износа изоляции определяет длительность срока службы. Для каждого вида электрооборудования ГОСТ указывает длительность срока службы. Поэтому при перегрузке электрооборудований естественный срок службы не должен сокращаться.

Превышение температуры допустимого значения существенно влияет на срок службы. Поэтому, температура токоведущих частей определяет степень перегрузки. Элементы могут быть перегружены за счет недогрузки других часов суток, при этом естественном сроке службы резко сокращается. Тепло в основном выделяется в активном сопротивлении (линия или еще в других элементах электрооборудования трансформатор). При нормальной работе когда качество соответствуют ГОСТ, то активное сопротивление не существенно изменяется, а при наличии высших гармоник активное сопротивление существенно увеличивается, что выделяет большое количество тепла, снижая перегрузочную способность элемента. В статье рассматривается влияние высших гармоник на перегрузочных способностях.

Ключевые слова: перегрузка, допустимая температура, допустимый БК, коэффициент перегрузки, высшие гармоники четная, нечетная гармоника работы, кроме нормального режима работы, зас чет изменения электрической нагрузки перегрузки.

INFLUENCE OF NON-SINUSOIDAL STRESSES ON THE OVERLOAD CAPACITY OF SES ELEMENTS

Urmatbek kyzy Azima, master, Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov, azima7376@mail.ru Bishkek, Ch. Aitmatova av.66 orcid.org/0000-0002-8708-9727

Suerkulov Manas Asanbekovich, professor, Kyrgyz State Technical University named after I.Razzakov Bishkek, Ch. Aitmatova av.66 orcid.org/[0000-0001-6714-3872](https://orcid.org/0000-0001-6714-3872)

Abstract: The overload capability of the SES elements allows economically using the parameters of the selected power equipment, but a change in the quality of the EE affects the overload capacity. Overload capacity of elements should be one of the factors of economical use of elements of power supply systems. Before evaluating the economic efficiency of the use of overload capacity, the quantities affect the degree of overload. As is known, when an electric current passes through a conductor, the conductor heats up, heat is released. there is an exchange of heat between the conductor and the environment. When the heat balance comes, the temperature of the conductor approaches the permissible temperature. The amount of permissible temperature depends on the type of electrical equipment and the presence or absence of insulation. In the presence of insulation, the temperature affects the wear value of the insulation. When the temperature exceeds the permissible value, there is a rapid wear of the insulation. The degree of wear of the insulation determines the length of service life. For each type of electrical equipment, GOST specifies the length of service life. Therefore, when electric equipment is overloaded, the natural service life should not be reduced.

Exceeding the temperature of the permissible value has a significant effect on the service life. Therefore, the temperature of current-carrying parts determines the degree of overload. Elements can be overloaded due to underloading of other hours a day, while the natural service life is dramatically reduced. Heat is mainly released in the active resistance (line or in other elements of the electrical equipment transformer). In normal operation, when the quality corresponds to GOST, the active resistance does not change significantly, and in the presence of higher harmonics, the active resistance increases substantially, which releases a large amount of heat, reducing the element's ability to re-equip. The article deals with the influence of higher harmony on overloading abilities.

Keywords: overload, allowable temperature, allowable BC, overload factor, higher harmonics even odd, harmonics of work, except normal operation, changing the electric load of the load.

Перегрузочная способность.

Любой элемент СЭС позволяет лучше использовать параметры элемента и не требуется замена этого элемента элементом другого параметра, что позволяет экономить затраты. Поэтому, важно знать как изменяется перегрузочная способность элементов в зависимости конкретных условий.

Согласно [4], перегрузка бывает, кратковременное и длительное систематическое.

Кратковременная перегрузка возникает при взаимнорезервуемых элементах, когда один из элементов выйдет из строя, а нагрузка после переключения передается другим элементам, вызывается перегрузку. Длительная систематическая перегрузка связана с градиентом электрической нагрузки, т.е. в одни часы сутки недогружен, а в другие часы перегружен.

Какой параметр элементов СЭС является определяющим фактором перегрузки? Для этого напишем тепловой баланс проводника.

По закону Ленца-Джоуля в проводнике выделяется теплота:

$$Q_1 = I^2 R \tau \quad (1)$$

I - сила тока, А; R - сопротивление, Ом; τ - время, с.

Поверхности провода теплота теряется в окружающую среду.

$$Q_2 = c F (t - t^{\circ}) \tau, \text{ Вт} \quad (2)$$

c – коэффициент теплоотдачи поверхности правда, Вт/(м², °С);

F – площадь поверхности провода, м²; $t - t^{\circ}$ - температура поверхности провода и окружающей среды, °С.

Тепловой баланс наступает при равенстве мощностей

$$Q_1=Q_2$$

$$I^2R \tau = c F (t-t^{\circ}) \tau \tag{3}$$

$$I^2R = c S(\Delta t) \tag{4}$$

$$\Delta t = I^2R / c F \tag{5}$$

Δt – превышение температуры проводника под температурой окружающей среды. Выше приведены формулы.

Если система симметричная, напряжение синусоидальное, частота 50 Гц, т. е. нормального режима работы. Для этого случая параметры R, C, F остаются неизменными, а с изменением нагрузки изменяется температура, т.е. температура проводника определяет перегрузку элементов.

Согласно [2] допустимая перегрузка кабельных линий напряжением до 10 кВ с бумажной изоляцией приведено в табл.1.

Таблица 1. Допустимые температуры нагрева изоляции силовых кабелей при различных режимах работы

Тип кабеля	Напряжение, кВ	Допустимая температура	
		Длительно	Кратковременно при аварийном состоянии сети
С бумажной изоляцией	1	80	Кратковременно при аварийном состоянии сети
	6	80	
	10	70	
С обедненно-пропитанной изоляцией	1	80	95(10% перегрузка в течение 2ч)
	6	80	
С резиновой изоляцией	-	70	110 при пусковых режимах
С изоляцией из полиэтилена и поливинилхлорида, из вулканизированного ПЭ	1+35	70	8 0 30
		90	

Как показано в табл.1 определяющим фактором перегрузки элемента СЭС является температура, т.к. температура определяет изменения механического свойства проводника и износа степени изоляции. Следующим основным элементом является силовой трансформатор. Степень перегрузки трансформатора приведено в табл.2 [3].

Таблица 2. Допустимые кратковременные перегрузки трансформаторов при послеаварийных режимах

Трансформаторы			
маслонаполненные		сухие	
Перегрузка сверх номинального тока, %	Длительность перегрузки трансформатора, мин	Перегрузка сверх номинального тока, %	Длительность перегрузки трансформатора, мин
30	120	20	60
45	80	30	45
60	45	40	32
75	20	50	18
100	10	60	5
200	1,5	-	-

Такие перегрузки допустимы при всех системах охлаждения не зависит от предшествующего режима, температура охлаждающего воздуха и места установки трансформаторов при условиях, что температура в верхних слоях не выше 115°C.

Во время работы трансформатора происходит износ отдельных его частей (обмотка, изоляция, контактное соединение). Относительная скорость теплового износа изоляции для трансформаторов может быть выражена:

$$\alpha = 2(t - 28/6) \tag{6}$$

t – реальная температура наиболее нагретой точки обмоток.

Степень изменения срока службы изоляции при различных температурах t₁, t₂

$$T_1/T_2 = 2(t_1 - t_2)/\Delta t \tag{7}$$

Δt – повышение температуры, вызывающее сокращение срока службы. Выше приведены формулы с проводника, когда система ЭС работает по требованиям ГОСТ 30804.4.30-2013., где качества ЭЭ соответствуют нормам.

Рассмотрим влияние при нарушении синусоидальной формы кривой напряжения. В этом случае появляются токи высших гармоник, которые приводят изменению активного сопротивления проводников.

Активное сопротивление кабельной линии, при наличии токов высших гармоник (Вт) согласно [4] определяется:

$$K_R = R(v)/R_1 = K_{nv} + K_{tv} \tag{8}$$

где K_r – коэффициент увеличения активного сопротивления, при Вт;

K_{nv} + K_{tv} – коэффициенты поверхностного эффект коэффициент близости.

Минимальное значение этих коэффициентов равно.

1. При наличии Вт активное сопротивление кабеля, равно:

$$R_{\text{вл}} = K_r R_1, \text{ Ом} \tag{9}$$

R₁ – активное сопротивление при f=50 Гц

Из уравнений (1), (2) можно выразить

$$I^2 = c F(t - t^{\circ}) R \tag{10}$$

t = t_g

$$I^2 = c F(t_g - t^{\circ}) R_1 \tag{11}$$

$$I^2 = c F(t_g - t^{\circ}) R_v = c F(t_g - t^{\circ}) R_v K_r$$

При наличии Вт и без нее температура жилы кабеля должен быть не более t_g . При наличии Вт температура жилы кабеля достигает допустимого значения быстрее пропорционально коэффициенту K_R , т.е. уменьшается длительности допустимой перегрузки.

На рис. показаны изменение активной сопротивлении кабельной линии медными (а), алюминиевыми (б) жилами [4].

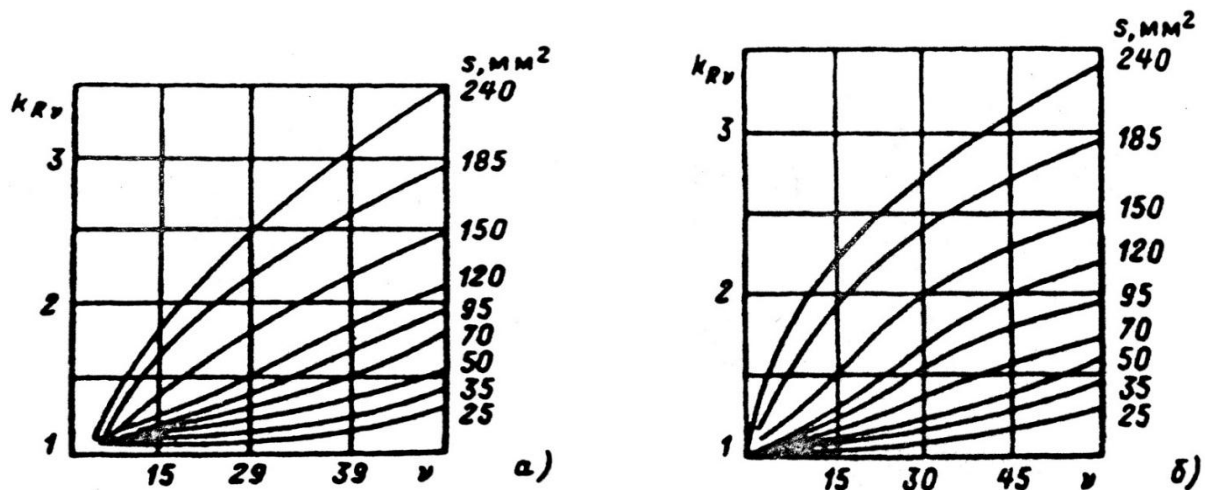


Рис.1. Зависимость коэффициента увеличения активного сопротивления от ВГ для силовых трехжильных кабелей.

Для много проволочных проводников изменения активного сопротивления:

$$R_v/R_0 = \sqrt{2} (1 + 0.86x)^4 / (2 + (0.86x))^4 \quad (12)$$

$$X = n\sqrt{w} - (\varphi\gamma) \quad (13)$$

$$W_v = 2\pi f v \text{ - круговая частота} \quad (14)$$

v – номер гармоник, γ – удельная проводимость материала; (φ – магнитная проницаемость из формулы (13), видно, что, R_v/R_0 , т.е. температура быстрее поднимается, что приводит уменьшению перегрузочной способности линий.

Силовой трансформатор. Согласно [4] изменению активного сопротивления трансформатора выражается:

$$R_v/R_1 = A + B\tau + C(2\tau^2 - 1) + D(4\tau^2 - 3\tau) \quad (15)$$

$$\tau = 0,034v - 1,034$$

A, B, C, D – коэффициенты, значение которых определяются типами и мощностью трансформатора рис. 2 приведено увеличение активного сопротивления трансформаторов.

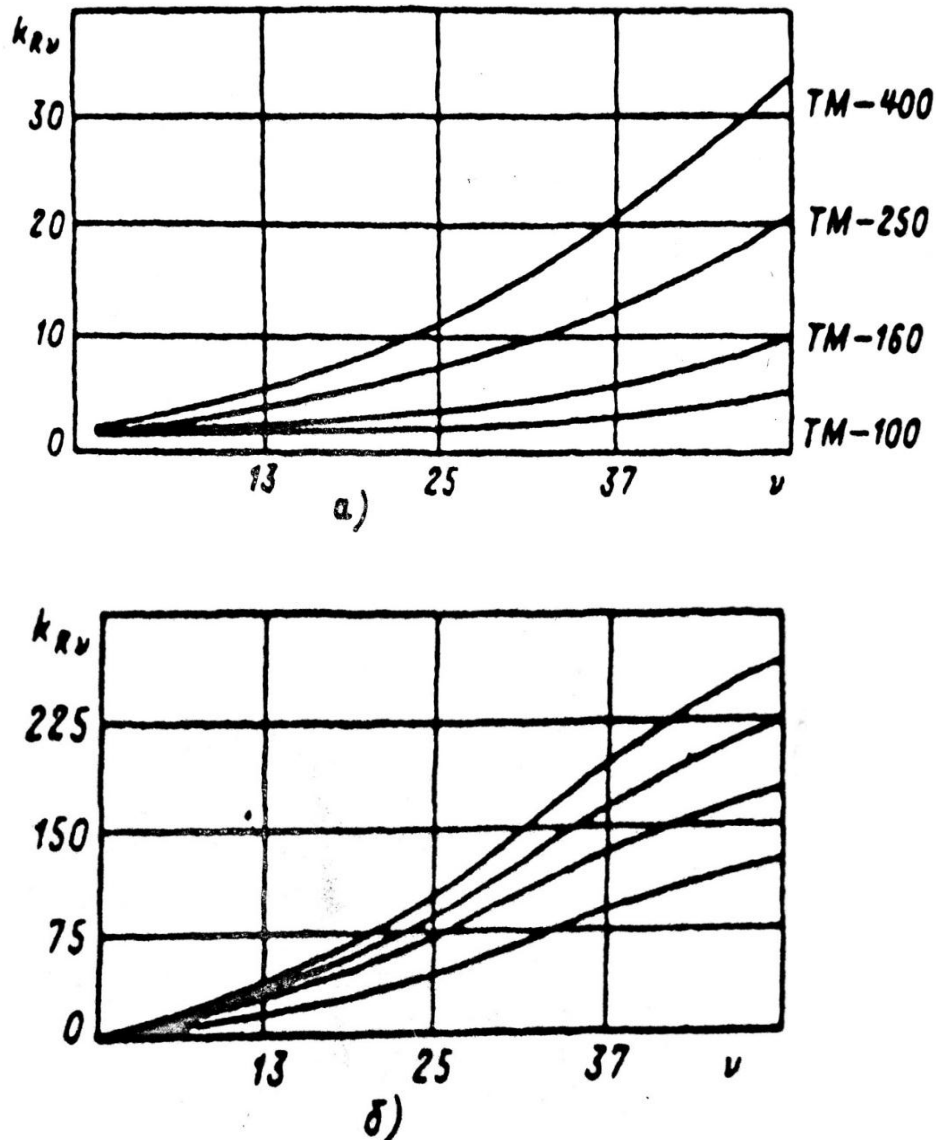


Рис.2 Зависимость коэффициента увеличения активного сопротивления от ВГ для силовых трансформаторов мощностью 100-2500 кВА.

Коэффициент увеличения сопротивления многократно больше, поэтому температура обмоток быстрее поднимается, быстрее достигается допустимое значение, снижая величины допустимой перегрузки, хотя электрическая нагрузка остается неизменным.

Выводы:

- 1) токи ВГ существенно увеличивает величину активного сопротивления и выделяется большое количество тепла;
- 2) при наличии токов ВГ резко снижается величина допустимой перегрузки.
- 3) разработать новые величины допустимой перегрузки элементов при наличии токов ВГ.
- 4) для повышения перегрузочной способности элементов СЭС шире применять технические средства снижения ВГ, определяя экономическую целесообразность.

Список литературы

1. Жежеленко И.В. Высшие гармоники в системах электроснабжения промпредприятий, М.: энергосатомиздат, 1994-205с.

2. Жежеленко И.В. Показатели качества электроэнергии и их контроль на промпредприятиях, Энергосатомиздат, М.: 1986-166с.
3. Жежеленко И.В. Высшие гармоники в СЭС промпредприятий М.:энергосатомиздат, 2000-331с.
4. Железко Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность, М.: ЭНАС,2009-416с.
5. Кузнецов В.Г. и др. Снижение несимметрии и несинусоидальности напряжения в электрических сетях,- Киев: 1992-204с.
6. Конюхова Е.А. Электроснабжение учебник для вузов. М.: Изд. дом МЭИ, 2014-510с.
7. Ноялов Г.М. Основы построения промышленных электрических сетей, 1978-352с.
8. Правила устройства электроустановок.
9. Трофимов Г.Г. Качество электроэнергии и его влияние на работу промпредприятий,Алма-Ата: Издательство НИИТИ, 1986.
10. Федоров А.А Основы электроснабжения промышленных предприятий М.: Энергия, 1976-416с.
11. Электротехнический справочник
Т. 2: электротехнические изделия и устройства. Под общ.ред.
МЭИ В.Г. Герасимова Изд. дом МЭИ.2007-518с.

УДК 519.86:621.224:621.313.322

ИССЛЕДОВАНИЕ СХЕМ ЭЛЕКТРОННЫХ ГЕНЕРАТОРОВ В ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ MULTISIM

Ярлыков Геннадий Олегович, магистр, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66. e-mail: alivestar@gmail.com orcid.org/0000-0002-3629-1319

Абдурахимов Эсенаалы магистр, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира 66. e-mail: : eeb2-12@mail.ru orcid.org/0000-0003-4365-2845

Джаныбеков Субанбек, магистр, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66., e-mail: subandjan94@gmail.com orcid.org/0000-0002-2164-7853

Шерматов Ислам, магистр, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66., e-mail: eeb2-12@mail.ru orcid.org/0000-0003-4391-4139

Аннотация. Multisim 10 представляет собой программный продукт, позволяющий производить моделирование, тестирование, разработку и отладку электрических и электронных схем. Для работы программного комплекса необходим современный компьютер с операционной средой Windows и приложением

Microsoft Office. Multisim 10 имеет достаточно понятный интерфейс пользователя и прост в обращении. Multisim 10 содержит в библиотеке большое количество моделей полупроводниковых элементов и других электромеханических устройств, и также позволяет создавать пользователю свои модели. Multisim 10 позволяет проводить исследования электрических и электронных цепей, выполнение которых в реальных условиях является трудоемким процессом. Процедура работы с пакетом сводится к следующим действиям:

– формируется электрическая схема анализируемого устройства с помощью встроенного редактора, для этого необходимые компоненты из окна выбранного раздела копируются в рабочую область и соединяются друг с другом с помощью проводников, устанавливаются расчетные значения параметров компонентов;

– к схеме подключаются необходимые приборы и инструменты: генератор, осциллограф, логический анализатор, пробник и др.;

– работа схемы активируется нажатием на виртуальный «выключатель питания I/O»;
 – результаты анализа, например, осциллограмма периодического процесса или частотная характеристика устройства могут быть сохранены для документирования (оформления отчёта по лабораторной работе).

Ключевые слова: электронный генератор, multisim 10, мост Вина, коэффициент передачи, RC цепь, осциллограмма

INVESTIGATION OF ELECTRONIC GENERATOR SCHEMES IN MULTISIM

Yarklykov Gennady Olegovich, master st., KSTU named by after. I. Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Aitmatov Avenue 66., e-mail: aliveststar@gmail.com orcid.org/0000-0002-3629-1319

Abdurahimov Esenaly. master st., KSTU named by after. I. Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Aitmatov Avenue 66, e-mail: eeb2-12@mail.ru orcid.org/0000-0003-4365-2845

Dzhanybekov Suvanbek, master st., KSTU named by after. I. Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Aitmatov Avenue 66, e-mail: subandjan94@gmail.com orcid.org/0000-0002-2164-7853

Shermatov Islam, master st., KSTU named by after. I. Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Aitmatov Avenue 66., e-mail: eeb2-12@mail.ru orcid.org/0000-0003-4391-4139

Annotation. Multisim 10 is a software product that allows the simulation, testing, development and debugging of electrical and electronic circuits. To operate the software, you need a modern computer with a Windows operating environment and an application

Microsoft Office. Multisim 10 has a fairly clear user interface and is easy to use. Multisim 10 contains in the library a large number of models of semiconductor elements and other electromechanical devices, and also allows the user to create their own models. Multisim 10 allows you to conduct studies of electrical and electronic circuits, the implementation of which in real conditions is a time-consuming process. The procedure for working with the package is as follows:

- forming circuitry analyte device with built-in editor, to the necessary components of the selected partition window is copied into the work area and connected to each other via wires, the calculated values are set component parameters;
- the necessary instruments and instruments are connected to the circuit: a generator, an oscilloscope, a logic analyzer, a probe, etc .;
- the circuit is activated by pressing the virtual "I / O power switch";
- The results of the analysis, for example, the oscillogram of a batch process or the frequency response of the device, can be saved for documenting (reporting on laboratory work).

Keywords: electronic generator, multisim 10, Wine Bridge, transmission coefficient, RC circuit, oscillogram

Существенной частью почти любого электронного устройства является генератор гармонических или каких-либо других колебаний. Кроме очевидных случаев применения автономных генераторов, источник регулярных колебаний необходим в любом периодически действующем измерительном приборе, в устройствах, иницирующих измерения или процессы, и вообще в любом приборе, работа, которого связана с периодическими состояниями или периодическими колебаниями. Генераторы в энергосистеме питает все электроприемники независимо от их принципа работы.

Стабильность генератора - это его способность сохранять заданную частоту с наименьшим отклонением при воздействии внешних возмущений. Стабильность генератора приводится в относительных единицах как отношение отклонения частоты к номинальному значению. Для температурной стабильности - это есть отношение отклонения частоты на 1 °C к номинальному значению. Дрейф частоты генератора определяется стабильностью его

компонентов. Физические и электрические параметры компонентов изменяются в зависимости от температуры, давления, влажности, питающих напряжений и нагрузок. В наиболее стабильных генераторах применяются прецизионные резисторы, конденсаторы, индуктивности и кристаллы, а также принимаются меры по стабилизации питающих напряжений. Для высокой стабильности генерируемой частоты цепь ОС генератора должна обеспечить быстрое изменение сдвига фазы в узком диапазоне частот вблизи желаемой частоты генерации, при этом для заданной частоты частотная характеристика цепи ОС будет обладать повышенной избирательностью, и отклонение частоты генератора будет меньше дрейфа, обусловленного температурными изменениями параметров компонентов устройства

Исследование RC – генераторов

Исследование генератора с мостом Вина Для этого выполнить следующие шаги:

- вызвать на рабочее поле Multisim из папки *Электронные генераторы* файл *Рисунок 1.N*, в файле представлена схема исследования генератора с мостом Вина, показанная на рисунке 1;

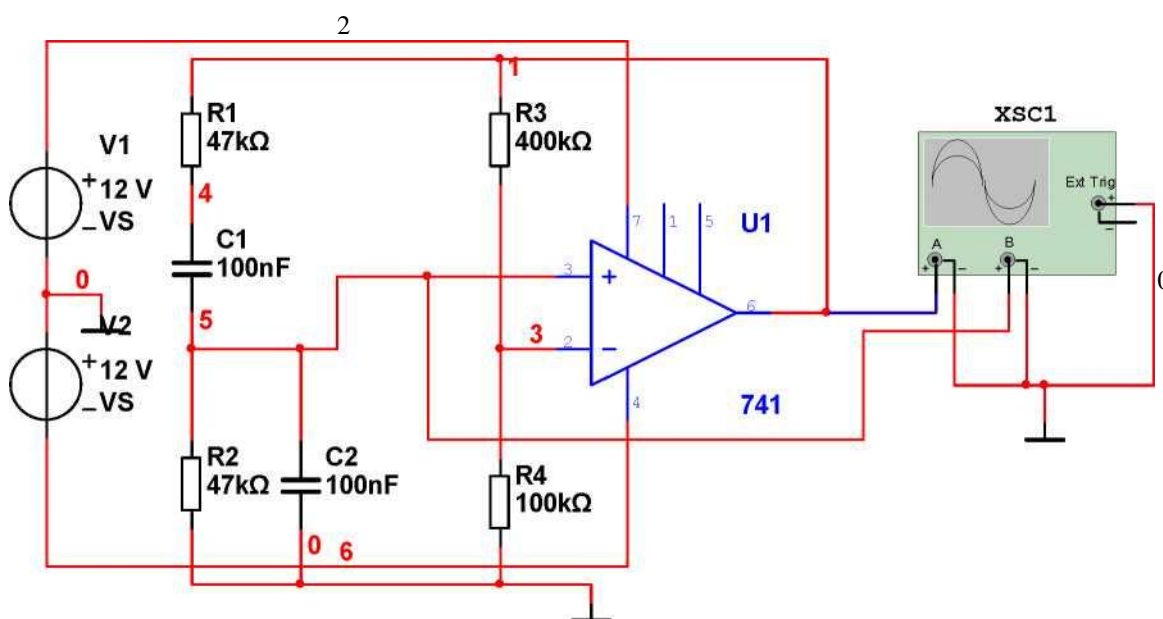


Рисунок 1 - Схема генератора на операционном усилителе с мостом Вина

- поскольку индуктивности для низких частот очень громоздки (имеют большие габариты), во многих случаях при создании низкочастотных генераторов стремятся избегать их применений. С помощью RC - цепей можно обеспечить сдвиг фазы на 90° . Включив две-три такие цепи последовательно, нетрудно обеспечить сдвиг фазы на 180° . Другие возможности создания необходимого сдвига фазы связаны с использованием мостовых схем. К числу наиболее распространенных в генераторах мостовых схем относится мост Вина, а одним из наиболее надежных генераторов RC - типа является генератор с мостом Вина (рисунок 7.1). В генераторе с мостом Вина применяется или двухкаскадный усилитель, или операционный усилитель, обеспечивающий сдвиг фазы на 0° . Резисторы моста Вина представляют делитель напряжения в цепи ОС. Положительная ОС создается фазосдвигающей цепочкой, и напряжение ОС подается на не инвертирующий вход ОУ. Коэффициент усиления усилителя при замкнутой цепи ОС должен быть немного больше 3, поскольку коэффициент передачи цепи ПОС ($= 1/4$). Это означает, что сопротивление R_3 должно быть в четыре раза больше R_4 . Необходимое деление сигнала ПОС определяется из условий $R_1 = R_2$ и $C_1 = C_2$. Реактивные плечи моста образуют делитель переменного напряжения.

На рисунке 7.2 приведена осциллограмма выходного напряжения генератора и сигнала обратной связи, формируемого с диагонали моста Вина;

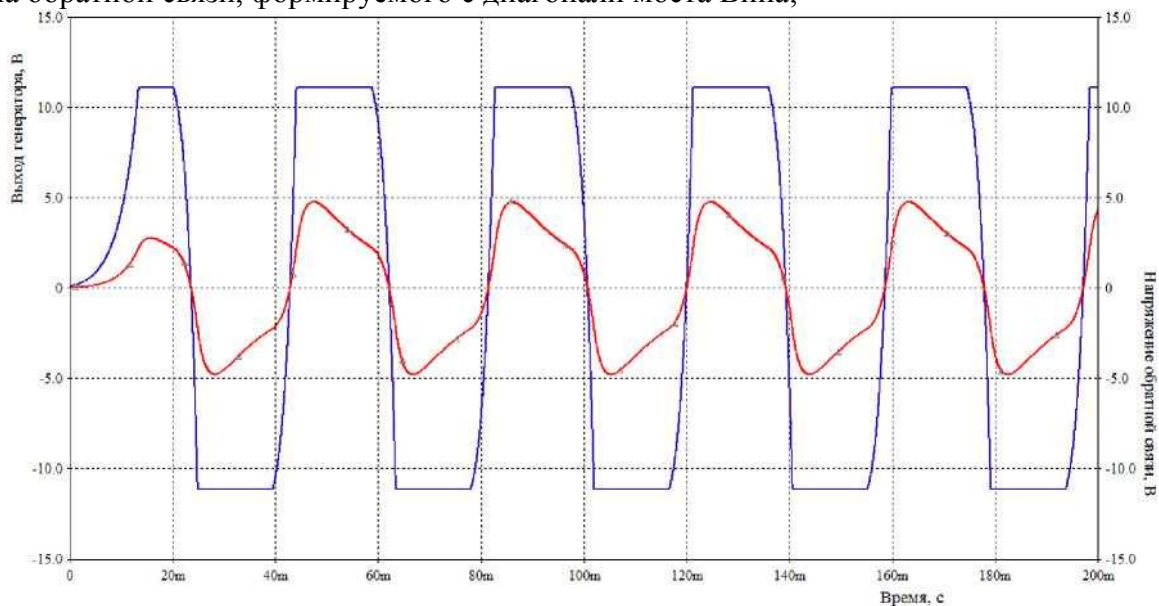


Рисунок 2 - Осциллограммы выходного сигнала генератора Вина и сигнала обратной связи

- для указанных на схеме параметров элементов измерить с помощью осциллографа частоту и оценить форму колебаний. Раскрыть лицевую панель осциллографа и включить моделирование, нажав кнопку "In - Off" в правом верхнем углу экрана. Обработку осциллограммы можно проводить средствами и инструментом, которыми укомплектован осциллограф. Возможен и другой путь обработки осциллограммы, предлагающий дополнительные возможности (копирование осциллограммы в отчет, возможность сохранения и более широкий набор методов обработки). После получения осциллограммы нажимается кнопка "Grapher/Analysis List" на главной панели меню. Открывается окно "Grapher View" с осциллограммой на закладке "Oscilloscope" и набором дополнительных средств обработки осциллограммы (нанесение надписи на осях, нанесение сетки, корректировка масштабов, использование измерительного инструмента и методов обработки результатов). В частности, после нажатия кнопки "Show/Hide Cursors" появляются две визирные линии и окно с результатами измерений времени (X1,X2) и амплитуд (Y1,Y2). Кроме того, предлагается разность X2-X1=dX, являющаяся периодом T, если визирные линии сориентированы на измерение периода T, и выполняется операция 1/dX, результатом которой является расчет частоты

$$f=1/dX=1/T;$$

— исследуем влияние изменения величины сопротивлений резисторов R1 и R2 (условие R1 = R2 сохраняется). Результаты измерения частоты внести в таблицу 1;

Таблица 1 - Результаты измерения частоты

R1=R2, кОм	2.5	5	10	20	47
C1=C2, нФ	42	42	42	42	42
Частота, Гц	9523	4761	2380	1190	506,58

— исследуем влияние изменения величины емкости C1 и C2 (условие C1 = C2 сохраняется). Результаты измерения частоты внести в таблицу 2;

Таблица 2 - Результаты измерения частоты

$R1=R2, \text{ кОм}$	20	20	20	20	20
$C1=C2, \text{ нФ}$	10	20	42	82	100
Частота, Гц	5000	2500	1190	609,75	500

— по полученным данным построим графики зависимости частоты от изменения сопротивления резисторов $R1, R2$ при заданном значении $C1, C2$ и от изменения емкости конденсаторов $C1, C2$ при заданном значении сопротивлений резисторов $R1, R2$.

Результаты полученные при моделировании:

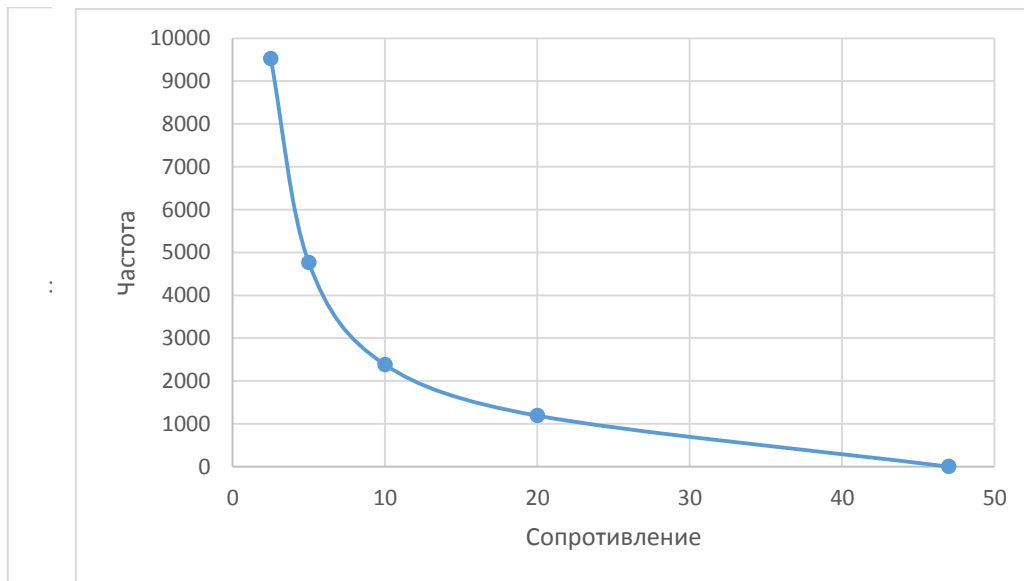


Рис. 3. Графики зависимости частоты от изменения сопротивления резисторов $R1, R2$

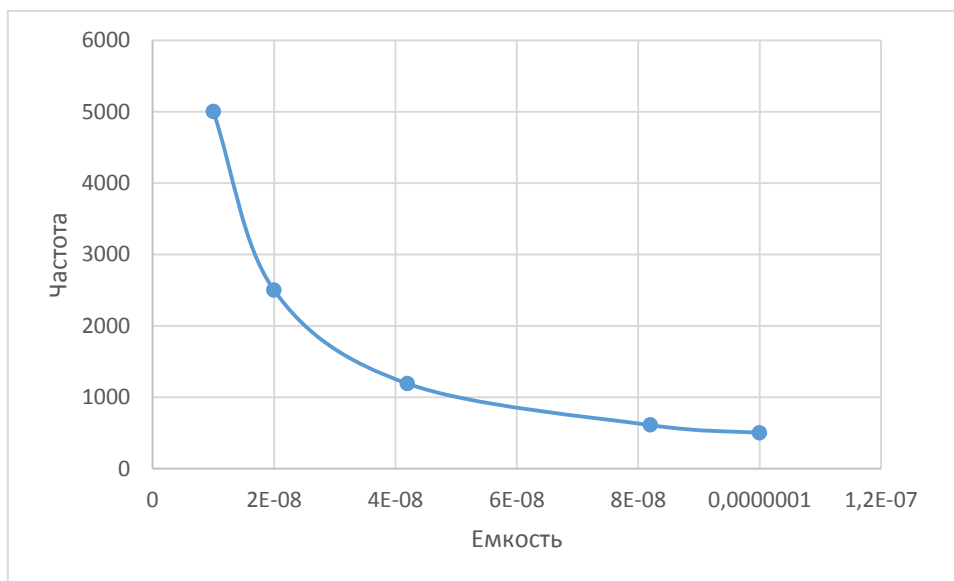


Рис. 4. Графики зависимости частоты от изменения емкости конденсаторов $C1, C2$

Список литературы

1. Амосов А.А., Дубинский Ю. А, Копченова, Н. В. Вычислительные методы. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 672 с.
2. Балаков Ю. Н., Мисриханов М. Ш., Шунтов А. В. «Выбор электрооборудования электростанций».
3. Бочко Т. Н., Тентиев Р. Б. «Релейная защита синхронных генераторов. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию».
4. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. «Электрическая часть электростанций и подстанций» справочные материалы для курсового и дипломного проектирования.
5. Основы теории цепей: учебник для вузов / Г.В. Зевеке, П.А.Ионкин, А.В. Нетушил, С.В. Страхов. - 5-е изд. перераб. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 528 с.
6. Таабалдиева Н.Д., Асан уулу Аскат. Моделирование линий электропередач с помощью лабораторного стенда «электрические станции и подстанции» / Известия КГТУ №1(41) часть I, 2017 г. 63-68 с.
7. Терехин В.Б. Лабораторные работы по прикладной электронике: Руководство для студентов. - Северск: СГТИ, 2003. - 80 с.
8. Терехин В.Б., Соловьев Ю.А. Моделирование электронных схем в программе Electronics Workbench. Ч. 1. Создание схем. Ч.2. Элементная база: лабораторный практикум. - Северск: СТИ ТПУ, 2000. - 244 с.
9. Руководство по Multisim. Электронный ресурс.
10. Шило В.Л. Популярныe цифровые микросхемы: Справочник. 2 - е изд., испр. - Челябинск: Металлургия, Челябинское отд., 1989.- 352 с.

УДК 621.311.212-022.53

РАЗРАБОТКА СОВМЕЩЕННОЙ ПРЯМОТОЧНОЙ МИКРОГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Борукеев Туйгунбек Сабатарович, к.т.н., доцент, директор «Института совместных образовательных программ», Кыргызский Государственный Технический Университет им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66. e-mail: tuigun_ktu@rambler.ru

Алманбет уулу Нуржигит, студент гр. ЭЭ-ТПУ(б)-1-14, Кыргызский Государственный Технический Университет им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66.e-mail: nur_96kg.tls@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается разработанная прямоточная микрогидроэлектростанция, приводится конструкция, принцип работы и перспективность использования в реках Кыргызстана.

Ключевые слова: прямоточная микрогидроэлектростанция, торцевой генератор, энергия давления, конфузор, диффузор.

DEVELOPMENT OF SINGLE-FLOW MICROHYDROELECTRIC PLANTS

Borukeev Tuigunbek Sabatarovich, Ph.D., Associate Professor, Director of the "Institutes of Educational Programs", Kyrgyz State Technical University. I. Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Almaty, ul. Bishkek, pr. Ch. Aitmatova 66. e-mail: tuigun_ktu@rambler.ru

Almanbet uulu Nurzhigit, student gr. EE-TPU (b) -1-14, Kyrgyz State Technical University. I.Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Aytmatov Ave., 66. e-mail: nur_96kg.tls@mail.ru

Annotation. The article considers a straight-through microhydroelectric power station, provides a design, the principle of operation and the prospects of use in the rivers of Kyrgyzstan.

Key words: straight flow microhydroelectric power station, end generator, energy of pressure, confusor, diffuser

Введение: Одним из способов бесперебойного обеспечения электроэнергией отделенных регионов, находящихся вдали от линии электропередачи, и их устойчивого развития является использование потенциала возобновляемых источников энергии. Имеющийся мировой опыт освоения гидроэнергетических ресурсов малых, средних и части крупных рек малыми ГЭС довольно быстро перейти к их практическому освоению и даже превзойти использования других возобновляемых источников [1]. Их эксплуатация позволяет, во-первых, уменьшить расходы на создание и поддержание коммуникаций энергоснабжения и, во-вторых, снизить зависимость малых хозяйственных объектов от крупных энергетических станций.

В Кыргызстане насчитывается более чем 40 000 рек и речушек, общая длина которых составляет приблизительно 150 000 км, с протеканием около 47 кубических километров воды в год [2]. Главным источником воды в реках является талая вода с многочисленных горных ледников. Количество дождей составляет меньше чем 1/5 всего водного потока. Реки Кыргызстана обладают громадными потенциальными энергетическими ресурсами, которые служат базой создания энергетической системы Средней Азии и Казахстана. В отличие от других экологически безопасных возобновляемых источников электроэнергии - таких, как солнце, ветер, - малая гидроэнергетика практически не зависит от погодных условий и способна обеспечить устойчивую подачу дешевой электроэнергии потребителю [3]. В настоящее время гидроэнергетический потенциал рек Кыргызстана составляет около 174 млрд. кВт·час, а мощность - 19,8 млн. кВт [4].

Каждая река имеет свою гидравлическую характеристику. Однако многие из них протекают по равнине с небольшим уклоном при значительных расходах, что, в свою очередь, создает необходимость сооружения низконапорных плотин. Более того, безнапорные микроГЭС требуют специальных фундаментов для размещения активной части микроГЭС. В результате удорожается стоимость самой станции и продлевается срок окупаемости. В таких случаях предпочтение дается ковшовым турбинам. Однако ковшовые турбины используют только кинетическую энергию водотока, что приводит к снижению КПД микроГЭС [5,6]. В связи с этим возникает необходимость в разработке и применении специальных конструкций гидроагрегатов для эффективного использования гидропотенциала малых рек Кыргызстана.

Постановка задачи: Для решения поставленных задач авторами разработана оригинальная конструкция совмещенной прямоточной микрогидроэлектростанции (рис 1).

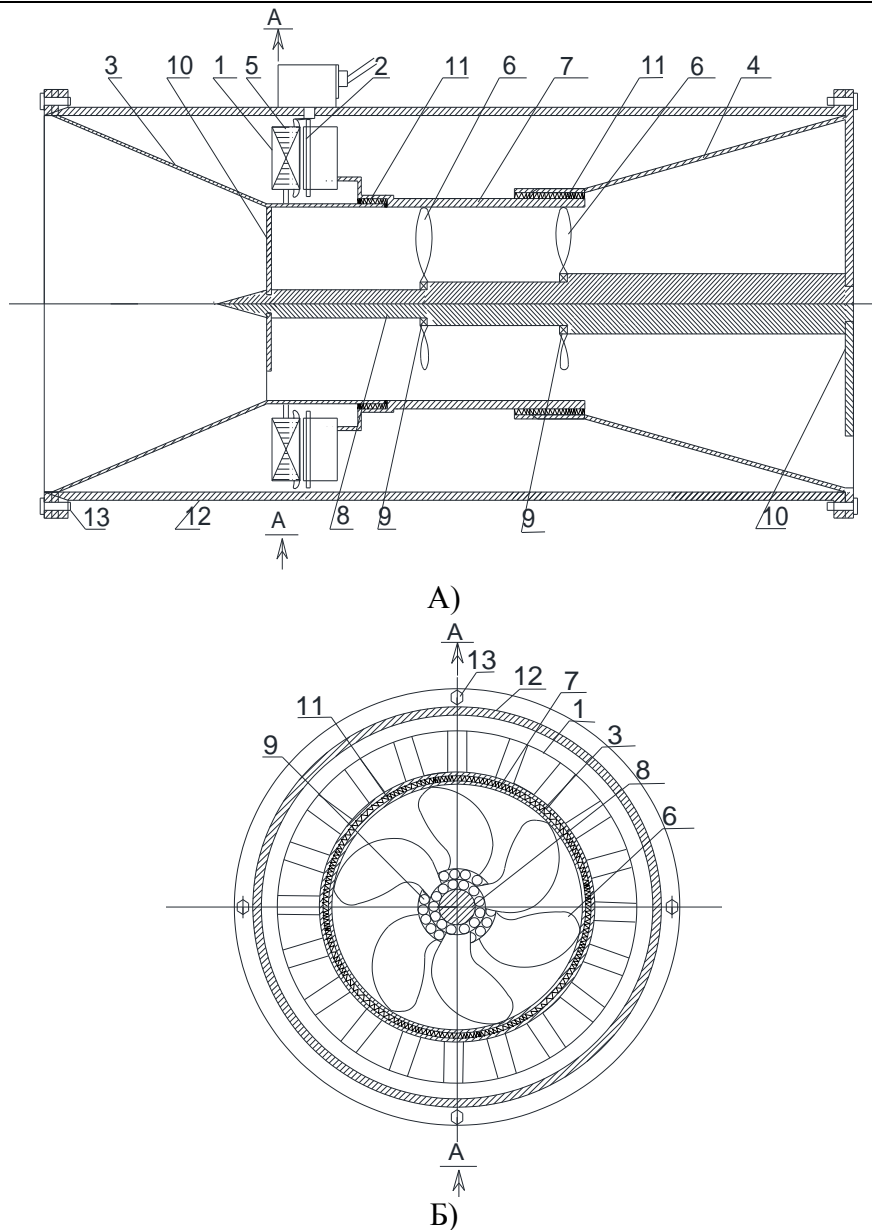


Рис 1. Совмещенная прямоточная микро ГЭС:

*А - продольный разрез совмещенной микро ГЭС; Б - поперечный разрез микро ГЭС;
 1- торцевой статор, 2-массивный ротор, 3-конфузор, 4-диффузор, 5-трехфазная обмотка, 6-осевая турбина, 7-вращающийся цилиндр, 8-вал, 9-подшипники, 10-спицы, 11-уплотнители, 12-корпус, 13-болты закрепления*

Конструкция содержит установленный в потоке воды корпус 12 с входным конфузором 3, на выходе из которого внутри корпуса расположены гидропривод, выполненный в виде лопастной турбины 6 с валом 8, и электрогенератор 1,2. Отличительная особенность данной микроГЭС состоит в том, что электрогенератор выполнен торцевым, корпус снабжен выходным диффузором 4, а вал лопастной турбины неподвижно закреплён с двух концов при помощи спиц 10 на корпусе. Лопастная турбина содержит, по крайней мере, два рабочих колеса, посаженных через подшипники 9 на вал лопастной турбины. Лопасти рабочих колес по внешнему диаметру жёстко соединены с внутренней частью цилиндра 7, размещенного внутри корпуса и соединенного с ротором 2 электрогенератора. Между цилиндром 7 и диффузором 4 и конфузором 3 установлены уплотнители 11. При этом диаметр вала на участке первого рабочего колеса меньше диаметра на участке установки следующего рабочего колеса на

величину внешнего диаметра подшипника, а высота лопастей рабочих колес уменьшается в соответствии с увеличением диаметра вала.

Принцип работы: Текущая вода (рис. 2), попадая из водоподводящей части конфузора 3 на лопасти рабочего колеса 6 цилиндрического водопровода 7, полностью погружает его. Полностью погруженная осевая турбина потребляет кинетическую энергию давления воды со скоростью V_1 .

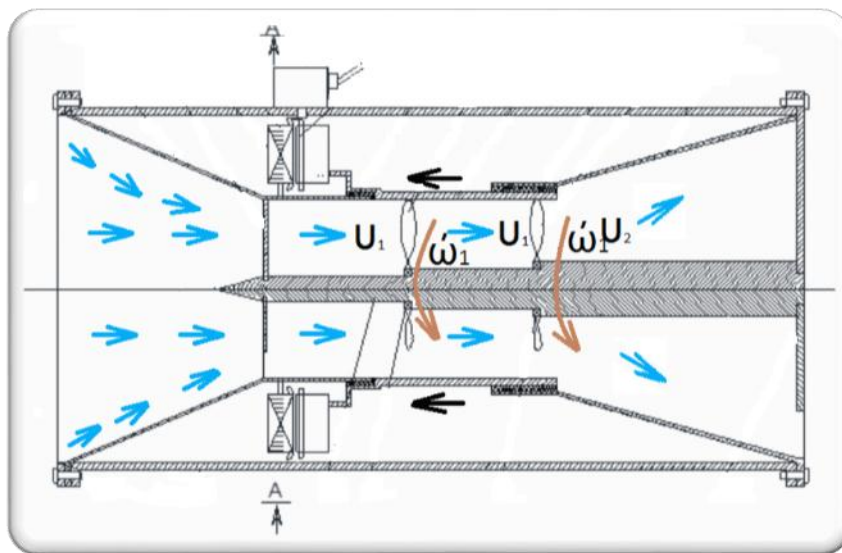


Рис 2. Принцип работы микроГЭС

После прохождения воды через первые лопасти рабочего колеса с большим диаметром b' , скорость воды увеличивается за счёт увеличения диаметра вала и уменьшения рабочего диаметра цилиндрического водопровода. При этом кинетическая энергия давления воды увеличится за счет увеличения скорости воды до скорости V_2 . Вторые лопасти b'' рабочего колеса с меньшим диаметром полученную кинетическую энергию давления воды превращают в кинетическую энергию вращения цилиндрического водопровода 7, который жестко связано с тороидальным массивным ротором 2 асинхронного генератора. После этого вода поступает в водоотводящий диффузор 4.

При вращении массивного ротора с к.з. обмоткой, магнитный поток пересекает витки катушек обмотки 1 статора, в которых наводится ЭДС. Возбуждение магнитного потока осуществляется за счет энергии конденсаторной батареи и остаточного магнитного потока магнитопровода ротора асинхронного генератора [7]. Если обмотка замкнута через нагрузку, в ней протекает ток и электрическая мощность передается потребителю для питания либо автономной нагрузки, либо в сеть.

Таким образом, механическая энергия вращения турбины 7 превращается в электрическую энергию на выходе генератора. Постепенное сужение конфузора 3 создаёт условия увеличения скорости воды, а последовательно расположенные лопасти 6 позволяют полностью потреблять кинетическую энергию воды, попадающей в цилиндрический водопровод, что в результате повышает КПД. Расширяющийся диффузор 4 уменьшает скорость воды постепенно, тем самым создавая отсасывающий эффект.

Предварительные расчеты можно сделать исходя из конструкции поворотно лопастных турбин с горизонтальным расположением [8,9].

Исходные данные для расчета:

- мощность на выходе генератора P_r ;
- напор воды H ;
- частота вращения вала гидротурбины n .

- Мощность гидротурбины P_m с учетом коэффициентами гидравлических k_g , механических k_m и электромагнитных k_e потерь гидрогенератора равна

$$P_T = \frac{P_G}{k_g \cdot k_m \cdot k_e}, \text{ кВт} \quad (1)$$

- Расход воды через гидротурбину

$$Q = \frac{P_T}{9,81 \cdot H}, \frac{\text{м}^3}{\text{с}} \quad (2)$$

где H - напор воды м; P_m -мощность гидротурбины кВт;

- Коэффициент быстроходности,

$$n_s = \frac{1,17 \cdot n \cdot P_T^{\frac{1}{2}}}{H^{\frac{5}{4}}}, \quad (3)$$

где n - частота вращения вала гидротурбины об / мин;

- Диаметр наружный рабочей турбины,

$$D_1 = \frac{6,7 \cdot Q^{\frac{1}{2}}}{(n_s + 100)^{\frac{1}{2}} \cdot H^{\frac{1}{4}}}, \text{ м} \quad (4)$$

где Q - расход воды через гидротурбину

- Скорость потока воды через гидротурбину,

$$g = (2 \cdot g \cdot H)^{\frac{1}{2}}, \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (5)$$

где g - ускорения свободного падения $\frac{\text{м}}{\text{с}^2}$;

- Частота вращения рабочей турбины,

$$n = \frac{g}{0,7 \cdot \pi \cdot D_1}, \frac{\text{об}}{\text{мин}} \quad (6)$$

- Число лопастей рабочей турбины принимаем $Z = 4$; [10]

- Длина лопасти рабочей турбины по диаметру наружному,

$$L_H = \frac{\pi \cdot D_1 - Z \cdot t}{Z \cos \alpha}, \text{ м} \quad (7)$$

где $\cos \alpha$ - угол поворота лопастей рабочего колеса.

Результаты расчета для генераторов различных мощностей приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Результаты расчета

$P_{\text{ген}}$	$P_{\text{тур}}$	H	n	Q	n_s	D_1	V	$n_{\text{тур}}$	$L_{\text{лопасть}}$
кВт	кВт	м	об/мин	$\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$		мм	$\frac{\text{м}}{\text{с}}$	$\frac{\text{об}}{\text{мин}}$	мм
10	16	4	300	0,4	248	324	8,85	745	58
50	80	4	300	2	555	528	8,85	457	111
100	160	4	300	4,1	785	644	8,85	376	140

Вывод: Разработана перспективная совмещенная конструкция микроГЭС с торцевым асинхронным генератором с конденсаторным возбуждением. Исходя из предварительных расчетов можно сделать вывод, что использование совмещенной конструкции гидроагрегата приводит к повышению экономичности при сохранении высокого КПД, удобству эксплуатации и возможности установки без плотинных условиях.

Список литературы

1. Л.П. Михайлов, Б.Н. Фельдман, Т.К. Марканова и др. Малая гидроэнергетика . М: Энергоатомиздат, 1989-184 с.
2. Перспективы малых гидроэлектростанций в предгорных и горных реках. Григораш О. В,Квитко А.В,Попучиева М.А -Научный журнал КубГАУ, №112(08), 2015 года
3. Ресурсы поверхностных вод Кыргызстана. Основные гидрологические характеристики. Том 14. Средняя Азия. – Бассейны оз. Иссык-Куль, рек Чу, Талас
4. Ю. П. Беляков, К. Р. Рахимов. Развитие гидроэнергетики Киргизии - путь к экономии топливных ресурсов - Фрунзе: Кыргызстан, 1987 - 90 с.
5. Ильиных И.И. Гидроэлектростанции. -М.: Энергоиздат, 1982-90 с.
6. Жабудаев Т.Ж. Гидравлические машины. Справочное пособие-Бишкек 2015-245с.
7. Торцевой генератор. Автореферат на соискание степени кандидата технических наук. - Режим доступа <http://www.albest.ru>. (дата обращения 06.07.2017).
8. Липкин В.И., Богомбаев Э.С. Микро и малые гидроэлектростанции в Кыргызской Республике. Справочное пособие. – Бишкек: 2010 – 116 с.
9. Локалов, Г.А. Осевые и центробежные насосы тепловых электрических станций : учеб- ное пособие — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016.— 140 с.
10. Васильева Ю.С., Щавелева Д.С. Гидроэнергетическое и вспомогательное оборудование гидроэлектростанций. Справочное пособие в двух томах. - М.: Энергеатомиздат, 1988.

ТРАНСПОРТ И МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 621.869

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИКЛОИДАЛЬНЫХ КРИВЫХ И ТЕЛ ПОСТОЯННОЙ ШИРИНЫ В РАБОЧИХ ОРГАНАХ ДРОБИЛЬНЫХ МАШИН

Рабат Ондабек Жанахметулы, д.т.н., профессор, зав. кафедрой Казахской автомобильно-дорожной академии им. Л. Гончарова, Казахстан, 050068, г. Алматы, ул. Еспаева 44. Тел: 8 (701) 9122747, e-mail: rabat747@mail.ru

Исаков Куттубек, к.т.н., и.о. профессора, зав. кафедрой «ОПиБД» Кыргызского Государственного Университета строительства, транспорта и архитектуры, Кыргызстан, г. Бишкек, с.Кок-Жар, ул.КонурОсмон, 105, Тел: моб.: (0772) 740031, служ.: (0312) 542118, 541696, e-mail: kuttubek.isakov.59@mail.ru

Салманова Алина Нуртаевна - старший преподаватель Екибастузского инженерно-технического института им. академика К.Сатпаева, Казахстан, 141208, г. Экибастуз, ул. Баянаульская, 22, Тел: 8 (747) 974 3539; 8 (705) 916 4455, e-mail: alinak096@mail.ru

Аннотация. В работе приведена дробильная машина с циклоидальными формами рабочих органов, в которой использован принцип циклоидального движения. Такая машина превышает показатели других базовых машин по производительности, удельным энергозатратам на рабочий процесс и имеет значительно меньшие габариты и массу, в силу циклоидального движения рабочих органов. В статье приведены основы расчета основных параметров дробилки с циклоидальным движением валков, в которых использован принцип циклоидального движения. Используя свойства циклоидальных кривых и тел постоянной ширины, а также циклоидальное движение рабочих органов, разработаны новые инновационные конструкции рабочих органов с циклоидальной формой. Такие машины превышают показатели других базовых машин по производительности, удельной энергоёмкости и имеют значительно меньшие габариты и массу в силу циклоидального движения рабочих органов. Вследствие периодического изменения скорости движения рабочих органов возникает вибрационное воздействие на разрабатываемый материал, что приводит к снижению энергоёмкости рабочего процесса. Использование свойств циклоидальных кривых и тел постоянной ширины в машинах с циклоидальным движением рабочих органов значительно расширяют технологические возможности машин.

Ключевые слова: валковая дробилка, рабочий орган, кубообразный щебень, зерновой состав, циклоида, сложное (циклоидальное) движение, ротор, сателлит, гипотрохоида, удельная энергоёмкость, металлоёмкость, производительность.

APPLICATION OF CYCLEIDAL CURVES AND BODIES OF CONSTANT WIDTH IN WORKING BODIES OF CRUSHING MACHINES

Rabat Ongdabek Zh. - doctor of Technical Sciences, professor, Kazakh Automobile and Highway Academy named after L.B. Goncharova, c. Almaty, Kazakhstan, 050068, Phone 8 (701) 9122747, e-mail: rabat747@mail.ru.

Isakov Kuttubek – PhD (Engineering), professor, Kyrgyz State University of Construction, Transport and Architecture named after N. Isanov, Bishkek, Kyrgyzstan, Phone (0772) 740031, (0312) 542118, 541696, e-mail: kuttubek.isakov.59@mail.ru.

Salmanova Alina N. - senior lecturer, Ekibastuz Engineering and Technical Institute named after K. Satpayev, Ekibastuz, Kazakhstan Republic. Phone 8 (747) 974 3539; 8 (705) 916 4455, e-mail: alinak096@mail.ru.

Abstract. In work presents a crushing machine with cycloidal form operative parts using the principle of cycloidal motion. This machine exceed indexes of other basic machines for performance, the specific energy consumption in the work flow and have a much smaller sizes and weight, by virtue of cycloidal motion of working bodies. The article presents the basis for calculating the main parameters of a crusher with cycloidal movement of rolls, in which the principle of cycloidal motion is used. Using the properties of cycloidal curves and bodies of constant width, as well as cycloidal movement of working organs, new innovative designs of working bodies with a cycloidal shape have been developed. Such machines exceed the performance of other basic machines in terms of productivity, specific energy intensity and have significantly smaller overall dimensions and weight due to cycloidal movement of the working bodies. Due to the periodic change in the speed of the working bodies, a vibrating effect on the material being developed occurs, which leads to a decrease in the energy intensity of the working process. The use of the properties of cycloidal curves and bodies of constant width in machines with cycloidal movement of working organs greatly expand the technological capabilities of machines.

Key words: roller crusher, working organ, cubed crushed stone, grain composition, cycloid, complex (cycloidal) motion, rotor, satellite, hypotrochoid, specific energy, metal capacity, productivity.

Анализ исследований по совершенствованию проектирования строительно-дорожных машин (СДМ), позволил установить, что существующие (традиционные) машины «исчерпали» резервы дальнейшего повышения производительности.

Для решения этой проблемы необходимо разрабатывать принципиально новые машины с циклоидальным движением рабочих органов (РО) или совершенствовать существующие СДМ с применением в них принципиально новых РО [1,2].

В математическом мире давно известны кривые и тела постоянной ширины, однако, в технике замечательные свойства кривых и тел постоянной ширины использовались крайне редко.

Это инструмент для сверления квадратных отверстий, имеющих в сечении форму треугольника Рело (кривая постоянной ширины) и роторно-поршневой двигатель Ванкеля, где используется циклоидальная форма (тело постоянной ширины) ротора и рабочей полости.

Используя свойства циклоидальных кривых и тел постоянной ширины, а также циклоидальное движение рабочих органов, в КазАДИ разрабатываются новые инновационные конструкции РО с циклоидальной формой [2].

В этих машинах применяются РО с планетарным (циклоидальным) движением для получения которого использованы свойства гипоциклоид.

Обычно такие кривые получают при движении точки, лежащей вне окружности 2 (точка М), которая катится без скольжения по внутренней стороне неподвижной окружности 3 (рисунок 1) [1].

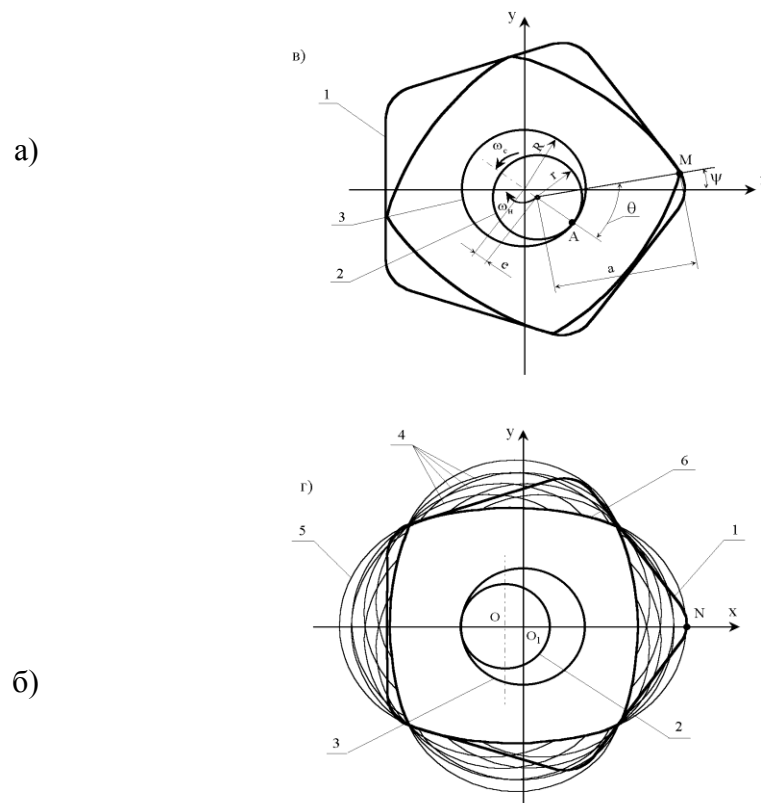


Рисунок 1 – Образование гипоциклоид

а) гипоциклоида при $z = 4$; б) внешняя и внутренняя огибающие при $z = 4$.

Если качение шестерни по неподвижному зубчатому колесу будет сопровождаться скольжением, то мы получим удлинённые и укороченные гипоциклоиды. Мы используем в своих РО укороченные гипоциклоиды, так как удлинённые циклоиды не могут быть использованы в СДМ в связи с тем, что они представляют собой кривые с петлями (рисунок 2). В наше время за укороченными и удлинёнными циклоидами сохранилось имя «трохоиды»[3].

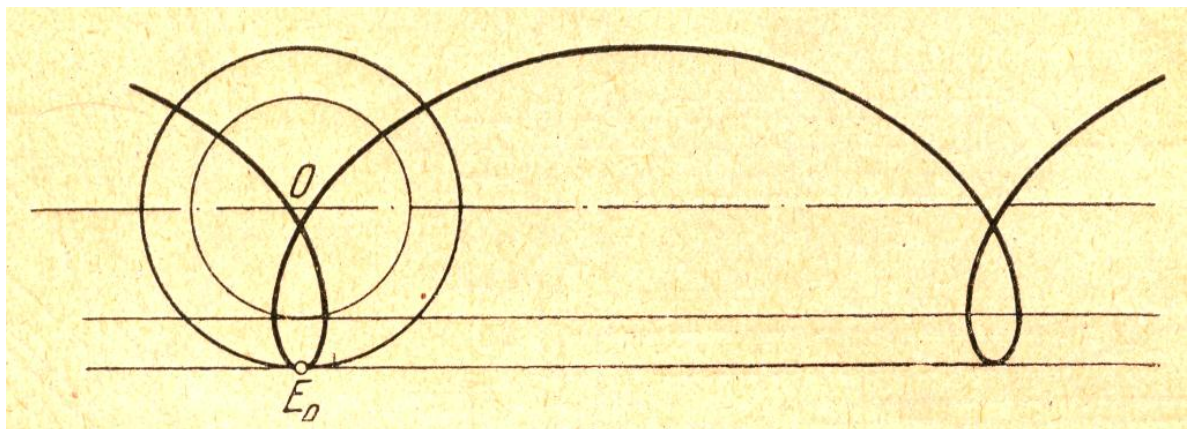


Рисунок 2 – Удлинённая циклоида

Если зубчатое колесо неподвижно, а шестерня будет катиться, касаясь его изнутри (рисунок 1), то любая точка окружности этой шестерни опишет кривую, называемую «гипоциклоидой» (подциклоидой). Если радиус « r » подвижного круга будет в два, три и вообще в « n » раз меньше радиуса « R » неподвижного, то получится гипоциклоида с двумя, тремя и вообще с « n » заострениями. На рисунке 3 *a*, *b* и *в* изображены гипоциклоиды с тремя, четырьмя и шестью заострениями. Если качение шестерни по внешнему будет сопровождаться скольжением, то будут получаться удлинненные и укороченные гипоциклоиды, изображенные на рисунках 4 и 5.

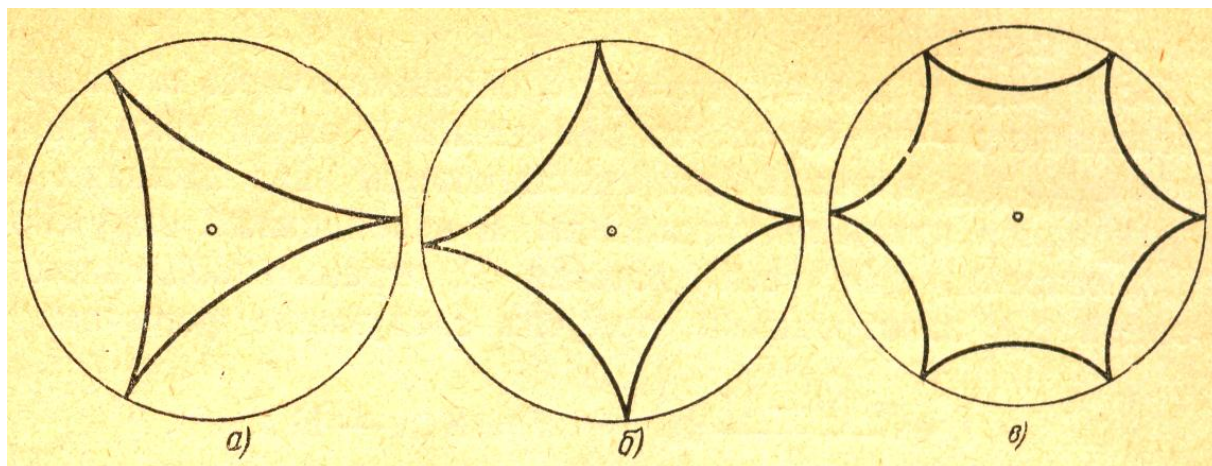


Рисунок 3 – Различные гипоциклоиды

Нормаль к любой гипоциклоиде в любой её точке проходит через точку соприкосновения подвижного и неподвижного кругов; касательная к гипоциклоиде в любой её точке проходит через диаметрально-противоположную точку подвижного круга. Мы знаем, что всякая кривая линия есть «огibaющая» своих касательных. В случае циклоиды «огibaющая» нормаль циклоиды служит точно такая же циклоида, только сдвинутая на $2r$ вниз и на $\pi \cdot r$ вправо.

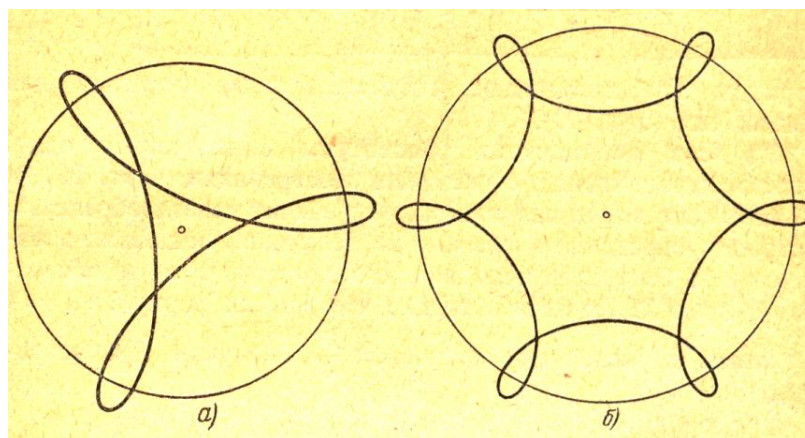


Рисунок 4 – Удлинненные гипоциклоиды

Если построенную гипоциклоиду 1 жестко связать с направляющей окружностью 3 и последнюю обкатывать вокруг производящего круга 2, то точки гипоциклоиды опишут семейство кривых гипоциклоид 4, имеющих внешнюю 5 и внутреннюю 6 огibaющие (см. рисунок 1). Контуры внешней и внутренней огibaющих имеют по z ветвей и по z вершин, т.е. на единицу меньше, чем у самой гипоциклоиды.

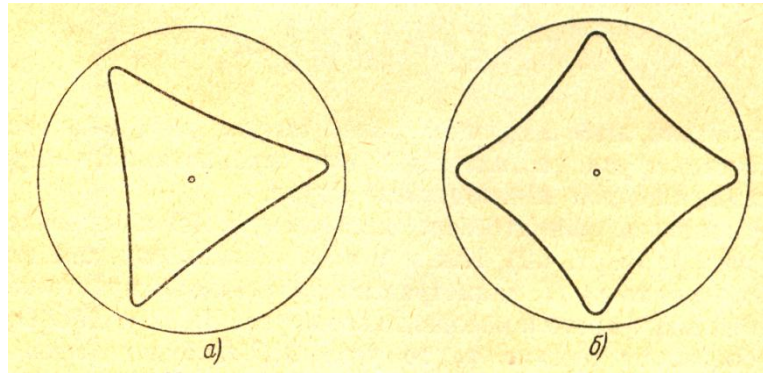


Рисунок 5 – Укороченные гипоциклоиды

Контур внутренней огибающей является вписанным в контур гипоциклоиды, а контур гипоциклоиды является вписанным в контур внешней огибающей. Центром внутренней и внешней огибающей является центр производящего круга. При обкатывании производящего круга вместе со связанной с ним внутренней огибающей по направляющей окружности вершины контура внутренней огибающей описывают ту же самую исходную гипоциклоиду. Ветви внутренней огибающей при этом перекатываются с некоторым скольжением по контуру гипоциклоиды. Среди множества вариантов отношений радиусов R/r наиболее целесообразными с точки зрения их использования в кинематических схемах СДМ являются варианты отношений: $R/r = 3/2$; $4/3$; $5/4$ и т.д. [4].

Линии гипоциклоид, описываемые вершинами внутренних огибающих, близки по форме к правильному треугольнику (при $R/r = 3/2$); квадрату ($R/r = 4/3$); пятиугольнику ($R/r = 5/4$) и т.д.

В контур гипоциклоиды, состоящей из пяти ветвей (правильный пятиугольник) при $z = 4$ и $c = 4$ вписывается квадрат с выпуклыми сторонами (внутренняя огибающая) (см. рисунок 1) и т.д.

Поперечное сечение рабочего органа машины представляет собой плоскую многоугольную фигуру, точки которой при вращательном движении вокруг двух параллельных осей описывают кривые линии – гипоциклоиды. В зависимости от величины параметра формы «с» ветви циклоиды могут быть вогнутыми, выпуклыми или иметь прямолинейные участки.

При вращении рабочих органов вокруг двух параллельных осей вершины каждого из сечений будут описывать одинаковые циклоиды с прямолинейными ветвями, а боковые образующие сечений будут перекатываться с некоторым скольжением по этим ветвям, как по направляющим. Именно эту особенность движения рабочих органов (по взаимноогibaющим кривым) предлагается использовать в СДМ, что позволит получить минимальные удельные энергозатраты по рабочему процессу. Кроме того, планетарное (циклоидальное) движение РО СДМ позволяет не только значительно уменьшить вес и габариты машины, но и получить новые технологические возможности, которые получаются вследствие изменения скорости движения РО [5]. От скорости движения РО зависит производительность машины. Скорость точки, описывающей гипоциклоиду, равна [5]:

$$v = \omega_1 R \sqrt{1 + c^2 + 2 \cos 2\psi}, \quad (1)$$

где $\omega_1 = d\psi/dt$ – угловая скорость точки М (см. рисунок 1).

Анализ выражения (1) показывает, что скорость $v = f(\psi)$ периодически изменяется от минимального значения: $v_{\min} = \omega_1 r(c-1)$ до максимального значения $v_{\max} = \omega_1 r(c+1)$.

При $\psi = 45^\circ, 135^\circ, 225^\circ, 315^\circ$ т.е. когда производящая точка находится в середине ветви гипотрохи $\cos(z+1)\psi = -1$ и скорость производящей точки равна v_{\max} . При $\psi = 0^\circ; 90^\circ; 180^\circ; 270^\circ$; т.е. когда производящая точка находится в вершине гипотрохи $\cos(z+1)\psi = 1$, скорость в этой точке равна v_{\min} . При этом отношение $\frac{v_{\max}}{v_{\min}} = \frac{4}{z} = 2$, т.е. скорость точки в середине ветви гипотрохи в два раза больше, чем в вершине.

На рисунке 6 приведена зависимость безразмерной скорости вершин РО $\frac{v}{\omega_1 R(r)}$ от угла поворота.

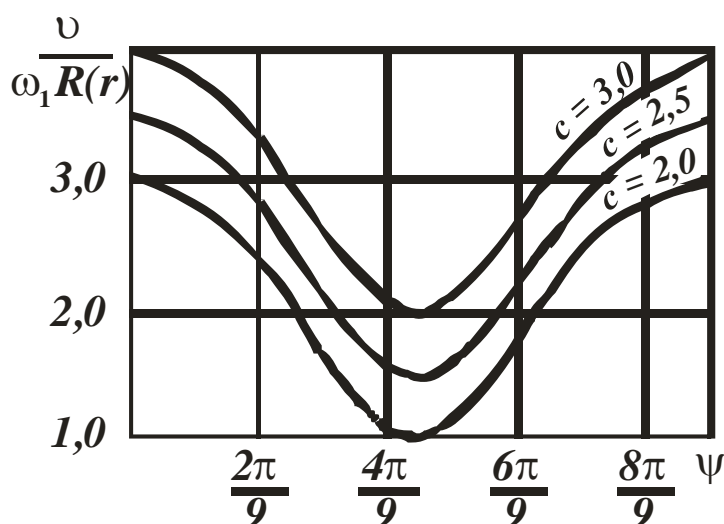


Рисунок 6 – Зависимость безразмерной скорости вершин РО $\frac{v}{\omega_1 R(r)}$ от угла поворота РО

Таким образом, при перемещении от вершины до середины ветви производящая точка движется с ускорением, а от середины ветви до следующей вершины точка движется с замедлением. Именно такая особенность движения рабочего органа обеспечивает вибрационное воздействие на разрабатываемый материал и повышает эффективность рабочего процесса за счёт снижения его энергоёмкости [6].

В результате исследований на кафедре «Транспортная техника и организация перевозок» КазАДИ благодаря системному подходу к возникшим проблемам в технике создан теоретический базис для проектирования РО с циклоидальным движением.

На рисунке 7 представлена схема, разработанной авторами конструкции дробилки с циклоидальными рабочими органами. Поперечное сечение РО – циклоидальное тело постоянной ширины, описанное гипоциклоидой.

В общем случае разработанная нами дробилка содержит корпус 1 (рисунок 7), на котором установлены два многогранных валка 2, состоящих из бандажа 3 и ступицы 4 и привод, включающий электродвигатель 5 и клиноременную передачу 6. Валки 2 установлены с возможностью вращения на эксцентриках – водилах 7 приводных эксцентриковых валов 8. Валы 8 кинематически связаны между собой зубчатыми колесами

9, обеспечивающими их встречное синхронное вращение.

Кинематическая связь каждого из валков 2 с приводными двигателем содержит планетарный редуктор, коронное колесо 10 которого с внутренними зубьями жестко закреплено на корпусе 1, а сателлит 11 жестко и сносно связан с валками 2. Приводные валы 8 оснащены противовесами 12 для уравнивания центробежных сил [7,8].

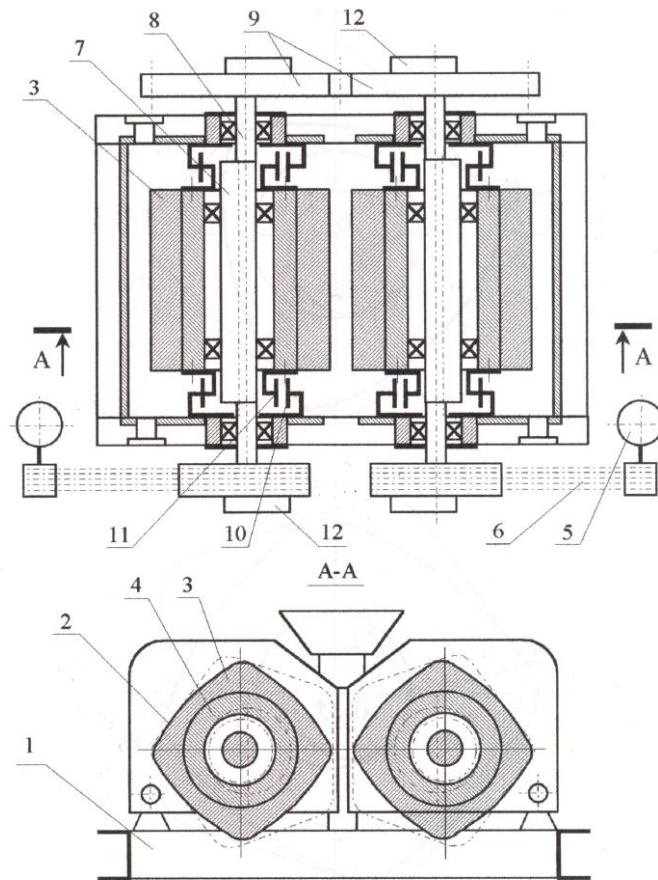


Рисунок 7 – Принципиальная схема конструкции дробилки

Внешний контур поперечного сечения каждого из валков представляет собой равносторонней многоугольник, совпадающий с внутренней огибающей семейства гипоциклоид.

Валки являются РО дробления четырехгранной формы. Внутри валка расположена планетарная передача с внутренним зацеплением. За счет планетарной передачи простое вращательное движение вала преобразует в сложное движение наружных поверхностей плит валка, обеспечивая постоянный зазор между поверхностями отдельных плит, число плит равно $z=4$.

Практически вся рабочая поверхность валка является активной, т.е. взаимодействует с дробимым материалом. Она в несколько, примерно раз больше, а, следовательно, интенсивность износа во столько же раз меньше, чем в щечковой при одинаковой производительности.

Это позволяет повысить срок службы дробящих плит, что в свою очередь приводит к сокращению затрат, связанных с их заменой и простоем оборудования и в конечном итоге к снижению себестоимости готовой продукции. Криволинейная форма дробящих плит и планетарное движение валков позволяет создать значительные удельные давления на куски материала в зоне дробления, что улучшает условия для их разрушения. Благодаря вращательному движению валков вокруг двух параллельных осей, динамические нагрузки,

обусловленные инерционными силами и напряжения в элементах конструкции предлагаемой дробилки, ниже при прочих равных условиях, чем в элементах конструкции щековой дробилки с возвратно касательным движением щеки, что позволяет снизить металлоемкость, и повысить надежность работы. При одинаковой кривизне рабочих поверхностей размеры поперечного сечения валков в предлагаемой конструкции дробилки примерно в два раза меньше, чем в обычных валковых дробилках [7,8].

Исходный материал подается в рабочее пространство через загрузочную воронку и движется плоским потоком между валками. Грани валков накатываются симметрично с двух сторон на поток материала, сближаясь в области зоны дробления и расходясь в области зоны разгрузки.

При сближении грани валков воздействует на куски дробимого материала и измельчают их. Положение камеры дробления и разгрузочной щели циклически изменяется, перемещаясь по вертикали. Причем величина минимального зазора между валками остается постоянной в силу конструктивных особенностей РО (здесь нами использовано свойство кривых постоянной ширины-гипоциклоид). При сближении ребер валков в рабочем пространстве до величины минимального зазора цикл дробления прекращается. Далее ребра валков перемещаются вертикально вниз, а затем расходятся в противоположные стороны. В это время следующая пара рабочих граней валков сближается в зоне дробления и цикл повторяется. За один оборот валка происходит z циклов дробления.

Преимуществом дробилки с циклоидальным движением циклоидальных валков является более высокая производительность, низкая металлоемкость и энергоемкость, а также получение кубообразного щебня по сравнению с аналогичной валковой дробилки. Все эти преимущества достигаются тем, что рабочие органы дробильной машины, выполненные в виде циклоидальных тел постоянной ширины имеют неравномерную скорость при циклоидальном движении [9,10].

Выводы:

1. Современные строительно-дорожные машины имеют достаточную производительность, но ограничения сдерживают рост производительности. Дробильная машина с циклоидальными формами РО и их циклоидальным движением превышают показатели других базовых машин по производительности, удельным энергозатратам на рабочий процесс и имеют значительно меньшие габариты и массу, в силу циклоидального движения рабочих органов.

2. Вследствие периодического изменения скорости движения РО возникает вибрационное воздействие на разрабатываемый материал, что приводит к снижению энергоемкости рабочего процесса.

3. Использование свойств циклоидальных кривых и тел постоянной ширины в машинах с циклоидальным движением РО значительно расширяют технологические возможности машин.

Список литературы

1. Ли С.В. Проектирование и конструирование строительно-дорожных машин с планетарно-роторным движением рабочих органов. // Вестник Национальной инженерной академии Республики Казахстан №4. – Алматы, 2004. – С. 68-73.
2. Недорезов И.А., Кабашев Р.А. Машины строительного производства и их рабочие среды взаимодействия. Москва – Алматы, Бастау, 2013. – 444 с.
3. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. М., Наука, 1970. – 720 с.
4. Ли С.В., Шин Б.С., Таран М.В., Конысбай С.Б. Геометрия рабочего органа машин с планетарно-роторным движением. // Транспорт Евразии: Взгляд XXI век. Материалы Третьей Международной научно-практической конференции. Том 1. Алматы: КазАТК, 2004.

– С. 126-129.

5. Кабашев Р.А., Ли С.В. Новые рабочие органы строительных машин с планетарно-роторным приводом. //Новости науки Казахстана: науч.-техн. сб. №1 КазГосИНТИ. – Алматы, 2005. – С. 82-86.

6. Ли С.В., Таран М.В., Шин Б.С. Кинематика рабочих органов машин с планетарно-роторным движением. //Вестник КазАТК №5. – Алматы, 2004. – С.51-55.

7. Ли С.В., Рабат О.Ж., Салманова А.Н. Дробильная машина со сложным движением рабочих органов. Научный журнал «Znanstvenamisel» №13, Slovenskacesta 8, 1000 Ljubljana, Slovenia, 2017г. –С. 52-57.

8. Кабашев Р.А., Ли С.В., Рабат О.Ж., Кабашев А.Р. Патент РК № 29666 «Валковая дробилка». // Оpubл. в БИ №3, 2015.

9. J. Denavit, R. S. Hartenberg, R. Razi, and J. J. Uicker, “Velocity, acceleration, and static-force analyses of spatial linkages,” Journal of Applied Mechanics, vol. 32, no. 4, pp. 903–910, 1965. [View at Publisher](#) · [View at Google Scholar](#)

10. J. E. Holte and T. R. Chase, “A force transmission index for planar linkage mechanisms,” in Proceedings of the ASME Mechanisms Conference, pp. 377–386, 1994.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

УДК 378.09

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
ПОДГОТОВКИ ВЫСОКОПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КАДРОВ
В СФЕРЕ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ И МЕТРОЛОГИИ**

Байхожаева Бахыткуль Узаковна, д.т.н., профессор ЕНУ им.Л.Н. Гумилева, Республика Казахстан, 010008 г.Астана, ул. Сатпаева, 2. Тел.: +7 7172 709500, e-mail: bajxozhaeva63@mail.ru

Абсеитов Ерболат Тлеусеитович, к.т.н., доцент ЕНУ им.Л.Н. Гумилева, Республика Казахстан, 010008 г.Астана, ул. Сатпаева, 2. Тел.: +7 7172 709500, e-mail: erbolat1962@mail.ru

Сарсенов Арыстан Мухамбетович, д.т.н., профессор, ЕНУ им.Л.Н. Гумилева, Республика Казахстан, 010008 г.Астана, ул. Сатпаева, 2. Тел.: +7 7172 709500, e-mail: sarsenova_madina93@mail.ru

Алтаева Танишолпан Абылкасимовна, магистр ЕНУ им.Л.Н. Гумилева, Республика Казахстан, 010008 г.Астана, ул. Сатпаева, 2. Тел.: +7 7172 709500, e-mail: t_a-a@mail.ru

Аннотация. Для построения инновационной экономики, основанной на знаниях, и в условиях высоких темпов роста научно - технического прогресса, образовательные программы казахстанских вузов должны способствовать не только ускоренной передаче полученных знаний в высокотехнологическое производство, но и нацеленных на подготовку в Казахстане новой плеяды инженеров для инновационных предприятий. Принятие технических регламентов Таможенного союза в рамках Евразийского экономического сообщества, обновление стандартов, норм и правил в соответствии с целями стимулирования технологического развития экономики государств - членов Таможенного союза в рамках Евразийского экономического сообщества диктует необходимость опережающего развития инновационной политики в предыдущие годы. Наличие качественных трудовых ресурсов соответствующей квалификации во многом определяет результативность и эффективность инновационного процесса.

В статье представлены актуальные вопросы подготовки кадров в сфере технического регулирования и метрологии. Реализация компетентностного подхода позволяет по-новому подойти к проблеме качества подготовки специалистов данного профиля. Показана роль высших учебных заведений в инновационной подготовке специалистов в сфере технического регулирования и метрологии.

Ключевые слова: техническое регулирование, метрология, кадры, университет, компетентностный подход

**ACTUAL ISSUES
PREPARATION OF HIGH-PROFESSIONAL STAFF
IN THE SPHERE OF TECHNICAL REGULATION AND METROLOGY**

Baikhozhaeva Bakhytkul U., Doctor of Technical Sciences, Professor of ENU named after LN. Gumilev, Republic of Kazakhstan, 010008 Astana, Satpayev str, 2. Tel .: +7 7172 709500, e-mail: bajxozhaeva63@mail.ru

Abseitov Erbolat T., Candidate of Technical Sciences, associate professor of ENU named after L.N. Gumilev, Republic of Kazakhstan, 010008 Astana, Satpayev str, 2. Tel .: +7 7172 709500, e-mail: erbolat_1962@mail.ru

Sarsenov Arystan M., Doctor of Technical Sciences, Professor, ENU named after LN. Gumilev, Republic of Kazakhstan, 010008 Astana, Satpayev str, 2. Phone: +7 7172 709500, e-mail: sarsenova_madina93@mail.ru

Altaeva Tansholpan A., master of ENU named after L.N. Gumilev, Republic of Kazakhstan, 010008, Astana, Satpayev str, 2. Tel .: +7 7172 709500, e-mail: t_a-a@mail.ru

Abstract. To build an innovative knowledge-based economy and in the conditions of high growth rates of scientific and technological progress, the educational programs of Kazakhstan universities should not only accelerate the transfer of knowledge to high-tech production, but also aimed at training a new galaxy of engineers for innovative enterprises in Kazakhstan. Adoption of technical regulations of the Customs Union within the framework of the Eurasian Economic Community, updating standards, norms and rules in accordance with the objectives of stimulating the technological development of the economy of the member states of the Customs Union within the framework of the Eurasian Economic Community dictates the need for priority development of innovation policy in previous years. The availability of quality labor resources of appropriate qualification largely determines the effectiveness and efficiency of the innovation process.

The article presents topical issues of personnel training in the field of technical regulation and metrology. The implementation of the competence approach allows us to take a new approach to the problem of the quality of training specialists of this profile. The role of higher educational institutions in innovative training of specialists in the field of technical regulation and metrology is shown.

Key words: technical regulation, metrology, personnel, university, competence approach

Новая образовательная политика, приоритетом которой должно стать качественное образование - основа индустриализации и инновационного развития Казахстана.

Для построения инновационной экономики, основанной на знаниях, и в условиях высоких темпов роста научно - технического прогресса, образовательные программы казахстанских вузов должны способствовать не только ускоренной передаче полученных знаний в высокотехнологичное производство, но и нацеленных на подготовку в Казахстане новой плеяды инженеров для инновационных предприятий. Характерными особенностями в системе образования за истекшие годы независимости Казахстана являлось то, что специальностями с высоким статусом были экономика, финансовая отрасль и юридические специальности, в связи с этим все выпускники школ проявляли интерес к этим специальностям. Задачи кадрового обеспечения специалистами индустриально - инновационного развития страны стали обозначаться лишь в последние годы, когда учебные заведения стали уделять внимание подготовке специалистов инженерных профессий. Причём, рост статуса инженерного образования, обеспечивающего переход страны к инновационной экономике, влечет не только обязательное повышение качества подготовки специалистов, но и значительную структурную перестройку образовательных программ. Стратегия современного университета предполагает реализацию одного из естественных и наиболее эффективных и быстрореализуемых направлений в своей деятельности - повышение степени своей гибкости к потребностям рынка, что вызвано многими причинами. Они заключаются в том, что:

- достаточно сложно иными способами обеспечить устойчивое увеличение «ассортимента и номенклатуры» предлагаемых и преподаваемых специальностей и специализаций;

- достижение достаточно приемлемой стоимости образовательных услуг при условии быстрой сменяемости их видов возможно лишь при наличии у университетов высокой степени гибкости к нововведениям и потребностям рынка;

- не обладая высокой гибкостью, университет не имеет возможности широко использовать применяемые во всем мире передовые и прогрессивные технологии, внедрение которых почти невозможно из-за не частичной, а почти полной замены всей системы основных производственных фондов;

- отсутствие гибкости не дает возможности развития интеллектуального потенциала университета (высококвалифицированный потенциал работников учебных, научных, технологических подразделений в силу низкой способности, действующей производственно

- технической базы вуза остается невостребованным, что тормозит научно-технический прогресс в университетах);

- отсутствие у университетов необходимой в условиях рынка гибкости существенно ограничивают возможности образовательного учреждения иметь достаточные финансовые ресурсы, в том числе и валютные, необходимые для приобретения и освоения новой техники и технологий для обеспечения непрерывного процесса подготовки инновационно-ориентированных специалистов [1]

Согласно теории мировой занятости, для устойчивой работы современных предприятий необходимо не менее 20% специалистов с высшим профессиональным техническим образованием. В целом же количество инженеров от общего количества работников, задействованных в производстве, в странах - участниках ОЭСР составляет в среднем 18-20%. Интенсивная подготовка инженерных кадров и их участие в сфере производства привели к резкому увеличению ВВП в таких странах, как Словакия, Словения, Чехия. Аналогичные данные по Казахстану и республикам Центральной Азии отсутствуют, в связи с чем, в настоящих материалах представить официальную статистику потребностей в подготовке инженерных кадров по Казахстану в целом, и по инновационным технологиям

- в частности, не представляется возможным. Устойчивое воспроизводство квалифицированных и компетентных инженерно-технических кадров нового поколения сегодня входит в число важнейших стратегических приоритетов для стран ОЭСР. Так, число обучающихся по инженерным специальностям для США составляет 24%, ЕС - 36%, Китай - 32%, Индия - 31%, Россия - 30,6%, а в Казахстане этот показатель составляет лишь 18,6% [2]

Принятие технических регламентов Таможенного союза в рамках Евразийского экономического сообщества, обновление стандартов, норм и правил в соответствии с целями стимулирования технологического развития экономики государств - членов Таможенного союза в рамках Евразийского экономического сообщества диктует необходимость опережающего развития инновационной политики в последующие годы.

Указанные вызовы стимулируют сотрудничество с партнерами по Таможенному союзу по направлению технического регулирования и необходимость привлечения в проекты новых знаний, технологий и компетенций, то есть факторов, определяющих конкурентоспособность инновационных систем.

На сегодняшний день очевиден тот факт, что количество специалистов в области стандартизации, сертификации и метрологии недостаточно для усиления конкурентоспособности страны в мировом масштабе [1].

Постановлением Правительства Республики Казахстан от 10 июня 2014 года № 635 утвержден Комплексный план по совершенствованию системы технического регулирования и метрологии до 2020 года.

Комитет технического регулирования и метрологии Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан (далее – КТРМ МИР РК) с 2014 года приступил к системной работе по реализации программы, призванной в ближайшие шесть лет кардинально модернизировать действующую в республике систему технического регулирования с целью повышения конкурентоспособности отечественных производителей на внешнем рынке.

Специальная программа по модернизации сферы технического регулирования заключается в новом принципе опережающей стандартизации. То есть, для экономики, для отраслей производства вносятся новые требования, новые нормы, новые стандарты европейского уровня и, соответственно, все проекты, планируемые к реализации в Казахстане, будут иметь необходимую нормативную базу.

В рамках исполнения Комплексного плана, а также создания условий для выхода отечественной продукции на международные и региональные рынки, созданы Экспертные советы по техрегулированию при отраслевых госорганах, Советы по качеству (*Приказ КТРМ № 120-од от 21.05.2014 г.*) и Совет метрологов (*Приказ КТРМ № 519-од от 06.11.2013 г.*), в состав которых вошли представители отраслевых госорганов и акиматов, Национальной палаты предпринимателей и региональных палат предпринимателей, органов подтверждения соответствия, крупные предприятия и другие заинтересованные стороны.

Решению проблемы подготовки специалистов в сфере технического регулирования и метрологии способствует Концепция «Подготовка, переподготовка и повышение квалификации кадров в области стандартизации на 2015-2020 годы», утверждённая РГП «КазИнСт» 28 октября 2015 г., а также Меморандум, подписанный между Евразийским национальным университетом им. Л.Н. Гумилева и Комитетом технического регулирования и метрологии Министерства инвестиций и развития РК от 27.10.2015 г., которыми предусматриваются разработка образовательных программ в соответствии с требованиями работодателей, а также увеличение образовательных грантов по данной специальности.

Исходя из складывающейся ситуации, кафедра «Стандартизация и сертификация» ЕНУ им. Л.Н. Гумилева ещё в октябре 2014 года инициировала разработку и утверждение долговременных комплексных программ взаимодействия и сотрудничества между Университетом и КТРМ МИР РК (имеющий в ведомственном подчинении РГП «КазИнСт», РГП «КазИнМетр», а также осуществляющий методологическое руководство национальным Центром Экспертизы и Сертификации (АО «НаЦЭКС»), пакета нормативных документов, регулирующих весь комплекс взаимоотношений между сторонами.

Взаимные обязательства Сторон предусматривают:

1. подготовку кадров для государственной системы технического регулирования и метрологии Казахстана;
2. привлечение профессиональных кадров системы (работодателей) к работе ГЭК, разработке, экспертизе и совершенствованию образовательных программ;
3. проведение ежегодного Республиканского Конкурса «Лучший молодой метролог», «Лучший молодой стандартизатор»;
4. проведение работодателями аудиторных занятий;
5. создание базы для практических занятий на базе производственной лаборатории РГП «КазИнСт»;
6. совместные исследования студентов и ППС по актуальным проблемам реформирования системы технического регулирования и метрологии РК.

Наличие качественных трудовых ресурсов соответствующей квалификации во многом определяет результативность и эффективность инновационного процесса. На разных этапах инновационной деятельности требуются различные ресурсы.

Мировые тренды свидетельствуют о том, что естественная массификация высшего образования характерна для стран с наукоемкой и инновационной экономикой (*за три года контингент увеличился в США - на 10%, Великобритании - 8,3%, Бразилии - 1,3%, Франции - 5%, Германии и Финляндии - 4,2%*). В странах, где такая экономика еще не сформировалась, массификация чревата нарастанием дипломированной безработицы и социальной напряженности в молодежной среде [1, 2].

Чтобы не допустить роста безработицы в молодежной среде, правительством РК проводится постоянный мониторинг состояния трудоустройства. Трудоустройство является одним из ключевых показателей деятельности казахстанских вузов. Вузы, в свою очередь,

разрабатывают стратегии по развитию партнерских отношений с работодателями. Имеется такой положительный опыт и в ЕНУ им.Л.Н. Гумилева. Действует Совет работодателей, налажены тесные связи с отраслевыми ассоциациями, предприятиями. Проводятся опросы работодателей, введен курс «Основы предпринимательства» [1, 2, 3].

В постиндустриальном образовании стандартные отраслевые знания начали утрачивать свою эффективность. Стала расти роль междисциплинарного образования, ориентированного не столько на формальные квалификации, сколько на получение современных ключевых компетенций как способности принимать решения в динамичной ситуации, способности не столько воспроизводить академические знания, сколько создавать новые знания за счет мышления и коммуникации и действовать в соответствии с ними. Количество открытий в любой области фундаментальных исследований за последние триста лет, например, в области физики или математики, свидетельствуют о последовательном возрастании количества таких открытий вплоть до середины XX века. В это время был достигнут максимум, за которым происходило резкое снижение числа открытий до значений, близких к нулевым. Дальнейшее продвижение по этому пути потребовало огромных усилий и концентрации финансовых, людских и временных ресурсов. Все это указывает на то, что эпоха поиска и открытий фундаментальных закономерностей природы заканчивается и ей на смену приходит эпоха практического освоения уже найденных закономерностей. Иначе, главным действующим лицом XXI века становится инженер [4].

Одним из инструментов построения эффективной индустриально-инновационной системы является практическая направленность образования, обеспечивающая освоение обучающимися практических навыков. По мнению преподавателей кафедры, практическую направленность обучения по стандартизации, к примеру, могут обеспечить такие спецкурсы, как «Стандартизация ресурсосберегающих технологий», «Стандартизация современных композиционных материалов», «Подтверждение соответствия персонала», по метрологии – «Метрологическое обеспечение производства», «Калибровка и прослеживаемость измерений» и др.

Реализация компетентного подхода позволяет по-новому подойти к проблеме качества подготовки специалистов.

Компетенция происходит от латинского слова *«competere»* – соответствовать, подходить. Другими словами, это совокупность знаний, умений, навыков, свойств личности, определяющих эффективное исполнение деятельности в определенной области. Компетентность – обладание компетенцией; наличие характеристик, определяющих эффективность исполнения деятельности.

В современной научной литературе широко обсуждается понятие «компетентный подход» к обучению. «Подход», как известно, – это совокупность приемов, способов, используемых для воздействия на кого-либо, ведения дел. В основном, мнения ученых и специалистов сводятся к тому, что реализация идей компетентного подхода возможна в условиях, когда его содержание, с одной стороны, личностно ориентировано, отражает запросы обучаемого, а с другой — соответствует особенностям будущей профессиональной деятельности. Другими словами, компетентный подход в образовании заключается в развитии содержания образования в ответ на изменяющуюся социально-экономическую реальность, в реализации деятельностного характера образования, при котором учебный процесс ориентируется на практические результаты [5,6]

Можно выделить несколько подходов к формированию компетентного специалиста технического профиля.

Во-первых, требования к компетентности выпускников задаются сферой профессиональной деятельности, т.е. работодателем. Для него важны как специальные, так и социально-личностные, организационно-управленческие, коммуникативные и другие компетенции.

К проектно-конструкторским (специальным) компетенциям относят способность и

готовность выпускника проектировать на основе владения специальными проектно-конструкторскими знаниями и умениями, использования современных технологий и средств проектирования, обоснованного выбора и оптимизации решений с учетом достижений научно-технического прогресса.

К гностическим (специальным) компетенциям относятся чтение технических чертежей, карт, выявление возможностей и условий выполнения предстоящей работы, определение технических характеристик сооружений.

Производственно-технологическая компетенция выпускника связана с производственной деятельностью, контролем и оценкой процесса производства, с проверкой соответствия проектных данных и качества производимого продукта [2]

Для специалиста также важны исследовательские компетенции – умение анализировать проблемную ситуацию, выявлять проблему, осуществлять отбор необходимой информации из литературных источников, разбирать практические ситуации и анализировать их результаты, обобщать и формулировать выводы.

Также можно упомянуть компетенции, связанные с развитием способностей к формированию планов и технико-экономических обоснований, выполнению экономических расчетов, формированию проектных решений.

Важность гуманитарных компетенций также неоспорима. Это знания и навыки, связанные с вопросами охраны инженерного труда, экологической безопасностью, экономической эффективностью инженерных разработок, вопросами истории и философии техники и транспорта и т.д.

Будущему специалисту на производстве необходимо будет публично выступать, вести переговоры, участвовать в дискуссиях, на производственных совещаниях. Ведь культура речи способствует регулированию человеческих отношений, помогает продвижению по карьерной лестнице. И здесь просто необходимы коммуникативные компетенции.

Необходимо учесть, что правильно выбранные методы, формы и технологии обучения позволят целенаправленно, результативно и эффективно сформировать запланированные компетенции.

В качестве примера можно привести развивающее обучение, проектирование, проблемное обучение, уровневую дифференциацию при обучении. Компетенции можно формировать с помощью интерактивных методов обучения, ориентации, обучающихся на самостоятельную работу [5, 6].

Особое значение для формирования профессиональных компетенций имеет привлечение студентов к научно-исследовательской работе.

В настоящее время большое внимание уделяется предпринимательским навыкам будущих специалистов. Инженер-предприниматель - это инженер, который обладает способностью создавать новые проекты и новые виды деятельности внутри действующей промышленной группы, или в структуре малого или среднего предприятия, либо создавая с этой целью свои предприятия, свой бизнес.

С развитием научно-технического прогресса появилась потребность в инновационных инженерах. Университеты создают технопарки, бизнес-структуры, инновационные парки [7,8].

Практика участия ЕНУ им. Л.Н. Гумилева в инновационной подготовке инженеров характеризуется тремя основными направлениями:

1. Перспективная роль как научно-исследовательского центра, создающего новые знания и разрабатывающего на их базе новые инновационные технологии;
2. Создание инновационных центров, способствующих внедрению новых технологий от стадии научной разработки, оформления, оценки с последующей передачей на стадию промышленных испытаний и дальнейшего использования;

3. Подготовка высокопрофессиональных кадров, участвующих во всей цепочке от создания до внедрения инновационных технологий — от разработчиков до специалистов промышленных предприятий.

Одним из направлений инновационного развития кафедра «Стандартизация и сертификация» ЕНУ им. Л.Н. Гумилева видит в переориентации прикладных научно-исследовательских работ на нужды экономики. Актуальными на сегодняшний день являются научные разработки в области ресурсосбережения, промышленной безопасности, совершенствования метрологического обеспечения производства, обеспечение качества и безопасности продукции, создание инновационной продукции, стандартизация и сертификация услуг и др.

Таким образом, вышеуказанные инновационные подходы меняют современные образовательные цели, в том числе по подготовке кадров в сфере технического регулирования.

Список литературы

1. Аубакирова Г.М. Управление промышленным предприятием в эпоху знаний и инноваций: Монография. Караганда: КарГТУ, 2012.
2. Стамкулова К. У., Байхожаева Б. У., Джумабеков К. У. Современные тренды подготовки инновационных инженеров/ Матер. Межд. научно-практ конф. «Актуальные проблемы транспорта и энергетики», ЕНУ им.Л.Н. Гумилева.– 2015. –Ч.2.
3. Парламентские слушания на тему «О законодательном обеспечении реализации Государственной программы развития технического и профессионального образования в Республики Казахстан». <http://www.parlam.kz/ru/blogs/nazarbaeva/Details/6/14015>
4. Г. Жакунова О потребности в кадрах крупных и средних предприятий Республики Казахстан. Экономика и статистика №2, 2014, стр.104. <http://www.stat.gov.kz/getImg?id=ESTAT 083291>.
5. Асемгуль Молдажанова: ЕНУ им. Л.Н. Гумилева отведена особая роль и еще большая ответственность/ Газета «Білімді ел - Образованная страна», 17 августа 2016 года
6. Иванов Д. А. Компетенции и компетентный подход в современном образовании// Управление качеством образования: теория и практика эффективного администрирования. - 2012. - № 3. - С. 3-40.
7. Ерцкина Е. Б. Формирование проектно-конструкторской компетентности студентов в процессе инженерного образования/ Дис. ... канд. пед. наук, Красноярск. - 2009. - 229 с.
8. Ефимушкин С.Н., Рыженко С.Н. Инновации, предпринимательство и гуманизм в подготовке специалиста (опыт зарубежного сотрудничества) // Креативная экономика. – 2012. – Том 6. – № 8. – С. 58-63.

УДК 380.13

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ЗЕРНОВОЙ И ЗЕРНОБОБОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Байхожаева Бахыткуль Узаковна, д.т.н., профессор ЕНУ им.Л.Н. Гумилева, Республика Казахстан, 010000 г. Астана, ул. Сатпаева, 2. Тел.: +7 7172 709500, e-mail: bajxozhaeva63@mail.ru

Еликбаев Куаныш Нурланович, магистр технических наук, преподаватель ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Казахстан, 010008, г. Астана, ул. Сатпаева 2. Тел.: +7 7172 709500, e-mail: kuan1@mail.ru

Баянова Аяна Бериковна, магистрант I курса, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Казахстан, 010008, г. Астана, ул. Сатпаева 2. Тел.: +7 7172 709500, e-mail: ayanchik_93@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрены актуальные проблемы качества и безопасности зерновой и зернобобовой продукции. Сегодня практически во всех регионах Казахстана сохраняется тенденция ухудшения состояния земель, развиваются процессы, ведущие к потере плодородия сельскохозяйственных угодий. Одними из основных причин этих негативных явлений являются нарушение севооборотов и научно обоснованных систем обработки почвы. В этих условиях расширение посевов зернобобовых культур может стать существенным фактором повышения продуктивности агроценозов. Зерновая отрасль во всем мире считается индикатором благополучия страны, что обусловлено её социальной значимостью. В условиях вступления Казахстана во Всемирную торговую организацию нетарифные барьеры могут стать ограничителем на пути движения товаров и услуг. Они снижают тот положительный эффект, который возникает в результате либерализации торговли между странами. Основное внимание авторы акцентируют на проблеме разнокачественности и нестабильности качества зерновой и зернобобовой продукции.

В работе проанализированы факторы, влияющие на качество и безопасность зерновой и зернобобовой продукции. Выявлены проблемы конкурентоспособности зерновой и зернобобовой продукции РК на мировом рынке. Проанализированы основные аспекты подтверждения соответствия зерновой и зернобобовой продукции. В результате проведенного анализа разработан комплекс предупреждающих и корректирующих мероприятий. В статье представлены пути повышения качества и безопасности зерновой и зернобобовой продукции.

Ключевые слова: зерно, зернобобовые, качество, безопасность, стандартизация, подтверждение соответствия, рекомендации, сорта, технические барьеры, документация

ACTUAL PROBLEMS OF THE QUALITY AND SAFETY OF GRAIN AND LEGUMINOUS PRODUCTS

Baikhozhaeva Bakhytkul Uzakovna, Doctor of Technical Sciences, Professor of L.N. Gumilev ENU, 2, Satpayev street, Astana, 010000, the Republic of Kazakhstan. Tel.: +7 7172 709500, e-mail: bajxozhaeva63@mail.ru

Yelikbaev Kuanysh Nurlanovich, Master of Technical Sciences, lecturer of of L.N. Gumilev ENU, 2, Satpayev street, Astana, 010000, the Republic of Kazakhstan. Phone: +7 7172 709500, e-mail kuan1@mail.ru

Bayanova Ayana Berikovna, Master of I course, of L.N. Gumilev ENU, 2, Satpayev street, Astana, 010000, the Republic of Kazakhstan. Phone: +7 7172 709500, e-mail: ayanchik_93@mail.ru

Abstract. This article is devoted to topical problems of quality and safety of grain and bean products. Today, almost all regions of Kazakhstan the trend of land degradation, developing processes, leading to loss of fertility of agricultural land. Some of the major causes of these negative phenomena are the violation of rotation and scientifically based systems of soil treatment. In these circumstances, the expansion of leguminous crops can be a significant factor for improving the productivity of agrocenoses. The grain industry worldwide as an indicator of the prosperity of the country because of its social significance. In conditions of Kazakhstan's accession to the world trade organization non-tariff barriers can become a limiter to the movement of goods and services. They reduce the positive effect that arises as a result of trade liberalization between the two countries. The focus of the authors focus on the problem of different quality and instability of the quality of grain and bean products.

This paper analyzes the factors influencing the quality and safety of grain and bean products. The problems of competitiveness of grain and bean products of Kazakhstan on the world market. Analyzes the main aspects of conformity of grain and bean products. As a result of the analysis of

the developed complex of preventive and corrective measures. The article presents ways to improve the quality and safety of grain and bean products.

Key words: grain legumes, quality, safety, standardization, conformity assessment, recommendations ,grades, technical barriers, documentation

Состояние зернового рынка характеризует как мировую, так и национальную безопасность. Казахстан входит в первую семёрку ведущих стран – экспортеров зерновой и зернобобовой продукции.

Природно-климатические условия северных регионов страны благоприятны для выращивания продовольственной пшеницы, которая пользуется повышенным спросом на мировых рынках. Высокие качественные характеристики отечественной пшеницы позволяют позиционировать Казахстан как одного из ведущих мировых экспортеров пшеницы.

После распада СССР, наша страна являлась основным экспортером зерна пшеницы. Однако географическая отдаленность РК от Европы, а также конкуренция со стороны других стран сильно ограничивают экспортный потенциал казахстанских зерновых компаний.

В условиях вступления Казахстана во Всемирную торговую организацию, в качестве ограничителей на пути движения товаров и услуг остаются нетарифные барьеры. Они снижают тот положительный эффект, который возник в результате либерализации торговли между странами.

В настоящее время существует большое количество нетарифных мер, которые включают в себя технические стандарты, санитарные и фитосанитарные меры, процедуры таможенной очистки, вопросы по охране труда и технике безопасности. С одной стороны, это правомерно. Это служит целям безопасности страны, защиты здоровья людей и животных, охраны растений.

С другой стороны, нетарифные меры могут служить средством ограничения конкуренции, приводит к росту издержек и др.

При классификации нетарифных мер Евразийской экономической комиссии выявлено: наибольшее количество нетарифных мер в ТС/ЕАЭС приходится на санитарные и фитосанитарные меры, технические барьеры, меры ценового контроля и меры, влияющие на конкуренцию.

Как известно, все возделываемые на земном шаре сорта пшеницы в основном относятся к двум ботаническим видам: пшеница мягкая и пшеница твердая. Типовые особенности по существу, являются сортовыми признаками, что наглядно видно при использовании в названных признаках определений «твердозерная» и «мягкозерная». Эти два вида пшеницы различаются не только по химическому составу и биохимическим свойствам зерна, но и по технологическим качествам [1].

Для хлебопечения используют муку из зерна мягкой стекловидной пшеницы в основном I, III и IV типов или из мягкой пшеницы с примесью не более 20% твердой пшеницы II типа [2].

Вместе с тем, в последние годы наблюдается снижение качественного потенциала пшеницы, снижение в продовольственной пшенице доли 1 и 2-го классов, усиление разнокачественности и нестабильности качества пшеницы [2].

Проблемы казахстанского зерна в настоящее время также связаны с дефектами зерна, к примеру, повреждение клопом-черепашкой, суховейное зерно, высокое число падения, морозобойное зерно.

Необходимо отметить, что под понятием качества в настоящее время понимают более широкие требования, удовлетворяющие многообразным требованиям потребителей (зерноперерабатывающей промышленности). Современный ассортимент зерномучных продуктов питания требует различных свойств зерна.

Качество зерновой и зернобобовой продукции зависит от различных факторов: природно-климатических, материально-технической базы производителей зерна, фитосанитарных и агротехнических мероприятий, правильного хранения и т.д.

Возраст большинства казахстанских хлебоприёмных пунктов и элеваторов, предназначенных для хранения зерна, превышает 40–50 лет. На этих предприятиях применяется изношенное и устаревшее оборудование, а нарушение условий хранения зерна приводит к снижению качественных показателей зерна, от которых во многом зависит закупочная цена и, следовательно, её конкурентоспособность на рынке.

Зерновая и зернобобовая продукция могут быть источником и носителем большого числа опасных для здоровья человека химических веществ, которые попадают и накапливаются в зерне и семенах зернобобовых в процессе сельскохозяйственного производства [3].

Последние десятилетия характеризуются постоянным увеличением фонового содержания токсичных элементов, нарушением их природного соотношения. Основным источником токсичных элементов в зерновой продукции являются выбросы крупных городов, промышленные предприятия, тепловые электростанции, нарушение условий агротехники, технологии. В связи с этим наблюдается рост фонового содержания элементов в сельскохозяйственной продукции, в том числе зерне.

Зернопродукты занимают значительное место в рационе питания человека. По пищевой и биологической ценности они уступают другим пищевым продуктам, в частности, мясу и молоку. Один из главных недостатков зернопродуктов – недостаточное содержание незаменимых аминокислот и минеральных элементов. Поэтому вопрос повышения качества, в частности пищевой ценности и безопасности зерновой и зернобобовой продукции, является весьма актуальным [3, 4].

Стандартизация зерна помогает решить задачу повышения качества зерна, создает условия для создания крупных однокачественных партий и отделения нестандартного зерна. Стандартизация зерна обеспечивает единообразие технологического процесса переработки сырья, а также высокое качество готовой продукции. На рисунке ниже представлено состояние стандартизации зерна в РК.

Вопросы совершенствования технического регулирования в целях устранения барьеров во внешней торговле в условиях глобальных экономических изменений являются предметом изучения зарубежных и отечественных ученых. Однако, как показал анализ, научная и специальная литература, освещающая проблемы технического регулирования в системе современных международных экономических отношений, представлена сравнительно узким кругом работ, отражающих лишь отдельные аспекты, но не определяющих общей картины нынешнего состояния данной проблемы.

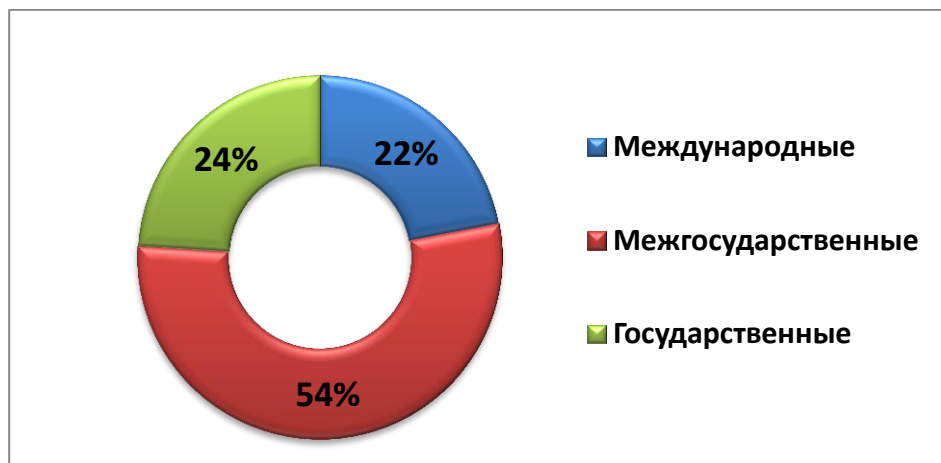


Рисунок – Стандарты на пшеницу в РК

Цель работы – разработка рекомендаций по повышению качества и безопасности зерновой и зернобобовой продукции Казахстана на мировом рынке.

Исходя из поставленной цели, были определены следующие задачи:

- провести анализ факторов, влияющих на содержание радионуклидов, токсичных элементов и пестицидов в зерновой и зернобобовой продукции;
- исследование качества зерновой и зернобобовой продукции в зависимости от сорта и условий выращивания;
- анализ условий и оценка инфраструктуры хранения зерновой и зернобобовой продукции;
- анализ нормативной документации на зерновую и зернобобовую продукцию;
- исследование современных методов оценки качества и безопасности зерновой и зернобобовой продукции;
- изучение технических барьеров при поставках зерновой и зернобобовой продукции на экспорт;
- разработка способов повышения безопасности зерновой и зернобобовой продукции.

Анализ литературных источников показал, что на качество и безопасность зерновой и зернобобовой продукции оказывают влияние различные факторы: климатические, загрязненность почвы, условия хранения и методы испытаний [5].

Накопление радионуклидов в зерновой и зернобобовой продукции зависит, прежде всего, от уровня радионуклидного загрязнения окружающей среды, состава почв, видовых особенностей растений. Учитывая то, что уровни радиоактивного загрязнения в различных районах республики отличаются, необходим систематический контроль почвы, растений и готовой продукции на наличие радионуклидов. Только при условии чистоты зернового и зернобобового сырья возможно решение вопроса использования его в качестве источника биологически активных веществ [5, 6].

На сегодняшний день довольно детально изучено токсичное влияние тяжелых металлов на организм человека. Ученые уделяют большое внимание угрозе развития отдаленных эффектов многих металлов. Почти все авторы на базе личных и литературных данных считают необходимым пересмотр концепции установления ограничений или же предельно-допустимых концентраций тяжелых металлов в пищевых продуктах с целью ужесточения нормативов.

Вместе с тем, несмотря на многочисленные исследования по выявлению негативного влияния повышенных доз токсичных элементов, а также данных о все возрастающем загрязнении окружающей среды и продуктов питания, в литературе недостаточно сведений о способах снижения загрязненности продовольственного сырья и предотвращения вредного воздействия токсичных элементов [6].

В зерне и продуктах его переработки строго нормируется содержание пестицидов. В санитарно-гигиеническом отношении первостепенное значение имеет недопущение загрязнения зернового сырья пестицидами, а если они загрязнены сверх норм, то недопустимо их использование и должны быть применены соответствующие меры по снижению их остатков. Зерно, поступающее на переработку, может содержать комплекс остаточных количеств различных пестицидов, из которых наибольшее значение имеют остаточные количества веществ применяющихся в условиях хранения и транспортировки. Изучению изменения фунгицидов в процессе переработки зерна и семян бобовых уделено недостаточно внимания [7].

Таким образом, экология зерна зависит от почвы и загрязненности воздуха, поэтому необходимо проводить мониторинг почвы для посева пшеницы, и мониторинг воздуха. К показателям, по которым должен проводиться мониторинг почвы и воздуха относятся: содержание радионуклидов, тяжелых металлов, пестицидов.

Установлено, что на содержание и качество клейковины большое влияние оказывает

минеральный состав почвы. Необходимо разработать методику мониторинга внесения удобрений в почву. На качество растениеводческой продукции сильное воздействие оказывает реакция почвенной среды. Исследования Н. С. Авдониной (1972) показали, что при выращивании растений на кислой почве изменяется количество белка и небелкового азота. В кислой среде замедляется переход моносахаров в дисахариды и иные более структурные органические соединения. Кислая реакция среды усиливает гидролитические процессы и понижает синтетические, а это ведет к замедлению процесса образования сахарозы и белковых веществ. Кислая среда ухудшает питание растений азотом, а также препятствует образованию в них белковых веществ [8].

В период заготовительной кампании на склады и элеваторы поступает зерно различного качества и состояния. Данный фактор зачастую существенным образом оказывает влияние на процесс его хранения.

При хранении микрофлора зерновых масс может изменяться в зависимости от их состояния и условий хранения. На состояние микрофлоры зерновой массы оказывают влияние следующие основные факторы: ее общая средняя влажность и влажность отдельных компонентов; температура зерновой массы; степень ее аэрации; целостность и состояние покровных тканей зерна; количество и видовой состав примесей и др. [9].

Температура зерновой массы определяет возможность жизнедеятельности микроорганизмов. Данное вызвано тем, что она влияет на интенсивность различных процессов в теле микроорганизма и на активность ферментов, участвующих в них. При повышении температуры интенсивность процессов увеличивается, а при снижении — замедляется [9].

Правильно организованное хранение зерновой массы в сухом состоянии надежно защищает от активного развития микроорганизмов, предотвращает потери массы и снижение качества зерна за счет микробиологического фактора.

Стандартами на зерно распределяемое (отпускаемое) устанавливаются нормы, которым должно соответствовать качество зерна, передаваемого элеватором на переработку. Поскольку каждое зернохранилище перед закладкой на хранение обязано очистить зерно от большей части содержащихся в нем примесей и довести его до сухого состояния, то эти требования бывают более строгими, чем при заготовках. Кроме того, в целевых стандартах предусмотрены дополнительные показатели, учитывающие требования соответствующей отрасли переработки [10].

Нами проведен анализ мониторинга на токсичные вещества зерновой и зернобобовой продукции, выращиваемой в РК. Зерновые и зернобобовые наиболее стабильны в отношении накопления кадмия и цинка; в накоплении свинца и меди наблюдаются существенные колебания. Потенциальную опасность для потребителей представляют концентрации токсичных элементов в диапазоне 0,51-1,00 ПДК. В этом диапазоне в зерне преимущественно накапливается свинец. Содержание ртути наблюдается на следовом уровне.

Показано, что расчетное значение среднего уровня радиоактивности внешней среды имеет положительную линейную регрессию. Установлена тесная корреляция между уровнем загрязнения объектов внешней среды и зернобобовой продукции, меньшая – между уровнем загрязнения внешней среды и зерновой продукции. Зернобобовые представляют потенциальную опасность для потребителей, так как не наблюдается спада количества партий, имеющих предельно допустимые значения уровня радиоактивности.

Дисперсионный анализ многофакторного эксперимента позволил выявить влияние крупности зерна на показатели безопасности. Установлено, что два фактора - вид зерновой и зернобобовой продукции и вид токсичного вещества являются статистически незначимыми и не оказывают значительного влияния на показатель КОТН, характеризующий относительное содержание токсичных веществ в нестандартной продукции по отношению к стандартной. Более значим третий фактор – размер фракции, а также взаимодействие этого фактора с

видом токсичного вещества. В крупных фракциях зерновой и зернобобовой продукции наблюдается максимальное накопление радионуклидов и пестицидов (КОТН=1,447) [3].

Исследование минеральных элементов, характеризующих радиозащитные свойства зерна и семян зернобобовых, показало, что в мелких зерновках пшеницы и риса по сравнению с крупными, больше содержится калия и кальция. В отношении магния наблюдается различная зависимость. В крупных семенах гороха магния накапливается больше, однако в пшенице и рисе его содержится больше в мелких зерновках. Содержание железа находится практически в одинаковых количествах независимо от размера зерновок. Количество витаминов В₁, В₂, РР больше накапливается в крупных зерновках и семенах исследуемых культур.

В результате проведенных исследований, был разработан комплекс предупреждающих и корректирующих мероприятий:

- проводить мониторинг качества зерновой и зернобобовой продукции при транспортировке;
- зернохранилища и элеваторы должны отвечать новым, более высоким технологическим требованиям к хранению зерна. Увеличить мощности по хранению зерна уже существующих зернохранилищ и элеваторов посредством их реконструкции и модернизации, обновления материально-технической базы;
- контролировать ценообразование на услуги зернохранилищ и элеваторов в пределах экономической целесообразности для фермерских и крестьянских хозяйств;
- тщательно соблюдать режимы хранения зерна, начиная от приемки и взвешивания, и заканчивая отгрузкой и организационными мероприятиями, обеспечивающими сохранность зерна;
- ответственно относиться к очистке зерна от нежелательных примесей и к борьбе с насекомыми-вредителями;
- создать условия для хранения зерна через увеличение сушильных и вентиляционных установок;
- создать нормативно-техническую и правовую базу для внедрения и последующего использования перспективного способа хранения зерна – регулируемой газовой среды.

Выводы: Как показал литературный анализ, основными факторами, влияющими на качество и безопасность зерна, являются условия его производства и хранения. Глобализация торговли повысила интерес к техническому регулированию. Исходя из цели работы, нами проанализированы проблемы обеспечения и регулирования качества и безопасности зерновой и зернобобовой продукции, поставляемой на мировой рынок.

В отличие от существующих подходов к обеспечению качества и безопасности продукции, нами были обобщены основные аспекты подтверждения соответствия зерновой и зернобобовой продукции в Республике Казахстан:

- выделены основные нормативно-правовые акты, положения которых регулируют процедуру подтверждения зерновой и зернобобовой продукции в Республике Казахстан;
- структурированы правила и процедуры подтверждения соответствия зерновой и зернобобовой продукции;
- показана роль экспертизы качества зерновой и зернобобовой продукции в рамках подтверждения соответствия;
- разработаны рекомендации по совершенствованию системы проведения сертификационных испытаний зерновой и зернобобовой продукции в рамках подтверждения соответствия.

Список литературы

1. Абрамцева А.И., Кожемякин Е.В., Стратегия селекции на технологические качества хлебопекарной пшеницы // Казань.-1996.-с. 142-143.
2. Адизов Р. Оценка биологической разнокачественности пшеницы //

Хлебопродукты.-2006.- № 4.- с. 49.

3. Байхожаева Б.У. Теоретическое и экспериментальное обоснование получения безопасных продуктов питания общего и лечебно-профилактического назначения на основе использования зернового и зернобобового сырья / Дисс...докт. техн. наук. – М. - 2003. – 433с.

4. Малина В.П. Микроэлементы в сельскохозяйственном сырье и пищевых продуктах (технологическо-товароведные аспекты). Автореф. дисс. на соискание уч. ст. д.т.н. С-Петербург. инст. сов. торговли им. Ф. Энгельса, 1991, 55 с.

5. Мамонова Л.П., Тулемисова К.А. Выявление степени загрязнения почвы солями тяжелых металлов в зоне предприятий цветной металлургии // Проблемы экологии АПК и охраны окружающей среды / Тез. докл. Междун. научно-техн. конференции.–Алматы, НИЦ «Бастау», 1997, С. 16-17.

6. Цыбиков Г.Ц. Действие средств химизации земледелия на содержание тяжелых металлов в зерне // Экол. человека: пищ. технологии и продукты на пороге 21 века / 5 Международный симпозиум Пятигорск, 18-21 сентября, 1997.: Тез. докл. - Пятигорск, 1997. - С. 260.

7. Бебякин В.М., Старочкова Н.И., Дорогобед А.А. Качество зерна пшеницы в зависимости от сорта и условий произрастания // Зерновое хозяйство.- 2003.- №3.- с. 22-24.

8. Казаков Е.Д., Кретович В.И. Биохимия зерна и продуктов его переработки.- М.:Колос.-1980.-319 с.

9. Казаков Е.Д. Зерноведение с основами растениеводства.- М.: Колос.-1983.- 352с.

10. Казаков Е.Д. Методы оценки качества зерна.- М.: Агропромиздат.-1987.-215 с.

УДК 664.641.12

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Касымова Чолпон Казыбековна, старший преподаватель, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66, e-mail: chbk007@mail.ru

Токтогул кызы Рахат инженер, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызская Республика, 720044, г.Бишкек, пр. Ч. Айтматова, 66; e-mail: rahatz89@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-0118-6041.

Аннотация: Питание является главным фактором определяющий здоровье человека. Недоступность полноценных продуктов питания осаается актуальной проблемой постоянного дефицита в организме человека жизненно важных веществ (белков, жиров, и минеральных веществ).

С целью решения проблемы дефицита поступления в организм человека жизненно важных веществ с пищей (белков, жиров, и минеральных веществ), на кафедре «Технология производства продуктов питания» КГТУ им. И. Раззакова разрабатывалась рецептура хлеба из пшеничной муки 2-го сорта обогащенной с применением нетрадиционного сырья. В качестве нетрадиционного сырья принималась конопляная мука.

Конопляная мука содержит в своем составе в 100 г продукта: белков – 30,0 г, жиров – 7,9 г, углеводов – 24,7 г, пищевых волокон – 30,0г, золы – 5,3г.

При проведении исследования мука пшеничная 2-го для выпечки хлеба обогащалось нетрадиционным сырьем в количестве 2%, 4%, 6% к массе сырья и контрольный образец без внесения конопляной муки.

По результатом исследований был сделан вывод что, внесение конопляной муки в хлеб из пшеничной муки 2-го сорта в количестве 6% позволило повысить пищевую ценность хлеба и обогатить пищевыми волокнами и минеральными веществами. Поэтому внесение

конопляной муки в хлебобулочные изделия является целесообразным методом борьбы дефицита в организме жизненно важных веществ.

Ключевые слова: разработка, конопляная мука, показатели, пищевая ценность, дозировка, оценка, химический состав.

DEVELOP FORMULATIONS OF BAKERY PRODUCTS

Kasymova Cholpon Kazybekovna, Senior Lecturer, *Kyrgyzstan*, 720044, *c. Bishkek*, *KSTU I.Razzakov*, *av. Ch.Aitmatov 66*, e-mail: chbk007@mail.ru

Toktogul kyzy Rakhat, *I. Razzakov KSTU*, *Kyrgyz Republic*, 720044, *Bishkek city*, *Aitmatov Avenue, 66*; e-mail: rahatz89@mail.ru ORCID ID: 0000-0002-0118-6041.

Abstract: Nutrition is the main factor that determines the health of a person. The inability of nutritional supplements is associated with the active problem of permanent deficit in the body of vitally important substances (proteins, fats, and minerals).

With the goal of solving the problem of a deficit of access to the organization of a person of vital substances with food (bees, fats, and mineral substances), at the Department of Technology of Food Production, KSTU I. Razzakov worked on the preparation of wheat from wheat flour of the second crop enriched with non-traditional raw materials. Because of non-traditional raw materials, hemp flour was taken.

Coniferous flour contains in its cocaine in 100 g of product: proteins - 30.0 g, fats - 7.9 grams, carbohydrates - 24.7 g, dietary fiber - 30.0 g, ashes - 5.3 g.

During the research, wheat flour for baking bread was enriched with unconventional raw material in the amount of 2%, 4%, 6% to the raw material and the control sample without adding the flour.

According to the results of the research, it was concluded that the introduction of hemp flour into wheat bread of 2nd grade in the amount of 6% allowed increasing the nutritional value of the bread and be processed with dietary fibers and minerals. Therefore, the introduction of canned flour into bakery products is a feasible method of fighting the deficit in the body of vital substances.

Key words: development, hemp flour, indicators, nutritional value, dosage, evaluation, chemical composition.

Цель исследования – разработать рецептуру хлеба из пшеничной муки 2-го сорта с применением нетрадиционного сырья (конопляная мука), исследовать влияние конопляной добавки на пищевую ценность, технологический процесс, органолептические, и физико-химические показатели готового продукта.

Хлеб и хлебобулочные изделия играют значимую роль в жизни человека. Хлеб занимает важное место в пищевом рационе человека. Хлеб является наиболее потребляемым и доступным продуктом для широкого слоев населения [1].

В настоящее время актуальной проблемой питания является дефицит в пище жизненно важных веществ (белков, жиров, минеральных веществ) определяющих здоровье человека.

В связи с этим, создание рецептур хлеба обладающий высокой пищевой ценностью и получение готового продукта с заданными технологическими свойствами, является актуальным методом решения проблемы дефицита в организме человека жизненно важных веществ (белков, жиров, и минеральных веществ).

Одной из предложенных методов по борьбе с дефицитом жизненно важных веществ в организме человека, является обогащение хлебобулочных изделий нетрадиционным сырьем обладающий высокой пищевой ценностью. С целью решения проблемы дефицита

поступления в организм человека жизненно важных веществ с пищей, на кафедре «Технология производства продуктов питания» КГТУ им. И. Раззакова разрабатывалась рецептура хлеба из пшеничной муки 2-го сорта обогатенной с применением нетрадиционного сырья. В качестве нетрадиционного сырья принималась конопляная мука, обладающая высокой пищевой ценностью. Конопляная мука содержит в своем составе в 100 г продукта: белков – 30,0г, жиров – 7,9 г, углеводов – 24,7 г, пищевых волокон – 30,0г, золы – 5,3г. Конопляная мука является богатым источником нерастворимой и водорастворимой клетчатки. Содержащиеся в конопляной муке грубые пищевые волокна и пектины оказывающие комплексное оздоравливающее действие на организм человека.

Учитывая вышеизложенное разработка рецептуры хлеба велась внесением конопляной муки в пшеничную муку 2-го сорта в количестве 2%, 4%, 6% и контрольный образец без внесения конопляной муки. По результатам исследования из всех 4-х образцов наилучшие показатели дала обогатенный хлеб конопляной мукой в количестве 6 %. Внесение конопляной муки в количестве 6% не повлияло на ход технологического процесса, улучшил органолептические и физико-химические показатели готового продукта.

По результатам исследований был сделан вывод что, внесение конопляной муки в хлеб из пшеничной муки 2-го сорта в количестве 6% позволило повысить пищевую ценность хлеба, обогатить пищевыми волокнами и минеральными веществами. Поэтому внесение конопляной муки в хлебобулочные изделия является целесообразным методом борьбы дефицита в организме жизненно важных веществ.

Результаты исследования указаны в табл. 1, 2, 3, 4.

Целью разработки рецептуры хлебобулочных изделий заключается в необходимости достижения следующих целей:

- улучшение химического состава и повышение пищевой и биологической ценности готового продукта;
- усовершенствование технологического процесса;
- улучшения качества готового хлебобулочного изделия с пониженными хлебопекарными свойствами, путем использования нетрадиционного сырья;
- создание продуктов функционального назначения.

Органолептическая оценка готовых изделий с применением конопляной добавки представлена в таблице 1[2, 3].

Таблица 1 -Органолептическая оценка готового изделия

Наименование показателя	Контрольный образец	Опытные образцы с добавлением конопляной муки		
		2%	4%	6%
Внешний вид:				
Форма	Соответствует хлебной форме, с несколько выпуклой верхней коркой, без боковых выплывов	Соответствует хлебной форме, с несколько выпуклой верхней коркой, без боковых выплывов	Соответствует хлебной форме, с небольшой выпуклой верхней коркой, без боковых выплывов	Соответствует хлебной форме, с небольшой выпуклой верхней коркой, без боковых выплывов
Поверхность	Без крупных трещин и подрывов	Без крупных трещин и подрывов	Без крупных трещин и подрывов	Без крупных трещин и подрывов

Цвет	От светло-желтого до коричневого	Коричневый	Темно-коричневый	Темно-коричневый
Состояние мякиша:				
Пропеченность	Пропеченный, не влажный, эластичный.	Пропеченный, не влажный, эластичный.	Пропеченный, не влажный, уплотненный.	Пропеченный, не влажный, уплотненный.
Промес	Без комочков и следов непромеса	Без комочков и следов непромеса	Без комочков и следов непромеса	Без комочков и следов непромеса
Пористость	Развитая, равномерная, отсутствуют пустоты и без уплотнений	Равномерная, отсутствуют пустоты и без уплотнений	Равномерная, уплотненная, видны включения конопляной муки	Равномерная, уплотненная, видны включения конопляной муки
Вкус	Свойственный хлебу, без постороннего привкуса	Свойственный хлебу, без постороннего привкуса	Свойственный хлебу, с приятным слабовыраженным ореховым привкусом	Свойственный хлебу, с приятным слабовыраженным ореховым привкусом
Запах	Свойственный хлебу. Без постороннего запаха	Свойственный хлебу, без постороннего запаха	Свойственный хлебу, с слабовыраженным ореховым ароматом	Свойственный хлебу, с слабовыраженным ореховым ароматом

Физико-химические показатели готовой продукции представлены в таблице 2. [2,3].

Таблица 2- Физико-химические показатели качества готовых изделий

Показатели качества	Контрольный образец	Опытные образцы с добавлением конопляной муки		
		2%	4%	6%
1	2	3	4	5
Влажность, %	45,0	45,2	45,4	45,8
Кислотность, град	4,0	3,8	3,3	3,0
Пористость, %	65,0	65,0	64,7	63,2

Изменение химического состава готового изделия с внесением добавки представлено в таблице 3. [4, 5, 6]

Таблица 3 -Сравнение химического состава

Показатели	Содержание в 100 г продукта	
	Хлеб из пшеничной муки 2 сорта	Хлеб из пшеничной муки 2 сорта с добавлением конопляной муки 6%.
Белки, г	8,96	9,98
Жиры, г	1,39	1,99

Углеводы, г	37,54	33,85
Пищевые волокна, г	4,9	6,09
Зола, г	1,81	2,02
Минеральный состав, мг		
Ca	24,28	42,03
Fe	2,9	4,26
K	193	270,26
Mg	54,48	72,78
Энергетическая ценность, кКал	199,7	193,44

Таблица 4- Удовлетворение суточной потребности в пищевых компонентах

Пищевые вещества	Суточная потребность	Содержание в 100 г хлеба с конопляной добавкой	Степень удовлетворения суточной потребности, %
Белки, г	75	9,98	13
Жиры, г	83	1,99	2,4
Углеводы, г	365	33,85	9
Пищевые волокна, г	30	6,09	20
B1, мг	1,5	0,28	17
B2, мг	1,8	0,1	6
PP, мг	19	3,4	18
Na, мг	2400	345,6	14
K, мг	3500	270,26	8
Ca, мг	1000	42,03	4
Mg, мг	400	72,78	18
P, мг	1000	170,4	17
Fe, мг	14	4,26	30

Выводы: Результаты исследования влияния конопляной муки на качество готового хлеба, показывают, что в готовом хлебе несколько повышена влажность: это связано с присутствием большого количества гидрофильных компонентов, кислотность же наоборот несколько снижена по сравнению с контрольным образцом и не превышает нормы ГОСТа 27842-88. Пористость изменилась так же незначительно.

При добавлении конопляной муки опытные образцы отличались от контрольного, и имели несколько выпуклую верхнюю темно-коричневую гляцевую корку. Мякиш пропеченный, не влажный, уплотненный, видны включения частиц конопляной муки. При добавлении 2% (к массе муки) было установлено, что вкус и аромат хлеба не отличался от контрольного, с добавлением же 4% и 6% был приятный слабовыраженный ореховый привкус и аромат.

Как видно при добавлении конопляной муки 6% (к массе муки) значительно богаче химический состав: на 11,4% увеличивается содержание белков, на 24,3%-пищевых волокон, улучшается минеральный состав. Так, содержание железа повышается в 2 раза, кальция-на 73%, магния-на 35%. Содержание углеводов снижается на 10%.

Хлеб с конопляной мукой может существенно пополнить рацион рядом полезных веществ. Так при потреблении его суточной физиологической нормы потребления в белках удовлетворяется на 13%, в пищевых волокнах так же на 20%, в магнии – на 18%, в железе – на 30%.

На основании вышеизложенного, можно сделать вывод что, внесение конопляной муки в хлеб из пшеничной муки второго сорта на физико-химические показатели повлияло незначительно, но позволило обогатить пищевыми волокнами и минеральными веществами. Поэтому целесообразно добавлять конопляную муку 6% (к массе муки).

Список литературы:

1. Дробот В.И. – «Использование нетрадиционного сырья в хлебопекарной промышленности». – К.: Урожай, 1998. – 152с.
2. Корячкина С.Я., Лабутина Н.В., Березина Н.А., Хмелева Е.В. – «Контроль хлебопекарного производства: учебное пособие для вузов». - Орел: ОрелГТУ, 2010. – 705 с.
3. Корячкина С.Я., Лабутина Н.В., Березина Н.А., Хмелева Е.В. – «Методы исследования качества хлебобулочных изделий: учебно-методическое пособие для вузов». - Орел: Орел ГТУ, 2010. – 166 с.
4. Методика расчета химического состава продуктов питания. – Режим доступа: <http://megaobuchalka.ru/8/37732.html> (дата обращения 05.03.2016), свободный. – Загл.с экрана. – Яз.русс.
5. Продукты из конопли. Конопляная мука. – Режим доступ: <http://www.gabris.ru/gabris/health/cannabis/milled> (дата обращения 20.11.2015), свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.
6. Скурихин И.М. «Химический состав пищевых продуктов» Кн.2: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов.– 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 360с.

УДК 6411:65.012.8

ПУТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

Жунусова Калбу Жунусовна, магистрант, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызская Республика, г.Бишкек, пр. Ч.Айтматова, 66. e-mail: junusovakalbu@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2037-6630>

Мусульманова Мукарам Мухамедовна, д.т.н., профессор, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызская Республика, г.Бишкек, пр. Ч.Айтматова, 66. Тел: 0312-54-51-63.

Аннотация. Безопасное питание является одним из важнейших факторов, определяющих здоровье населения. Перемены в жизнедеятельности человека коснулись также структуры питания, которая претерпела существенные изменения. Расширяется ассортимент продуктов и параллельно меняется их безопасность. Изменилось физиологическое потребление веществ, входящих в состав современных продуктов и далеко не безопасных для человека. Вопросы безопасности и качества продуктов питания, которые производятся, ввозятся и реализуются на территории Кыргызской Республики, касаются не только нашей страны, но и соседних стран - экономических союзников. В связи с этим рассмотрены возможные пути обеспечения безопасности продуктов питания на разных уровнях - республиканском, региональном, международном. На республиканском уровне – Законы и Технические регламенты КР, на региональном уровне – Технические регламенты Евразийского союза, и на международном уровне – ISO 22000, FSSC 22000. Анализ и оценка обозначенных путей свидетельствует о том, что Кыргызская Республика в этом аспекте находится в русле основных мировых трендов, что позволит стране не только защитить здоровье своих граждан, но и устранить барьеры во внешней торговле.

Ключевые слова: пищевая продукция, безопасность пищевой продукции, управление

безопасностью, анализ существующих мер, технический регламент, система HACCP, ISO 22000:2005, FSSC 22000, анализ рисков, контрольные органы.

WAYS TO PROVIDE SAFETY OF FOODSTUFFS

Zhunusova Kalbu Zh., master, I. Razzakov KSTU, Kyrgyz Republic, Bishkek city, Ch. Aitmatov av., 66. e-mail: junusovakalbu@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2037-6630>

Musulmanova Mukaram M., Dr. Prof., I. Razzakov KSTU, Kyrgyz Republic, Bishkek city, Ch. Aitmatov av., 66. Phone: 0312-54-51-63.

Abstract. Safe nutrition is one of the most important factors in determining the health of the population. A change in the life of a person have also affected the structure of nutrition, and has undergone significant changes. The assortment of products is expanding and their safety is changing in parallel. Physiological consumption, including the chemical composition of modern products, has changed. The issue of safety and quality of food products that are produced, imported and sold on the territory of the Kyrgyz Republic, concern not only our country, but also neighboring countries - economic allies. In this connection we are considering all possible ways to ensure food safety at different level - republic, regional and international. At the republican level - the laws and technical regulations of the Kyrgyz Republic, at the regional level - the technical regulations of the Eurasian Union, and at the international level - ISO 22000, FSSC 22000. Analysis and assessment of the indicated routes indicates that the Kyrgyz Republic in this aspect is in the mainstream of the world trends, which will allow the country not only to protect the health of its citizens, but also to remove barriers to foreign trade.

Key words: food products, food safety, safety management, analysis of existing measures, technical regulations, HACCP system, ISO 22000: 2005, FSSC 22000, risk analysis, control bodies.

Безопасное питание является одним из важнейших факторов, определяющих здоровье населения. Базой здорового питания являются продукты, которые обеспечивают организм не только пластическим материалом, энергией, но и питательными веществами, не несущими в себе опасные факторы. Римская декларация по «Всемирной продовольственной безопасности», которая была принята в ноябре 1996 года, подтвердила «право каждого на доступ к безопасным для здоровья и полноценным продуктом питания, в соответствии с правом на адекватное питание и основным правом каждого на жизнь». Декларация была закреплена планом совместных действий до 2015 года, подписанным представителями 185 стран и 80 неправительственных организаций и учреждений в сфере продовольственной безопасности [5].

Основное назначение пищевых продуктов, благодаря целому ряду присущих им физических, химических, биологических и биохимических свойств, которые определяются их составом, является удовлетворение обозначенных потребностей организма. Вторая половина 20 века ознаменовалось глобальными переменами в деятельности человека, в том числе структуры его питания, которая претерпела существенные изменения. Такое явление выражено протекает и в Кыргызской Республике. Обновляется и расширяется ассортимент товаров с изменением их качества и безопасности. Изменился химический состав современных продуктов в результате различных технологических приемов, в частности, рафинации, широко применяемой в мировой промышленности, что приводит к удалению ряда ценных компонентов сырья, таких как витамины, минеральные вещества, ферменты, балластные вещества. Активное использование в сельском хозяйстве разнообразных защитных средств от насекомых, животных, растений и микроорганизмов приводит к накоплению этих веществ в сырье и, следовательно, в готовой продукции. Данная ситуация

диктует необходимость установления новых пределов или пересмотра ранее использованных предельно допустимых норм количества контаминантов во всех продуктах питания [8].

В задачу исследования входил анализ существующих на разных уровнях мер по обеспечению безопасности пищевой продукции и оценка их эффективности. На приведённом ниже рис.1. представлена схема, демонстрирующая реализуемые на территории Кыргызстана пути обеспечения безопасности продовольственного сырья и готовых продуктов питания.



Рис.1. Пути обеспечения безопасности пищевой продукции в Кыргызской Республике (ДПЗ - Департамент профилактики заболеваний, ГСЭН – Государственный санитарно-эпидемиологический надзор, ПКР - Правительство Кыргызской Республики)

Как видно из рис.1, в сфере безопасности пищевых продуктов в Республике реализуются 4 основных направления: законодательно-нормативное, системное, технологическое и контрольно-надзорное.

Первое направление или путь, а именно **законодательно-нормативный**, опирается на ряд законов КР, а также технические регламенты Республики и Таможенного союза. В частности, Закон КР «О продовольственной безопасности» (от 4 августа 2008 года № 183) гласит (статья 7. Качество и безопасность продовольственных товаров), что безопасность и качество продуктов питания, производимых, ввозимых и реализуемых физическими и юридическими лицами на территории Кыргызской Республики, должны соответствовать требованиям, предъявляемым соответствующими техническими регламентами, санитарными, ветеринарными, фитосанитарными нормами и правилами, а также другими нормативными правовыми актами, действующими в КР [2].

Пищевая продукция, производимая, ввозимая и реализуемая на территории Кыргызской Республики, подлежит обязательной сертификации соответствия по показателям безопасности в аккредитованных в установленном порядке органах.

В законе КР «О защите прав потребителей» (от 10 декабря 1997 года № 90, Статья 27. Запрещенные действия в торговле), наложен запрет на реализацию продукции, не соответствующей требованиям действующих технических регламентов на территории

Кыргызской Республики; реализацию продукции, подлежащей подтверждению соответствия на территории Кыргызской Республики, без сертификатов соответствия или деклараций о соответствии [3].

Технические регламенты, действующие на территории Кыргызской Республики, делятся на Технические регламенты КР и Технические регламенты Таможенного союза. Для пищевых производств, осуществляющих свою деятельность на территории КР, дается возможность до 12.08.2019 года использовать национальные Технические регламенты по безопасности для выпуска и обращения продукции на территории нашей страны и маркировка в данном случае должна указываться знаком соответствия ТР КР. Или же работать в соответствии с требованиями международных стандартов, таких как ISO 22000, FSSC 22000 [11].

Технический регламент Кыргызской Республики "О безопасности безалкогольных напитков" (утвержден постановлением № 474 Правительства КР от 5 июля 2012 года) применяется в целях защиты жизни и здоровья людей, растительного и животного мира, охраны окружающей среды, предупреждения действий, вводящих в заблуждение потребителей безалкогольной продукции. Настоящий Технический регламент устанавливает обязательные требования к безалкогольной продукции, обеспечивающие ее безопасность, и применяется к безалкогольным напиткам, производимым и (или) находящимся в обращении на территории КР, и основывается на основных понятиях, установленных в Законе КР «Об основах технического регулирования в КР» [6].

Объектом регулирования Технического регламента Таможенного союза 021/2011 "О безопасности пищевой продукции" является вся пищевая продукция (кроме продукции, производимой в домашних условиях, личных подсобных помещениях и предназначенной только для личного потребления) и связанные с ее выпуском процессы производства, хранения, реализации, перевозки и утилизации. Объектами регулирования являются также санитарно-эпидемиологические, гигиенические и ветеринарные требования безопасности. В регламенте также прописаны требования к материалам упаковки, маркировке, оборудованию, контактирующему с пищевой продукцией. Настоящий технический регламент составлен так, чтобы гармонизировать с требованиями технических регламентов Таможенного союза к отдельным видам пищевой продукции. Он является основой для регулирования в области безопасности продукции, включая процессы от первичной приемки сырья до реализации готовой продукции, и охватывает весь жизненный цикл продукции в процессе его производства [12].

Системный путь обеспечения безопасности является международным и представлен тремя документами: HACCP, ISO 22000 и FSSC 22000.

Система HACCP (англ. *Hazard Analysis and Critical Control Points*) - анализ рисков и критические контрольные точки. Эта система является наиболее эффективной среди систем, направленных на управление безопасностью и предотвращение рисков в процессе производства пищевых продуктов, что подтверждается работой данной концепции на протяжении 30-лет. Система направлена на анализ рисков и идентификацию опасностей в технологическом процессе, являющихся критическими параметрами для обеспечения безопасности продукции. Для облегчения выявления всех потенциально опасных факторов производят полное описание сырья, вспомогательных материалов, готового продукта, упаковки и т.п. Далее составляются различные схемы: технологические, потоковые, производственные, цеховые. Необходимы также и индивидуальные схемы, показывающие перемещение производственного продукта и персонала на производстве для упрощения выявления возможной перекрестной контаминации на предприятии. При анализе риска определяют потенциально опасные факторы: биологические, химические и физические. Применение этой системы дает индивидуальную информацию руководителям о том, как лучше всего осуществлять контроль выявленных опасных факторов риска. Проверяют,

являются ли опасные факторы критическими контрольными точками (ККТ) - шаг, на котором можно осуществить предотвращение или устранение возникновения риска опасности для пищевых продуктов. После проведения всех мероприятий данные, полученные при отслеживании, фиксируются в Плане HACCP, где отражаются все потенциальные источники опасностей на пути создания продукта до транспортировки к конечному потребителю [10].

В стандарте ISO 22000 «Система менеджмента в области безопасности пищевой продукции. Требования к организации, участвующей в пищевой цепочке», утвержденном в 2005 году Международной организацией по сертификации ISO, объединены требования стандарта ISO 9001 и принципы HACCP (Рис.2).

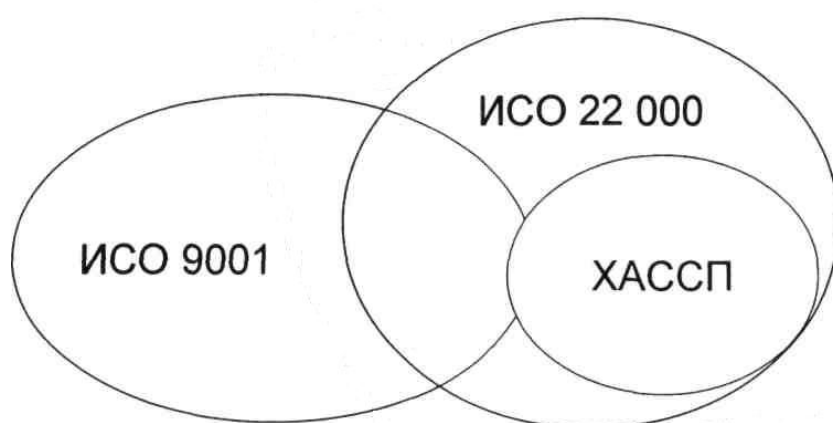


Рис.2 Схематичное представление принципа работы ISO (ИСО) 22000 (ИСО 9001:2015 Системы менеджмента качества; HACCP (HACCP)- анализ рисков и критические контрольные точки).

Основная цель при разработке данного стандарта была в гармонизации различных международных документов в сфере пищевой безопасности, таких как «Общие принципы пищевой гигиены» Комиссии Кодекс Алиментариус, система HACCP и руководство по ее применению, Руководящий документ «Глобальная инициативы по пищевой безопасности». Система управления безопасностью пищевых продуктов в соответствии с требованиями ISO 22000 дает возможность снизить степень рисков за полный цикл «от фермы к столу» в отношении пищевой продукции, т.е., начиная от производства сельскохозяйственного сырья, до потребления продукта с бесперебойной прослеживаемостью, с постоянным улучшением и изучением жизненного цикла продукции. Стандарт был подготовлен Техническим комитетом ISO/TC 34 «Пищевая продукция» и опирается на соблюдение законодательных и нормативных требований к анализу производственных процессов с целью идентификации возможных опасностей на пути производства пищевой продукции.

Внедрение системы управления безопасностью пищевых продуктов в соответствии с требованиями ISO 22000 дает предприятию следующие преференции:

- сертификация системы в соответствии с международными требованиями;
- основанная на всемирно признанных принципах система управления;
- внедрение предупредительной системы управления, а не запоздалого контроля;
- возможность предприятию владеть безграничным международным рынком сбыта;
- документально заверенная безопасность производства и привлечение покупателей, повышение доверия потребителей к вашему продукту, следовательно,

конкурентоспособность продукции [13].

Указанные преимущества, получаемые в результате внедрения системы ISO 22000 на предприятиях пищевой промышленности, привели к резкому росту (в 8 раз) количества выданных сертификатов за 8 лет (с 2007 по 2015 гг.) (Рис.3.).

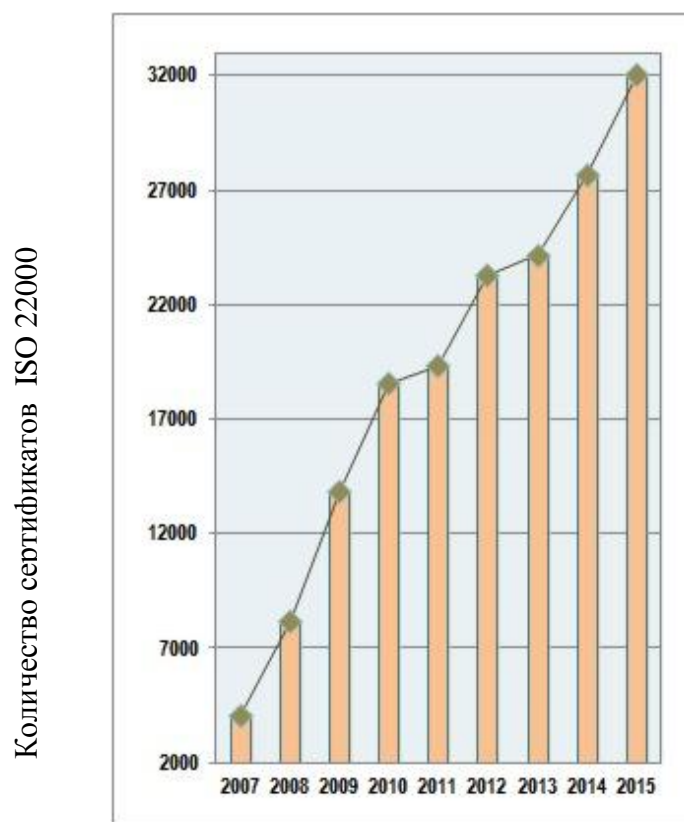


Рис.3. Выданное в мире с 2007 по 2015 годы количество сертификатов ISO 22000 (по данным «The ISO Survey of Certifications – 2015») [15].

По состоянию на 31.03.2016г. в Кыргызской Республике Система менеджмента безопасности пищевой продукции в соответствии с требованиями ИСО 22000:2005 внедрена на 10 предприятиях [7].

Глобальная Инициатива по безопасности пищевых продуктов (GFSI - Global Food Safety Initiative) одобрила в 2009 году новый стандарт по безопасности пищевых продуктов - FSSC 22000 – международная схема сертификации систем менеджмента безопасности пищевых продуктов (Food Safety System Certification). Он объединил требования ISO 22000:2005, ISO/TS 22002-1:2009 (PAS 220:2008), а также дополнительные нормативные и потребительские требования. Его содержание состоит из объединения всех элементов Надлежащей производственной практики (GMP), методологии (НАССР), системы управления ISO 22000:2005 с предварительными условиями ISO/TS 22002-1:2009. Функция ISO/TS 22002-1:2009 в определении точных требований к созданию программ предварительных условий [14].

Автоматизированные системы управления технологическими процессами в пищевых производствах относятся к **технологическим путям** обеспечения безопасности пищевой продукции.

Основное назначение современных автоматизированных систем управления заключается в уменьшении загрязнения сырья, полуфабрикатов и конечного продукта, а

также в создании единого комплекса управления технологическими процессами. Сокращение персонала приведет к снижению контакта производимого продукта с людским потоком и, следовательно, к обеспечению безопасности и повышению качества конечного продукта с одновременным снижением его себестоимости.

Использование автоматизированных систем управления технологическими процессами дает следующие эффекты:

- возможность поддержания технологических процессов производства в заданных оптимальных режимах;
- контроль качества продукта на всех производственных этапах через мониторинг показателей;
- возможность оперативного отслеживания и предупреждения опасностей на производстве;
- своевременное реагирование на малейшие отклонения от нормы и прекращение работы с целью недопущения перерасхода сырья;
- получение комплексной информации о происходящих производственных процессах и проведение технического и экономического анализа выпускаемой продукции [9].

Безопасность пищевой продукции в КР обеспечивается с помощью **контрольных и надзорных органов:**

- Департамента профилактики заболеваний и Государственного санитарно-эпидемиологического надзора Министерства здравоохранения КР, которые осуществляют надзор, в основном, за переработанной пищевой продукцией, в том числе за бутилированной водой, безалкогольными напитками и соками;

- Государственной инспекции по ветеринарной и фитосанитарной безопасности при Правительстве Кыргызской Республики, которая проводит работы в области выявления нарушений в области санитарии, ветеринарии, фитосанитарии и обеспечения безопасности пищевых продуктов, продукции растительного и животного происхождения; проведения государственного надзора за соблюдением санитарных, ветеринарных и фитосанитарных норм; по предотвращению ввоза, вывоза и распространения опасных веществ для человека и животных, вредных для организмов растений в местах, определяемых Правительством Кыргызской Республики.

Проведение проверок субъектов предпринимательства регламентируется Законом КР «О порядке проведения проверок субъектов предпринимательства» и одноименным Положением, утвержденным постановлением № 533 Правительства КР от 6 ноября 2007 года.

При выполнении контрольно-надзорной функции в сфере санитарной безопасности уполномоченный орган (ДПЗ и ГСЭН и подведомственные ему организации) руководствуются вышеперечисленными законами, техническими регламентами и другими нормативно-правовыми актами Кыргызской Республики [1].

- Аккредитованные независимые аудиторские организации – это организации, осуществляющие на договорной основе вневедомственный, независимый контроль за соблюдением установленного порядка путем проверок, а также оказывающие экспертные и другие услуги по анализу аспектов деятельности предприятий, организаций. После того, как документация систем менеджмента (а именно ISO 22000 и FSSC 22000) разработана и внедрена, предприятие подписывает договор с органом по сертификации, который осуществляет оценку соответствия всем требованиям стандартов, включающую также и оценку реального внедрения разработанных документов. Выбор органа по сертификации – это не пустая формальность, тем более, что компания становится связанной с конкретным органом на несколько лет. Имидж и репутация органа очень важны и сертификат, полученный в одном органе, может котироваться намного выше, чем в другом.

Есть общее понимание, особенно среди ведущих компаний, что репутация органа по сертификации крайне важна и связана с «качеством» выданного сертификата и, следовательно, с уровнем доверия к нему [4].

Выводы: Показаны основные пути обеспечения безопасности продуктов питания как социально значимого фактора, определяющего жизнь и здоровье людей. Анализ и оценка обозначенных путей свидетельствует о том, что Кыргызская Республика в этом аспекте находится в русле основных мировых трендов, что позволит стране не только защитить здоровье своих граждан, но и устранить барьеры во внешней торговле.

Список литературы

1. Закон КР от 6 ноября 2007 года № 533. О порядке проведения проверок субъектов предпринимательства: - Режим доступа: https://proverka.kg/media/uploads/files/npa/5_N72.doc
2. Закон КР от 4 августа 2008 года № 183. О продовольственной безопасности Кыргызской Республики: Режим доступа: <https://online.toktom.kg/Toktom/DocumentList/Page>
3. Закон КР от 25 марта 1999 года № 33. О защите прав потребителей: [электронный ресурс] - Режим доступа: <https://online.toktom.kg/Toktom/DocumentList/Page>
4. Независимые аудиторские организации: [электронный ресурс]. - URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki>
5. Нурматова С.А. Проблемы и пути решения обеспечения продовольственной безопасности в Кыргызской Республике / С.А. Нурматова - Сибирь: Вестник науки Сибири, 2013. - Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemny-i-puti-resheniya-obespecheniya-prodovolstvennoy-bezopasnosti-v-kyrgyzskoy-respublike>
6. Постановление Правительства Кыргызской Республики от 5 июля 2012 года №474. О безопасности безалкогольных напитков: Технический регламент - Режим доступа: http://base.spinform.ru/show_doc.fwx?rgn=53005
7. URL: www.nism.gov.kg/assets/peestr-kompaniy-vnedrivshix-sm.docx
8. Прокопенко С.Т., Дмитриченко М.И., Еремина М.А. Факторы, определяющие качество пищевой продукции / С.Т. Прокопенко, М.И. Дмитриченко, М.А. Еремина. - Санкт-Петербург: Техничко-технологические проблемы сервиса, 2012 – 81 с.
9. Процесс автоматизации в сфере пищевой промышленности: [электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://ritm.pro/avtomatizacija-tehnologicheskikh-processov/55-avtomatizacija-v-pivevoj-promyshlennosti>
10. Садриева Д. И., Николаева Н. Г., Горюнова С. М. Анализ безопасности на предприятиях пищевой промышленности / Д. И. Садриева, Н. Г. Николаева, С. М. Горюнова. – Казань: Вестник Казанского технологического университета, 2013.- 274 с. - Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-bezopasnosti-na-predpriyatiyah-pischevoy-promyshlennosti>
11. Технические регламенты ЕАЭС на территории КР [электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://ru.ekk.kg/tehnicheskie-reglamentyi-eaes-budut-vvoditsya-v-3-etapa>
12. ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции: Технический регламент Таможенного союза 021/2011 от 12 августа 2011 года. - Режим доступа: <https://online.toktom.kg/>
13. Food safety management systems - Requirements for any organization in the food chain: (официальный сайт) - Режим доступа: <https://www.iso.org/standard/35466.html> ISO 22000:2005
14. URL: <https://www.fssc22000.com>
15. The ISO Survey of Certifications – 2015: [электронный ресурс]. - URL: <https://www.iso.org>

УДК 637.1 (575.2)

СОСТОЯНИЕ МОЛОЧНОЙ ОТРАСЛИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Супонина Татьяна Алексеевна, доцент, к.т.н., КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова, 66, e-mail: tsuponina@list.ru ORCID iD - [0000-0002-8474-3324](https://orcid.org/0000-0002-8474-3324)

Солдатова Виктория Анатольевна, магистрант КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова, 66, e-mail: soldatova_vika999@mail.ru ORCID iD - [0000-0002-8474-3324](https://orcid.org/0000-0002-8474-3324)

Аннотация. В данной статье рассмотрены состояние и перспективы развития молочной отрасли Кыргызской Республики. Перечислены доминирующие предприятия, включенные в единый реестр экспортеров, являющихся средними и крупными производителями молочных продуктов питания, которые оснащены высокотехнологичным оборудованием и соответствуют нормативным требованиям Евразийского экономического союза. Приведены национальные статистические данные по производству сырого молока, а также производство сырого молока по категориям: крестьянское (фермерское) хозяйство, личные подсобные, государственные и коллективные хозяйства, а также перечень экспортной основной продукции в страны Евразийского экономического союза. Представлены преимущества внедрения международных стандартов безопасности, являющихся базовыми к показателям и характеристикам качества пищевой продукции. На сегодняшний день для обеспечения безопасности на производствах молочной промышленности не обойтись без внедрения систем менеджмента качества и безопасности пищевой продукции. Система менеджмента безопасности продуктов питания позволяет обеспечить безопасность пищевой продукции по всей цепи ее создания вплоть до стадии конечного употребления. Внедрение данных стандартов дает возможность организациям совершенствоваться в данной сфере, развивать экономическую составляющую страны, повысить конкурентоспособность на внутреннем и зарубежном рынках.

Ключевые слова: молоко, качество, безопасность, потребление, внедрение, преимущества, предприятие, производство, экспорт, стандарты, конкурентоспособность.

THE STATE OF DAIRY INDUSTRY IN THE KYRGYZ REPUBLIC

Suponina Tatyana A., Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, I. Razzakov KSTU, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Ch. Aitmatov av., 66, e-mail: tsuponina@list.ru ORCID iD - [0000-0002-8474-3324](https://orcid.org/0000-0002-8474-3324)

Soldatova Victoria A., graduate student I. Razzakov KSTU, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Ch. Aitmatov av., 66, e-mail: soldatova_vika999@mail.ru ORCID iD - [0000-0002-8474-3324](https://orcid.org/0000-0002-8474-3324)

Annotation. In this article, the state and prospects for the development of the dairy industry of the Kyrgyz Republic are reviewed. The dominant enterprises included in the unified register of exporters, which are medium and large producers of dairy products, are equipped with high-tech equipment and comply with the regulatory requirements of the Eurasian economic union. The national statistics on the production of raw milk, the production of raw milk by category: peasant (farm) economy, personal subsidiary, state and collective farms, as well as the list of export basic products to the countries of the Eurasian economic union are given. The advantages of introducing international safety standards as a basic requirement for indicators and characteristics of the quality of food products are presented. Today, to ensure safety in dairy industry, it is necessary to

implement quality management systems and food safety. The food safety management system allows to ensure the safety of food products throughout the chain of its creation up to the stage of final consumption. The introduction of these standards enables organizations to improve in this area, develop the economic component of the country, increase competitiveness in domestic and foreign markets.

Key words: milk, quality, safety, consumption, introduction, advantages, enterprise, production, export, standards, competitiveness

Введение

Молоко и молочные продукты являются главными и незаменимыми источниками всех необходимых веществ для нормальной жизнедеятельности человека. Потребление молочных продуктов напрямую зависит от уровня доходов населения. Спрос на молоко и молочную продукцию является благоприятным фактором развития молочной отрасли.

Обеспечение продовольственной безопасности страны имеет первоочередное государственное значение. Только структурированный подход к контролю качества и безопасности продуктов питания позволит определить риски, оценить их и минимизировать. Обеспечение качества и безопасности молочных продуктов на данный момент является актуальной задачей для предприятий КР. Совершенствование в этой сфере является главным условием конкурентоспособности продукции и стабильного положения на рынке, а также основой лидерства и развития бизнеса. Для стабильного обеспечения качества продукции и услуг огромную роль играет внедрение на предприятии систем менеджмента качества (СМК). СМК – это система, которая помогает организации создать, осуществить и улучшить качество продукции. Системный подход к управлению качеством предполагает формирование целевой подсистемы управления предприятием, подразумевающей упорядоченную совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих элементов объекта производства, предназначенных для достижения поставленной цели — создания условий для обеспечения требуемого уровня качества объекта производства при минимальных затратах. Система менеджмента безопасности пищевой продукции (СМБПП) – это система для разработки и осуществления скоординированной деятельности по руководству и управлению организацией в целях обеспечения безопасности пищевой продукции. Управление качеством в современном производстве занимает ведущее положение наряду с общим менеджментом организации [11].

На сегодняшний день управление качеством с помощью внедрения, разработки и совершенствования СМК является комбинированной процедурой в соответствии с требованиями стандартов.

Внедрение СМК на производство молочных продуктов позволит:

- повысить производительность;
- улучшить и оптимизировать деятельность;
- создать цели для достижения ожиданий потребителя;
- для удовлетворения потребителя поддерживать стабильно высокое качество продукта;
- показать потребителю возможности совершенствования (что может организация сделать для них);
- завоевать новые сегменты рынка или открыть новые возможности.

СМК является помощником в достижении поставленных стратегических целей предприятия [9].

Применение предприятиями международных стандартов ИСО серии 9000, с одной стороны, обеспечивает основу для формирования систем управления качеством на предприятии, а с другой — является важнейшим фактором, подтверждающим потенциальные возможности предприятия по выпуску продукции высокого качества,

которое может быть достигнуто путем проведения сертификации систем менеджмента качества и производств [11].

В качественные характеристики и требования входят и показатели безопасности пищевой продукции. С каждым годом возрастает актуальность проблемы безопасности продуктов питания, поскольку обеспечение безопасности напрямую определяет здоровье людей и состояние генофонда.

Безопасность является базовым требованием к показателям и характеристикам качества пищевой продукции. На сегодняшний день для обеспечения безопасности на производствах молочной промышленности не обойтись без внедрения системы менеджмента безопасности пищевой продукции. СМБП позволяет обеспечить безопасность пищевой продукции по всей цепи ее создания вплоть до стадии конечного употребления. Сертифицирующая международная организация ИСО утвердила стандарт ИСО 22000 «Система менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организации, участвующей в пищевой цепочке», который объединил требования стандартов ИСО 9001 и принципы HACCP. На данный момент существуют и дополнительные требования к ИСО 22000, стандарт FSSC. Предприятия, работающие в соответствии с данными стандартами, могут поставлять свою продукцию международным пищевым компаниям [6].

Целью проведенного анализа является изучение состояния молочной отрасли КР и перспективы её развития, а также взаимосвязь внедрения международных стандартов на предприятиях с конкурентоспособностью на рынке.

Кыргызская Республика вступила в Евразийский экономический союз, в связи с этим на территории страны вступили в силу требования базового Технического регламента ЕАЭС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», которые являются обязательными для всех организаций, которые производят пищевую продукцию на территории стран ЕАЭС. Внедрение систем менеджмента качества и безопасности на предприятия молочной промышленности позволит совершенствоваться и достигать новых высот в данной сфере, а также позволит предприятиям Кыргызской Республики выходить на новые рынки стран ЕАЭС, тем самым развивать экономическую составляющую страны.

Ведущей отраслью сельского хозяйства в разведении крупного рогатого скота является молочное направление. В валовом объеме сельскохозяйственной продукции на производство молока приходится свыше 6% [10].

Молочная отрасль Кыргызстана по статистическим данным представлена 144 юридическими лицами - молокоперерабатывающими предприятиями, а также 300 частными предпринимателями, которые занимаются переработкой молока [2].

На сегодняшний день доминирующими предприятиями КР являются средние и крупные производства молочной отрасли, а именно ОсОО «Вимм Билль Дан» (Бишкексут), ОАО «Ак-Сут», ОсОО «Ак-Булак», ОсОО «Кант-Сут», ЗАО «Сут-Булак». Эти компании перерабатывают большую часть - от 85% до 88% поступающего сырого молока на рынок страны, местные мелкие предприятия перерабатывают всю оставшуюся долю молока [1].

В Кыргызской Республике восемь предприятий оснащены высокотехнологичным оборудованием и соответствуют требованиям ЕАЭС, а также включены в единый реестр экспортеров. В основном, промышленная переработка молока сосредоточена в Чуйской, Таласской и Иссык-Кульской областях.

Для экспорта продукции, произведенной в КР, на внешние рынки ЕАЭС необходимо полное соответствие требованиям всех законодательных и нормативных документов.

По статистическим данным производство сырого молока в КР в период с 2013 по 2016 года составляет (см. рис. 1):

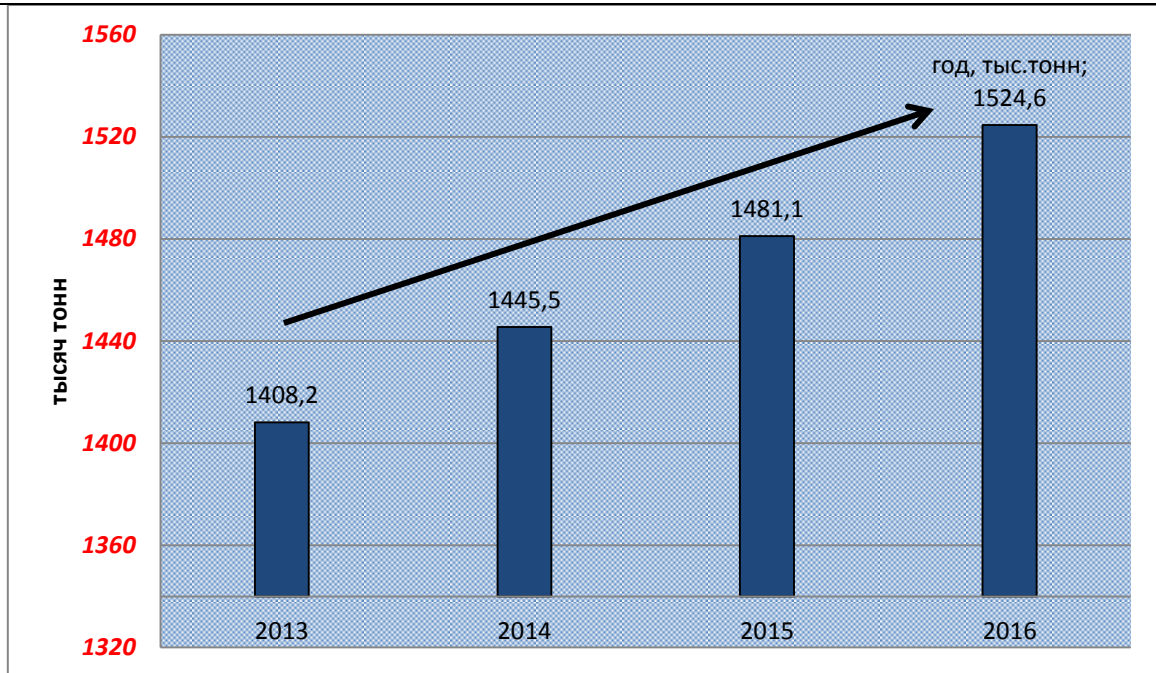


Рис. 1 Производство сырого молока в КР с 2013 по 2016 г.

Анализ статистических данных показал, что средний годовой рост производства сырого молока составил 2,5 %. За весь период рост составил 7,6% [2].

Основное производство продукции животноводства (сырое молоко) по категориям за 2016 г представлено на рис.2.

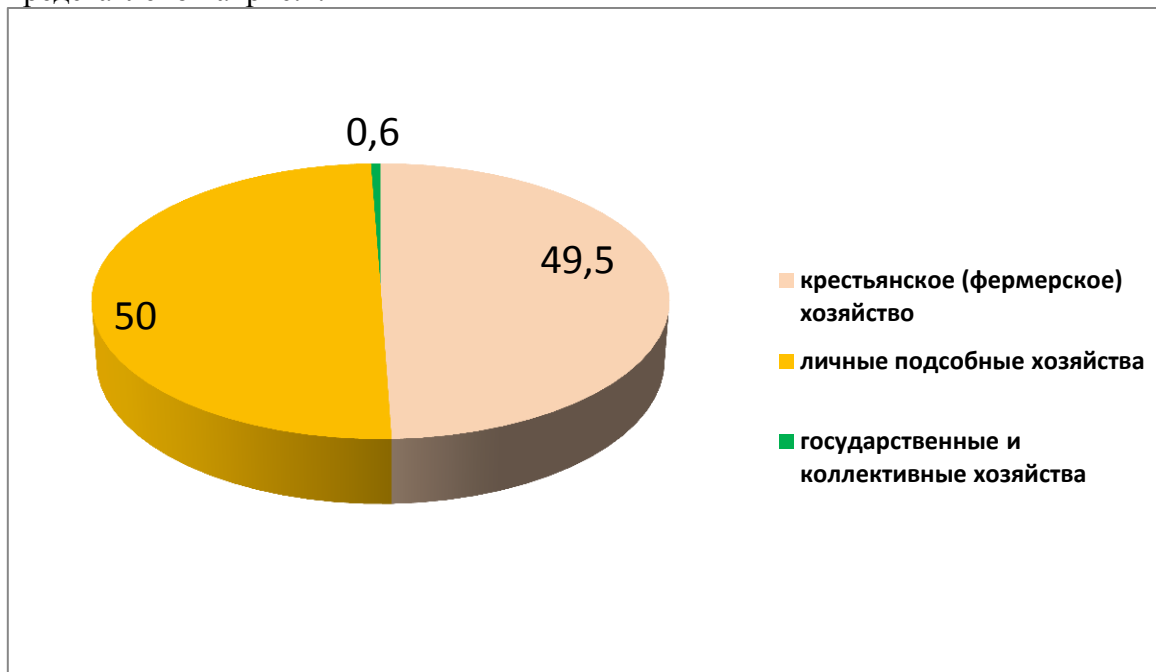


Рис. 2 Производство сырого молока по категориям за 2016 г., %

Анализ реализации и производства сырого молока по статистическим данным Кыргызской Республики показывает, что наибольшую долю занимает крестьянское (фермерское) хозяйство - 49,4 %, а также личные подсобные хозяйства граждан - 50,0% [3].

В связи с вступлением КР в ЕАЭС два года назад, некоторые предприятия молочной промышленности получили разрешение на вывоз продукции в страны Союза. Для получения разрешения на поставку продукции из КР инспекторы Казахстана и Беларуси совместно

проверили предприятия на соблюдение всех нормативных требований. Результатом проверки предприятий является получение сертификатов системы менеджмента безопасности пищевой продукции ИСО 22000:2005. Получение данных документов позволяет производителям КР экспортировать продукцию в страны ЕАЭС.

В 2016 году Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору России разрешила поставки сельскохозяйственной продукции низкого риска из Кыргызстана. Россельхознадзор опубликовал перечень кыргызских предприятий, имеющих право поставок молочной продукции на рынок России [7].

Объем экспорта молочной продукции из Кыргызстана в страны ЕАЭС за 2016 год составил 22 тыс. тонн, что более чем в три раза превышает показатели 2015 года (5900 тонн). Это стало возможным благодаря включению 19 отечественных предприятий животноводческой продукции в единый реестр ЕАЭС, 8 из которых являются предприятиями по производству молочной продукции. Эти цифры являются одним из положительных результатов от участия Кыргызской Республики в интеграционном объединении [8].

Перечень экспортной продукции КР, в %, за 2016 год, представленный национальным статистическим комитетом, приведен на рис. 3.

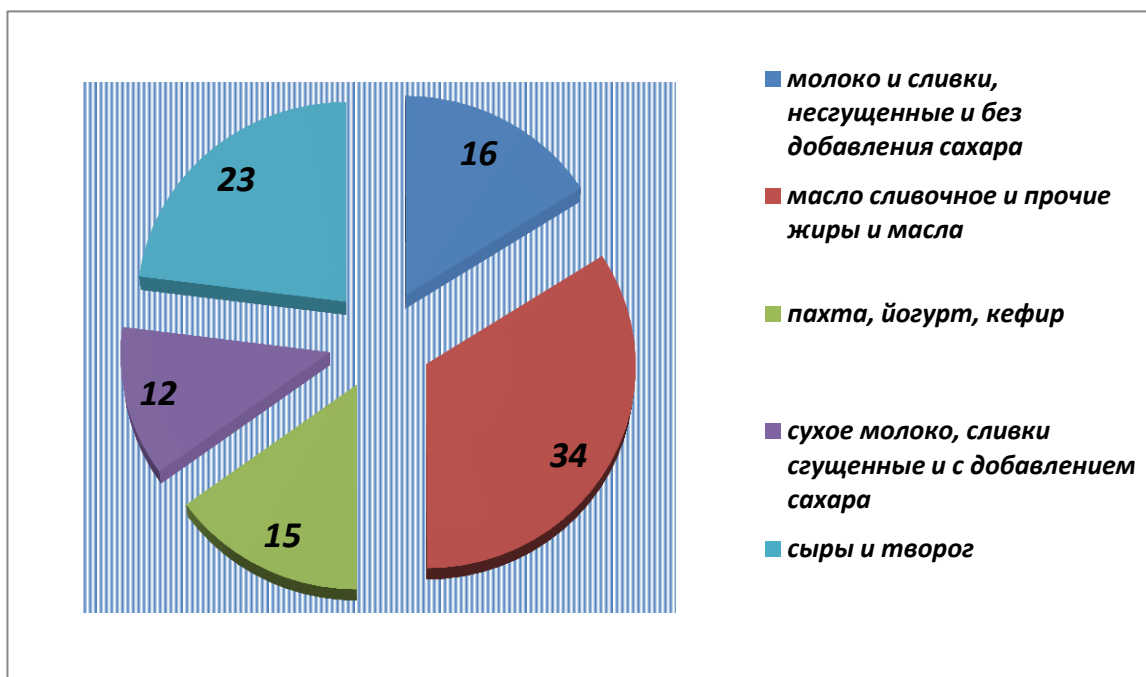


Рис. 3 Перечень экспортной молочной продукции за 2016 г.,%

Экспорт молочной продукции в страны ЕАЭС в сравнении с 2016 г. вырос на 30 % на начало 2017 года. С целью увеличения объемов производимой продукции, в том числе на экспорт, продолжается работа по созданию благоприятных условий для перерабатывающих предприятий [7].

Можно сказать, что потенциал у кыргызских производителей молочной продукции есть. Согласно статистическим данным Кыргызской Республики, от общего объема производства экспортируется 28% молока, 50% сыра и 61% сливочного масла [2].

Предприятия по производству молочной продукции Кыргызстана, получившие право на экспорт в Республику Казахстан и Российскую Федерацию:

-ОАО «Бишкексут» - входит в группу компаний PepsiCo и является одним из крупнейших производителей молочной и соковой продукции в Кыргызстане. Сегодня завод «Бишкексут» производит широкий ассортимент молочных продуктов под торговыми марками «Веселый молочник», «Домик в деревне», BioMax, «Фругурт», «Чудо»: молоко,

кефир, творог, сметану, масло, йогурт, молочные десерты. Предприятие сотрудничает с тремя крупными хозяйствами и несколькими трейдерами, поставляющими сырое молоко на завод. На предприятии работает первая в Кыргызстане лаборатория, аккредитованная в соответствии со строгими международными стандартами ИСО / МЭК 17025, которая следит за качеством сырья и продукции на всех этапах производства [5];

-ОсОО «Кант-Сут» является производителем молока и молочной продукции КР с 2011 года, выпуская широкую линейку ассортиментной группы молочной продукции;

-ОсОО «Сут-Булак» - производство сыров и молочной продукции;

-ОсОО «Ак-Сут» - основной продукцией является сухое обезжиренное молоко, масло;

-ЗАО «Талас-Сут»;

-ОсОО «Урсус»;

-ОсОО «Умут и Ко»;

-ОсОО «Шин-Лайн».

Вывод: На данный момент сложно говорить о том, что Кыргызстан конкурентоспособен на рынке Таможенного союза перед другими странами. Развитие Кыргызской Республики в составе Евразийского экономического союза (ЕАЭС) открывает большие перспективы и возможности для возрождения традиционных отраслей. Одним из инструментов повышения качества и безопасности производимой продукции является внедрение международных стандартов, которые позволят увеличить потенциал отечественных производств и повысить конкурентоспособность на международном рынке, в том числе для молочного сектора нашей страны.

Список литературы

1. Батыр А. Осмоналиева Д.А. Состояние и пути увеличения производства молока и молочных продуктов в Кыргызской Республике. Режим доступа: www.cyberleninka.ru (дата обращения 14.12.2017)
2. Кыргызская Республика и регионы.– Бишкек. Национальный статистический комитет КР, 2015. - 110 с.
3. Кыргызстан в цифрах. Национальный статистический комитет 2016. – 87 с.
4. Молочная отрасль Кыргызской Республики и мировые тенденции – Режим доступа: www.invest.gov.kg (дата обращения 14.12.2017)
5. Молочные продукты под торговой маркой «Веселый Молочник» – Режим доступа: www.knews.kg|2017|05 (дата обращения 24.12.2017)
6. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р ИСО 22000: 2007 «Система менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организации, участвующей в пищевой цепочке»
7. Новости и аналитика молочного рынка КР – Режим доступа: www.ria.ru/economy|2017 (дата обращения 20.12.2017)
8. Объем экспорта молочной продукции в страны ЕАЭС за 2016.– Режим доступа: www.knews.kg (дата обращения 28.12.2017)
9. Плюсы от внедрения и сертификации СМК для производственных предприятий, ориентированных на Таможенный союз. – Режим доступа: www.novotest.ru/sertif smk (дата обращения 14.12.2017)
10. Промышленность КР, 2010 – 2014 - Бишкек. Национальный статистический комитет, 2015.
11. Супонина Т.А. Управление качеством в отраслях пищевой промышленности: Учеб. пособие для студ. вузов / Т. А. Супонина; КГТУ им. И. Раззакова. - Бишкек: Текник, 2010. - 160 с.

ТЕХНОЛОГИЯ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УДК 687.016: 687.122 (575.2)

**РАЗРАБОТКА КОЛЛЕКЦИИ НОВЫХ МОДЕЛЕЙ КЫРГЫЗСКОГО
ЖЕНСКОГО КОСТЮМА**

Иманкулова Айым Сатаровна, д.т.н., профессор КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044 г. Бишкек, пр. Мира 66

Данияр кызы Айпери, магистрантка, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044 г. Бишкек, пр. Мира 66 e-mail: daniyarova8@mail.ru

Аннотация – Объектом исследования в работе является кыргызский женский костюм, сохранение кыргызского колорита, орнамента, узора в кыргызском национальном женском костюме. Исследованы современные направления моды и рассмотрены модели и аналоги в коллекциях современных дизайнеров Кыргызстана. В итоге в настоящей работе представлена разработанная новая коллекция женских костюмов для молодежи, выполненные в национальном стиле. Для создания одежды в национальном стиле не преследовали цель сохранять все особенности покроя кыргызского женского костюма, в моделях использовали несколько главных акцентов – дизайн, декор, вышивка, элементы покроя. Коллекция представлена пятью моделями. Каждая модель женского костюма состоит из головного убора, жакета, брюк, юбки и обуви. В данной коллекции разработаны новые конструкции жакетов и головных уборов.

Ключевые слова: колорит, орнамент, узор, аналог, вышивка, декор, ткань, аксессуар, костюм, коллекция, творчество.

**DEVELOPMENT OF A COLLECTION OF NEW MODELS OF KYRGYZ
WOMEN'S COSTUME**

Imankulova Aiyim Satarovna, Ph. D., Professor of KSTU named after I. Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Mira Ave. 66

Daniyar kyzy Aiperi, graduate student, KGTU named after I. Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Mira Ave. 66 e-mail: daniyarova8@mail.ru

Abstract - the Object of the study is the Kyrgyz women's costume, preservation of the Kyrgyz color, ornament, pattern in the Kyrgyz national women's costume. Researched current trends in the fashion and the models and analogues in the collections of contemporary designers of Kyrgyzstan. As a result, this work presents a new collection of women's costumes for young people, made in the national style. To create clothes in the national style did not aim to preserve all the features of the Kyrgyz women's suit, the models used several main accents – design, decor, embroidery, elements of cut. The collection is represented by five models. Each model of women's costume consists of a headdress, a jacket, trousers, a skirt and shoes. This collection has developed new designs of jackets and hats.

Keywords: coloring, ornament, pattern, analog, embroidery, décor, fabric, accessory, costume, collection, creativity.

Кыргызская национальная одежда является составной частью материальной и духовной культуры нации. Она полностью приспособлена к условиям кочевого образа жизни и отличается самобытным покроем. Одежду шили из того, что было под рукой, использовали

грубую домотканину из шерсти верблюдов и овец, домашней выделки шкуры и войлок. В основном женский костюм состоит из нательного платья и шароваров. На протяжении многих лет платье сохраняет в основном туникообразный покрой. Рукава – прямые или слегка суженные, вшиваются под прямым углом, с горизонтальным разрезом ворота от плеча до плеча - «тура жака» (рис1). Ворот обшивали тесьмой или полоской ткани.[1] Теперь ворот имеет горизонтально-вертикальный разрез - «узун жака» (рис 2), ворот разрезали по горизонтали(10-12см) и по вертикали спереди платья (20-25см). Наряду с платьем «узун джака» начинает распространяться платье с вертикальным разрезом и стоячим воротником - «кит жака»(высотой 2 -2,5см) (рис3) [1].С боков вставляются клинья с небольшим двухсторонним скосом. После присоединения кыргызов к России к концу XIX в. кыргызский костюм несколько изменился. Развитие рыночных связей, усиление контакта с другими народами (русские, татары, узбеки таджики) некоторые виды одежды исчезли вовсе, у других изменился покрой. В костюмы начали входить новые, заимствованные элементы заменявшие и вытеснившие старые. Менялся и покрой женского платья. Рубахи начали шить с кокеткой и сборками, с отложным воротником и вшивными рукавами (рис 4). Далее кокетка приобрела ромбовидную форму (рис 5) [1].

В XIX в. в Киргизии еще бытовали старинные женские головные уборы, они имеют глубокие исторические традиции [1] и имеют такие разновидности как элечек, шокуло и топу. Элечек – головной убор в виде тюрбана (рис 6). Элечек состоит из трех частей: на голову надевалась шапочка с наcostником, поверх нее небольшой прямоугольный кусок ткани, закрывающий шею и сшитый под подбородком, поверх всего одевали чалму из белого материала. У разных родоплеменных групп женская чалма имела различные формы. Тюрбан украшали различными украшениями и вышивкой: серебрянными украшениями, кораллами, монетами, жемчугом, вышитыми полосками, перекрещивающимися спереди, шелковой тесьмой [7]. Шокуло – древний головной убор невесты (рис 7). Он имеет вид шлема и состоит из конической шапочки (высотой 25-м28 см) и треугольной лопасти (длиной 40 – 45 см), спускавшейся на спину[1]. Шокуло всегда украшали богато, кверху шапочки прикрепляли перья (павлина или же фазана) [1], [6], также обильно украшали парчой, жемчугом перламутром, серебрянными и позолоченными фигурками. Головной убор покрывали из мелких коралловых бус. В XIX в. на смену шокуло приходит тубетейка (топу), девичья меховая шапка, с широкой опушкой, шилась из бархата ярких цветов, обрамлялась мехами. Украшали перьями филина, перламутром, коралловыми бусами (рис8) [1].

Поверх платья-рубахи женщины надевали короткую или длинную безрукавку - «чыптама»; камзол с короткими рукавами - «кемсел»; халат - «чапан».

Чапан – верхняя женская одежда. Имевший тот же покрой, что и мужской. Женский чапан позднее стали кроить с вырезной спинкой по талии (рис 9) [1]. Впоследствии в покрое женской верхней одежды появились изменения. Спинку стали кроить более узкой, пришивать отложной воротник, делать вшивные рукава с вырезной проймой, прорезные карманы (рис 10). Пожилые женщины носят короткую стеганую одежду - «кельтече» (рис11). Кемзир (кемсел) – безрукавная одежда. В настоящее время это – характерная принадлежность женского костюма.[1] В конструкции соблюдаются возрастные отличия. Пожилые женщины шили кемсел со стоячим воротником, прорезными карманами, на подкладке и застежкой на четыре или шесть пуговиц (рис 12). Для молодых женщин и девушек шьют без воротника[1]. Модной стала безрукавка типа старинного мужского европейского жилета, с треугольной формой ворота (рис13) [1].

Также костюм дополнялся различными украшениями: наcostные – «чач учтук», «чач мончок», серьги – «сойке желбуреч», нагрудные – «тумар», «бой тумар», браслеты – «билерик», кольца.

Если раньше национальные костюмы носили только старшие поколения, на сегодняшний день все изменилось. Кыргызская национальная одежда стала трендом.

У кыргызских дизайнеров появилась возможность показать культурные ценности своего народа, а также выйти на международные арены высокой моды, продемонстрировав художественный синтез этнической самобытности национального костюма в сочетании с современными тенденциями. Первой к моделированию одежды на основе традиционного национального костюма обратилась Н. П. Ламанова, которая разработала основные принципы проектирования современной одежды [8].

Широкую нишу занимают этно – мотивы в творчестве ведущих дизайнеров республики: Жумагуль Сариевой, Татьяны Воротниковой, Мадины Тапаевой, Дильбар Ашимбаевой [8].

Жумагуль Сариева – дизайнер эксклюзивной верхней одежды - «чапан» выполненные в этнографическом современном стиле, с применением технологии шитья – стежки, из натуральной ткани, с яркой колористикой, с оригинальными элементами декора и ручной вышивки.

Татьяна Воротникова – отличается интересным, своеобразным, неповторимым стилем. Ее изделия отличаются народным кроем. Она использует современные ткани, напоминающие старинные материалы – войлок, натуральный шелк, вышивка, курак.

Мадина Тапаева – создает костюмы для Кыргызского драматического театра. Изделия отличаются классическим кроем, изящной вышивкой узором с яркой цветовой гаммой, декоративными украшениями.

Дильбар Ашимбаева – коллекции ближе к европейскому стилю. В своих моделях она использует различные приемы и технику – курак, кожа, комбинирование разных по фактуре тканей, цветовые переходы, красочные декоративные контрасты, ручная вышивка, батик.

Таким образом, проведены изучение и анализ истории кыргызского женского костюма. Также исследованы современное направление моды и модели современных дизайнеров Кыргызстана. В итоге разработаны новые коллекции кыргызского женского костюма для молодежи.

Для создания одежды в национальном стиле не преследовали цель сохранять все особенности покроя кыргызского женского костюма, в моделях использовали несколько главных акцентов – дизайн, декор, вышивка, элементы покроя.

В коллекциях использованы натуральные материалы, соответствующие модным тенденциям и деликатное сочетание форм с минимумом декора и простотой каждой детали.

В данной статье представлена одна из разработанных коллекций новых женских кыргызских костюмов для молодежи. Коллекция представлена пятью моделями. Каждая модель женского костюма состоит из головного убора, жакета, суртюка, брюк, юбки и обуви.

В коллекции разработаны новые конструкции головных уборов. В представленных головных уборах за основу были взяты «топу» и «элчек». При этом головные уборы получились в моделях 1,3,4,5 в виде тюрбана, а во второй модели конусообразная шапочка, напоминающая шлем.

В коллекции за основу конструкций жакетов и суртюка были приняты конструктивные элементы кыргызской национальной женской одежды («чапан», «чыптама», «кемсел», рис 8, 9, 10). И в данной коллекции были разработаны новые конструкции жакетов и суртюка.

В моделях 1,3,4,5 жакеты имеют прилегающий силуэт с втачными длинными рукавами, в третьей модели рукава расширенные к низу, а во второй модели рукав цельнокроеный укороченный до локтя. Во всех пяти моделях четко выражены линии талии. В моделях 2 и 3 талии подчеркнуты поясом, а в остальных моделях – жакеты укороченные до талии. Во второй модели – суртюк удлиненный выше колен на 15 см, в третьей модели жакет с баской длиной 15 см. В моделях 1,4,5 жакеты имеют воротники – «стойка», в моделях 2,3 жакеты без воротника.

В представленной коллекции в комплектах женских костюмов имеются не только

юбки, но и брюки.

В комплекте 2 брюки – расширенные к низу, в комплекте 4 брюки – зауженные к низу, в пятом комплекте модели брюки прямого силуэта.

В составе комплекта 1 юбка – расширенная к низу, в комплекте 3 юбка - зауженная к низу.

Все пять моделей украшены вертикальной вышивкой с геометрическими узорами. Вышивка выполнена шелковыми нитками терракотового цвета.

Цветовое сочетание коллекции состоит из черного, бирюзы, бардо.

Данная коллекция предназначена для повседневного и праздничного использования.

Список литературы

1. Антипина К. И. Особенности материальной культуры и прикладного искусства южных киргизов. Фрунзе – 1962. с 239 – 241, с 245 – 250 .
2. Рындин. Кыргызские костюмы. Кыргызская национальная одежда 464. Текстильная и легкая промышленность.
3. Мааткеримова А. С. Омуркулова Д. К. национальные женские головные уборы.
4. Кыргыз оймолору. Фото альбом/ Туз. В. Максимов. Е. Сорокин. Кыргызстан, 1986
5. Народное искусство киргизов. Изделия из войлока, ткани, вышивка.
6. Е. Тимковский. Указ. соч., стр 256
7. [https://www.open.kg/about – Kyrgyzstan/ art/arts – and – crafts/ 1868 – elechek – zhenskiy – golovnoy – ubor.html](https://www.open.kg/about-Kyrgyzstan/art/arts-and-crafts/1868-elechek-zhenskiy-golovnoy-ubor.html)
8. <http://arch.kyrlibnet.kg> Чандыбаева А.М КГТУ им. И. Раззакова

УДК 687.016:687.122 (575.2)

КЫРГЫЗ АЯЛДАРЫНЫН ЭЛДИК НУКУРА КИЙИМДЕРИНИН КОНСТРУКЦИЯЛЫК ОЗГОЧОЛУКТОРУ

Иманкулова Айым Сатаровна, д.т.н ., профессор, КМТУ, И. Раззаков атындагы, Кыргызстан, 720044, Бишкек, ш. Тынчтык пр. 66.

Бикир кызы Асель, магистрант гр. ТИЛП (м) 1-16 КМТУ, И. Раззаков атындагы, Кыргызстан, 720044, Бишкек, ш. Тынчтык пр. 66. Тел:(+996)555-94-54-64 e-mail.ru: Aselya_ik_1994@mail.ru

Аннотация: Бул макала кыргыз аялдарынын кийимдеринин келип чыгуусуна, жана өнүүгүсүнө арналган. Бул макалада кыргыздын келип чыгышы, жана ошондой эле улуттук кийимдеринин басып откон доору кененирээк изилденген. Элдик улуттук кийимдер дастандарда, элдик чыгармаларда суроттолуп, элге айтылып келген. Баардык маалыматтар тарых барактарынан алынган. Кыргыз кийимдери II кылымдан баштап азыркы кунго чейин уникалдуулугу менен эч озгоруусуз сакталып калганы.

Ар бир кийимдин келип чыгуу тарыхы. Бул макалада аялдардын устунку кийими, койноктору, белдемчи жана ошондой эле сайма курактын келип чыгышы кененирээк изилденген.

Тарыхтын негизинде кыргыздын улуттук кийимдеринин конструкциялык озгочолуктору аныкталып азыркы кунго чейин сакталып келген.

Негизги сөз: Жибек Жолу, кол онорчулук, сайма, курак, оймо, салт санаалар, мурас, улут, жаратылыш, этно, тарых жана маданият,

Imankulova Aiyem Satarovna. Doctor of Technical Sciences, Professor, KSTU named after I.Rassakov Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Mira str. 66.

Bikir kyzy Asel graduate student, gr.TPLI(m) 1-16 KSTU named after I. Rassakov Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Mira str. 66, Tel; (+996)555-94-54-64, e-mail.ru: Aselya_ik_1994@mail.ru

Annotation: This article is women's clothes for the emergence and development of the. This article, as well as the origin of the Kyrgyz national costumes in the last era of wide-studied. Epic national folk costumes, folk arts has been spreading. All the data from the pages of history. The uniqueness of the II century until today, there was without changing.

History of the origin of each garment. This article texture of women's clothing, dress, and at the waist as well as injections, has been studied in detail the origin of age.

Kyrgyz national costumes structural features identified on the basis of modern history has been preserved until today.

Keywords: Silk Way, needlework, injectable, cracker, armament, tradition, heritage, nationality, nature, ethno, history and culture,

Кыргыз элинин жана анын маданиятынын калыптанышына алып келген этно жана маданий, генетикалык процесстер Борбордук жана Орто азиянын кең мейкиндиктеринде өткөн. Кыргыздардын келип чыгышынын баштапкы баскычы Борбордук Азияда, тактап айтканда Туштук Сибирь менен Алтай тоо кыркаларынын этектери туура келет (б.з.ч. III кылымдын аягы – II кылымдын башына жана б.з. XII кылымдар) VI-XII кылымдарда кыргыздар Борбордук Азиянын согуштук жана саясий тарыхында көрүнүктүү ролду ойношкон. Алар тузгөн мамлекет – Кыргыз каганаты – VIII - X кылымдарда зор күчкө жетишкен. Дал ушул мезгилде байыркы кыргыздар өздөрүнүн үстөмдүгүн Борбордук Азиянын эбегейсиз зор аймактарында орнотуп, ал аймактын тарыхына Орто Азияда, азыркы жашаган территориясынын чектеринде оорчугон. [5]

Кыргыз Республикасы аркылуу Улуу Жибек Жолунун маанилүү бөлүгү өткөн. Качандыр бир кезде батыш дүйнөсү Кытай сыяктуу өлкө бар экенин шек кылышпаганы белгилүү. Тянь-Шань, Гималай жана Памир тоо кыркалары, суусуз чөлдөр Евразияны ар кандай эки маданий дүйнөгө бөлүп турган. Биздин доорго чейин II кылымда гана саякатчы Чжань-Цань тоо ашууларын ашып түшүп, Согда, Түндүк Афганистан жана башка өлкөлөргө жеткен. Чжань-Цань Кытайга кайтып келгенде батышта жайгашкан өлкөлөрдүн байлыктары жана укмуштары жөнүндө айтып келген. Көп өтпөй саякатчынын жолу менен соода кербендери жол жүрөт. Маршруттун көпчүлүк бөлүгү Батыш менен Чыгышты байланыштырып турган көпүрө жана Улуу Жибек Жолунун маанилүү бөлүгү болгон азыркы Кыргыз Республикасынын аймагы аркылуу жүргөн. [5]

Кыргыздын элдик кийимдеринин узун тарыхы бар. Алар негизи эки булакка таянып онуккон. Алсак элдин турмуш шартынан жана чарбачылыгынан, ошондой эле эстетикалык ыкка, турмуштук керектоого ылайыкталып кабыл алынган ботон элдик булактан келип чыккан. Мындан сырткары кийимдин онугушуно диний коз караштар да оз таасирлерин тийгизген. Бирок, XVIII кылымдагы кыргыздарга карата адардын таасирлери өтө аз болгон. Байыркы кыргыздардын (энесайлык) кийимдери жонундогу алгачкы малыматтар Тан династиясынын дооруна тийиштуу кытай булактарында кездешет. «Тан-Шунун» династиялык жазмаларында кыргыздардын тоболдору «кышкысын кундуз тебетей, ал эми жайкысын алтын алкагы бар, шоншойгон тоболуу жана жээги кайрылган калпак кийишет. Калгандары кийиз калпак кийишет». Кыргыздардын баш кийимдеринин бул муноздуу белгилери негизинен XX кылымдын башталышынан чейин сакталып келген. Ал эми эркектердин кийизден жасалган баш кийими – калпактын эн алгачкы туру шекилдуу. Ал

бугунку кундо кыргыздын улуттук кийиминин негизги болугуно айланды. [3]

Кыргыздардын кийинуу маанайы, кездемелери жөнундогу ачык, так, калыптанган маалыматтар XV-XVI кылымдардан берки, салыштырууга мумкун болгон маалымдоолор болсо XVIII-XIX кылымдардвгы жазма даректерде кездешет. XIX кылымдын маалыматтардын кол башчылардын (аксакалдардын), карапайым калктын кийимдерин экиге болуп көрсөтөт. «Эгерде биринчилери парчадан кийинишип жана баалу тери менен кооздолгон кийиз калпак кийишет. Жибек жоолук менен курчанышат, буттарына кызыл жеке отук, экинчилери кыдчык жундон токулган кездемеден тигилген кийимдерди тигишип, белдерин боз кендир жолук менен курчанышкан. Калпактары шокоттолбогон, буттарында соору өтук. Чапандарынын боору ачык, аял менен эркектеринин кийимдеринин бычылыштары негизинен окшош келип, жакалары узун кайфрма турундо келген». [3]

Улуттук кийимдер туралуу элдик оозеки ыр чыгармачылыгында, жомоктордо, тарыхый санжыраларда да ото кызыктуу маалыматтар кездешет. Алсак, оозеки онордун алп чыгармасы -«Манас» дастанында-откоро көркөмдөлүп айтылган баатырлардын кийимдери, алардын жасалыш ыкмасы, кандай убакта кийишери жонундо жолугат. Байыркы дастандын башкы каарманынын жубайы Каныкей Манаска, жанан анын кырк чоросуна колунан кору тогулгон усталар менен уузарга озгочо сапаттагы материалдардан жоокер кийимин, согуштук курал жабдыктарды укмуштудай эсте калаарлыктай суроттолот. Эпикалык чыгармага мунөздүү апыртмаларды кошпогондо чынында эле дастанда суроттолгон кийим-кечелери кыргыздардын накта турмушунда пайдаланып келген. Элдин эсинде XIX кылымдын аягында салттуу турмуш-тиричиликтен биротоло жок болуп кеткен ото сейрек кезигуучу кийимдердин турлору сакталып калган. Аларга канаттуулардын жунунон жасалган чапан сымал, бакшынын жоого кийүүчү кийимдердин коптогон түрлөрү кирет. [3]

Кыргыздар менен казактардын кийимдериндеги окшоштуктар, кээ бир учурларда алар бири-бирин толук бойдон кайталап калганын да жолуктурабыз. Бул болсо эки элдин каада-салты, тили, маданияты, чарбачылыгы ж.б. жагынан тарыхый байланыштары терең экендигин далилдейт. Андай окшоштуктарды Туштук Сибирь жана Алтай аймактарында жашаган алтайлыктардын, тувалардын ж.б. кочмон өзбектердин, туркмондордун, каракалпактардын, ошондой эле Волго боюндагы татарлардын, башкырлардын, чуваштардын кийимдеринен да жолуктурабыз. Бул окшоштуктар байыркы жана орто кылымдардагы турк маданиятынын онугушүнүн жалпы процесстери менен катар сонку соода-экономикалык карым катнаштардын оз ара маданий алакалаштык байланыштардын натыйжасынан келип чыккан. Ошого карабастан кыргыздардын кийимдери XIX кылымдын экинчи жарымында XX кылымдын биринчи жарымында озуну таандык жаркын этникалык ботончолукко ээ болгон. [3]

Салттуу кыргыз кийимдеринин материалдык негизин койдун, эчкинин, тоонун жундору тузгон. Аялдар жонокой токуу, согуу жолу менен (ормокто) бир нече тустогу озгочо бышык кездемелерди токушкан. Тоонун жунунон токулган кездеме бышыктыгы менен ото жогору бааланган. Ал эми өсүмдүктөрдүн буласынан токулган кездемелерди кыргыздар абалтан эле отурукташкан коншу элдерден алмашып же сатып алып турушкан. Ал турсун оздору да жасашкан. Жылуу кийимдерден – ичик кышында кийүүчү баш кийимдерди сансандардан, козулардын корполорунон тигишкен. [3]

Кийим жасалуучу материалдарды даярдоодо анчылык маанилуу орунду ээлеген. Кыргыздар козго атар мергенчи катары да данкталышкан. Алар жырткычтарды жана жапайы айбанаттарды атып, кармап алуунун коп ыкмаларын, терилерин пайдаланууну жакшы билишкен. Карышкырлардын, тулкунун, илбирстин, сулосундун, суусардын ж. б терилеринен жылуу кийимдерди тигишкен. Алардан жасалган ичиктер озгочо бааланып, кымбат баалуу сарпайы катары эсептелинген. Тулкунун карышкырдын бучкагынан териси сыртына, ичине да каратылып тигилген ичиктер: пайча, бучкак ичик сыйлуу болгон. Тоо текелердин терисинен (ышкынга салынган) кенен шымкандагай тигилген. Анын тарыхы кылымдардын тупкуруно кетет. Байыркы кыргыздар кандагай деп багыштын терисинен

тигилген шымды да айтышкан. Кандагайды кыргыздар XIX кылымда тоо текенин терисинен кийишкен. Ал эми шымдын бычылышы, саймалары, негизги мааниси XX кылымдын башталышы Кыргыздын элдик кийимдери негизинен жынысына жана курагына жараша болунгон. [3]

Наристелер менен балдардын кийимдеринин ону-тусу, бычылышы бирдей болгон. Бара-бара адамдын жашы жана коомдук доолоту жаныланып, жакшырып, татаалдаша баштаган. Кийим-кече жынысына карата аялдыкы, эркектики, жашка карата кыздыкы, уулдуку, кийинуу маанайы боюнча майрамдык, уйдо, уйлонуу тоюнда, азат кутуудо, анчылык кийимдерине, жыл маалына карата кышкы, жайкы деп болунгон. Кийимге кийинуу жагдайына, кооздуктарга, кийимдин башка болукторуно карата бир катар архаикалык коз-караштар да жашап келген.на чейин сакталып калган. Ал элдик корком онордун чыныгы асыл улгусу болуп саналат.

Кыргыз кийиминин, анын улуттук озгочолукторунун калыптанышы элдин этникалык тарыхы менен ажырагыс байланышкан.

Аялдардын кийими. Кыргыз көчмөндөрүндө аялдардын сулуулугу жана кийими оздорунун туугандарын сыйлоодо көрүнөт. Эгерде кыргыз аялдарынын кийими кооз, татаал жана таланттуу саймаланган болсо, бул анын жогорку абалы жана уй-булөнүн материалдык абалынын жакшылыгын айгинелейт.

Жалпысынан кыргыз аялдарынын салттуу кийими эркектердикинен өтө айырмаланган эмес.

XX-кылымдын XX-жылдарынан кийин кийим тигүүнүн жаңы технологиялары өздөштүрүлүп, европалык форма менен улуттук элементтердин айкалышынан кыргыздын улуттук кийимдеринде чоң өзгөрүүлөр болду. Учурда кыргыз элинин салттуу заманбап кийимдеринин түрлөрү көбөйүүдө.

XX кылымдын экинчи жарымынан тарта кыргыздар устунку кийим катары бешмант жана камзол кие башташкан. Бул болсо эркектердин, аялдардын бутундой салттуу кийимдеринин турун озгортууга алып келген. Ал Орто Азияда, Волга боюнда жана Кавказда жашаган элдердин кийимдеринин онугушуно муноздуу болгон. Бешмант кийимдин башка турлорунон денеге кыналып тигилуусу менен айырмаланган. Анын аркасы жана кокурогу эки башка бычылат. Аркасы каптал жактарынан белден ылдый кененирээк бычылып тигилет. Жендери оз алдынча оюлуп, узун же чыканакка чейин жетет. Жакасы ачык эмес, тик болгон. Бешмант топчулар менен бучулонот. Капталдырына туурасынан бычылган чонтоктор тигилет. Бешмантты кымбат баалуу кездемелерден, кобунесе баркыттан жасашкан (сурөт-1а). Бул жумуруяттын тундук болугуно тараган. [3]

Ушул мезгилде жени жок кийим – камзол (кемзир, кемсел) кенири тарайт (сурөт-1б). Улгайып калган аялдар камзолду анча бийик эмес тик жака кылып, астар салып чонток тигишкен. Тестиер балдардын, кыздардын кемзирлерин седеп топчулар менен жыш кооздошкон. Улгайып калган аялдардын камзолу кара, келин-кыздардыкы болсо кызыл же башка ондогу баркыттан же тукабадан болгон. [3]

Аялдардын устунку кийиминин онугуусу жаны, европалык моделдердин да, жаны кездемелердин колдонулушунун таасири аркасында жургон. Орто Азия элдерине жалпы бул процесс ар кандай ылдамдыкта откон. 20 кылымдын баш чендеринде тукабадан тигилген азыркы пальто сымал чапандар пайда боло баштаган. Анын аркасы денеге кынаштыра, жендери өз алдынча бычылып ийинге тигилген,ич чонтоктору жабык бучулуу, жакалуу болгон. [3]

Аялдардын кийимдери бардык эле устунку кийимдердей узун, кенен тигилген койноктордон турган. Анын капталына кыйык салынып тигилген. Ал эми жендери болсо ийинге тик бириктирилген. Жакалары корунушу боюнча эки турдо болгон. Эн эле эски койноктордун жакасы ийинден ийинге чейин ызатасынан бычылганы туура жака көйнөк деп аталган (сурөт-2а). Ал эки ийинден шоона же топчу менен бучулган. Жаканын бул байыркы туру балдардын кийимдеринде сакталып калган. Койноктун экинчи турунун жакасы

узатасынан жана көкүрөктөн ылдый бычылып узун жакалуу көйнөк делген (сүрөт-2б). XIX кылымда андай жакалуу көйнөк Кыргызстандын бардык аймагында бирдей тараган. Анын кокурогунон сайма менен онур чыгарышкан же атайы оймо түшүрүлгөн жака токушкан (түштүктө). Онурдо адегенде көйнөктүн өзүнө сайышкан. Кийинчерээк аны токулган тоштук жака суруп чыгарат. Жаканы үйлөнү тоюнан кийин өмүр бою тагынып журушкон.

XIX кылымдын аягында кокуроктон ылдый бычылган моюн жагы тик жакалуу көйнөктөр тарай баштайт. Ал топчу менен бучулонгон (сүрөт-3а). Тик жакалуу койноктун пайда болушу менен онур биротоло жоголот. Андай көйнөктүн этегине бир же эки кош этек салынат (сүрөт-3б).

Кийинчерээк, кыргызстандын тундук тарабында аялдардын көйнөгунун бели кошулуп тигилип баштайт. Кокурок жагынан узун этекти буйурмо кылып бириктирип тигишкен. Анын этек-жени кошкелип, жакасы буктолуп тигилген (сүрөт-4). XIX кылымдын башында койноктун бычылышы татаал боло баштайт. Көйнөктүн ийиндери бириктирилип тигилип, колтук менен жендери оз алдынча оюлат, жакасы болсо кайырмалуу болот. Ошол кезде туштук тарапта кыз-келиндер жаны тигиштеги койнокторду кийишкен. Андай койноктордун бурмосундо бастырыгы болуп, буйумолуу жана кайырма жаклуу келген. Бара-бара ал койноктор бутун Орто Азия аймагына муноздуу боло байтайт.

Аялдардын кийим-кечектеринин ажырагыс болугу болуп алардын ыштан-дамбалдары эсептелинет. Булардын ала-булалуу жаркыраак түстөгү кездемелерден тигишкен. Алардын тигилиши эркектердикине окшош келген. Багалектери койноктун этегинен корунгондой кызыл ашыкка чейин узун тигишип, белин ычкыр менен байланышкан. Туштук тарапта болсо, дамбалдын, багалеге буйурулуп оймо тушурулгон жээк менен бастырылган (сүрөт-5)

Аялдардын узун, кенен тигилген койногунун белин жоолук же жундон токулган атайы белдик менен курчанышкан. Анын бир башына сайма тушургон же болбосо чачы жасашкан. Белди курчануу илгертеден бери келе жаткан ыкма. Бугунку кундо ал улгайып калган аялдардын кийиминде кездешет. Аялдардын кийимдеринин ичинен оз алдынча кызыгууну туудурган белден ылдый кийчу белдемчи болуп саналат.

Жыйынтыктоо

Бул макалада кыргыздын улуттук кийимдеринин укмуштуудай кооздугу жана ата-бабаларыбыз кийимге гана карап адамга баа бербестен анын оюсуна, саймасына конул болуп мамиле жасашкандыгын билсек болот.

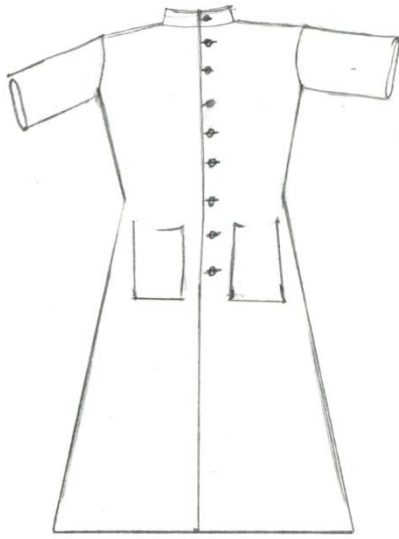
Ошол кезде кездеме алуу ушунчалык кыйынчылыктарды туудурганына байланыштуу, кичинекей наристелерге чон олчомдогу кийимдерди кийгизгенге мажбур болушкандыгы аныкталган. Бирок кездемелер бышык, чыдамдуу болгондуктан бир кийимди 2-3 жыл андан сон балдарына дагы откорушкон.

Кыргыз улуттук кийимдер бир гана корк бербестен адамдын ден-соолугуна дагы оз таасирин тийгизген. Себеби дегенде тоо кыркаларында суукта, ысыкка ылайыктуу кылып тигуу эн чон аракетти талап кылат.

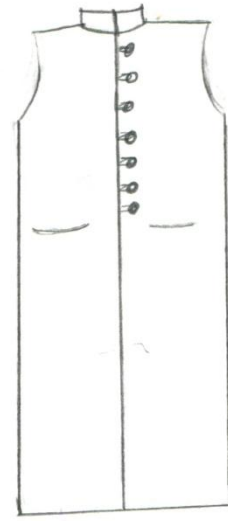
Макалада камтылгандай улуттук кийимдердин озгочолугу болуп, II кылымдан баштап азыркы кунго чейин уникалдуулугун жоготпой келет.

Азыркы учурда бир гана тойлордо эмес, кочолордон дагы жаш-курактагы энелердин, жаш улан кыздардын кыргыздын элдик, улуттук кийимин заманбап турун кийгендигин коп эле кездештиребиз.

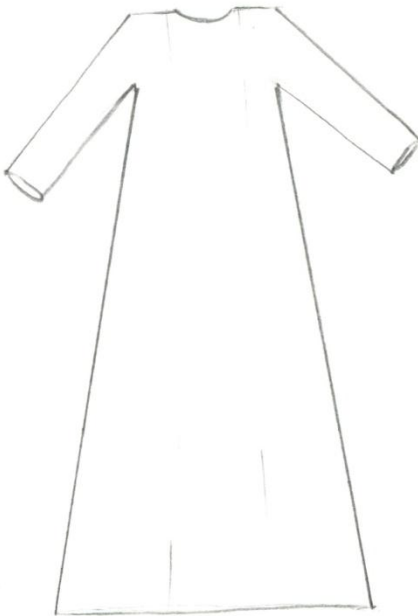
Мындан сырткары кийимдердин турлору, жаралуусу, озгочолукторуу камтылган.



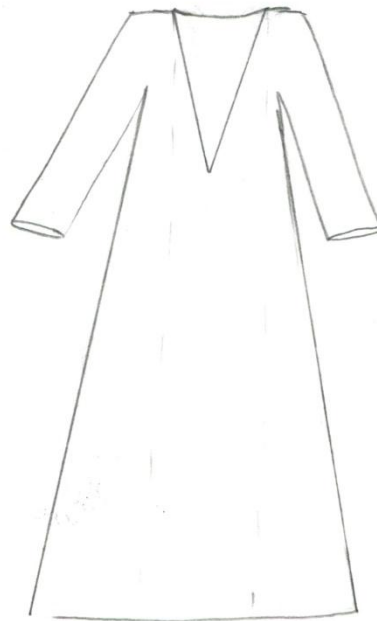
(Сурет-1а)



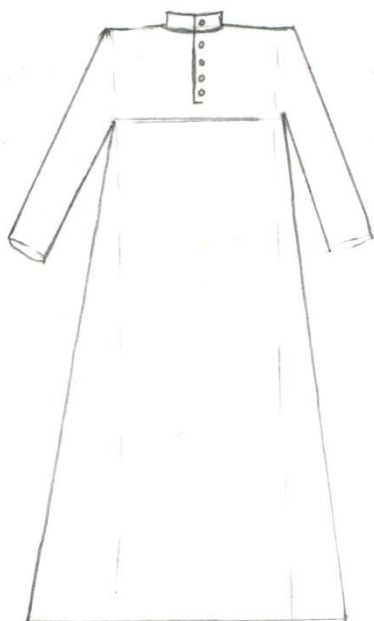
(Сурет-1б)



(Сурет-2а)



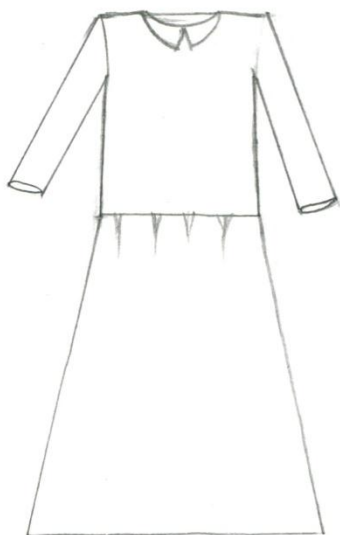
(Сурет-2б)



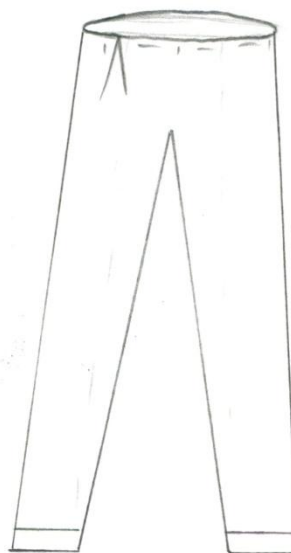
(Сурот - 36)



(Сурот - 36)



(Сурот - 4)



(Сурот - 5)

Колдонулган адабияттар

1. Антипина, Клавдия Ивановна. Кыргыздын элдик искусствосу. Кийизден жасалган буюмдар, кездемелер, саймалар.- Ф. Кыргызстан, 1971. Вып.1971.-107 б.
2. Абрамзон С. М. Кыргыздар жана алардын этногенетикалык жана тарыхый – маданий байланыштары. Л., 1971, 125-б.
3. Акматалиев, Амантур. Көркөм кол өнөрчүлүк : Окуучулар үчүн колдонмо.- Ф.: Мектеп, 1984.- 133б.
4. Бичурин Н. Я (Иакинф), байыркы мезгилдерде Орто Азияда жашаган элдер туралуу маалыматтардын жыйнагы. Т. I,М.-Л., 1950, 352-б.
5. Сыдыгалиев, Жаныбек. Элдик жасалга өнөр. Мин кыял : окуу китеби /Ж. Сыдыгалиев. – Б. : Бийиктик, 2014. – 194б. : ил. ; 27 см. – Библиогр.: б.183-192 . – ISBN 978-9967-24-383-4 830 сом
6. “Кыргызстан” улуттук энциклопедиясы: 4-том. Башкы редактору Асанов Ү. А. К 97. Б.: Мамлекеттик тил жана энциклопедия борбору, 2012. 832 бет, илл. ISBN 978 9967-14-104 -9

УДК 338.367:687.05

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ПОТОЧНЫХ ЛИНИЙ ШВЕЙНЫХ ЦЕХОВ

Рысбаева Имийла Акимжановна, к.т.н., доцент, КГТУ им. И. Раззакова, каф. Технология и конструирование изделий легкой промышленности, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66, e/mail: Imiyla@mail.ru

Качаганова Сейил Омурбековна магистрант гр. ТИППм-1-16 КГТУ им.И.Раззакова, Кыргызстан, 740700, г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66 e-mail: Seyilka_95@mail.ru

Аннотация. Авторами исследованы современное состояние проблемы технологической подготовки швейного производства, а также выполнены необходимые расчеты параметров, для проектирования швейного потока.

Проблемы проектирования и внедрения поточных линий в отечественных, швейных предприятиях остаются не решенными так, как они пользуются традиционными методами разделения труда: выполнение всех операций на одном рабочем месте; разделение труда без каких-либо расчетов, что приводит к частому переходу исполнителя с одной операции к другой и соответственно снижается производительность. Результаты анализа традиционного метода показывают, что данный метод не рационален для предприятий, выпускающих продукции большими сериями. Поэтому проектирование и внедрение усовершенствованных, поточных линий в отечественные швейные предприятия играет первостепенную роль. В работе изучены комплексы мероприятий, направленных проектированию технологического процесса и методы его оптимизации.

Ключевые слова: поточная линия, совершенствование, швейный цех, оптимизация, рациональность, проектирование, технологический процесс, эффективность, производительность труда, автоматизация.

IMPROVEMENT OF THE ORGANIZATION OF PRODUCTION LINES OF THE SEWING SHOPS

Rysbaeva Imiyla Akimjanovna, PhD (Engineering), Associate Professor, KSTU named after I.Rassakov .of Technology, and designing of products of light industry, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Ch. Aitmatov str. 66, e-mail: Imiyla@mail.ru

Abstract. The authors investigated the current state of the problem of technological preparation of garment production, as well as the necessary calculations of parameters for the design of sewing flow.

Problems of design and implementation of production lines in the domestic, garment enterprises remain unresolved as they use traditional methods of division of labor: performance of all operations at one workplace; division of labor without any calculations that leads to frequent transition of the performer from one operation to another and productivity accordingly decreases. The results of the analysis of the traditional method show that this method is not rational for enterprises producing large batches. Therefore, the design and implementation of improved production lines in domestic sewing enterprises plays a primary role. In this paper, we examine the sets of actions in designing technological process and methods of its optimization.

Keywords: product line, perfection, sewing shop, optimization, rationality, designing, technological process, efficiency, performance, labour productivity, automation.

Современный экономический и социальный прогресс внес в условия деятельности отраслей легкой промышленности ряд важных особенностей: существенно повышаются требования потребителя к качеству и ассортименту выпускаемой продукции, происходит постоянное расширение номенклатуры изделий, увеличивается число переключений потоков на выпуск продукции нового ассортимента. Отмеченные особенности привели к усложнению содержания задач по совершенствованию организации производства и их решению.

Проблема роста производительности труда на современном этапе- одна из главных, потому что, решение задачи увеличения выпуска товаров народного потребления невозможно без организованного повышения эффективности производства.

Уровень организации основных производственных процессов является одним из основных факторов, влияющих на уровень производительности труда,

На каждом этапе развития организационные формы производства должны соответствовать современному уровню развития техники. Поэтому научно-технический прогресс требует систематического совершенствования производственных процессов, что в конечном итоге приводит к созданию необходимых условий для заметного роста производительности труда и повышению эффективности производства.

На предприятиях швейной промышленности, поточное производство является основной формой организации производственных процессов, предоставляющее условия для выпуска широкого ассортимента товаров народного потребления, комплексной механизации и автоматизации производства [1].

В современных условиях, когда приходится выпускать большое количество продукции за более короткие сроки, необходимо организовать проектирования швейных потоков, таким образом, обеспечивается повышение эффективности производства. Традиционные методы, используемые при проектировании и организации потоков швейного производства, недостаточно эффективны в современных условиях.

Стабильность выпуска продукции, повышение производительности, улучшение качества достигается путем рационализации проектирования швейного потока

В данной работе объектом исследования для организации работы является швейное предприятие «Актис», которое выпускает в массовом производстве женскую одежду.

Согласно контракту, производство должно изготовить модель женских брюк (рис.1), требуемого качества по предоставленным документам заказчика.



Рис. 1. Вид спереди и сбоку модели женских брюк.

Для стабилизации и обеспечения требуемого выпуска количества изделий, необходимо организовать пооперационную технологию производства.

Одним из важных этапов технологического проектирования, влияющих на экономическую эффективность и уровень качества выпускаемых изделий, является выбор методов обработки и оборудования [2]

Производство оснащено современными, прогрессивными оборудованями. Автоматами и полуавтоматами, машинками специального назначения, что предоставит возможность значительно сократить время на изготовление отдельных узлов и изделие в целом.

Характеристика технологических особенностей оборудований, применяемых при изготовлении женских брюк приведены в табл. 1.

Таблица 1 -Технологическая характеристика оборудования

№ пп	Название операций	Тип класс, завод-изготовитель	Число оборотов	Дополнительные данные
1	Стачивание, притачивание, настрочивание.	JK-F4 JACK	контролируемый	Возможность управления скоростью шитья, автоматическая обрезка нити, закрепление начал конца строчки, автоматическая остановка иглы в заданном положении.
2	Обработка срезов от осыпания	JACK JK-803-M1-15	6000 об/мин	Остановка при выходе материала из зоны шитья, обрезка нити.

3	Обработка прямых прорезных карманов	BASS 3050 ASS	3000 об/мин	Длина стежка, скорость шитья и скорость перемещения могут быть запрограммированы для каждого типа кармана индивидуально. Возможность хранить в памяти швейные операции для изготовления 16 видов кармана.
4	Стачивание шаговых и боковых срезов	EWS 6300 ASS	6000 ст/мин	Укладчик готовых изделий пневматического типа. Выдвижная приставка-направитель готовых изделий в конце стола. Автоматический укладчик изделий.
5	Подшивание низов брюк	JACK JK-T511	2500 об/мин	
	Влажно-тепловая обработка	Weishi YTP 26	150Pa/	Держатель парового и электрического кабеля, ручная подушка, подставка под утюг.
	Закрепка карманов	Brother KE-430	3200 ст/мин	Шитье различной толщины материалов, экономия энергии, механизм обрезки нити.

Для рационального использования рабочего времени потока составляется технологическая последовательность скомплектованных операций с затратами времени, выполненных при пошиве экспериментального образца (табл.2).

Таблица 2 -Технологическая последовательность изготовления женских брюк

№	Наименование операций	Оборудование	Время (сек)
Заготовка мелких деталей			
1	Заготовить шлевки	С/м	5
2	Заготовить мешковину переднего кармана	С/м	44
3	Обметать срез банта	С/м	11
4	наметить месторасположения крючков	П	3
5	прибить крючок на гульфик	П	5
6	прибить крючок на откосок	П	5
7	Обметать гульфик	С/м	4
8	Обтачать откос, вывернуть, отстрочить на 0,1 см	У/м	22
9	Обметать откос	С/м	22
10	Проутюжить откос	У	10
Заготовка обтачки пояса			
11	Стачать боковые срезы обтачек пояса,	У/м	30
12	Окантовать обтачку пояса	У/м	52
13	Притачать лейбл и размер	У/м	25
14	Разутюжить швы стачивания обтачек, приклеить армированную ленту	У	52
Заготовка передней половинки(ПП) брюк			
15	Наметить месторасположение шлевки и закрепить	У/м	84

Известия КГТУ им. И.Раззакова 45/2018

16	Приклеить армированную ленту во вход в боковой карман	У	43
18	притачать гульфик, вывернуть, отстрочить на 0,1 см	У/м	20
19	Обтачать вход в боковой карман ПП брюк, отстрочить на 0,1 Поставить закрепки во вход в карман	У/м	134
20	поставить временную закрепку вход в карман, по срезу тали и боковому срезу	У/м	106
21	Проутюжить передний карман	У	31
22	поставить закрепки на концы	С/м	48
Заготовка задней половинки (ЗП) брюк			
23	Стачать вытачки на ЗП брюк	У/м	51
24	Заутюжить вытачки, продублировать вход в карман	У	105
25	Пробить задний карман	С/м	55
26	Отстрочить задний карман	У/м	104
27	Обметать края мешковины	С/м	78
28	Закрепить на подзоре концы от оверлока	У/м	105
29	закрепить концы кармана	С/м	60
30	проутюжить карман	У	53
Сборка брюк			
31	Стачать боковые срезы брюк	С/м	32
32	Обметать низ брюк	С/м	20
33	Стачать шаговые срезы брюк	С/м	20
34	Стачать средние срезы брюк	С/м	43
35	Усилить шов сидения	У/м	46
36	Настрочить застежку-молнию и откос к ПП брюк, настрочить вторую часть молнии к другой половине брюк с откосом	У/м	130
37	Втачать обтачку пояса, закрепить концы обтачек	У/м	93
38	Расстрочить шов втачивания на 0,1 см, прикрепить крючки, закрыть гульфик	У/м	155
39	Пришить пуговицы	СМ	50
40	Отстрочить гулф, закрепить откос, пришить уходник	У/м	79
41	Притачать шлевки к ЗП брюк, закрепить обтачку по боковым швам и по слонке	У/м	240
42	Подшить низ брюк	С/м	66
43	Пробить петли	С/м	30
44	Проутюжить боковые шаговые швы	пресс	63
45	Проутюжить пояс и шов сидения	У	43
46	Окончательное ВТО	У	101
47	Очистить изделие от производственного мусора	Р	120
48	Повесить товарный ярлык	Р	50
49	Упаковать изделие, сдать в СГП	Р	90
Общая трудоемкость			2838

В данной работе по форме организации процесса предлагается потоки со свободным ритмом работы - агрегатно-групповые потоки (АГП). Такая форма отличается тем, что в них обработка отдельных деталей и узлов изделия производится параллельно, а сборка и окончательная отделка выполняется последовательно.

Характеристика потока по форме организации процесса различают потоки со свободным (нерегламентированным), строгим (регламентированным) и комбинированным ритмом работы [3].

АГП - это одна из прогрессивных форм потоков, которая позволяет: достичь минимальной трудоемкости изготовления изделий за счет сокращения вспомогательных приемов при обработке деталей пачкой, специализации рабочих мест и максимального использования высокопроизводительного оборудования, рациональной организации труда и рационального размещения рабочих мест в группах, обеспечивающего минимальный путь движения полуфабриката и минимальные затраты времени на монтажно-переместительные приемы; лучше использовать рабочее время и индивидуальную производительность труда рабочих, оперативно маневрировать в случае невыходов рабочих мест; повышать качество за счет узкой специализации и рациональной организации; использовать производственные площади любой конфигурации [6].

Для того, чтобы обеспечить своевременную сдачу товара составлен план выпуска изделий. План выпуска изделий на производстве показывает 500 единиц продукции в смену. Это требование предопределяет необходимость расчета основных параметров швейного потока. Основными параметрами швейного потока являются: T – трудоемкость изделия, с.; τ -такт потока, с.; N -число рабочих в потоке, чел.; M_{cm} – мощность потока, ед..

В швейном потоке ритмичный характер поточного производства обеспечивается тактом потока. Такт потока показывает среднюю расчетную затрату времени, в течение которой один исполнитель выполняет свою операцию в потоке. Такт потока показывает средний промежуток времени между запуском и выпуском единицы продукции [5].

Расчетная величина такта определяют по формуле:

$$\tau = R / M_{cm}, = 28800/500=57,6$$

где R - продолжительность смены, сек.; M_{cm} - заданный выпуск изделий в смену, ед.

Мощность потока выражают выпуском изделий в смену и определяют по формуле:

$$M_{cm} = R/\tau=28800/57,6=500$$

Количество рабочих в потоке N определяют по формуле:

$$N = T/\tau=2838/57,6=49,27\approx 49$$

Количество рабочих можно также определить, зная выпуск изделий в смену и трудоемкость изготовления изделия, по формуле:

$$N = TM_{cm}/R=2838*500/28800=49,27\approx 49$$

Для выравнивания времени технологически неделимых операций по такту и комплектованию из них организационных операций используется основное условие согласования: суммарная затрата времени на организационную операцию должна быть равна или кратна такту потока с учётом допускаемых отклонений от него. [4]

$$\sum o.o. = (0,9-1,15) \kappa\tau=51,84-66,24 \text{ (для свободного ритма)}$$

где k – кратность рабочих, чел., τ – такт потока, с.

Анализ результатов исследований показывает, что для среднесерийного производства наиболее рациональным вариантом является – потоки со свободным ритмом работы – агрегатно-групповые потоки.

Таким образом, при выполнении организационной операции швейного потока по изготовлению женских брюк одним рабочим затрата времени равна 51,84-66,24 с., а при выполнении двумя рабочими – 103,68-132,48с, что позволит обеспечить ритмичность работы швейного потока.

Список литературы

1. **Амирова, Э.К.** Технология швейного производства [Текст]: учебное пособие / Э.К. Амирова, А.Т. Труханова, О.В. Сакулина, Б.С. Сакулин. – М.: Легпромбытиздат, 2004.- 480 с.
2. **Апыхтин, О.В.** Оптимальное проектирование потоков в легкой промышленности [Текст]: учебник для вузов / О.В. Апыхтин, В.А. Афанасьев. – М.: Легпромбытиздат. 1989. - 170 с.
3. **Бузов, Б.А.** Материаловедение швейного производства [Текст]: учебное пособие для вузов / – М.: 2004. - 460 с.
4. Классификация потоков по форме организации [электронный ресурс]- Режим доступа: <https://megalektsii.ru/s16245t1.html/> (22.11.2012), свободный. – Загл. С экрана. Яз. Рус.
5. **Кокеткин, П.П.** Технология-техника, процессы – качество [Текст]: учебник для вузов / Кокеткин П.П. – М.: изд. МГУДТ, 2001. – 460 с.
6. **Изместьева, А.Я.** Проектирование предприятий швейной промышленности [Текст]: учебник для вузов / А.Я. Изместьева., Л.П. Юдина, П.Н. Умняков. – М.: Легпромбытиздат, 1983. - 264 с.

УДК: 677.021.154

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА И СВОЙСТВ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Рысбаева Имийла Акимжановна к.т.н., доцент, КГТУ им. И. Раззакова, каф.Технология и конструирование изделий легкой промышленности, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Мира 66, e/mail:Imiyla@mail.ru

Мазарипова Актан Мамарасуловна магистрант. Гр.ТИЛП_м-1-16, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек. Тел (+996)708-83-00-03, e/mail: Aktang01@mail.ru

Аннотация. В статье описывается составы и свойства текстильных материалов специального назначения. А также о ведущих производителях текстиля стран СНГ и зарубежья для спецодежды. Проблема получения материалов специального назначения давно волнует специалистов различных производителей. Так, как спецодежда должна обеспечивать безопасность труда, предохранять от воздействия вредных факторов, сохранять нормальное функциональное состояние человека, а также его работоспособность в течение всего рабочего времени[3]. От того, настолько успешно решается вопрос обеспечения работников необходимой спецодеждой, зависит многое, в том числе и самое ценное – жизнь и здоровье людей. Поэтому, подбор материалов специального назначения играет первостепенную роль. Проведенный анализ текстильных материалов специального назначения существующих на сегодняшний день показал, что смесовые ткани обладают достаточно высоким комплексом прочностных, гигиенических, огнестойких и

ВОДООТТАЛКИВАЮЩИХ СВОЙСТВ.

Ключевые слова: текстильный материал, волокно, шерсть, хлопок, водонепроницаемость, полотно, нефтемасловодоотталкивающий, защитные свойства, гигиеничность, смесовая ткань, пропитка, спецодежда, плотность, полиэфир, пленочный материал.

STUDY OF THE COMPOSITION AND PROPERTIES OF TEXTILE MATERIALS OF SPECIAL PURPOSE

Rysbaeva Imiyla Ak., PhD (Engineering), Associate Professor, KSTU named after I. Rassakov dep. of Technology, and designing of products of light industry, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Mira str. 66, e-mail: Imiyla@mail.ru

Mazaripova Aktan Mamarasulovna, undergraduate Gr.TPLIm-1-16, , KSTU named after I. Rassakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek. Tel (+996) 708-83-00-03, e-mail: Aktang01 @ mail.

Abstract. The article describes the compositions and properties of specialty textile materials. And also about the leading textile manufacturers of the CIS countries and foreign countries for overalls. The problem of obtaining special-purpose materials has long been of concern to specialists of various manufacturers. So, how the overalls should ensure the safety of work, protect from exposure to harmful factors, maintain the normal functional state of a person, as well as its performance during the entire working time[3]. On that, so successfully solving the issue of providing workers with the necessary overalls, much depends, including the most valuable - the life and health of people. Therefore, the selection of special-purpose materials is of paramount importance. The analysis of textile materials of a special purpose existing for today has shown that blended fabrics possess a sufficiently high complex of strength, hygienic, fire-resistant and water-repellent properties.

Keywords: textile material, fiber, wool, cotton, waterproofness, linen, oil and oil repellent, protective properties, hygienic, blended fabric, impregnation, overalls, density, polyester, film material.

Актуальность производства высококачественных текстильных материалов, обладающих комплексом заданных свойств, которые необходимы для использования, как в быту, так и в специальных отраслях в настоящее время не вызывает сомнений. Это обусловлено тем, что использование изделий в экстремальных условиях внешней среды требует обеспечения высокого уровня защиты в течение всего срока эксплуатации.

Текстильные материалы специального назначения должны обладать не только определенными гигиеническими, физико-механическими, но и защитными свойствами, которые нормируются ГОСТами или санитарными правилами. Материалы специального назначения не должны в прогнозируемых условиях эксплуатации разлагаться, выделяя токсичные, канцерогенные, мутагенные, аллергенные, влияющие на репродуктивную функцию человека и другие вредные вещества[2]. Поэтому большое влияние на защитные функции спецодежды оказывает выбор материала для ее изготовления. В зависимости от функционального назначения одежды могут быть ткани со специальной пропиткой, многослойные материалы на текстильной основе, нетканые или пленочные материалы. Для изготовления спецодежды разрабатываются различные по составу сырья, структуре и назначению материалы. Наряду с хлопком, льном и шерстью широко применяются ткани с содержанием синтетических волокон, которые являются более устойчивыми к воздействию агрессивных сред, используются ткани со специальными пропитками и покрытиями.

Сегодня на рынке представлен широкий ассортимент современных текстильных материалов, обладающих комплексом необходимых потребительских свойств, разработанных зарубежными компаниями и фирмами. Это смесовые ткани с различной поверхностной плотностью и различным соотношением хлопковых, шерстяных и полиэфирных волокон. Хлопковые волокна обеспечивают данным тканям гигиенические свойства, а полиэфирные – позволяют повысить прочностные характеристики. Ткани имеют водо-(ВО), масловодо-(МВО), нефтемасловодоотталкивающую (НМВО) отделку, а также огнезащитную, кислотоустойчивую, антистатическую и другие типы отделок, такие известные группы тканей, ставшие брендами, как “Лидер” и “Премьер”.

Характеристика из известных групп тканей, ставшие брендами, как “Лидер” и “Премьер” приведена в табл. 1.

Таблица 1- Характеристика некоторых видов тканей группы “Лидер”

№	Продукция	Состав смеси	Плотность г/кв.м	Возможная отделка	Примечание
1	“Лидер 210”	67% ПЭ, 33% Хлопок	210	ВО, К-50	Для летней и зимней рабочей одежды
2	“Лидер 250”	67% ПЭ, 33% Хлопок	250	ВО, МВО	Для летней и зимней рабочей одежды
3	“Лидер 250А”	67% ПЭ, 33% Хлопок и волокно антистат	250	ВО, МВО, НМВО	Нефтяная промышленность
4	“Лидер-комфорт 250А/Х”	80% Хлопок, 20% ПЭ, волокно антистат	250	МУ, ВО, МВО	Энергетика, газовая промышленность
5	“Лидер-комфорт 285”	80% Хлопок, 20% ПЭ	285	ВО, МВО, НМВО	Нефтегазовая промышленность

В табл.1 видно, что коэффициент в названии ткани зависит от плотности материала, а также четко написаны виды дополнительных отделок для всех тканей. Физико-механические показатели этих тканей приведены в табл.2.

Таблица 2- Физико-механические показатели тканей группы “Лидер”

№	Показатели	“Лидер 210”	“Лидер 250”
1	Разрывная нагрузка, Н, не менее, основа/уток	1100/700	1300/900
2	Стойкость к , циклов, не менее	6000	7000
3	Усадка, %, не более основа/ уток	1,5/1	1,5/1
4	Гигроскопичность, %	4	4
5	Воздухопроницаемость, куб. дм /кв.м. с, не менее	40	40

Другая ведущая компания “Нордтекс” производит также смесовые ткани с различным соотношением хлопковых и полиэфирных волокон. Самая востребованная ткань этой компании среди выпускаемых – это “Шахтер”. Ткань “Шахтер” характеризуется повышенной плотностью, предназначена специальной одежды с повышенными требованиями к пылепроницаемости. Спецодежда из этой ткани успешно используется на многих предприятиях Казахстана.

Американская компания DuPont выпускает широкий спектр множество уникальных полимерных и иных материалов, среди которых *неопрен, нейлон, кевлар, майлар, тайкем* и др. Текстильный материал Tucheм специального назначения отличается гибкостью и небольшим весом. Он состоит из миллионов тонких непрерывных волокон полиэтилена низкого давления, полученных методом сверхскоростного изготовления под воздействием высоких температур, образуя материал, проницаемый для воздуха и водяного пара. Компания DuPont также предлагает для усиления защитных свойств спецодежды использовать несколько слоев «Nomex»: верхний слой принимает воздействие пламени, второй снабжен водоотталкивающей пленкой, третий изолирующий слой – мягкая подкладка и тонкий внутренний слой «Nomex». В качестве одного из слоев рекомендуется также использовать «Goretex» - «дышащую» изолирующую ткань. К недостаткам этих текстильных материалов следует отнести высокую себестоимость, а также низкую устойчивость к истиранию.

Проведенный анализ ассортимента текстильных материалов специального назначения, выпускаемых зарубежными производителями, имеет не только положительные, но и отрицательные стороны. Многие производители используют сырье самого высокого класса в виде длиноволокнистого хлопка, а также кубовые красители от швейцарских производителей, что приводит к повышению себестоимости материала в 2-3 раза. В то же время Китайские производители предлагают дешевые защитные ткани, но низкого качества. Например, ткань «Бостон» после 3-4 стирок полностью потерял водоупорные и водоотталкивающие свойства. Устойчивость окраски этих тканей также снижается с 4 до 2 баллов после стирки при 60⁰С [7].

Обзор известных работ показал наличие широкого спектра материалов специального назначения и технологии их получения, в ряду которых особое место отводится многослойным материалам, каждый слой которого выполняет свои защитные функции, а материал в совокупности защищает от целого ряда поражающих факторов.

На основе изученных материалов приведенных выше, исследований предлагается новый состав получения текстильного нетканого материала. Для получения нетканого материала нами предложено использовать отходы шерсти и полиэстеровые волокна (синтепух). Полученные нетканые материалы имеют различные процентные содержания волокон в механических смесях. В качестве связующих компонентов использованы раствор поливинилацетатной дисперсии и квинтол. Для повышения качества нетканого полотна также использован комбинированный (иглопробивной и валяльно-войлочный) метод соединения. Программа эксперимента получения новых материалов приведены в табл.3.

Таблица 3 - Варианты сочетаний отходов шерсти и полиэстеровых волокон

№ п/п	Виды волокон в смесях	Содержание волокна в смеси, % весовое	Задаваемая толщина, мм	Вид связующего в смеси, %
1	2	3	4	5
1	Отход шерсти + полиэстеровое волокно(синтепух)	60 40	0,5	поливинилацетат (100%)
2	Отход шерсти + полиэстеровое волокно(синтепух)	50 50	1,0	Поливинилацетат (50%) + вода (50%)
3	Отход шерсти + полиэстеровое волокно(синтепух)	45 55	1,0	Поливинилацетат (40%) + вода (60%)
4	Отход шерсти + полиэстеровое	50 50	1,0	Поливинилацетат (20%) + вода(80%)

	волокно(синтепух)			
5	Отход шерсти + полиэстеровое волокно(синтепух)	50 50	1,0	Поливинилацетат (80%) + вода (20%)
6	Отход шерсти + полиэстеровое волокно(синтепух)	50 50	0,5	(квинтол)
7	Отход шерсти + полиэстеровое волокно(синтепух)	50 50	1,0	(квинтол)
8	Отход шерсти + шерсть+ полиэстер овое волокно(синтепух)	50 25-25	1,0	(квинтол)
9	Отход шерсти + полиэстеровое волокно(синтепух) + шерсть	33,3 33,3 33,3	0,5	иглопробивной и валяльно-войлочный метод соединения
10	Отход шерсти + полиэстеровое волокно(синтепух) + шерсть+ полиэстеровое волокно(синтепух) + шерсть	20 20 20 20 20	0,5	иглопробивной и валяльно-войлочный метод соединения

В табл.3 видны результаты эксперимента получения образца нового текстильного нетканого материала. При получении образцов № 1,2,3,4 и 5 в качестве связующего использован раствор поливинилацетатной дисперсии, после сушки материала было замечено что, клей значительно затвердел. Это делает полотно твердым и не пригодным к использованию в бытовых целях. Образцы № 9 и 10, где был использован комбинированный (иглопробивной и валяльно-войлочный) метод соединения, показали лучшие свойства. Они на ощупь мягкие и приятные также обладают хорошими гигиеническими и теплозащитными свойствами.

Настоящая смесовая ткань обладает дополнительными свойствами, нежели состоящая только из шерсти или из синтетических волокон. Она прочная и вместе с тем легкая. Также для того чтобы придать дополнительных защитных свойств, полученному новому текстильному материалу предлагается, в качестве пропитки - ultra guard tehtile.

Ultra guard tehtile - разработано российскими учеными с применением новейших нанотехнологий. Состав предназначен для обработки разнообразных текстильных материалов и изделий. В результате обработки составом ULTRA GUARD TEXTILE, вокруг волокон ткани образуется нанопленка – невидимая для глаз, неосязаемая на ощупь, которое не влияя на свойства ткани обеспечивает ее водонепроницаемостью. Исследовательская работа продолжающаяся, следующим этапом эксперимента будет определение физико-механических свойств полученных материалов.

Список литературы

1. В.В.Хамматова, И.Ш.Абдуллин, К.Э.Разумеев, Технология повышения защитных свойств текстильных материалов для одежды специального назначения //Швейная промышленность.— 2015— № 1,2. - С. 42-44
2. ГОСТ EN 340-2012 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Одежда специальная защитная. Общие технические требования [Электронный ресурс] – Режим

доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200101342> / (15.08.2013), свободный – Загл. с экрана.- Яз. рус.

3. Зачем нужна спецодежда [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://torgreklama.ruprom.net/a94058-zachem-nuzhna-spetsodezhda.html> / (22.11.2012), свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.

4. К.Э.Разумеев, К.Л.Девин, Многослойный радиопологающий нетканый материал для создания защитной одежды //Швейная промышленность. —2013—№5.- С.17-19

5. Л.Г.Ступалова, Современное состояние рынка производства и потребления спецодежды // Швейная промышленность. —2012—№3.- С.16-17

6. Л.Т.Бахшиева, Л.А.Конина, Изучение свойств новых тканей для пошива армейской одежды // Швейная промышленность. –2007—№6.– С.54-55

7. Припеченкова, И.С. Проектирование тканей для водозащитной одежды [Текст] /И.С. Припеченкова, О.В. Метелева, В.В.Веселов//Изв. вузов. Технология текст, промышленности. —1999, № 3. -С. 86-91.

8. С.Б. Оренбаев, Г.В. Савельев, С.В. Климашевский, Современные технологии переработки волокон в высококачественные текстильные материалы // Швейная промышленность.— 2012— № 4. - С. 28-29

УДК 687.03:67/68

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ПРИЗВОДСТВЕ ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Турусбекова Н.К., к.т.н., доцент, КГТУ им. И. Раззакова, каф. Технология и конструирование изделий легкой промышленности, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр.Мира, 66, e-mail: turusbekova1101@gmail.com

Суйналиева Б.Б. магистрант, гр ТИЛПм-1-16, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Мира, 66, e-mail:bakaevabermet@gmail.com

Аннотация. В данной статье проведен обширный анализ литературных источников по нынешнему состоянию производства новых текстильных материалов и области их применений. Проведенный анализ показал, что производство тканей из синтетических волокон увеличивается с каждым годом. В настоящее время текстильными производствами изготавливаются принципиально новые качественные синтетические материалы, отвечающие требованиям современного ритма жизни, технологий и потребностей общества и не уступающие по своим гигиеническим свойствам натуральным материалам благодаря использованию современных разработок. Такие материалы востребованы для изготовления разнообразных инновационных изделий легкой промышленности, и в ближайшем будущем спрос на них будет только расти. Учитывая результаты исследований, в статье приведена схема перспективных материалов в производстве изделий легкой промышленности. Сфера применения новых материалов в нашей республике постоянно растет и варьируется от домашнего текстиля до одежды специального назначения. Авторами были рассмотрены сферы использования данных материалов в различных отраслях промышленности Кыргызской Республики.

Ключевые слова: Текстильные материалы, технический текстиль, нанотехнологии, спецодежда, «умный» текстиль, агротекстиль, инновация, комплексные материалы, синтетические волокна, брезентовая ткань.

PERSPECTIVE MATERIALS IN THE PRODUCTION OF LIGHT INDUSTRY PRODUCTS

Turusbekova N. K. PhD(Engineering), Associate Professor Kyrgyzstan, 720044, c. Bishkek, KSTU named after I. Razzakov, e-mail: turusbekova1101@gmail.com

Suynaliev B.B. undergraduate Gr TPLIm-1-16, Kyrgyzstan, 720044, c. Bishkek, KSTU named after I. Razzakov, bakaevabermat@gmail.com

Abstract. In this article, the vast analysis of literary sources was conducted on the present state of production of new textile materials and area of their applications. The conducted analysis showed that the production of fabrics from synfils increased with every year. Presently textile productions are make fundamentally new quality synthetic materials answering the requirements of modern rhythm of life, technologies and necessities of society and not yielding on the hygienical properties to natural materials due to the use of modern developments. Such materials are in demand for manufacturing various innovative products of light industry, and in the near future the demand for them will only grow. Taking into account the results of the research, the article presents a scheme of promising materials in the production of light industry products. The scope of application of new materials in our country is constantly growing and varies from home textiles to special clothes. The authors considered the use of these materials in various industries of the Kyrgyz Republic.

Keywords: Textile materials, technical textiles, nanotechnology, overalls, “smart” textiles, agrotexile, innovation, integrated materials, synthetic fibers, canvas cloth.

Как показал анализ литературных источников, на данный момент в мире каждый год задействуется 48 млн. т. текстильных волокон, из них 28 млн.т.- химические волокна [12]. В дальнейшем предполагается стабильный рост производства химических волокон. За последние несколько десятилетий ведущее место, как по абсолютному объему производства, так и по среднегодовым темпам прироста, сохраняется за полиэфирными (ПЭФ) волокнами и нитями. По годовому объему производства (более 18 млн. т) они вышли на лидирующие позиции не только среди химических волокон (доля - около 60 %) [12], но и всех видов текстильного сырья (доля - около 35 %), включая хлопок.

На рис. 1. показана доля различных волокон при производстве текстильных материалов.

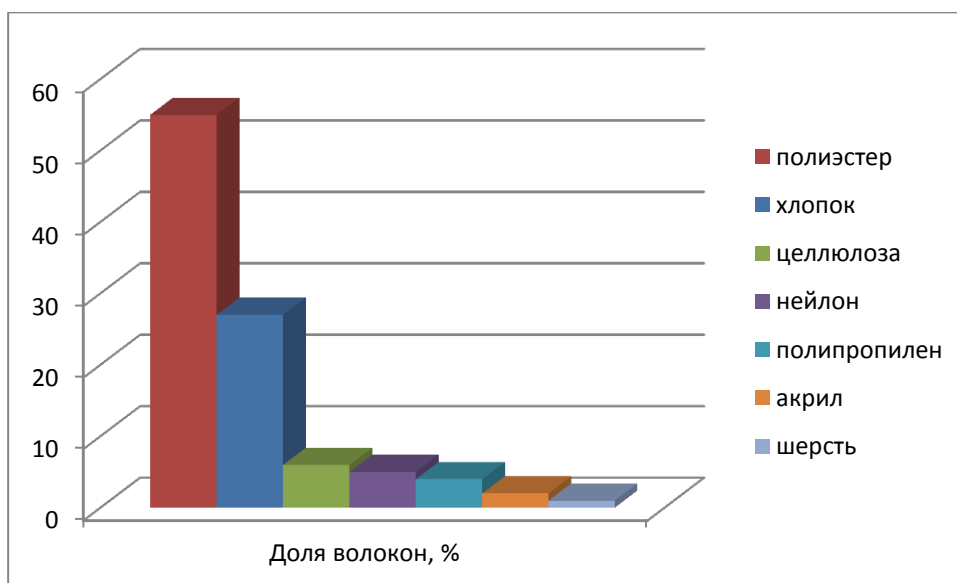


Рис.1. Доля различных волокон при производстве текстильных материалов

К 2025 году доля производства тканей и комплексных нитей из синтетических волокон в мировых масштабах увеличится до 60 % [4]. Особенно перспективными материалами являются: производство синтетических тканей из пряжеподобных синтетических нитей, особенно полиэфирных, полипропиленовых, полиамидных, а также такие материалы, как грета, брезентовая ткань, кордура, гобелен, синтепух, тайвек, кирза и др.

Увеличивается спрос на изделия из химических волокон в сфере домашнего текстиля, в строительстве, в производстве отделочных материалов, в автомобильно-транспортном производстве, в производстве спецодежды, упаковок, в медицине, в сельском хозяйстве и т.д. (рис.2). Следовательно, актуальной тенденцией изучений в области развития текстильной промышленности является разработка новых решений, направленных на создание новых перспективных материалов в полимерных, полимерноволокнистых, полимерцементных, комплексных (дублированных) и других композиционных материалах для удовлетворения потребностей современного рынка.

Натуральные ткани всегда пользовались спросом. Вместе с тем, ведущие специалисты полагают, что в настоящее время мало использовать материалы только из натуральных волокон. Учитывая это, вместе с натуральными тканями, которые включают в себя волокна крапивы, бамбука, тростника, рами используются и нанотехнологические разработки [1, 3]. Ткани, созданные с использованием нанотехнологий, уже активно применяются в различных сферах, наиболее заметно это в таких отраслях как (рис.2): медицина, военное дело, авиация и космос, автомобилестроение и др. Например, разработан материал, в котором закрепляются наночастицы серебра, в итоге ткань обладает антимикробными свойствами, поэтому его широко применяют в медицине [7]. Также создан новый мембранный материал гортэкс (Gore-tex), который имеет специальную защитную пленку толщиной всего несколько микрон. Данный материал является водонепроницаемым, воздухопроницаемым, долговечным [10].

Другой пример применения нанотехнологий - получение различных потребительских эффектов с помощью нанесения и закрепления на текстиле различных структур-контейнеров: нанокапсулы, липосомы, макроциклические химические соединения с нанополостями внутри цикла. Далее в эти контейнеры устанавливают специальные вещества с различными свойствами, которые в будущем повлияют на качество материала изделия. Благодаря этим веществам, одежда приобретает новые свойства как: водо- и маслоотталкиваемость, высокая механическая прочность, защита от УФ-излучения, антимикробные, лечебные, огнезащитные, грязеотталкивающие свойства [3].

Нынешнее состояние в текстильной промышленности можно сформулировать таким образом, что современные достижения опережают существующие материаловедческие возможности и стандартизированные нормативы. В настоящий момент существует продукция с антимикробными свойствами, проведены поисковые работы по созданию биологически активных наноструктурированных полимерно-текстильных материалов с "дышащими" и водонепроницаемыми покрытиями на основе полимеров [13]. Обоснован уникальный способ введения модифицирующих добавок [8] в полимерные пленки и волокна, позволяющий получать широкий спектр новых негорючих полимерных материалов, обеспечивающих надежную противопожарную безопасность. Резко активизируются работы по созданию нового ассортимента "умного текстиля" [6], такие материалы должны уметь "следить" за сердечным ритмом человека, вводить, если необходимо, соответствующие лекарства или купировать раны, сигнализировать о самочувствии больного. Одежда из "умных" тканей может самоочищаться, поддерживать требуемую температуру в пододежном пространстве, нейтрализовать химические отравляющие вещества [6], обладать свойствами бронежилета. Разработаны ткани-"хамелеоны", которые способны менять свой окрас в зависимости от внешних факторов [11]. Такие ткани используют для военного камуфляжа.

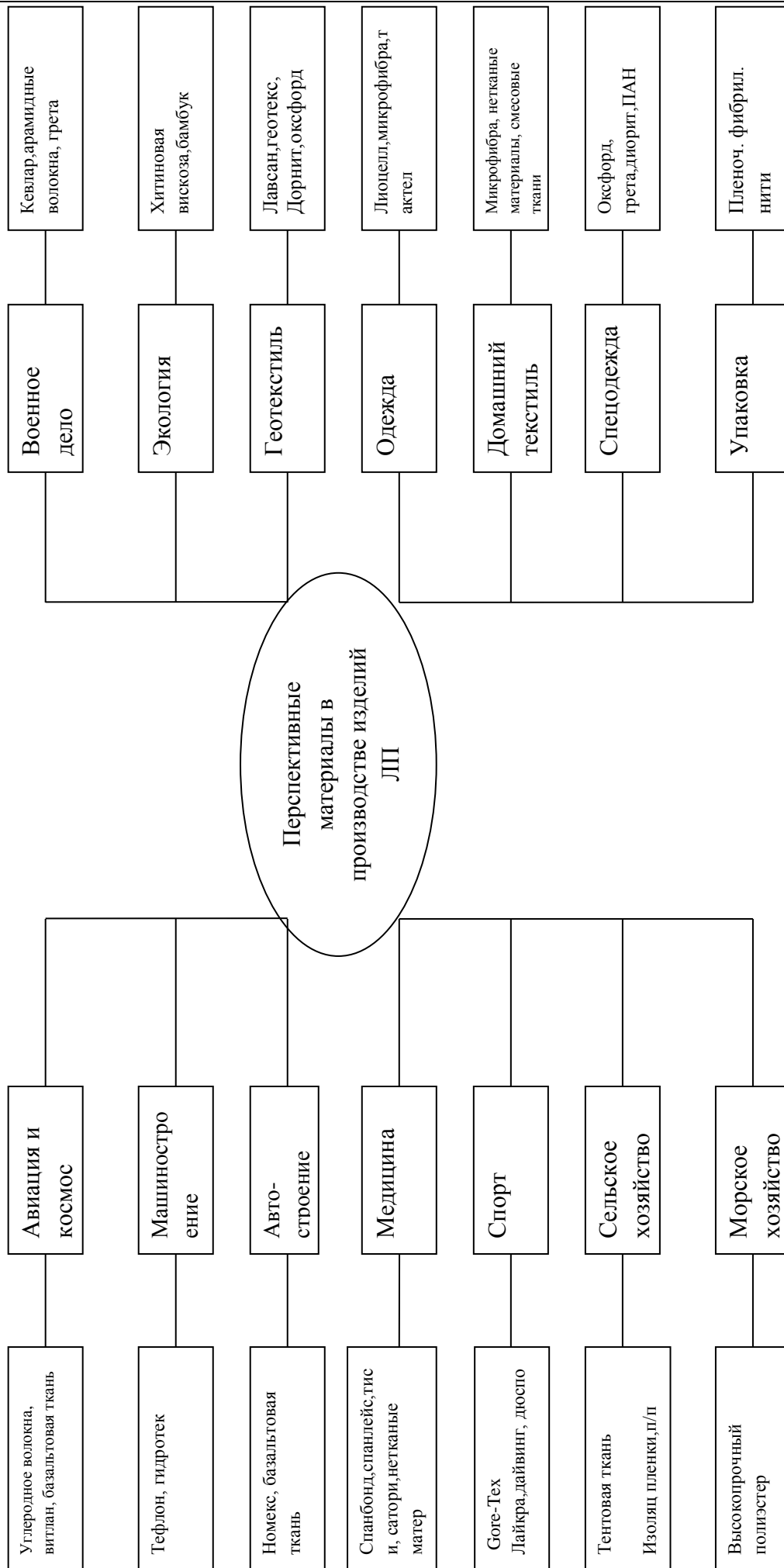


Рис.2. Перспективные материалы в производстве изделий легкой промышленности

Современные тенденции применения нанотехнологий в сфере текстиля можно поделить на две группы: [2] - принципиально новые материалы и усовершенствованные старые, получившие новые функции. Принципиально новыми материалами занимаются научные институты (США, Россия, Южная Корея, Европа), которые занимаются изучением тканей для специальной одежды. Разработки позже могут стать доступными для производителей обычной одежды. Другие специалисты [12, 3, 10, 14] стараются улучшить то, что уже есть, например, шерстяные ткани, хлопчатобумажные ткани, создать аналоги натуральных тканей.

Текстильные изделия нового поколения более приспособлены к потребностям человека, обладают многофункциональными и комфортными свойствами, поддерживают здоровье человека, позволяют значительно повысить безопасность среды его обитания. Использование одежды на основе нового поколения «синтетики» позволяет повысить работоспособность организма в экстремальных условиях. В связи с этим, как было отмечено выше синтетические волокна существенно потеснили натуральные и искусственные волокна в производстве некоторых видов изделий. Синтетические материалы очень широко используются для производства современной модной одежды, спецодежды, одежды для экстремальных условий и спорта.

В последнее время значительная часть инноваций приходится на перспективные материалы технического назначения, например, в качестве текстильной основы или компонентов комплексных материалов. Данные материалы широко распространены в различных отраслях, таких как сельское хозяйство, швейная промышленность (прокладочные и вспомогательные материалы), строительство и машиностроение, медицина, спорт, защита окружающей среды, специальный защитный текстиль и др. Анализ литературных источников показал, что темп роста рынка технического текстиля значительно выше, чем других секторов, и составляет около 4 % в год [2].

Изначально производство текстильных материалов технического назначения осуществлялось только в таких странах как: США, Европа и Япония, но на сегодняшний момент на этом рынке активно участвуют страны Азии и Среднего Востока, что объясняется, в первую очередь, отсутствием необходимости вложения больших материальных средств и более коротким технологическим циклом их производства по сравнению с классическими видами текстиля. В странах ЕС отрасль технического текстиля занимает 30 % от общего оборота текстильной индустрии [5].

Анализ рынка перспективных материалов для изделий легкой промышленности нашей республики показал (рис. 3), что крупные торговые точки реализации и пошива изделий из таких материалов сосредоточены в двух крупных городах страны. В остальных регионах данные материалы используют в основном для пошива домашнего текстиля и одежды.

Области использования материалов	Рынок	Страна(фирма) изготовитель
Одежда	г.Бишкек, г. Ош, г.Кара-Балта, г.Джалал-Абад	Китай,Корея,Турция, Узбекистан, Россия
Домашний текстиль	г.Бишкек г. Ош	Турция ,Германия, Китай,Россия
Медицина	г.Бишкек г. Ош	Китай, Беларусь, Россия
Защитный	г.Бишкек г. Ош	БеларусьОАО «Сукно»,Россия, Китай

Спорт	г.Бишкек г. Ош	Китай, Южная Корея, Турция, Россия
Авто-транспорт	г.Бишкек г. Ош	Россия,Германия, Китай,Россия

Рис.3. Анализ рынка перспективных материалов для изделий легкой промышленности в Кыргызстане.

Выводы: По результатам анализа состояния проблемы, тенденцией исследований в области развития текстильной промышленности является рост значимости синтетических материалов, которые применяются практически во всех отраслях промышленности.

В работе определены перспективные материалы в производстве изделий легкой промышленности Кыргызской Республики и обозначены основные области их применения. В связи с чем необходимо:

- разработать номенклатуру показателей качества перспективных материалов;
- разработать карту технического уровня перспективных материалов;
- провести оценку качества материалов, импортируемых на рынок Республики.

Список литературы

1. Букина Ю. А. Получение антибактериальных текстильных материалов на основе наночастиц серебра посредством модификации поверхности текстиля неравновесной низкотемпературной плазмой [Текст] / Букина Ю. А. – М.: Вестник Казанского технологического университета, 2012 - №7. - С. 125-128.
2. Бутов А. М. Рынок продукции текстильного производства [Текст] / Бутов А. М. – М.: Вестник Казанского технологического университета, 2017 - С. 22-25
3. Васильева Н. Г., Нанотехнологии в текстильной промышленности [Текст] / Васильева Н. Г. – М.: Вестник Казанского технологического университета, 2011 - № 12- С. 208
4. Гарифуллина Г. А. Особенности технологической обработки швейных изделий из полиэфирных волокон [Текст] / Гарифуллина Г.А. - М.:Вестник Казанского технологического университета, 2015 – Т-18. № 9. С.- 160-163.
5. Гришанова А.А. Технический текстиль как перспективное направление развития конкурентоспособной промышленности Татарстана [Текст] / Гришанова А.А. – М.: Вестник Казанского технологического университета, 2011- С. 191-195
6. Гусев Б.Н. Текстильное материаловедение перед технологическим рывком [Текст] / Гусев Б.Н. – М.: Вестник Казанского технологического университета, 2011
7. Енеке М. Мировой рынок технического текстиля: влияние кризиса, тенденции, перспективы [Текст] / Енеке М. – М.: Технический текстиль № 24, 2010.
8. Зайцева М.Ю. Перспективные технологии для выпуска нового ассортимента продукции технического и стратегического с комплексом защитных свойств на основе применения токопроводящих волокон полиэтилена [Текст] / Зайцева М.Ю. – М.: Вестник Казанского технологического университета, 2011 - № 9 - С.210
9. Легкая промышленность: «Умные» ткани для разных сфер жизни [Текст] / ИСИЭЗ. 2017
10. Рязанцева С.И. Инновационные направления совершенствования материалов для изготовления военной формы [Текст] / Рязанцева С.И. Евразийский союз ученых, 2016 - С 59-61.
11. Салимова А.И. Применение полимеров в производстве текстильных материалов со специфическими свойствами [Текст] / Салимова А.И. - М.: Вестник Казанского технологического университета, 2004 - № 16-С. 309-314

12. Хузина Л.М. Полимерные материалы в производстве спортивной одежды [Текст] / Хузина Л.М. – М.: Вестник Казанского технологического университета, 2011 - Т.15, №18-С. 171-174.

13. Яковлева Т.В. Анализ преимуществ полимерных текстильных материалов [Текст] / Яковлева Т.В. – М.: Вестник Казанского технологического университета, 2015 - №10.-С.105-110

ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 631.67 - 03; 543

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ ВОД ДЛЯ ОРОШЕНИЯ
ЗЕМЕЛЬ СОКУЛУКСКОГО РАЙОНА ЧУЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

Белоконь Павел Игоревич – старший преподаватель кафедры информационные системы в экономике, КГТУ им.И.Раззакова, г.Бишкек, Кыргызская Республика. ORCID ID/0000-0002-8814-7853

Белоконь Светлана Ивановна – зав.лабораторией мониторинга поверхностных вод, Кыргыз НИИ ирригации, г.Бишкек, Кыргызская Республика. ORCID ID /0000-0001-7667-9134

Тимова Юлия Александровна – старший научный сотрудник лаборатории мониторинга поверхностных вод, Кыргыз НИИ ирригации, г.Бишкек, Кыргызская Республика. ORCID ID /0000-0002-2764-1655

Юсупов Ильдар Аблаханович – старший преподаватель кафедры информационные системы в экономике, КГТУ им.И.Раззакова, г.Бишкек, Кыргызская Республика. ORCID ID /0000-0003-0316-0862

Аннотация. В современных условиях нарастающей антропогенной нагрузки на водные ресурсы оценка качества воды на орошение направлена на решение таких важнейших вопросов, как охрана окружающей среды, сохранение плодородия почв и получение запланированных урожаев сельхозкультур.

При мелиорации орошаемых массивов образуется значительный объем коллекторно-дренажных вод, которые могут использоваться как дополнительные источники воды для орошения. В условиях дефицита пресной воды масштаб использования таких вод на орошение охватывает целые оросительные системы.

Объектом исследования по теме являются коллекторно-дренажные воды Сокулукского района, впадающих в Атбашинский канал. В данной статье описывается состояние коллекторно-дренажных вод на современном уровне на примере Сокулукского района.

При использовании коллекторно-дренажных вод для орошения необходимо знать их химические свойства, содержание биогенных элементов и органических загрязнителей. По мнению Карыбекова Ч.К., главного инженера Мелиоративно-гидрогеологической экспедиции, в связи с дефицитом оросительной воды в Чуйской долине, особенно в ее северо-западной части, вопрос об использовании коллекторно-дренажных вод на орошение, имеет важное хозяйственное значение.

Настоящая работа будет посвящена обоснованию использования коллекторно-дренажных вод на орошение, а также разработке мероприятий по улучшению качества воды, включающих разбавление и подбор солеустойчивых культур.

Ключевые слова: Качество воды, коллекторно-дренажные воды, дренажный сток, минерализация, химический состав, водородный показатель pH, растворенный кислород, биогенные элементы, органические загрязнители, тяжелые металлы.

**USE OF COLLECTOR AND DRAINAGE WATER FOR IRRIGATION OF LAND
IN THE SOKULUK RAYON, CHUI OBLAST**

Paul I. Belokon – Senior lecturer at chair of Information systems in economics, KSTU named after I. Razzakov, Bishkek, KR, ORCID ID/0000-0002-8814-7853

Svetlana I. Belokon – Head of Laboratory for surface water monitoring, Kyrgyz Research Irrigation Institute Bishkek, KR, ORCID ID /0000-0001-7667-9134

Julia A. Titova – Senior research officer of Laboratory for surface water monitoring, Kyrgyz Research Irrigation Institute Bishkek, KR. ORCID ID /0000-0002-2764-1655

Ildar A. Yusupov – Senior lecturer at chair of Information systems in economics, KSTU named after I. Razzakov, Bishkek, KR. ORCID ID /0000-0003-0316-0862

Annotation. Under current conditions of the increasing human impact on water resources, quality assessment for irrigation water focuses on such urgent issues as environment protection, soil fertility maintenance and reaching any planned crop harvest levels.

While irrigating arable areas, significant volumes of collector and drainage water occur that could be used as additional source of irrigation water. If there is lack of fresh water, using such water or irrigation can cover whole irrigation schemes.

The object studied is collector and drainage water flowing to the Atbashy canal in the Sokuluk rayon. This article describes the current status of collector and drainage water in terms of the Sokuluk rayon.

While using collector and drainage water for irrigation, it is necessary to know its chemical composition, concentrations of biogenic elements and organic pollutants. According to Ch. K. Karybekov, Chief Engineer of Ameliorative and Hydrogeological Expedition, due to lack of irrigation water in the Chu valley, especially in its north-west part, an issue of drainage water used for irrigation is a matter of economic importance.

This article is dedicated to justify drainage water use for irrigation and to develop some activities for water quality improvement including its dilution and selection of salt resistant crops.

Key words: Water quality, collector and drainage water, drainage flow, mineralization, chemical composition, hydrogen index pH, dissolved oxygen, biogenic elements, organic pollutants, heavy metals.

Введение. В современных условиях нарастающей антропогенной нагрузки на водные ресурсы оценка качества воды на орошение направлена на решение таких важнейших вопросов, как охрана окружающей среды, сохранение плодородия почв и получение запланированных урожаев сельхозкультур.

При мелиорации орошаемых массивов образуется значительный объем коллекторно-дренажных вод, которые могут использоваться как дополнительные источники воды для орошения. В условиях дефицита пресной воды масштаб использования таких вод на орошение охватывает целые оросительные системы.[3]

Актуальность исследования. В связи с формированием значительного объема КД вод при мелиорации крупных орошаемых массивов, а также повышением минерализации воды в источниках орошения под влиянием антропогенной нагрузки, возрастает необходимость использования на орошение вод повышенной минерализации. Для обоснования возможности применения для орошения вод повышенной минерализации требуется решение целого комплекса практических задач, основными из которых являются оценка ущерба, наносимого повышенным содержанием солей в почвенном растворе, росту и развитию сельскохозяйственных растений и разработка мероприятий по сведению этого ущерба к минимуму. Для предупреждения этих негативных процессов и повышения экологической

безопасности гидромелиоративных систем необходимо решение проблемы повышения качества и рационального использования коллекторно-дренажных вод. Поэтому весьма актуальным является внутрисистемное использование коллекторно-дренажных вод.

Настоящая работа посвящена обоснованию использования коллекторно-дренажных вод на орошение, а также разработке мероприятий по улучшению качества воды, включающих разбавление и подбор солеустойчивых культур.

Новизна проводимых исследований заключается в получении результатов на основе научно обоснованного метода оценки качества КД воды с учетом направленности почвенно-мелиоративных процессов при орошении.

Объектом исследования по теме являются коллекторно-дренажные воды коллекторов Сокулукского района, впадающих в Атбашинский канал.

Цель работы - оценка возможностей использования коллекторно-дренажных вод для целей орошения в условиях Чуйской долины на основании мониторинга

Методы исследования и аппаратура:

Определение качества дренажной воды проводилось по методам, утвержденным ГОСТами. Контроль качества анализов проводился с использованием аттестованного государственного образца (ГСО) с определенным численным значением исследуемых ингредиентов.

Анализы выполнялись на следующей аппаратуре: рН-метре ЛПМ-60, фотоколориметре ФЭК-56, анализаторе ТА-2, электронных весах. Полученные результаты обрабатывались на компьютере с помощью специально разработанной программы.

Новизна исследований заключается в том, что последние 20 лет работ по рекомендации использования коллекторно-дренажных вод для орошения в Кыргызстане не проводилось. Из-за снижения финансовых вложений и отсутствия комплексного ремонта оросительной и коллекторно-дренажной сети в Чуйской области не происходит значительного улучшения мелиоративной обстановки.[1]

Методика исследований. Исследование химического состава КД вод проводилось в полевых условиях во время экспедиционных выездов и в лаборатории. В месте отбора проб определялись: температура воды, содержание карбонатов и гидрокарбонатов. Производилась зарядка в отдельные полиэтиленовые склянки проб воды для определения органических загрязнителей и биогенных веществ.

В лаборатории химический состав воды определялся согласно методам, утвержденным ГОСТами (таблица 1).

рН измерялась электрометрически на рН-метре ЛПМ-60 с применением стеклянного электрода.

Определение общей щелочности проводилось прямым титрованием исследуемой воды раствором соляной кислоты в присутствии индикатора метилового красного с последующим продуванием воздуха, лишённого CO_2^{2-} . Одновременно с ионами HCO_3^- определяются ионы CO_2^{2-} , если они присутствуют в пробе, с индикатором фенолфталеином.

Содержание ионов хлора определялось объемным аргентометрическим методом по Мору, основанным на малой растворимости AgCl , выпадающего в осадок при добавлении AgNO_3 к исследуемой пробе. В качестве индикатора использовался раствор хромовокислого калия.

Таблица 1 - Показатели качества оросительной воды и методы их определения

Показатель	Метод анализа
<u>Первая группа</u>	
Основные мелиоративные показатели	
Водородный показатель	Потенциометрический метод со стеклянным электродом
Температура, t ⁰ C	Измерение ртутным термометром или датчиком с термисторами
Минерализация $\sum u$	Расчетный метод как сумма катионов и анионов
Сухой остаток	ГОСТ 18164-72
Кальций (Ca ²⁺)	ГОСТ 23268.5-78
Магний (Mg ²⁺)	ГОСТ 23268.5-78
Натрий (Na ⁺)	ГОСТ 23268.6-78
Калий (K ⁺)	ГОСТ 23268.6-78
Сульфаты (SO ₄ ²⁻)	ГОСТ 4389-72
Хлориды (Cl ⁻)	ГОСТ 4245-72
Карбонаты (CO ₃ ²⁻)	ГОСТ 26449.1-85
Гидрокарбонаты (HCO ₃ ⁻)	ГОСТ 26449.1-85
Минеральные питательные вещества	
Аммонийный азот (NH ₄ ⁺)	ГОСТ 4192-82
Нитриты (NO ₂ ⁻)	ГОСТ 4192-82
Нитраты (NO ₃ ⁻)	ГОСТ 18826-73
Фосфаты (PO ₄ ³⁻)	ГОСТ 18309-72
Микроэлементы	
Железо (Fe общ.)	ГОСТ 4011-72
Медь (Cu ²⁺)	ГОСТ 4388-72
Цинк (Zn ²⁺)	ГОСТ 18293-72
<u>Вторая группа</u>	
Токсические органические соединения	
Фенолы	ГОСТ 264421-85
Нефтепродукты	ГОСТ 26449.1-85
Детергенты (СПАВ)	ГОСТ 26449.2-85
Санитарные показатели	
БПК ₅	ИСО 5815
ХПК (бихроматная окисляемость)	Бихроматный метод

ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ ВОД

Химический и газовый состав коллекторно-дренажной воды.

Для наблюдения за химическим и газовым составом КД воды отбирались пробы в 3-х коллекторах: К-11, К-11-6 и К-12 (рис 1.)

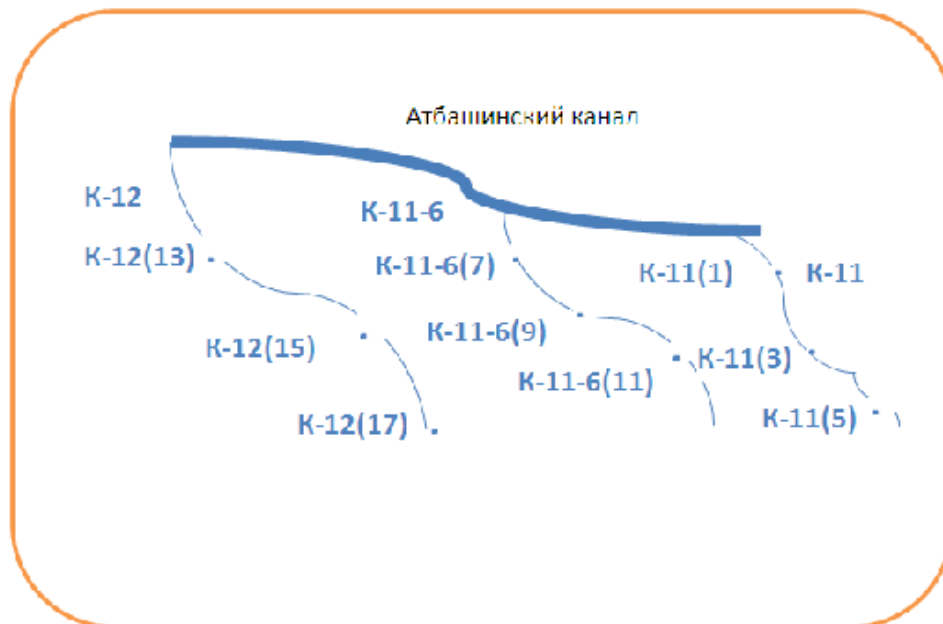


Рис.1. Схема отбора проб коллекторно-дренажной воды для выполнения полного химического анализа

В каждом коллекторе минерализация и показатель рН измерялись с помощью переносного рН-метра и солемера TDS-meter(hold). Результаты анализов приведены в таблице 2.

Биогенные элементы.

К числу загрязнителей коллекторных вод относятся удобрения, выносимые с орошаемых массивов. Поступая в открытые водоемы, коллекторные воды приводят к их загрязнению азотом, фосфором и калием. Известно, что азот удобрений используется растениями всего на 38-43%, а остальное выносится с дренажным стоком. Вынос фосфора – не более 2%, калия – 10-15%.[4]. Содержание биогенных элементов в дренажной воде представлены в таблице 3.

Таблица 2 – Результаты химических анализов дренажной воды

№ пробы	Место отбора	Анионы, мг/л / мг-экв				Катионы, мг/л / мг-экв				Минерализация, г/л
		CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺		
1	К-11 (1)	-	232.0 3.80	142.0 3.40	1276.0 26.56	251.0 12.50	140.0 11.50	238.0 10.36	2278.0	
2	К-11 (3)	-	232.0 3.80	128.0 3.60	1218.0 25.36	251.0 12.50	140.0 11.50	201.0 8.76	2169.0	
3	К-11 (5)	-	293.0 4.80	128.0 3.60	1564.0 32.56	271.0 13.50	188.0 15.50	275.0 1.95	2718.0	
4	К-11-6 (7)	-	269.0 4.40	149.0 4.20	1292.0 26.90	251.0 12.50	152.0 12.50	241.0 10.50	2353.0	
5	К-11-6 (9)	-	232.0 3.80	128.0 3.60	1395.0 29.04	215.0 12.50	182.0 15.00	206.0 8.94	2393.0	
6	К-11-6 (11)	-	207.0 3.40	138.0 3.90	1123.0 23.39	190.0 9.50	164.0 13.50	177.0 7.69	2000.0	
7	К-12 (13)	-	232.0 3.80	128.0 3.60	1230.0 25.62	220.0 11.00	164.0 13.50	196.0 8.52	2170.0	
8	К-12 (15)	-	244.0 4.00	128.0 3.60	1115.0 23.22	230.0 11.50	134.0 11.00	191.0 8.32	2042.0	
9	К-12 (17)	-	232.0 3.80	106.0 3.00	1103.0 22.96	220.0 11.00	164.0 13.50	121.0 5.26	1947.0	

Таблица 3 - Содержание биогенных элементов в дренажной воде, мг/л

Место отбора пробы	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	N _{общ.}	P _{общ.}	K _{общ.}
К-11 (1)	0.01	0.57	0.29	0.87	0.010	2.60
К-11(3)	0.02	0.63	0.34	0.99	0.010	3.20
К-11 (5)	0.01	0.70	0.27	0.98	0.013	4.00
К-11-6 (7)	0.04	0.90	0.30	1.24	0.011	1.20
К-11-6 (9)	0.03	1.01	0.50	1.54	0.005	0.99
К-11-6 (11)	0.01	0.84	0.36	1.21	0.004	0.79
К-12 (13)	0.02	0.62	0.44	1.08	0.014	1.96
К-12 (15)	0.02	0.40	0.39	0.81	0.004	2.21
К-12 (17)	0.03	0.52	0.49	1.04	0.001	2.23

Одним из важных показателей загрязнения водных источников является наличие органического вещества в высоких концентрациях.

Содержание органических веществ было определено по величине перманганатной, бихроматной окисляемости и пятисуточному биохимическому потреблению кислорода (таблица 4).

Таблица 4 – Величина окисляемости и биохимическое потребление кислорода в сточной и оросительной воде, мг O₂/дм³

Место отбора пробы	Окисляемость перманганатная	Окисляемость бихроматная	БПК ₅
К-11 (1)	8.96	29.37	5.83
К-11(3)	5.44	19.58	4.51
К-11 (5)	6.72	22.84	7.49
К-11-6 (7)	4.80	26.11	2.15
К-11-6 (9)	7.68	39.16	4.44
К-11-6 (11)	6.08	29.37	8.12
К-12 (13)	11.20	26.11	5.55
К-12 (15)	12.48	27.14	3.46
К-12 (17)	9.07	22.16	7.85

Результаты работы. Собраны данные о качестве коллекторно-дренажной воды Сокулукского района, используемой для целей орошения. Отобраны пробы воды на анализ во всех запланированных точках.

Во всех пробах воды, согласно существующих ГОСТов проведены физико-химические анализы, а также определено содержание биогенных элементов и органических загрязнителей, и определена пригодность дренажного стока для орошения.

Результаты анализов сравнивались с нормами ПДК.

Рассчитано содержание токсичных солей, тип и степень минерализации, класс воды по степени опасности хлоридного засоления, натриевого и магниевого осолонцевания и содообразования (таблица 5).

Место отбора пробы	Класс воды по степени опасности				SAR*	Характеристика пригодности воды по SAR*
	Хлоридного засоления	Натриевого осолонцевания	Магниевого осолонцевания	Содообразования (CO ₃ ²⁻ +HCO ₃ ⁻)-(Ca ²⁺ +Mg ²⁺)		
	Cl ⁻	Ca ²⁺ /Na ⁺	Ca ²⁺ /Mg ²⁺			
К-11 (1)	2	2	1	1	7.89	Возможно накопление солей в почве
К-11(3)	2	2	1	1	6.69	Возможно накопление солей в почве
К-11 (5)	2	2	2	1	8.81	Возможно накопление солей в почве
К-11-6 (7)	2	2	2	1	8.06	Возможно накопление солей в почве
К-11-6 (9)	2	2	2	1	6.50	Возможно накопление солей в почве

К-11-6 (11)	2	2	2	1	5.88	Возможно накопление солей в почве
К-12 (13)	2	2	2	1	6.46	Возможно накопление солей в почве
К-12 (15)	2	2	1	1	6.56	Возможно накопление солей в почве
К-12 (17)	2	1	2	1	4.01	Возможно накопление солей в почве

Выводы.

1. Минерализация коллекторно-дренажных вод изменяется в пределах 1947.0-2353 мг/л, по составу дренажная вода сульфатно-кальциево-магниевно-натриевая, по степени минерализации – слабосоленоватая.
2. Содержание соды в пределах допустимых концентраций.
3. Содержание питательных элементов незначительное. Общий азот составляет 0.81-1.54 мг/л, фосфор – 0.01-0.014 мг/л, калий – 0.79-4.00 мг/л.
4. Концентрация органических загрязнителей по ХПК составляет 19.58-39.60 мг/л, по БПК₅ – 2.15-8.20 мг/л. Нефтепродукты, фенолы и СПАВ обнаружены в следовых концентрациях.
5. По содержанию токсичных и нетоксичных солей вода опасности не представляет.
6. По приведенной классификации дана оценка качеству дренажной воды как воде 2 класса, т.е. использование ее на орошение на почвах тяжелого механического состава и при слабой дренированности орошаемой территории способствует развитию процессов содообразования и засоления, снижению урожайности сельхозкультур на 5-8 %.
7. Показатель SAR* >6, поэтому при использовании воды на орошение возможно осолонцевание почв.
8. При использовании данных коллекторно-дренажных вод рекомендовано высаживать солеустойчивые культуры или разбавлять их пресной водой.

Список литературы

1. Алекин О.А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А. Руководство по химическому анализу вод суши.- Ленинград: Гидрометеоиздат, 1973, 269 с.
2. Алекин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеоиздат, 1970
3. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: «МГУ», 1970, 487 с.
4. Баскаченко И.Н. Использование природных минерализованных вод в сельском хозяйстве. Л., 1975, с. 6-29
5. Безднина С.Я. Качество воды для орошения: принципы и методы оценки. - М.: «РОМА», 1997, 185 с
6. Безднина С.Я., Карманчук А.С., Пирматов А.П. Требования к качеству воды для орошения сельскохозяйственных культур в условиях Киргизии. Ф., 1990, 42 с.
7. Карманчук А.С., Пирматов А.П. Нормирование качества воды для орошения. - ЦБНТИ Госконцерн «Водстрой», М., 1990, 4 с.
8. Нестерова Г.С. Возможность использования соленых вод для орошения сельскохозяйственных культур. Обзорная информация. М., 1972, 99 с.
9. Определение пригодности вод для орошения по химическому составу. В помощь проектировщику. – М.: Росгипрводхоз, 1974, 21 с.

10. Панков Е.И., Прохоров А.Н. Оценка пригодности воды для орошения. – Гидротехника и мелиорация, 1985, № 10, с. 54-58
11. Руководство по химическому анализу поверхностных вод. - Под ред. А.Д. Семенова. Гидрометеиздат, 1977, 534 с.
12. Рекомендации по оценке качества воды для орошения сельскохозяйственных культур. //ММиВХ СССР, ВНИИГиМ. М. – 1983. 40 с.

ГОРНОЕ ДЕЛО И ТЕХНОЛОГИИ

УДК:341.227

**ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА О НЕДРАХ В
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ**

*Табрисов Надырбек Табрисович, преподаватель Института горного дела и горных технологий им. Академика У. Асаналиева КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызская Республика, 720001, Бишкек, пр. Чуй, 215, e-mail: nadyrbek@mail.ru
ORCID ID 0000-0002-9453-9538*

Правовая практика показывает, что законодательство о недрах Кыргызской Республики, дающих значительную часть поступлений в бюджеты всех уровней, существенно отстает в своем развитии. За пять лет осуществления преобразований не сдвинулось со стартовых позиций, определенных принятием базового Закона «О недрах» 2012 г. в редакции 2014 г., и нуждается в скорейшем развитии основных институтов для того, чтобы регулировать горные отношения на современном уровне. Законы Кыргызской Республики «О недрах», «О соглашениях о разделе продукции при недропользовании» и несколько более законов не сформировали систему и полноценную законодательную базу для развития.

Недостаток горного законодательства республики состоит, прежде всего, в его неразвитости на государственном уровне. Базовый Закон «О недрах», Закон «О соглашениях о разделе продукции при недропользовании» не создают правового поля для регулирования недропользования. Во многих случаях нормы законов декларативны и не сопровождаются законодательными актами о порядке и процедуре применения законодательных требований. Они не обеспечены сопровождающими их актами подзаконного характера, создающими механизм применения законодательных требований. В самом законодательстве о недрах масса пробелов, противоречий, несогласованностей и неточностей, что затрудняет его применение. В нормах этого законодательства масса отсылочных норм, в том числе и к непринятым актам. Такая ситуация сложилась в результате целого ряда ошибок, допущенных при формировании нормативной базы законодательства о недропользовании, несогласованности норм конституционного, гражданского и горного законодательств. Однако главной причиной неэффективности законодательства о недрах является неурегулированность многих основных отношений недропользования, отсутствие необходимых законодательных актов, а в целом ряде случаев и отсутствие концепции развития отдельных, даже важных, отношений, нормативных актов, обеспечивающих порядок и процедуру применения законодательства о недрах.

Ключевые слова: недра, ответственность, горное имущество, месторождения полезных ископаемых, геологический информационный фонд, пользование недрами.

**THE PROBLEMS OF IMPROVING THE LEGISLATION ON SUBMISSIONS IN
THE KYRGYZ REPUBLIC**

Tabrisov Nadyrbek Tabrisovich, the teacher of the Institute of Mining and Mining Technologies named after academician U. Asanaliyev of KSTU named after I. Razzakov, 215, Chui Avenue, 720001, Bishkek, Kyrgyz Republic, e-mail: nadyrbek@mail.ru ORCID ID 0000-0002-9453-9538

Legal practice shows that the legislation on the subsoil of the Kyrgyz Republic, which gives a significant part of the revenues to budgets of all levels, lags behind in its development. Over the five years of the transformation, it has not moved from the starting positions defined by the adoption of the 2012 Law on Subsoil in the wording of 2014, and needs the rapid development of the main institutions in order to regulate mountain relations at the present level. Laws of the Kyrgyz Republic "On Subsoil", "On Production Sharing Agreements with Subsoil Use" and a few more laws did not form a system and a full legislative basis for development.

The lack of mining legislation of the republic consists, first of all, in its underdevelopment at the state level. The Basic Law "On Subsoil", the Law "On Production Sharing Agreements for Subsoil Use" does not create a legal framework for regulating subsoil use. In many cases, the norms of laws are declarative and are not accompanied by legislative acts on the order and procedure for applying legislative requirements. They are not provided with accompanying acts of a by-law nature, which create a mechanism for applying legislative requirements. There are mass of gaps, contradictions, inconsistencies and inaccuracies in the legislation on subsoil, which makes it difficult to use. There are a lot of reference norms in the norms of this legislation, including unacceptable acts. This situation is the result of a number of errors made during formation of the regulatory framework for subsoil use legislation, inconsistency in the norms of constitutional, civil and mining legislation. However, the main reason for the ineffectiveness of subsoil legislation is the unsettled of many basic subsoil use relations, the lack of necessary legislative acts, and in several cases the absence of the concept of development of separate, even important relations, normative acts ensuring the order and enforcement of the legislation on subsoil.

Key words: subsoil, responsibility, mining property, mineral deposits, geological information fund, subsoil use.

Вступивший в законную силу Закон Кыргызской Республики «О недрах» от 9 августа 2012 года №160 определил ряд принципов недропользования:

- порядок государственного правового регулирования;
- полномочий органов государственной власти, органов местных государственных администраций и местного самоуправления;
- права и обязанности физических и юридических лиц;
- единый государственный фонд недр;
- порядок предоставления геологических информационных ресурсов;
- возмездность недропользования;
- порядок проведения конкурса и аукциона, равные возможности в получении лицензий независимо от форм собственности;
- ответственность за нарушение законодательства Кыргызской Республики в сфере недропользования.[2]

В этом отношении данный нормативный акт в значительной степени соответствует тем преобразованиям, которые проводятся в экономике страны. Вместе с тем, по мнению многих экспертов, Закон Кыргызской Республики «О недрах» нуждается в существенной поправке.

По моему мнению все предложения по совершенствованию законодательства о недрах КР могут быть разделены на две группы:

- предложения концептуального характера;
- предложения по изменению отдельных статей законодательства.

Анализируя предложения концептуального характера, необходимо, прежде всего, отметить следующее:

1. Из всех возможных форм собственности на природные ресурсы, предусмотренных статьей 12 Конституцией Кыргызской Республики, «В Кыргызской Республике признается разнообразие форм собственности и гарантируется равная правовая защита частной,

государственной, муниципальной и иных форм собственности», а в статье 3 Закона, «Недра являются исключительной собственностью *Кыргызской Республики*, используются как основа жизни и деятельности народа Кыргызстана и находятся под особой охраной государства.».[1]

Как видно, в Законе нет четкого определения компетенций в части осуществления конкретных полномочий между соответствующими государственными органами на распоряжения государственной собственности. Следовательно, эта проблема нуждается в дополнительном правовом регулировании. Должны быть приведены в соответствие с законами нормативно-правовые акты. Необходимо определить порядок разрешения споров между органами государственной власти, местных государственных администраций и местного самоуправления по вопросам владения, пользования и распоряжения недрами.

2. Закрепленная Законом Кыргызской Республики «О недрах» государственная форма собственности на недра, по нашему мнению, ограничивает возможности использования недр в интересах развития экономики страны.

В процессе развития и совершенствования горного законодательства Кыргызской Республики должны быть нормативно закреплены:

- различные формы собственности на месторождения с уже утвержденными запасами и на те, которые будут разведаны и открыты с помощью частного капитала;
- возможности передачи государством собственности на участки недр, как с целью добычи полезных ископаемых, так и в иных целях (например, для строительства подземных складов, гаражей и др.).

Кроме этого в Законе «О недрах» существенные пробелы особенно проявляются в следующих направлениях:

- а) управлении использованием и охраной недр;
- б) разграничении права государственной собственности между органами государственной власти и местного самоуправления;
- в) правовом статусе отдельных категорий полезных ископаемых;
- г) правовом режиме горного имущества;
- д) обеспечении устойчивого развития недропользования на основе принципов международных конвенций;
- е) развитию рационального, полного, комплексного и энергосберегающего и ресурсосберегающего горного производства.

Все это говорит об отсутствии у законодательной и исполнительной властей стратегии и концепции развития горнодобывающих отраслей, формирования и использования минерально - сырьевой базы в Кыргызской Республике.

При переходе к рыночным отношениям оказались утерянными целые законодательные блоки ранее действовавшего в Кыргызской Республике Основы законодательства о недрах Союза ССР [7], которые успешно применяются сейчас в законодательстве России, Казахстана и др. Это относится прежде всего к отсутствию законодательных актов, регулирующих условия промышленной эксплуатации недр в системе ТЭК, норм, регулирующих производственные взаимоотношения внутри горных предприятий, норм об ответственности недропользователей за нарушения технических и технологических параметров разработки участков недр, за неквалифицированное руководство и выполнение горных работ. В вопросах ответственности существенный пробел составляет блок норм об ответственности недропользователей за неисполнение условий лицензий и заключенных договоров на базе соглашений о разделе продукции. Формирование полноценной законодательной базы позволит наладить эффективный государственный контроль и надзор за рациональным использованием недр, деятельностью горных предприятий. Думается, во многом наши недостатки в недропользовании связаны с утратой функций государственного надзора и контроля за деятельностью горнодобывающих

предприятий. Нет законодательных актов, формирующих отношения по исполнению своих обязанностей предприятий, действующих на лицензионной основе, нет ожидаемого «Положения о порядке заключения и исполнения соглашения о разделе продукции». В последнем можно было бы урегулировать права и обязанности сторон по СРП, установить процессуальные сроки рассмотрения проектов создания СРП, чтобы инвесторы не ждали годами решений об их создании. Вне контроля органов государственного управления оказались отношения по рациональному использованию разрабатываемого месторождения, порядка ведения горных работ, соблюдение нормативов эксплуатационных потерь, сроков эксплуатации. Не определены условия и основания изъятия неэксплуатируемых месторождений.[7]

Наряду с этим, в октябре текущего года депутатами Жогорку Кенеша КР принят законопроект «О недрах». Предлагаемые проектом поправки затрагивают более чем 40 из 53 статей действующего Закона КР «О недрах». Считаем правильным, что данный законопроект направлен на осуществление контроля за рациональным использованием и охраной недр пользователями недр. Так, предусматривается сокращение количества проверяющих органов, что служит неотъемлемой частью улучшения инвестиционной среды государства и упорядочения проводимых государственных проверок. Предусматривается полномочия Правительства КР в исключительных случаях, в целях реализации национальных проектов, с согласия Жогорку Кенеша, предоставлять права пользования недрами на отдельные объекты без проведения конкурсов, аукционов и процедур права первой заявки, а также предусматривается полномочия местных государственных администраций по предоставлению прав пользования недрами с целью разработки песчано-гравийной смеси, суглинков для нужд местного населения.

При этом, исключается учет Государственным балансом полезных ископаемых Кыргызской Республики песчано-гравийной смеси и суглинков, предоставляемых для разработки органами местной государственной администрации. Согласно законопроекту вводится ряд норм, устанавливающие особенности регулирования пользования подземными водами, в том числе решения земельных вопросов при этом. Уточняется понятие кадастра месторождений и проявлений полезных ископаемых Кыргызской Республики.

3. Выработка долгосрочной эффективной стратегии использования ресурсов недр и ее практическая реализация во многом сдерживаются сложившейся практикой лицензирования пользования недрами. Лицензионные соглашения сводятся, как правило, к формированию нескольких самых общих пунктов, касающихся платежей, уровней добычи сырья и его долевого распределения. Экономические и экологические части лицензионных соглашений, по существу, не прорабатываются. Получившая широкое развитие практика «делегирования полномочий» регионам в целях формирования лицензирования на местах снизила качество проработки этих соглашений. Выдача лицензий на освоение месторождений на базе запасов, не прошедших государственную экспертизу, привела к необоснованным, произвольным оценкам экономической привлекательности объектов и их возможностей по объемам и качеству добываемого сырья, что в свою очередь отражается на установлении уровней платежей за право пользования недрами.[7]

Одним из возможных вариантов решения этой проблемы является:

- формирование и законодательное закрепление государственного управления и контроля в области геологического изучения недр, создание геологической службы и освобождение ее от функций лицензирования недропользования;
- формирование и законодательное закрепление специального государственного органа (горное бюро), ответственного за разработку и проведение государственной политики в области рационального использования ресурсов недр.[9]

4. Закон Кыргызской Республики «О недрах» имеет рамочный характер и в дополнение к нему необходимо разработать и принять в установленном порядке другие законы, регулирующие процессы недропользования. Кроме того, в самом Законе «О

недрах» имеются отсылки к нормативным актам Правительства КР, которые еще предстоит разработать. Необходимо учесть, что в Союзе ССР действовало большое число нормативных актов, значительная часть которых не противоречит Закону КР «О недрах». Эти материалы нуждаются в анализе, корректировке и утверждении.

Поэтому весьма актуальной становится проблема создания Горного кодекса Кыргызской Республики, построенного на единых принципах и учитывающего все достижения горного права Кыргызская Республика.

Рассмотрим теперь предложения по изменению отдельных статей законодательства о недрах:

1. В Законе очень слабо реализован принцип минимизации ущерба, наносимого окружающей среде при пользовании недрами. Для выполнения этого принципа должна быть переработана статья 42 Закона, в которой рассматриваются задачи государственного регулирования отношений недропользования, поскольку в этой статье отсутствует задача обеспечения минимизации и устранения вредных последствий при пользовании недрами.[2]

Необходимо законодательно закрепить требования к обязательному проведению оценки природных условий, существовавших до начала периода пользования недрами, возможных изменений этих условий в процессе освоения недр и к необходимости проведения соответствующих защитных мероприятий.

В Законе почти не рассматриваются отношения, связанные с «отходами горнодобывающих производств». Хотя в практике действуют положения Закона о хвостохранилищах и горных отвалах».[5]

В настоящее время отсутствует единая научно обоснованная система экологических требований к складированию и использованию отходов горнодобывающих производств. Это обуславливает чрезвычайно низкую эффективность мероприятий по защите окружающей среды от отрицательного воздействия на нее складываемых отходов. Поэтому в Законе должны быть закреплены не только правовые нормы, обеспечивающие минимизацию воздействия на окружающую среду процессов размещения, хранения, транспортировки и использования отходов, но и система санкций за нарушение этих норм.

В связи с появлением частных горных компаний возрастает опасность хищнической отработки месторождений полезных ископаемых, в том числе и тех, чьи запасы в стране ограничены. Для предотвращения этого законодательно должны быть закреплены требования обязательной экспертизы проекта освоения месторождения на предмет соблюдения полноты и комплексности извлечения полезных ископаемых при добыче и переработке и ответственности за нарушение правил полного и комплексного использования недр. При этом необходимо внести поправку в законодательство об экологической экспертизе.[4, 10]

Полагаем, что в Законе КР «О недрах» необходимо предусмотреть и иные меры, позволяющие удовлетворять потребности страны в полезных ископаемых и обеспечивающие ее устойчивое положение на мировом рынке минерального сырья и энергоносителей. Прежде всего, это связано с повышением ответственности Геологической службы за эффективность и качество разведки месторождений и получение достоверной информации для проектирования горнодобывающих и горноперерабатывающих производств.

Законодательно должны поощряться:

- инвентаризация уже разведанных месторождений полезных ископаемых и переоценка эффективности их разработки в современных рыночных условиях;
- освоение так называемых «техногенных» месторождений, т.е. отвалов вмещающих пород, складов забалансовых руд, хвосто- и шламохранилищ отходов перерабатывающих производств;
- разработка «малых» месторождений, т.е. месторождений со сравнительно ограниченными запасами полезных ископаемых, пригодных для удовлетворения потребностей в данном виде сырья одного или нескольких соседних регионов

Реализация вышеуказанных предложений при разработке Горного кодекса Кыргызская Республика позволит более эффективно использовать ресурсы недр для удовлетворения потребностей общества.

Список литературы

1. Конституция Кыргызской Республики.
2. Закон Кыргызской Республики «О недрах»
3. Закон Кыргызской Республики «О соглашениях о разделе продукции при недропользовании» от 10 апреля 2002 года №49
4. Закон Кыргызской Республики «Об экологической экспертизе» от 16 июня 1999 года №544.
5. Закон Кыргызской Республики «О хвостохранилищах и горных отвалах» от 26 июня 2001 года №57
6. Положение о порядке лицензирования недропользования (Утверждено постановлением Правительства Кыргызской Республики от 14 декабря 2012 года № 834).
7. Закон СССР от 9 июля 1975 г. «Об утверждении Основ законодательства Союза ССР и союзных республик о недрах».
8. Б.Д. Клюкин. Законодательная база горного права РФ: Современные проблемы и пути совершенствования. сайт «lawmix.ru», май, 2017
9. М.М. Бринчук. «Актуальные проблемы горного права как органичной части экологического права». Журнал «Нефть, Газ и право», 2011
10. М. Е. Пеезнер. Проблемы совершенствования горного законодательства в России. Журнал «Горная Промышленность» №3 1996, стр.49.

УДК 553 / Т-52

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПЛОЩАДИ ОБНАРУЖЕНИЯ ГЛИЕЖА НОВОГО ТИПА НА ЮЖНОФЕРГАНСКОМ УГЛЕНОСНОМ РАЙОНЕ (НА ПРИМЕРЕ КЫЗЫЛКЙСКОГО БУРОУГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)

Толобаева Нургуль Темирбековна, ст. преподаватель, Институт горного дела и геотехнологий им. У.Асаналиева КГТУ им.И.Раззакова, Кыргызстан, 720040, г. Бишкек, проспект Чуй, 164, tolobaeva_83@mail.ru

Шамшиев Орунбай Шамшиевич, д.г.-м.н., профессор, Филиал КГТУ им. И.Раззакова в г.Кызылкия, Кыргызстан, 720300, г. Кызыл-Кия, ул. Дехканская, 1, shamshiev@mail.ru

Актуальность исследования глиежей вызвана тем, что они являются основным и важным компонентом при изготовлении высококачественного цемента, производство которого имеет государственное значение.

Как указывается в геологических справочниках, глиежи считались горелыми и обожжёнными породами, горельниками, порцелланитом, осадочными породами, образуемыми в результате подземного природного выгорания угольных пластов или горения породных отвалов (терриконики), т.е. термодинамическими.

Основными их поисковыми критериями глиежей до сих пор являлись буроугольные месторождения.

Авторы, продолжили исследования генезиса глиежей, позволившие оспаривать это аксиоматическое понятие, провели структурно-вещественные, литолого-петрографические, физико-химические исследования и выявили вулканогенную природу образования глиежей. А по совокупности благоприятных факторов, авторами в исследуемом регионе выделены

перспективные территории их обнаружения: Южная и западная части горы Карачатыр, Хочанская впадина (западная и восточная фланги угольного месторождения Арал), горы Чалташ. Выделенные площади являются первоочередными для постановки геолого-поисковых работ для обнаружения глиежа выделенного типа.

Ключевые слова: глиеж, Кызылкия, буроугольные месторождения, угленакопление, минералогические факторы, мезо-кайнозойские комплексы, Южно-Ферганский тектонокомплекс, глубинные разломы.

PERSPECTIVE AREA OF THE FINDING GLUE NEW TYPE ON SOUTH-FERGANA COAL-BEARING REGION (ON EXAMPLE KYZYLKIYA BROWN COAL DEPOSIT)

N.T.Tolobaeva, Institute of the mountain deal and mountain technology of the name academic U.Asanaliev, senior teacher, 164 Chui avenue, Bishkek, 720040, Kyrgyzstan. tolobaeva_83@mail.ru

O.Sh.Shamshiev, Kyzylkiya institute of the natures and geotechnologies, Dekhkanskaya str., Kyzylkiya, 720300, Kyrgyzstan, shamshiev@mail.ru

Urgency of the study glues is caused that that they are main and important component at fabrication of the high-quality cement, having state importance.

As it is indicated in geological reference book, glues were considered burned and burnt sort, the burners, porcellanite, sedimentary sort, formed as a result of underground natural burning-out coal layer or combustions rock mouldboard (the spoil banks) i.e. thermodynamic.

The main their search criteries of the glues were hitherto shown brown coal deposit.

The authors have having continued the studies of the genesis of the glues, allowed to dispute this axiomatic notion, have conducted structured-material, lithologic-petrologic, physico-chemical studies and have revealed the volcanogenic nature of the formation glues. A on the basis of favourable factor, author in under investigation region are chosen perspective territory of their finding: South and west part of mountain Karachatyр, Hochan trough (west and east flanks coal Aral deposit), mountains Chaltash. The chosenned area are priority for stating geology-search work for finding glue of the chosen type.

Keywords: glue, Kyzylkiya, brown coal deposit, coal accumulation, mineralogical factors, meso-cenozoic complexes, South-Fergana tectonocomplex, deep faults.

Исследуемый регион расположен в Южно-Ферганском угленосном районе Южного Тянь-Шаня (рис. 1).

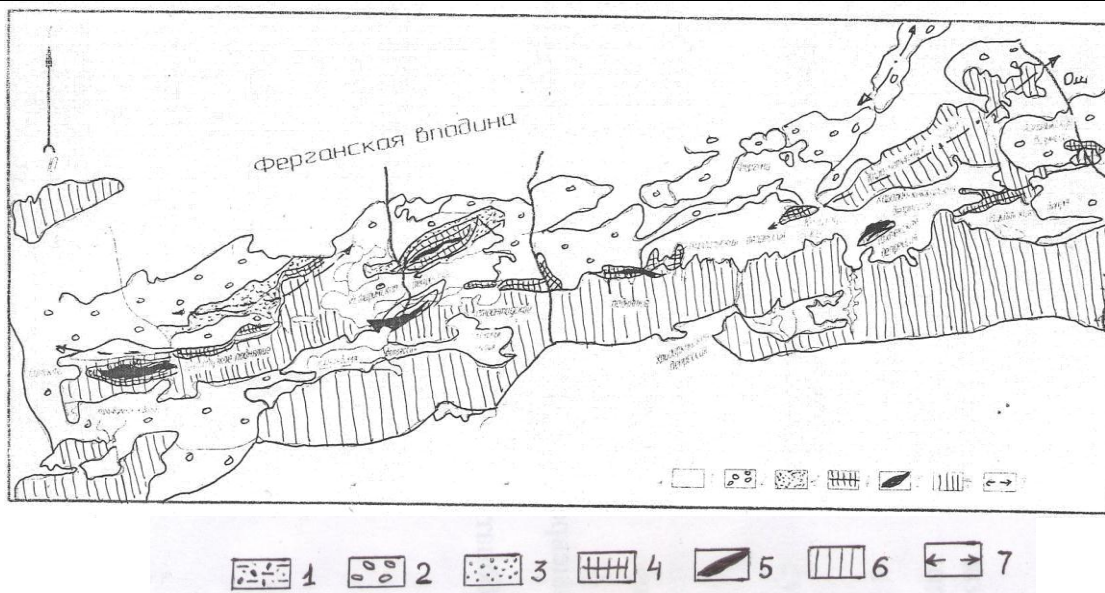


Рис. 1. Схематическая структурно-геологическая карта Южно-Ферганского угленосного района, масштаб 1:500000

1-Четвертичные отложения: суглинки, гравий, пески; 2-Неогеновые отложения: конгломераты, брекчии, гравелиты, песчаники; 3-Палеогеновые отложения: красноцветные песчаники, гравелиты, конгломераты; 4-Меловые отложения: глины, алевролиты, песчаники и их туфовые разности; 5-Юрские отложения: угленосные терригенно-сланцевые породы, угли, глины, алевролиты, алевролиты и их туфовые разности, глиежи; 6-Палеозойские отложения – флише - молассы: карбонатно-терригенные, терригенно - карбонатные и карбонатные породы; 7-Оси складчатых структур.

Актуальность исследования глиежей вызвано тем, что они являются основными незаконченными компактными, при изготовлении высококачественного цемента. Основными их поисковыми критериями глиежей являлись бурогольные месторождения [5].

Глиежи до настоящего времени являлись продуктами преобразования глинистых, алевролических пород в результате подземных пожаров пластов угля, т.е. термодинамическими. В справочниках они встречаются как горелые породы, горельники, глиежи, обожжённые породы порцелланит, осадочные породы, обожженные вследствие природного выгорания угольных пластов или горения породных отвалов (терриконики). Данное понятие оставалось аксиоматическим до 2010 года пока ряд экспериментальных литолого-фациальных, минерально-петрографических факторов не позволили взглянуть на природу образования глиежей иначе [1], [2], [3], [4], [6].

К явным опровергающим факторам образования новых типов глиежей относилось распространение их в зонах развития угольных пластов, которые являлись основным поисковым признаком.

С другой стороны, геолого-петрографические, физико-технологические несоответствия преобразования осадочных пород (терригенно-сланцевых) по мощности (для полного преобразования данных пород нехватка термодинамических условий мощности углей) в районах расположения угольных месторождений.

Наряду с этим детальные, литолого-петрографические исследования глиежей свидетельствуют об их вулканической природе образования, т.е. они являются типичными вулканитами кислого и среднего составов и их туфовых разностей [1], [2], [4], [6].

Осадочные литотипы месторождения углевмещающих пород месторождения Кызылкия, Сулюкта, Арал и др., ранее считавшиеся седиментогенными, оказались типично вулканогенными и их продуктами разрушения, образовавшимися в результате

климатических, физико-геохимических процессов. Для образования и расцвета вулканогенных процессов служили геотектонические факторы. Мезокайнозойские комплексы формировались в постгеосинклинальных наложенных постколлизийных и континентальных условиях развития [1], [2], [3], [6].

Территории распространения данных комплексов совпадают с глубинными разломами зоны Южно-Ферганского тектонокомплекса. Данные глубинные разломы здесь являются границами структурно-формационных комплексов и служат вулканоподводящими разрывными структурами. Вулканизм по аналогии формирования угольных образований на Кавказе и в Центрально-Азиатских угленосных провинциях играла немаловажную роль, при торфо- и угленакопительных процессах.

Интенсивный вулканизм со всеми его последствиями имеет отрицательное влияние на процесс угленакопления. При этом умеренный вулканизм благоприятствует изначальному торфо-, а далее, углеобразованию [1].

Вышеуказанное свидетельствует о том, что вулканизм является обязательным фактором при образовании каустобиолитов.

Вулканическая структура в исследуемом регионе имеет характер как трещинного, так и центрального типа, своими характерными петротипами, которые выявлены в районе угольного месторождения Арал. Формационные петротипы данного комплекса напоминают форму разбитой тарелки и смещены более молодыми разрывными нарушениями в разных направлениях.

Детальные петрографические исследования под микроскопом в данных структурно-вещественных комплексах угленосных формаций выявили липарит, липариты туфового и биотитового состава, так же обсидиан, реголиты, порфириты, трахиты и их измененные разновидности [3]. Данные установленные факторы свидетельствуют в пользу добавления «вулканогенный» к раннему названию формации «лимнический» [7]. Немаловажно интересными являются минералогические факторы, которые установлены в пределах глиежей, кордиерита, волластонита, муллита. Кордиерит является типичным магматическим минералом, встречающимся в вулканических (трахиты и андезиты) породах или же в метаморфических породах глубокой стадии (кристаллические сланцы, контактово-метасоматические). Аналогичными генетическими свойствами и принадлежностями обладают кордиерит, муллит, в меньшей степени, волластонит. Спутниками вышеуказанных минералов являются: кварц, ортоклаз, турмалин, андалузит, силлиманит, гранат, берилл; из рудных минералов: пирротин, халькопирит, магнетит и др.

Исходя из анализа вышеуказанных, в совокупности благоприятствующих, региональных и локальных факторов, в исследуемом регионе выделены перспективные площади на обнаружение месторождений глиежа: территории распространения вулканогенно-осадочных формаций T₂-J, J₁-J₂. Южная и западная части горы Карачатыр, Хочанская впадина (западная и восточная фланги угольного месторождения Арал), горы Чалташ.

Выделенные площади являются первоочередными для постановки геолого-поисковых работ для обнаружения глиежа выделенного типа. Для более локальных выделений перспективных площадей необходимо расширение минерало – петрографических, а также литолого-петрографических исследований по разрезам юрских и меловых отложений мезозоя. Установленный тип глиежей позволяет расширить территории поисковых площадей глиежа, а также отойти от традиционных взглядов на поисковые признаки глиежа, которыми служат бурогольные пласты.

Список литературы

1. Дзоценидзе Г.С. Роль вулканизма в образовании осадочных пород и руд //Недра. Москва. 1969. 343 с.

2. Ждан А.В. Альпийский вулканизм Туркестано-Алая (Южный Тянь-Шань), Монография. Бишкек, ОсОО «Алтын Принт», 2016, 240 с.
3. Ждан А.В., Шамшиев О., Толобаева Н.Т. Буроугольные месторождения Кызылкия: к вопросу о глиежах или вулканитах // Научно-образовательный и производственный журнал «Инженер». Бишкек №9 / 2015. с.137-143.
4. Замалетдинов Т.С. Геодинамическая карта Кыргызстана масштаба 1:500000 - основа регионального прогноза полезных ископаемых: Автореферат диссертации на соискание научной степени кандидата геолого-минералогических наук: Спец. 04.00.11-Геология, поиски и разведка рудных и нерудных месторождений, металлогения. - Бишкек, 1995. - 21 с.
5. Солпуев Т.С. Угольные месторождения Кыргызской Республики: справочник. - Бишкек: КМЭ, 1996. - 606 с.
6. Турдукеев И. Д., Шамшиев О., Шевкунов А. Г. Продуктивные металлоносные и потенциально рудоносные формации стратифицированных толщ Туркестано-Алая. Вопросы рудообразования Тянь-Шаня, Сборник научных трудов ФПИ. Фрунзе.1980., с. 70-88.
7. Шамшиев О., Толобаева Н.Т. Новые типы геологических формаций на угленосных месторождениях юга Кыргызстана // Бишкек. Известия КГТУ им. И.Раззакова №2 (42). 2017, с. 96-101.

УДК 553.94. (571.1); 624.131

ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫЕ И ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КЫРГЫЗСТАНА И ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ГЕОРИСКИ ПРИ ИХ ОСВОЕНИИ

Туркбаев П.Б., Институт горного дела и горных технологий им. академика У. Асаналиева, к-т геол.-мин. наук, доцент, turkbaev63@mail.ru

Формирование угленосных отложений в истории развития геологических структур Кыргызского Тянь-Шаня происходило в течение трех этапов, оказавших благоприятное влияние на угленакопление. С позиций геолого-структурных и тектонических особенностей размещения в исследуемом регионе промышленной угленосностью обладают отложения юрского возраста. Угольные месторождения сгруппированы в 4 угольных бассейнов и 4 угленосных районов. При освоении угольных месторождений необходима организация литомониторинговых наблюдений за развитием георисков.

Ключевые слова: угленосность, угленакопление, геологические структуры, тектоника, угольные бассейны, угольные районы, угольные месторождения, геориски, литомониторинг

GEOLOGICAL-STRUCTURAL AND COAL DEPOSITS' LOCATION OF TECTONIC FEATURES IN KYRGYZSTAN AND POTENTIAL GEORISKS' DEVELOPMENT

Turkbaev P.B., Institute of Mining and Mining Technologies named after academician U.Asanaliev, associate professor, candidate of geology-mining sciences. turkbaev63@mail.ru

The formation of coal-bearing deposits in the history of geological structures' development in Kyrgyz Tien Shan occurred during three stages that had a favorable effect on coal accumulation. Coal deposits are of Jurassic age from the standpoint of geological-structural and tectonic features

of the location in the investigated region. Coal deposits are grouped in 4 coal basins and 4 coal-bearing areas. It is necessary to organize lithomonitoring observations' development of georisks, when to develop coal deposits.

Key words: coal-bearing, coal accumulation, geological structures, tectonics, coal basins, coal areas, coal deposits, geographic, lithomonitoring

В Кыргызском Тянь-Шане изучены около 70 основных угольных месторождений (более 70% в горных районах), с прогнозными запасами в объеме более чем 2,2 млрд. т. Ресурсы угольные неравномерно расположены по территории страны: 65% угля находятся в Южном Кыргызстане, 33% - в Нарынской, 2% - Иссык-Кульской области. Большая часть добываемого угля расходуется в энергетике, 32% - в коммунальном хозяйстве, 13% - для выпуска строительных материалов [1-10].

Исследуемые угольные месторождения выделяются в виде крупных зон и подзон, отличающихся между собой строением, степенью консолидации, историей геологического развития, свидетельствующих о разнообразии условий их формирования в горном регионе Кыргызского Тянь-Шаня [1-10].

В истории формирования и развития угленосных отложений, оказавших влияние на их генезис, в геологических структурах выявлены три нижеследующие основных этапов:

Первый этап охватывает палеозой и ранний триас, предшествовавший накоплению продуктивных на уголь юрских отложений.

В этот этап оформляются основные до-альпийские структурные элементы, иногда в значительной мере оказавшие влияние на формирование юрских отложений.

На втором этапе углеобразования от позднего триаса до палеогена включительно, происходит заложение и развитие большей части альпийских структур. Именно в этот период произошло образование угленакплений.

Третий этап датируется от конца палеогена, донеогена и редко раннечетвертичного периода и характеризуется изменением и усложнением ранее сформированной структуры месторождений.

В Кыргызской части Тянь-Шаня в течение палеозойского времени преобладали геосинклинальные условия развития земной коры.

В начале и середине палеозоя были сформированы более жесткие массивы Северного Тянь-Шаня, образующие платформенную зону, входящую в Среднеазиатскую эпигерцинскую платформу. В это время появились районы относительных поднятий и опусканий, а с другой - выделялись районы, утратившие свою подвижность.

Угольные месторождения Кавакского бассейна и Южно-Иссык-Кульского района приурочены к слабо подвижному Северному Тянь-Шаню.

Месторождения углей Южно-Ферганского, Северо-Ферганского бассейнов и Алайского угленосного района, сформировавшиеся в мезозое в переходной зоне, близкая по своим свойствам к платформенной на окраине Среднеазиатской эпигерцинской платформы.

Узгенский бассейн одними исследователями (Н.В. Шабаров) относится к геосинклинальному типу бассейнов, другими (В.А. Николаев, Ю.А. Арапов, В.Н. Огнев и др.) - к типу, близкому к геосинклинальным бассейнам, третьими (Ю.В. Станкевич, Т.А. Сикстель и др.) - к промежуточному типу, близкому к платформенным бассейнам.

К юрскому периоду на территории республики сформировались следующие геотектонические зоны: платформенная и переходная.

В период образования юрских отложений геотектонические движения выразились в формировании отдельных прерывистых прогибов и поднятий территории, одновременно как участков накопления и разрыва, так и складчатых структур.

В результате образования прогибов закладывается ряд крупных структур, где одновременно происходит аккумуляция осадков и поднятий, служащих районами эрозий. На

платформе эти прогибы развиваются медленно и имеют характер широких структур-антеклиз и синеклиз.

В течение мелового и палеогенового периодов геотектоническое формирование происходило по пути развития ранее образованных структур на фоне нового общего прерывистого опускания региона.

Продолжается медленное прогибание синклинальных и относительное поднятие антиклинальных структур, что фиксируется изменением мощности и фациального состава отложений. Особенно отчетливо этот процесс усиливается для района Ферганской впадины, что отмечено С.С.Шульцем (1932-1959), А.М.Габрильяном (1948, 1958), О.А.Рожковым (1915, 1959), Ю.В.Станкевичем (1956) и другими геологами.

Юрские отложения на территории республики, представлены континентальными, лагунными и редко магматическими (эффузивными) фациями. В поздней перми и раннем триасе происходит разрушение герцинских горных хребтов и начинает формироваться кора выветривания. В начале позднего триаса, а местами в начале юрского периода оживают геотектонические движения.

Климат большей части юрского периода мягкий и влажный, только в мальме становится жарким. В связи с этим по (Сикстель 1954г.) угли в юрских отложениях приурочены в основном к лейасу и реже доггеру.

Переходная зона характеризуется сложной палеогеографической обстановкой, отражающей активность геотектонического режима. Здесь выделяется ряд дифференцированных подвижных подзон каждая, из которых обладает тенденцией к ускоренному или замедленному опусканию, к которым относятся:

- а. Гиссаро-Нарынская, охватывающая центральную и южную части Тянь-Шаня;
- б. Балхано-Алайская, включающая Алайскую долину Кыргызской Республики.

О характере дифференцированных колебательных движений в юрском периоде можно судить по тому, что в Узгенском бассейне в пределах ряда прогибов юрских осадков накопилось от 1000м до 5000 м.

В крупных прогибах Ферганской, Узгенской, Чатыркольской и Нарынской депрессий упомянутые фации занимали периферические части; в середине этих депрессий располагались озерные отложения, доказательством чему служит, например, появление горизонтально-слоистых мелкозернистых отложений с прослоями известняков. Контурсы торфяников ограничивались с одной стороны поднятиями древнего рельефа и с другой- появлением осадков безугольных озерных и бассейновых фаций, что хорошо видно в Узгенском бассейне, Шурабе и в других районах. Резко колеблется как количество пластов угля, так и их мощность. В толще юрских отложений в Узгенском бассейне встречается до 140 пластов и прослоев угля. Почти все юрские разрезы содержат то или иное количество пластов угля, а выклинивание их нередко связано с повышением рельефа, существовавшего в юрское время.

К югу от Алайского хребта протягивается Алайская подзона. Эта подзона в отличие от Южно-Тянь-Шаньской испытала в юрском периоде общее длительное погружение под уровень моря, на фоне которого происходило формирование складчатых сооружений.

На севере Алайской депрессии пласты угля связаны в основном с отложениями лейаса и меньше-доггера, здесь существовали континентальные условия, фиксируемые угленосными отложениями Дараат-Коргона и Кауксая.

К платформенной фациальной зоне можно отнести месторождения, расположенные в Северной Фергане, где юрские отложения выходят на поверхность в районах месторождений Падыша-Ата, Ходжа-Ата, Тегене, Ташкомур, Майлусу и Ак-Тауке.

В центральной части Северо-Ферганской впадины находилась возвышенность в районе Бозбу-Тоо. Она отделяла восточную область осадконакопления в районе Тегене и Ташкомура от расположенной на западе Нанайской впадины, к которой приурочены месторождения Падыша-Ата, Аркит и Ходжа-Ата.

В конце лейаса и начале доггера во всем районе появляется широкая сеть озер с пресноводной фауной (Репман, 1959). К этому времени прекращается угленакопление в промышленных масштабах.

В районах Южно-Ысык-Куля и Кок-Мойнок–Кара-Кече В.Н.Огневым и Ф.Т.Кашириным (1954г.) предполагается существование древних впадин. Существование в настоящее время ряда впадин в Северо-Тянь-Шаньской области угленакопления позволяют объединить их в одну зону. Среднеюрские отложения встречены в Южно-Ысык-Кульском районе, где они имеют такой же континентальный облик, как и нижнеюрские с угольными пластами. Накопление торфяников-углеобразователей ограничивалось озерным водоемом в центре Ысык-Кульской впадины и возвышенностями, окаймляющими депрессию. Угленосные отложения имеют изолированные распространения вдоль депрессии.

По особенностям строения рельефа территория Южно-Ферганского угольного бассейна разделяются на 3 зоны, вытянутые в широтном направлении перед равнинной частью Ферганской впадины.

Южная зона представляет собой полосу высоких предгорий, в северной части южной зоны расположена зона низких предгорий и третья зона является непосредственным продолжением второй и представляет переход от предгорий к равнинной части Ферганской впадины [3].

В настоящее время по данным Государственного комитета промышленности, энергетики и недропользования (ГКПЭН)КР(Рис.1) на территории Кыргызстана все известныместорождения объединены в 4 угольных бассейнов: 1. Южно-Ферганский; 2. Узгенский; 3. Северо-Ферганский; 4. Кавакский, а также 4 угленосных района: 1. Алайский, 2. Алабука-Чатыркельский; 3. Южно-Ысык-Кульский; 4. Восточно-Чуйский, где промышленной угленосностью обладают преимущественно отложения юрского возраста [4].

Угленосные отложения рифейского, кембрийского, ордовикского, силурийского, триасового, карбонового, неогенового и других возрастов практического интереса не представляют.

Южно-Ферганский буроугольный бассейн прослеживается в северных предгорьях Туркестанского и Алайского хребтов, в пределах которого расположены месторождения: Сулукта, Шураб, Шуранская группа, Учкоргон, Кызыл-Кыя, Бешбурхан, Абшыр, Жатан, Алмалык и ряд углепроявлений (Фото.1).



Фото.1. Разрез угольного месторождения Алмалык. Условия залегания угольных пластов при добыче сопряжены с георисками обрушения бортов карьера, затоплением разреза атмосферными осадками и выклиниванием грунтовых вод. Фото. Туркбаева П.Б. (полевые обследования с Какитаевым К.К. 14 августа 2017 г.). Ошская область. Наукатский район.

Северо-Ферганский каменноугольный бассейн расположен в предгорьях Ферганского и Чаткальского хребтов.

На дневную поверхность они выходят в краевых частях Нанайской и Карасуйской депрессий, частично они сохранились среди палеозойских массивов в виде останцев, содержащих иногда промышленную угленосность (Кара-Тыт). Здесь расположены месторождения: Ташкомур, Майлу-Су, Кара-Тыт, Тегене, Ходжа-Ата, Падыша-Ата, Сары-Челек. Для месторождений бассейна характерен различный литологический состав угленосных отложений, а также различная степень угленасыщенности разреза.

Узгенский каменноугольный бассейн с севера ограничено хребтом Суран-Добо, являющийся одним из западных отрогов Ферганского хребта. Восточная граница определяется распространением юрских отложений, выходящих на дневную поверхность на северо-восточном склоне Ферганского хребта.

Южная граница бассейна проходит по Алайскому хребту, совпадая с государственной границей Кыргызской Республики и Китайской Народной Республики. Западная граница бассейна условно проходит через город Жалал-Абад. На территории бассейна расположены следующие месторождения и углепроявления: Алдыжар и Кок-Янгак, Кульданбес, Кумбель, Зындан, Таржылга, Торгой-Дёбо, Каргаша, Туюк, Кок-Кия, Кара-Дёбо, Бештерек, Чытты, Аксур, Сурташ, Сокуташ и Минтеке.



Рис.1. Схема расположения угольных месторождений по данным ГКПЭНКР

Кавакский буроугольный бассейн ограничивается с запада р. Кокомерен, с востока озер. Сон-Кол, с юга хребтом Молдо-Тоо и с севера - хребтом Кавактоо. На территории бассейна известны месторождения: Кара-Кече, углепроявление Донуз, расположенные в Кара-Кечинской впадине и Минкуш, Кок-Мойнок, Кашка-Су, Сары-Камыш, Кара-Чаули в Кок-Мойнокской впадине (Фото2).



Фото.2. Разрез угольного месторождения Кара-Кече. Условия разработки угольных пластов при добыче сопряжены с георисками обрушения бортов карьера, Фото. Туркбаева П.Б.(полевые обследования с Какитаевым К.К. и Усупаевым Ш.Э. 18 августа 2017 г).Нарынская область. Жумгальский район.

Алайский угленосный район расположен между хребтами Алайским на севере и Заалайским на юге. В пределах площади района известны месторождения и углепроявления с различной степенью изученности: Кызыл-Айрык, Норус-Кол, Бел-Алма-Западный, Кашкасу, Кожокелен, Кара-Кабак, Коксу, Загара, Сары-Могол и др.

В **Алабука-Чатыркельском** угленосном районе известны отдельные мелкие месторождения (углепроявления) Аксай, Турук и Торугарт.

В **Южно-Ысык-Кульском** угленосном районе угленосные юрские отложения с перерывами прослеживаются по южному берегу оз.Ысык-Куль.Здесь выделены 2 месторождения: Согуты, Жыргалан и два углепроявления: Суттубулак и Жеркес.

Восточно- Чуйский угленосный район предположительно выделяется вдоль государственной границы Кыргызской Республики с Республикой, Казахстан по берегу реки, Чу, на основании выявленного на территории Казахстана месторождения угля Благовещенское и результатов наземных геофизических работ.Большинство выделенных 11 перспективных площадей попадают на территорию Республики Казахстан с возможной глубиной залегания палеозоя в 250м.

Перспективные площади на территории Кыргызской Республики залегают на глубине от 250м до 500м. [3-5].

При интенсификации освоения месторождений углей в указанных выше угольных бассейнах, в связи с выше приведенными отличающимися геолого-структурными и тектоническими особенностями их размещения, а также высокой степени сейсмичности региона и сложности инженерно-геодинамических условий, высоки вероятности развития оползней, селей и иных склоновых опасных процессов, как при инженерных изысканиях и строительстве карьеров, так и при осуществлении добычи углей, которые будут проявляться в виде чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и геозкологического характера [1, 2, 6, 8-10].

Предлагается использовать для защиты от подземных георисков при подземной добыче углей разработанные новейшие технологии анкерного крепления в подготовительных выработках угольных шахт [4].

Выводы

1. Угленосные отложения в истории развития геологических структур Кыргызского Тянь-Шаня были сформированы в течение выделенных выше трехэтапов оказавших благоприятное влияние на их формирование.

2. В исследуемом регионе с геолого-структурных и тектонических позиций промышленной угленосностью обладают преимущественно отложения юрского возраста.

3. Угольные месторождения, расположенные в Кыргызском Тянь-Шане сгруппированы в 4 угольных бассейнов и 4 угленосных районов.

4. При освоении угольных месторождений необходимо заблаговременно предусмотреть организацию литомониторинговых сетей наблюдений за развитием георисков.

Список литературы

1. Алиев С.Б., Демин В.Ф., Жетигенов Б.Ж., Туркбаев П.Б. Технология анкерного крепления в подготовительных выработках угольных шахт. Монография. Бишкек, 2017. – 196с.

2. Едигенов М.Б., Усупаев Ш.Э., Маралбаев А.О., Туркбаев П.Б. Перспективы освоения месторождений полезных ископаемых Кыргызстана и Казахстана. Ежемесячный научно-технический и производственный журнал «Горный журнал», №8 (2229), 2016, С. 10 – 16.

3. Солпуев Т. Угольные месторождения Кыргызской Республики. Справочник. 2-е издание переработанное и дополненное. Бишкек, 2010г.

4. Трофимова Г. И. Геоэкологическая оценка состояния и прогноз изменения геологической среды под влиянием открытой разработки угольных месторождений // Материалы VIII Международной научно-практической конференции: Природно-ресурсный потенциал, экология – и устойчивое развитие регионов России. – Пенза, 2009. – С. 148 – 151.

5. Туркбаев П.Б. Возможные геориски при разработке Сулюктинского месторождения бурых углей. «Современные проблемы и пути развития защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций»: Материалы междунар. научно-практ. конфер., посвящен. 70-летию Бозова К. Д. КРСУ. Б.: Айат. 2016, С. 216 – 220.

6. Туркбаев П.Б. Перспективы освоения и некоторые особенности строения месторождения угля Кок-КыяУзгенского угольного бассейна. [Текст] Жумалиев К.М., Алымкулов С.А., Кононов С., Мырлабеков А.А., Туркбаев П.Б. Научно-образовательный и производственный журнал. Минеральные ресурсы, подготовка инженерных кадров и проблемы освоения Кыргызской Республики. Бишкек 9/2015 С.121 – 126.

7. Туркбаев П.Б. Исследование георисков при освоении нерудных месторождений полезных ископаемых Кыргызстана. [Текст] Туркбаев П.Б. Материалы международной научно-практической конференции «Современные проблемы и пути развития защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций», посвященной 70-летию со дня рождения основателя кафедры «Защита в чрезвычайных ситуациях» и Учебного научно-технического центра «Развитие Гражданской Защиты» КРСУ и МЧС КР Бозова Кадырбека Дюшеналиевича 15 декабря 2016 г. С. 212 – 216.

8. Ольховатенко В. Е., Трофимова Г. И. Трансформация геологической среды при разработке угольных месторождений Ерунаковского района Кузбасса открытым способом // Материалы Второй Всероссийской научно-практической конференции: Эколого-геологические проблемы урбанизированных территорий. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2009. – С. 128-130.

9. Усупаев Ш.Э. К проблеме нелинейного инженерно-геоэкономического прогнозирования очагов оруденения (на примере Тянь-Шаня и сопредельных территорий). II. Научные труды международной научно-практической конференции "Перспективы развития и использования минеральных ресурсов Кыргызской Республики. Бишкек, 1995 г. С. 78.

10. Усупаев Ш.Э. О инженерно-геономической типизации рудных ареалов Кыргызского Тянь-Шаня. II научные труды, международной научно-практической конференции, "Перспективы развития и использования минеральных ресурсов Кыргызской Республики". Бишкек, 1995 г. С. 79.

УДК 625.42

СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ ТОННЕЛЕЙ ЧАСТИЧНО ЗАПОЛНЕННЫХ ВОДОЙ

Хасанов Н.М. – к.т.н., доцент кафедры «Подземные сооружения, основания и фундаменты» Таджикского технического университета им. М.С. Осими. Khasanov.nurali@mail.ru

Абдужапаров А.Х. - д.т.н., профессор КГУСТА им.Н.Исанова, Кыргызская Республика. Бишкек.

Аннотация

В статье рассмотрены горизонтальные и боковые колебания воды в гидротехническом тоннеле при совпадении с сейсмическими воздействиями. В результате анализа такого состояния установлена связь между тоннелем и грунтами в продольном и поперечном направлениях, а также при повороте. Установлено, что горизонтальные поперечные воздействия воды в гидротехническом тоннеле создают значительные колебания, зависящие от скорости движения воды и её мощности.

Следует отметить, что для уточнения результатов теоретических расчётов необходимо постановка экспериментальных исследований в реальных условиях.

Ключевые слова: сейсмостойкость, тоннель, боковые и горизонтальные колебания, воздействия, динамика, грунт, инерция, жесткость, модуль упругости.

SEISMIC RESISTANCE OF HYDRAULIC TUNNEL PARTIALLY FILLED WITH WATER

Khasanov N. M. candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of "Underground structures, bases and foundations" of Tajik Technical University named after M.S.Osimi. Khasanov.nurali@mail.ru

Abdujaparov A.H. doctor of technical science, professor of KSUCTA named after N.Isanov, Kyrgyz Republic, Bishkek c.

Abstract

The article considers horizontal and lateral movements of water in the hydraulic tunnel at the coincidence with seismic effects. The analysis of this condition a connection is established between the tunnel and the soil in the longitudinal and transverse directions, as well as when turning. It is established that the horizontal cross-effects of water in hydraulic tunnel create significant fluctuations, depending on the speed of the movement of water and its power.

It should be noted that to refine the results of the theoretical calculations is necessary the production of the experimental research in real conditions.

Key words: seismic, tunnel, lateral and horizontal vibrations, impact, dynamics, ground, inertia, stiffness, modulus of elasticity.

Отводной гидротехнический тоннель Нурекской ГЭС возведён ещё во времена СССР. Следует отметить, что он надёжно работает до настоящего времени. Рассмотрим боковые и горизонтальные колебания гидротехнической тоннели при боковом и горизонтальном колебания при совпадении с сейсмическими воздействиями и определим её состояние.

Тоннель с водой представляет собой динамическую систему. Движение воды в тоннели можно представить по расчётным схемам, разработанным для исследования динамики сыпучих тел, а инерционные характеристики определять по формулам Н.Е. Жуковского [1]. Примем не подвижную систему координат OXY. Вертикальную ось OZ направим перпендикулярно оси тоннели. Относительно этой системы координат положение тоннели определяется –n координатами. Это схема даёт возможность изучить малые колебания. Рассмотрим схему колебаний тела тоннеля с водой в плоскости OYZ под действием движения воды. На рис 1 показано расчётная схема тоннели. Железобетонная обделка тоннели считается абсолютно жёсткой, а упругость включается в соответствующие характеристики окружающего грунта. Грунт может сделать поворот – φ_z относительно вертикальной оси, поперечное смещение – γ_m и поворот относительно оси тоннеля - φ_k .

Связь между тоннелю и грунтом осуществляется в вертикальном направлении жёсткостью- E, в поперечном направлении –E₁, а при повороте линейно-упругой жёсткостью – E₃.

Свободную поверхность воды можно представить в виде ряда:

$$Z = \sum_{n=1}^{\infty} f_n(t)\varphi_n(x)\psi_n(y) \tag{1}$$

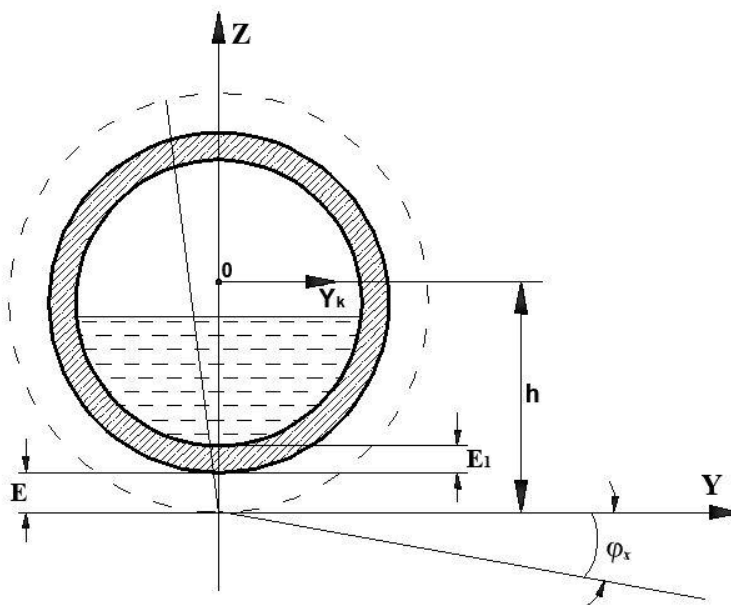


Рис 1 Расчётная схема тоннели

где: $f_n(t)$ – неизвестные функции времени, характеризующие колебания воды в тоннели;

$\varphi_n(x), \psi_n(y)$ – известная полная ортонормированная система функции.

Из (1) следует, что в тоннели будет два вида колебаний воды – вдоль оси OX и вдоль оси-OY, причём в каждом из них существует два типа волн- чётные и нечётные, соответствующие чётным и нечётным значениям-n.

Эксперименты показывают, что основным видам колебаний являются боковые. Вертикальные динамические силы, в основании грунта вызванные этими колебаниями составляют более половины от всех остальных. Если при этом собственные частоты

поперечных волновых колебаний воды будет находится в сфере изменений частот вынужденных колебаний, то возможно совпадение колебаний воды и оболочки тоннели.

В качестве координат примем: $\theta_k, y_k, \varphi_z, y_m, \varphi_x$

Кинематическая энергия рассматриваемой системы равна:

$$T = \frac{1}{2} I_0 \dot{\theta}_k^2 + \frac{1}{2} m_k (\dot{y}_k + h_1 \dot{\theta}_k)^2 + \frac{1}{2} m_k \dot{y}_m^2 + \frac{1}{2} I_z \dot{\varphi}_z^2 + \frac{1}{2} I_m \dot{\varphi}_x^2 \quad (2)$$

где: m_k – масса тоннели с водой;

h_1 – высота центра масс от оси поперечных колебаний тоннели;

I_m – масса грунта вокруг оболочки тоннеля;

Суммарный момент инерции:

$$I_0 = I_o^k + I_o^b$$

I_o^k – момент инерции оболочки без воды относительно поперечного сечения тоннели;

I_o^b – момент инерции воды, заменённой моментом инерции эквивалентного тела, относительно поперечной оси;

I_z, I_x – момент инерции грунта относительно осей OZ и OX.

Потенциальная энергия системы:

$$\Pi = \frac{1}{2} E (-\theta_k b + b \varphi_x)^2 + \frac{1}{2} E (\theta_k b - b \varphi_x)^2 + \frac{1}{2} E_1 (y_k - y_m)^2 - \frac{1}{2} m_k g l \theta_k^2 + \frac{1}{2} E_2 (S \varphi_x - S \theta_0)^2 \quad (3)$$

E – вертикальный модуль упругости грунта;

E_1 – горизонтальный модуль упругости грунта;

E_2 – модуль упругости корпуса тоннели;

2S – ширина тоннели; 2b – ширина поверхности воды;

$\theta_0 = \frac{\eta_l - \eta_n}{2S}$ – угол перекоса оболочки тоннеля:

$$\eta_l = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \eta_i^l ; \quad \eta_n = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \eta_i^n$$

где: η_i^l – возмущение потока воды от неровности левой части дна тоннели;

η_i^n – возмущение потока воды от неровности правой части дна тоннели,

Причём значения –n можно принимать равными 2, 3 и 4 в зависимости от качества стыковых соединений дна тоннели.

Обобщённые силы – Q и моменты обобщённых сил, соответствующие обобщённым координатам – θ_k и y_k равны:

$$\begin{aligned} Q \theta_k &= F_{mp,b} b \text{sign}(-\dot{\theta}_k b - b \dot{\varphi}_x) - F_{mp,b} b \text{sign}(\dot{\theta}_k b - b \dot{\varphi}_x) \\ Q y_k &= -F_{mp,r} \text{sign}(\dot{y}_k - \dot{y}_m) \end{aligned} \quad (4)$$

Гравитационная сила представляет собой горизонтальную составляющую от нормальных усилий воды на дно тоннеля:

$$F_{\text{грав}} = \frac{P_{\text{ст}}}{R_k - R_p} y \quad (5)$$

$P_{\text{ст}}$ – статическая нагрузка воды на дно;

R_k, R_p – радиусы кривизны дна тоннели в поперечном и продольном сечении.

Обобщённые силы и моменты сил для координат $\varphi_z, \varphi_x, y_m$ равны:

$$\begin{cases} Q y_m = -2F_p y_m - 4F_y \xi_m - 2F_p y_m - 2F_{mp,r} \text{sign}(\dot{y}_k - \dot{y}_m); \\ Q \varphi_z = -4F_x \xi_x + M_y \varphi_z; \\ Q \varphi_x = -F_{mp,b} b \text{sign}(-\dot{\theta}_k b + b \dot{\varphi}_x) + F_{mp,b} b \text{sign}(\dot{\theta}_k b - b \dot{\varphi}_x) \end{cases} \quad (6)$$

Используя уравнение Лагранжа второго порядка получим систему дифференциальных уравнений:

$$\left\{ \begin{aligned} & \{ (I_0 + m_k h_1^2) \dot{\theta}_k + m_k h_1 \ddot{y}_k + (2Eb^2 - m_k g h_1) \theta_k - F_{mp \cdot b} \text{sign}(-\dot{\theta}_k b + b \dot{\phi}_x) + \\ & \quad F_{mp \cdot b} \text{sign}(\dot{\theta}_k b - b \dot{\phi}_x) - 2Eb^2 \phi_x = 0; \\ & \quad m_k y_k + m_k h_1 \ddot{\theta}_k + E_1 y_k + 2F_{mp} \text{sign}(\dot{y}_k - \dot{y}_m) - E_1 y_1 = 0; \\ & \quad m_k \ddot{y}_k + m_k h_1 \ddot{\theta}_k + E_1 y_k + 2F_{mp} \text{sign}(\dot{y}_k - \dot{y}_m) - E_1 y_m = 0; \\ & \quad I_x \ddot{\phi}_x + (2Eb^2 + 2E_2 S^2) \phi_x - 2Eb^2 \theta_k + 2\beta_2 S^2 \dot{\phi}_x + F_{mp \cdot b} \text{sign}(\dot{\theta}_k b - b \dot{\phi}_x) - \\ & \quad \quad 2E_2 S^2 \theta_0 - 2\beta_2 S^2 \dot{\theta}_0 = 0 \\ & \quad m_m \ddot{y}_m + 2E_1 y_1 - 2F_{mp} \text{sign}(\dot{y}_k - \dot{y}_m) + \frac{2p}{R_k - R_p} + 2F_y \xi_y + F_p y_m = 0 \\ & \quad I_z \ddot{\phi}_z + 2SF_x \xi_x + M_y \phi_z = 0 \end{aligned} \right. \quad (7)$$

Уравнение (7) решалось при различных скоростях движения воды от 10 до 100 км/ч. Из результатов расчёта видно, что собственная частота боковой качки от движения воды в тоннели равна 1,5-1,6 герц, основание тоннеля – до 6 герц. Наибольшие колебания боковой качки происходит при скорости 60-70 км/ч. На рис 2 приведены зависимости силы F_p от неровности поверхности, а на рис 3 от скорости движения воды.

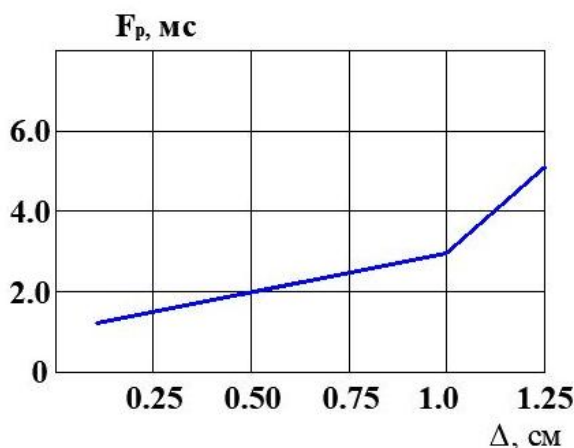


Рис 2. Зависимости направляющего усилия $-F_p$ от неровности дна тоннеля

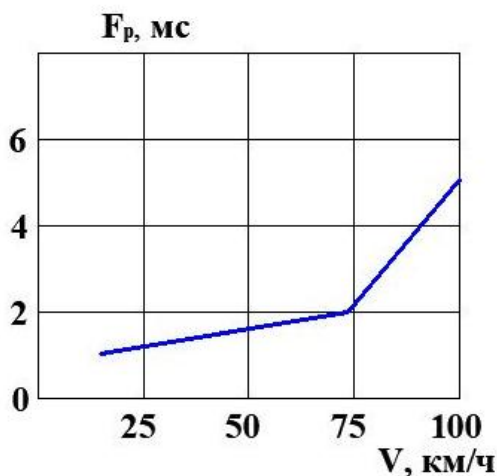


Рис 3. Зависимость усилия F_p от скорости движения воды в тоннели

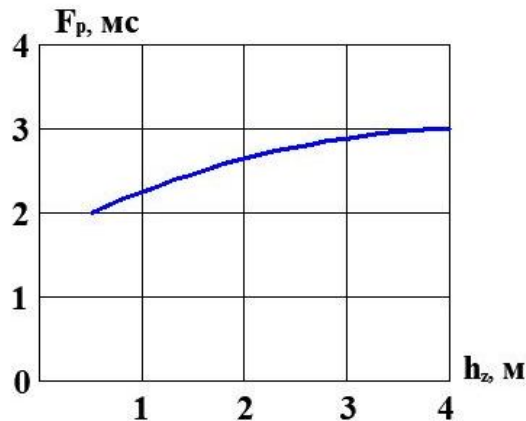


Рис 4. Зависимость горизонтальных сил воздействия воды от веса воды, пропорциональной слоя $-h_z$

На основе Рис 2, 3 и 4 можно сделать вывод, что горизонтальные поперечные воздействия воды в гидростатическом тоннели создают значительные колебательные процессы, которые зависят и от скорости движения воды и от мощности слоя воды в тоннели.

Для уточнения результатов теоретических расчётов необходимо провести серию натуральных экспериментов в реальных условиях гидротехнической тоннели Нурекской ГЭС, а также по результатам сложных модельных экспериментов с подбором материалов по теории моделирования профессора, академика А.Г. Назарова, что позволит значительно уточнить разработанную теорию расчёта.

Список литературы

1. Абдужабаров А.Х. Сейсмостойкость автомобильных и железных дорог / А.Х. Абдужабаров // КАСИ, 1996, 226 с, Бишкек.
2. Жуковский Н.Е. О движении твердого тела, имеющего полости, наполненные однородной каплевой жидкостью / Н.Е. Жуковский // Собрсеч. Т.1., М.: Гостехиздат, 1948. - С 348-405
3. Хасанов Н.М., Сейсмостойкость конструкций водопропускных сооружений и подземных переходов / Н.М. Хасанов., А.Х. Абдужабаров., У.Р. Тешаев // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 2 (55), г. Санкт-Петербург.

УДК 699.841.

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ПЛОСКОЙ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ МЕТОДОМ СОСРЕДОТОЧЕННЫХ ДЕФОРМАЦИИ

Хасанов Н.М. – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Подземные сооружения, основания и фундаменты» Таджикского технического университета им. М.С.Осими.
khasanov.nurali@mail.ru.

Якубов А.О. – ассистент кафедры «Промышленные гражданское строительство» Таджикского технического университета им. М.С.Осими

Саидов Р.Р. Таджикский технический университет, им. акад. М.С.Осими

Аннотация

В статье изложены алгоритм и результаты численного решения задачи балки-стенки методом сосредоточенных деформаций. Полученные матрицы коэффициентов и внутренней жесткости квадратного элемента позволили сформировать матрицу внешней жесткости исследуемой системы. Алгоритм реализован на примере тестовой задачи, и результаты численного решения сопоставлены с известным решением.

Ключевые слова: балка-стенка, матрица внутренней жесткости, метод сосредоточенных деформаций, матрица внешней жесткости.

NUMERICAL SOLUTION OF THE PLANE PROBLEM OF THE ELASTICITY THEORY BY METHOD OF CONFLICATED DEFORMATION

Hasanov N.M. - candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of "Underground structures, bases and foundations" of Tajik Technical University named after M.S.Osimi. Khasanov.nurali@mail.ru

Yakubov A.O. - assistant to the department "Underground structures, foundations and Foundations" of the Tajik Technical University. M.S. Osimi.

Saidov R. R. Tajik technical University. Acad. M. S. Osimi

Abstract

The algorithm and results of the numerical solution of the beam-wall problem by the method of concentrated deformations are presented. The obtained matrices of coefficients and internal rigidity of the square element made it possible to form a matrix of external rigidity of the system under study. The algorithm is implemented on the example of the test problem, and the results of the numerical solution are compared with the known solution.

Key words: beam-wall, matrix of internal rigidity, method of concentrated deformations, matrix of external rigidity.

Оценка точности и эффективности метода сосредоточенных деформаций (МСД) применительно к задачам статики плоского напряжённого состояния дана в работах [1,3], где исследованы распределения напряжений на контурах и в теле квадратной балки-стенки с защемленными боковыми гранями от действия распределенной по верхней грани нагрузки. На основе численных экспериментов исследованы вопросы сходимости и точности МСД при различных разбиениях внутренней области балки-стенки. Результаты, полученные при разбивке балки-стенки на сетке 24x24 сопоставляются с известными результатами численного решения по методом конечных разностей (МКР) [1].

В данной работе рассматривается развитие метода сосредоточенных деформаций для решения статических задач плоско-напряжённых систем. Плоская несущая конструкция, расположенная в правой прямоугольной системе координат ОХУ, разбивается плоскостями сосредоточенных деформаций на прямоугольные элементы: по горизонтали на m , а по вертикали на n элементов. Деформации растяжения-сжатия, сдвига и поворота сосредотачиваются на линиях деления, а также на контурных линиях (рис. 1а). В общем, можно предполагать, что система состоит из разнотипных элементов с различными модулями упругости, площадями поперечных сечений на гранях элементов и моментами инерций сечений граней относительно оси Z.

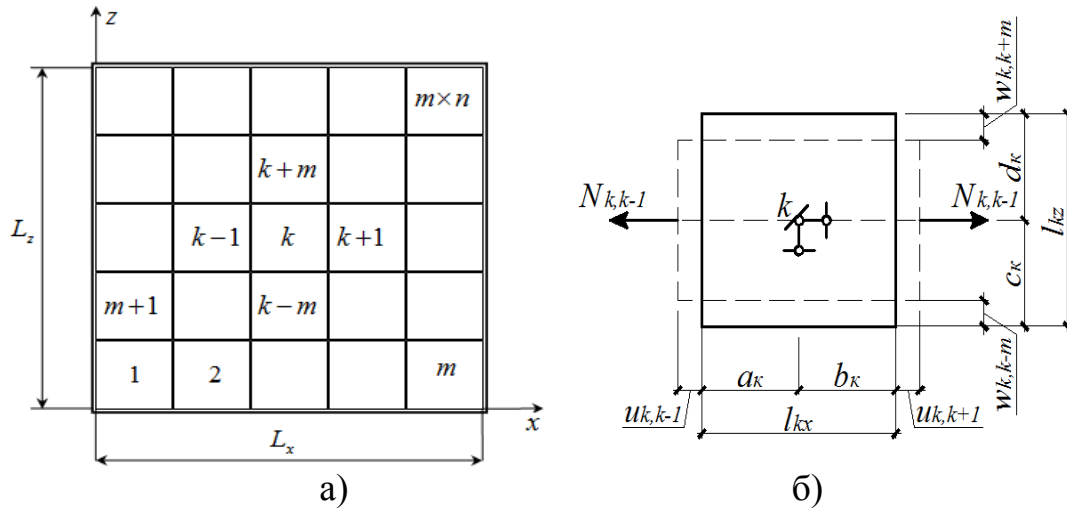


Рис.1. Схема разбивки плоской системы (а) и деформирование элемента k от действия нормальных сил (б).

Для плоского напряженного состояния закон Гука в случае изотропного материала записывается в виде

$$\sigma_x = \frac{E}{1-\mu^2}(\varepsilon_x + \mu\varepsilon_z), \quad \sigma_z = \frac{E}{1-\mu^2}(\varepsilon_z + \mu\varepsilon_x), \quad (1)$$

$$\tau = G\gamma_{xz} = \frac{E}{2(1+\mu)}\gamma_{xz}. \quad (2)$$

Из рассмотрения равновесия k -го конечного элемента от действия нормальных сил, направленных по оси X (рис.1,б), выразив относительные деформации через абсолютные перемещения граней конечного элемента, соотношения (1) можно представить так:

$$N_{k,k-1} = \frac{E_k F_{k,k-1}}{1-\mu_k^2} \left[\frac{u_{k,k-1}}{a_k} + \frac{\mu_k (w_{k,k-m} + w_{k,k+m})}{l_{kz}} \right],$$

$$N_{k,k+1} = \frac{E_k F_{k,k+1}}{1-\mu_k^2} \left[\frac{u_{k,k+1}}{b_k} + \frac{\mu_k (w_{k,k-m} + w_{k,k+m})}{l_{kz}} \right], \quad (3)$$

Уравнения (3) возможны при условии, что неуравновешенные силы по противоположенным граням воспринимаются связями метода перемещений. Аналогичные уравнения можно записать при деформировании элемента нормальными силами по оси Z

$$N_{k,k-m} = \frac{E_k F_{k,k-m}}{1-\mu_k^2} \left[\frac{w_{k,k-m}}{c_k} + \frac{\mu_k (u_{k,k-1} + u_{k,k+1})}{l_{kx}} \right],$$

$$N_{k,k+m} = \frac{E_k F_{k,k+m}}{1-\mu_k^2} \left[\frac{w_{k,k+m}}{d_k} + \frac{\mu_k (u_{k,k-1} + u_{k,k+1})}{l_{kx}} \right]. \quad (4)$$

где $l_{kx} = a_k + b_k$ - длина элемента по оси X .

Уравнения (3) и (4) можно представить в векторно-матричной форме

$$\mathbf{N}_k = \mathbf{C}_{k,N} \mathbf{U}_{k,N}, \quad (5)$$

$$\mathbf{U}_{k,N} = (u_{k,k-1} \ w_{k,k-m} \ w_{k,k+m} \ u_{k,k+1})$$

$$\mathbf{N}_k = (N_{k,k-1} \ N_{k,k-m} \ N_{k,k+m} \ N_{k,k+1})$$

$$C_{k,N} = \frac{E_k}{1-\mu_k^2} \begin{bmatrix} \frac{F_{k,k-1}}{a_k} & \frac{\mu_k F_{k,k-1}}{l_{ky}} & \frac{\mu_k F_{k,k-1}}{l_{ky}} & 0 \\ \frac{\mu_k F_{k,k-m}}{l_{kx}} & \frac{F_{k,k-m}}{c_k} & 0 & \frac{\mu_k F_{k,k-m}}{l_{kx}} \\ \frac{\mu_k F_{k,k+m}}{l_{kx}} & 0 & \frac{F_{k,k+m}}{d_k} & \frac{\mu_k F_{k,k+m}}{l_{kx}} \\ 0 & \frac{\mu_k F_{k,k+1}}{l_{kx}} & \frac{\mu_k F_{k,k+1}}{l_{kx}} & \frac{F_{k,k+1}}{b_k} \end{bmatrix} \quad (6)$$

Рассмотрев деформацию изгиба (рис.2а) с учетом гипотезы плоских сечений, можно написать.

$$\sigma_x = \frac{E}{1-\mu^2} \varepsilon_x, \quad \sigma_y = \frac{E}{1-\mu^2} \varepsilon_y$$

$$M_y = \int_F \sigma_x dF \cdot z = \frac{E}{1-\mu^2} \int_F \varepsilon_x dF \cdot z = \frac{E}{\rho(1-\mu^2)} \int_F z^2 dF = \frac{EI_y}{1-\mu^2} \cdot \frac{\varphi}{a}, \quad (7)$$

где $\rho = a/\varphi$ - радиус кривизны нейтрального слоя, I_y - момент инерции. Исходя из (7) составим выражения закона Гука при изгибе.

$$M_{k,k-1} = \frac{E_k I_{k,k-1}}{1-\mu_k^2} \cdot \frac{\varphi_{k,k-1}}{a_k} \quad M_{k,k+1} = \frac{E_k I_{k,k+1}}{1-\mu_k^2} \cdot \frac{\varphi_{k,k+1}}{b_k} \quad (8)$$

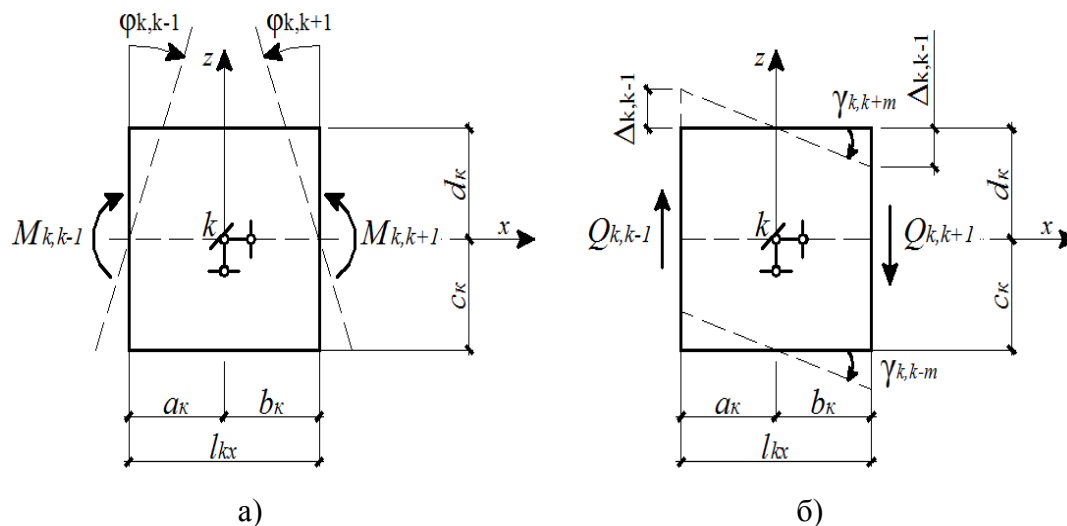


Рис.2. Деформации конечного элемента: изгиба (а) и сдвига (б).

Аналогичные (8) выражения от изгибающих моментов, действующих на двух других гранях, записываются в виде

$$M_{k,k-m} = \frac{E_k I_{k,k-m}}{1-\mu_k^2} \cdot \frac{\varphi_{k,k-m}}{c_k}, \quad M_{k,k+m} = \frac{E_k I_{k,k+m}}{1-\mu_k^2} \cdot \frac{\varphi_{k,k+m}}{d_k}. \quad (9)$$

Из рассмотрения деформации сдвига (рис. 2б) в соответствии с законом Гука (1) и с учетом $\gamma_{k,k-1} = \Delta_{k,k-1}/a_k$, $\gamma_{k,k+1} = \Delta_{k,k+1}/b_k$, получим

$$Q_{k,k-1} = \frac{E_k F_{k,k-1}}{2(1+\mu_k)} \cdot \frac{\Delta_{k,k-1}}{a_k}, \quad Q_{k,k+1} = \frac{E_k F_{k,k+1}}{2(1+\mu_k)} \cdot \frac{\Delta_{k,k+1}}{b_k}, \quad (10)$$

здесь $F_{k,k-1} = F_{k-1} / \mu_{k-1}$, $F_{k,k+1} = F_{k+1} / \mu_{k+1}$, F_{k-1}, F_{k+1} – площади поперечных сечений левой и правой грани k -го элемента, μ_{k-1}, μ_{k+1} – коэффициенты формы поперечных сечений граней. При действии сдвигающих усилий на противоположенных гранях, параллельных оси X по аналогии с (10) будем иметь

$$Q_{k,k-m} = \frac{E_k F_{k,k-m}}{2(1+\mu_k)} \cdot \frac{\Delta_{k,k-m}}{c_k}, \quad Q_{k,k+m} = \frac{E_k F_{k,k+m}}{2(1+\mu_k)} \cdot \frac{\Delta_{k,k+m}}{d_k}. \quad (11)$$

Представленные зависимости позволяют сформировать матрицу внутренней жесткости конечного элемента метода сосредоточенных деформаций.

Аналогичным образом можно получить матрицы внутренней жесткости k -го элемента, соответствующие деформациям изгиба и сдвига. Уравнения (8) и (9) представляются в матричной форме.

$$\mathbf{M}_k = \mathbf{C}_{k,M} \mathbf{U}_{k,M}, \quad (12)$$

где матрица жесткости является диагональной

$$\mathbf{C}_{k,M} = \text{diag} \left(\frac{I_{k,k-1}}{a_k} \quad \frac{I_{k,k-m}}{c_k} \quad \frac{I_{k,k+m}}{d_k} \quad \frac{I_{k,k+1}}{b_k} \right) \cdot \frac{E_k}{1-\mu_k^2},$$

$$\mathbf{M}_k = (M_{k,k-1} \quad M_{k,k-m} \quad M_{k,k+m} \quad M_{k,k+1}), \quad \mathbf{U}_{k,M} = (\varphi_{k,k-1} \quad \varphi_{k,k-m} \quad \varphi_{k,k+m} \quad \varphi_{k,k+1}).$$

Из уравнения (10) и (11) следует, что вектор сдвигающих усилий может быть представлен в виде.

$$\mathbf{Q}_k = \mathbf{C}_{k,Q} \mathbf{U}_{k,Q}, \quad (13)$$

здесь матрица жесткости также диагональная

$$\mathbf{C}_{k,Q} = \text{diag} \left(\frac{F_{k,k-1}}{a_k} \quad \frac{F_{k,k-m}}{c_k} \quad \frac{F_{k,k+m}}{d_k} \quad \frac{F_{k,k+1}}{b_k} \right) \cdot \frac{E_k}{2(1+\mu_k)},$$

$$\mathbf{Q}_k = (Q_{k,k-1} \quad Q_{k,k-m} \quad Q_{k,k+m} \quad Q_{k,k+1})^T, \quad \mathbf{U}_{k,Q} = (\Delta_{k,k-1} \quad \Delta_{k,k-m} \quad \Delta_{k,k+m} \quad \Delta_{k,k+1})^T.$$

Таким образом, уравнения (5), (12) и (13) характеризуют зависимости внутренних усилий на гранях конечного элемента от соответствующих перемещений.

Матрицу внутренней жесткости для k -го элемента с учетом совместного действия всех сил, получаем исходя из учета его взаимодействия с другими элементами, при равенстве внутренних усилий на плоскостях сосредоточенных деформаций. Рассмотрев поведения в k -м и $k-1$ -м элементах по плоскости сосредоточенных деформаций между ними, из (3) и аналогичного равенства для $N_{k-1,k}$, при $w_{k,k-m} = 0$, $w_{k,k+m} = 0$, $w_{k-1,k-m-1} = 0$, $w_{k-1,k+m-1} = 0$, находим

$$u_{k,k-1} = \left[\frac{E_k F_{k,k-1}}{(1-\mu_k^2) a_k} \right]^{-1} \times N_{k,k-1}, \quad u_{k-1,k} = \left[\frac{E_{k-1} F_{k-1,k}}{(1-\mu_{k-1}^2) b_{k-1}} \right]^{-1} \times N_{k-1,k}.$$

Суммируя эти перемещения и учитывая, что и $N_{k-1,k} = N_{k,k-1}$, получим

$$u_{k-1,k} + u_{k,k-1} = \left\{ \left[\frac{E_{k-1} F_{k-1,k}}{(1-\mu_{k-1}^2) b_{k-1}} \right]^{-1} + \left[\frac{E_k F_{k,k-1}}{(1-\mu_k^2) a_k} \right]^{-1} \right\} \times N_{k,k-1}. \quad (14)$$

Выражение (14) по существу означает абсолютную деформацию между k -м и $k-1$ -м элементами вдоль оси X

$$\Delta u_{k,k-1} = u_k - u_{k-1} = u_{k-1,k} + u_{k,k-1} = (c_{k,k-1})^{-1} \times N_{k,k-1},$$

$$c_{k,k-1}^N = \left[\left(\frac{E_{k-1} F_{k-1,k}}{(1-\mu_{k-1}^2) b_{k-1}} \right)^{-1} + \left(\frac{E_k F_{k,k-1}}{(1-\mu_k^2) a_k} \right)^{-1} \right]^{-1}. \quad (15)$$

Формула (15) определяет величину продольной силы по плоскости сосредоточенных деформаций между k -м и $k-1$ -м элементами при единичном взаимном их перемещении.

Аналогичным образом можно записать коэффициенты жесткости от деформации изгиба и сдвига.

$$c_{k,k-1}^M = \left[\left(\frac{E_{k-1} I_{k-1,k}}{(1-\mu_{k-1}^2) b_{k-1}} \right)^{-1} + \left(\frac{E_k I_{k,k-1}}{(1-\mu_k^2) a_k} \right)^{-1} \right]^{-1}, \quad (16)$$

$$c_{k,k-1}^Q = \left[\left(\frac{E_{k-1} F_{k-1,k}}{2(1+\mu_{k-1}) b_{k-1}} \right)^{-1} + \left(\frac{E_k F_{k,k-1}}{2(1+\mu_k) a_k} \right)^{-1} \right]^{-1}, \quad (17)$$

В частности, при равных значениях модулей упругости, площадей сечений и коэффициента Пуассона, из (15), (16) и (17) получим

$$c_{k,k-1}^N = \frac{EF_{k,k-1}}{(1-\mu^2) l_{k,k-1}}, \quad c_{k,k-1}^M = \frac{EI_{k,k-1}}{(1-\mu^2) l_{k,k-1}}, \quad c_{k,k-1}^Q = \frac{EF_{k,k-1}}{2(1+\mu) l_{k,k-1}},$$

где $l_{k,k-1} = b_{k-1} + a_k$ - расстояние между узлами $k-1$ -го и k -го элементов.

Последовательно рассмотрев остальные три грани k -го элемента получим аналогичные коэффициенты жесткости. Тогда вектор внутренних усилий k -го элемента приобретает вид

$$\mathbf{S}_k = \mathbf{C}_k \boldsymbol{\lambda}_k. \quad (18)$$

Здесь вектор-столбец усилий состоит из четырех векторов-столбцов, соответствующие четырем граням k -го элемента

$$\mathbf{S}_k = (N_{k,k-1} \quad M_{k,k-1} \quad Q_{k,k-1} \quad N_{k,k-m} \quad M_{k,k-m} \quad Q_{k,k-m} \quad \dots \quad N_{k,k+1} \quad M_{k,k+1} \quad Q_{k,k+1})$$

$$\boldsymbol{\lambda}_k = (\Delta u_{k,k-1} \quad \Delta \varphi_{k,k-1} \quad \Delta w_{k,k-1} \quad \Delta u_{k,k-m} \quad \Delta \varphi_{k,k-m} \quad \Delta w_{k,k-m} \quad \dots \quad \Delta u_{k,k+1} \quad \Delta \varphi_{k,k+1} \quad \Delta w_{k,k+1})$$

$$\Delta u_{k,k-1} = u_k - u_{k-1}, \quad \Delta \varphi_{k,k-1} = \varphi_k - \varphi_{k-1},$$

$$\Delta w_{k,k-1} = w_k - w_{k-1} + \varphi_k a_k + \varphi_{k-1} b_{k-1}$$

Таким образом, матрица внутренней жесткости в (18) представляет собой квадратную матрицу двенадцатого порядка.

Исследуется сходимость и точность решения МСД статической задачи на примере консольной балки-стенки с отношением сторон 1:1 жестко закрепленная по подошве от действия боковой равномерно распределенной нагрузкой q (рис.3). Это задача исследуется для плоского напряженного состояния при следующих данных: $b/a = 1.5$, $q = 1 \text{ м} / \text{м}$, $E = 2 \cdot 10^6 \text{ м} / \text{м}^2$, $\mu = 1, 2$.

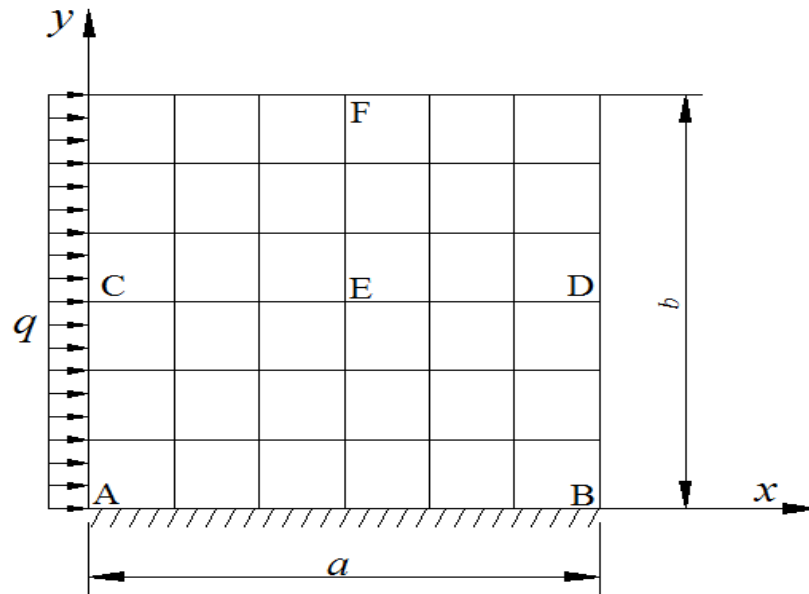


Рис.3. Консольная балка-стенка с разбивкой 6x6.

Полученные результаты МСД при различных разбиениях сравниваются с аналитическими решениями [2].

Таблица. Сравнение результатов расчёта консольной балки-стенки с жестко закрепленной подошвой с отношениями сторон 1 : 1.

Метод МСД	σ_{xA}	σ_{yA}	σ_{yB}	σ_{yC}	σ_{yD}	σ_{xE}	σ_{yE}	σ_{xF}
6x6	1,00	4,010	-3,590	0,640	-0,705	-0,472	-0,054	-0,511
8x8	1,00	4,620	-4,050	0,532	-0,606	-0,483	-0,016	-0,513
10x10	1,00	5,100	-4,390	0,468	-0,544	-0,489	-0,015	-0,513
12x12	1,00	5,510	-4,660	0,431	-0,507	-0,496	0,009	-0,514
[2]	1,00	4,115	-3,327	0,511	-0,652	-0,463	-0,028	-0,537

В таблице результаты распределения нормальных напряжений консольной балки-стенки, полученные по МСД при различных разбиениях, сравниваются с данными [2] на сетке с разбиением 6x6. Сравнение по нормальным напряжениям σ_x , возникающих в точке E, F и нормальным напряжениям σ_y в точке A, B, C, D показало, что расхождение с данными [2] составляет: в точке A – 2,55%; - в точке B – 7,3%; - в точке C – 6,5%, - в точке D – 7,5%, - в точке E – 1,9%, - в точке F – 4,8%.

Из анализа полученных результатов следует, что алгоритм МСД при более густой разбивке показывает достаточно хорошую сходимость и точность в решении консольной балки-стенки.

Список литературы

1. Низомов Д.Н, Каландарбеков И. Метод сосредоточенных деформаций Душанбе, "Дониш", 2015, стр. 436.
2. Саидов Р.Р. Расчет балки-стенки метод сосредоточенных деформаций с учетом особенности угловых точек./ Вестник ТТУ Душанбе, 2015, №4(32), ISSN 2075-177X, с. 127-130.
3. Улицкий И.И., Ривкин С.А., Самолетов М.В., Дыховичный А.А., Френкель М.М., Кретов В.И. Железобетонные конструкции. Киев "Будівельник", 1972, стр. 992

АНАЛИЗ СЕЙСМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КРЕПЬ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК КРУГЛОГО СЕЧЕНИЯ

Хасанов Н.М. – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Подземные сооружения, основания и фундаменты» Таджикского технического университета им. М.С.Осими. khasanov.nurali@mail.ru.

Ятимов А.Ч. – старший преподаватель кафедры «Подземные сооружения, основания и фундаменты» Таджикского технического университета им. М.С.Осими

Якубов А.О. – ассистент кафедры «Промышленные гражданское строительство» Таджикского технического университета им. М.С.Осими

Аннотация

В данной статье изложены результаты инженерного решения которое показывает, что в скальных породах, при больших длинах волн с преобладающим периодом колебаний форма импульса не оказывает значительного влияние на напряжённое состояние крепи.

Изложены общие принципы расчета крепи выработок на сейсмические воздействия в виде кольца заданной толщины и конфигурации в условиях полного контакта с массивом горных пород моделируемым линейно-деформируемой средой.

Приводится расчёт крепи круглого сечения при сейсмическом воздействии методом многослойных конструкций радиуса внешнего слоя, стремящегося к бесконечности.

В качестве примера определены напряжения в монолитной бетонной крепи на одном из участков турбинного водовода 5-в агрегата Рогунской ГЭС

Ключевые слова: горные породы, крепь, горные выработки, землетрясения, круглого сечения, сейсмических волн, продольные и поперечные волны, скорость продольных волн.

ANALYSIS OF SEISMIC IMPACT ON THE THE LINING WORKINGS OF CIRCULAR CROSS SECTION

Hasanov N.M. - candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of "Underground structures, bases and foundations" of Tajik Technical University named after M.S.Osimi. khasanov.nurali@mail.ru

Yatimov A. C. - Senior Lecturer of the Department of "Underground structures, bases and foundations" of Tajik Technical University named after M.S. Osimi.

Yakubov A.O. - assistant to the department "Underground structures, foundations and Foundations" of the Tajik Technical University. M.S. Osimi.

Abstract

This article describes the results of engineering decisions, which shows that the rocks, at the big lengths of waves with a predominant period of oscillations, pulse shape had a significant effect on the stress state of the lining.

General principles of calculating support of excavations for the seismic effects in the form of a ring of given thickness and configuration in full contact with the rock mass modeled linearly deformable medium.

The calculation of the lining of circular cross section with seismic effects method, multilayer structures of the radius of the outer layer tends to infinity.

As an example, defined by stresses in a monolithic concrete lining in one of the sections penstock is a 5-in unit of the Rogun hydropower plant.

Key words: rocks, support, mining, earthquakes, circular section, seismic waves, longitudinal and transverse waves, longitudinal wave velocity

Основной задачей расчёта обделок на сейсмические воздействия является проверка прочности конструкций с целью предупреждения её обрушения, при этом сейсмические воздействия учитываются при особых сочетаниях нагрузок.

Следует отметить, что в расчётах гидротехнических подземных сооружений на сейсмические воздействия допускается возникновение сейсмических остаточных деформаций (трещин, сколов, смещений), не приводящих к обрушению и вывалу элементов обделки.

Расчет производится на сейсмические воздействия, направленные перпендикулярно к продольной оси тоннеля. Воздействие сейсмических сил, направленных вдоль продольной оси тоннеля, смягчается в результате конструктивных мероприятий (устройства сейсмических деформационных швов по длине тоннеля) и поэтому в расчёте не учитываются.

Опасность землетрясений для подземных сооружений длительное время недооценивалась. Имеющиеся в настоящее время сведения о влиянии землетрясений на горные выработки и подземные сооружения свидетельствуют о том, что практически при каждом сильном землетрясении подземные сооружения получали различного рода повреждения и разрушения. Например, в г. Исфаре Республики Таджикистан 31.01.1977 г. при магнитуде 6,5 получили повреждения вертикальные и наклонные стволы, горизонтальные выработки и камеры шахт 1-2 и №8 в Шурабе. Также некоторые тоннели подземного комплекса в Рогунской ГЭС тоже получили повреждения.

В сейсмоопасных зонах на основании статического анализа интенсивности и повторяемости землетрясений, а также анализа геологических и геофизических данных осуществляется сейсмическое районирование, в которой отмечены места возможных землетрясений и указана их балльность. Карта сейсмического районирования является официальным документом, который необходимо принимать во внимание при проектировании и расчёте различных сооружений. Очаги землетрясений обычно приурочены к районам неотектонических движений земной коры. Районы, подверженные землетрясениям в 6 и более баллов, составляют значительную часть территории Центральной Азии: площади районов имеющих сейсмичность в баллах соответственно 6-297, 7-242, 8-222; 9-242 тыс.км².

Скорости распространения продольных и поперечных сейсмических волн отличаются друг от друга и составляют:

$$C_p = \sqrt{\frac{Eq}{\gamma} \cdot \frac{1-\mu}{(1+\mu) \cdot (1-2\mu)}}; \quad (1) \quad C_s = \sqrt{\frac{Eq}{2\gamma \cdot (1+\mu)}}; \quad (2)$$

где: E – модуль деформации, МПа;

γ – вес пород, МН/м²;

μ – коэффициент Пуассона;

q – ускорение свободного падения тела;

Для плоских гармонических волн в упругой среде экстремальные значения нормальных и касательных напряжений определяются выражениями:

$$\sigma_{\min}^{max} = \pm P = \pm \frac{1}{2\pi} \cdot k_c \cdot \gamma \cdot c_p \cdot T_0; \quad (3)$$

$$\tau_{\min}^{max} = \pm Q = \pm \frac{1}{2\pi} \cdot k_c \cdot \gamma \cdot c_s \cdot T_0; \quad (4)$$

где: k_c – коэффициент сейсмичности, соответствующий баллу землетрясения;

T_0 – преобладающий период сейсмических колебаний частиц породы, определяемый по данным инженерно-сейсмической службы, а при отсутствии этих данных принимаемый равным 0,5 с;

k_c - принимается в зависимости от расчётной сейсмичности землетрясения в баллах:

Расчетная сейсмичность	7	8	9
Значения, k_c	0,025	0,5	0,1

Ориентировочные значения скоростей продольных сейсмических волн и нормальных напряжений в массиве пород при землетрясениях 9 баллов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Породы	γ $1 \cdot 10^{-2}$ МН/м ²	c_p $1 \cdot 10^{-2}$ м/с	P $1 \cdot 10^2$ МПа
Скальные	2,5	35-40	70-100
Мергель, мел, плотные глины	2,2	10-35	18-60
Грунты (песка, глина, суглинки)	1,8-2,2	2-10	3-16

При воздействии упругих волн на подземное сооружение в нем возникает изменяющееся во времени напряженное состояние, которое может быть исследовано с помощью решений динамических задач теории упругости. Величина напряжений зависит от соотношения поперечных размеров подземных горных выработок и длины сейсмических волн.

Общие принципы расчета крепи выработок (обделок подземных сооружений) на сейсмические воздействия при землетрясениях разработаны д.т.н. Н.Н. Фотиевой [2]. Крепь рассматривается как кольцо заданной толщины и конфигурации в условиях полного контакта с массивом.

Сейсмические волны предполагаются упругими, гармоническими с плоским фронтом либо нестационарными, но с незначительным отличием реального импульса по форме от синусоидального. Надо отметить, что в скальных породах при больших длинах волн с преобладающим периодом колебаний форма импульса оказывает незначительное влияние на напряжённое состояние крепи.

Массив горных пород моделируется линейно-деформируемой средой, механические свойства которой характеризуются средними значениями модули деформации E и коэффициента Пуассона μ .

Для расчета крепи выработки круглого сечения, подвергающейся сейсмическому воздействию используем метод расчета многослойных конструкций. Рассмотрим многослойное упругое кольцо (рис 1), внешней n – ый слой которого моделирует массив пород а внутренний слой -крепь.

Особенность расчётной схемы заключается в том, что радиус внешнего слоя

$$R_n \rightarrow \infty.$$

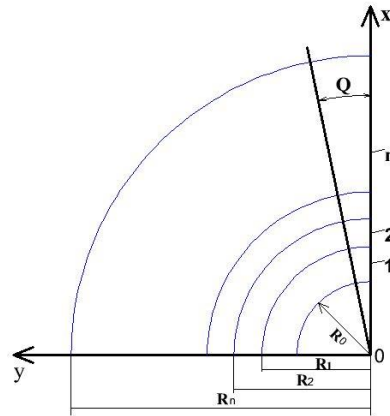


Рис 1. Расчётная схема крепи выработки круглого сечения в виде многослойного кольца

В частном случае монолитной бетонной крепи это схема может быть сведена к двухслойному кольцу (крепь-порода). Кроме того в качестве слоев могут быть выделены области в массиве пород вокруг выработки с отличающимися деформационными характеристиками (E и μ) вследствие упрочнения пород в результате тампонажа либо вследствие разупрочнения пород под влиянием взрывных работ или деформаций за пределом прочности.

Определим расчётную квазистатическую нагрузку, приложенную к внешнему контуру $r = R_n$ многослойного кольца. Наиболее неблагоприятный случай, когда сейсмические продольные и поперечные волны достигают выработки одновременно, тогда при направлении действия волн вдоль оси X^1 напряжённое состояние массива эквивалентно действию на бесконечности напряжений (рис 2).

$$\sigma_{x_1}^{(\infty)} = \pm P; \sigma_{y_1}^{(\infty)} = \pm \lambda P; \tau_{x_1 y_1}^{(\infty)} = Q \quad (5)$$

где значение Q, P по формуле (3 и 4) и $\lambda = \frac{\mu}{1-\mu}$;

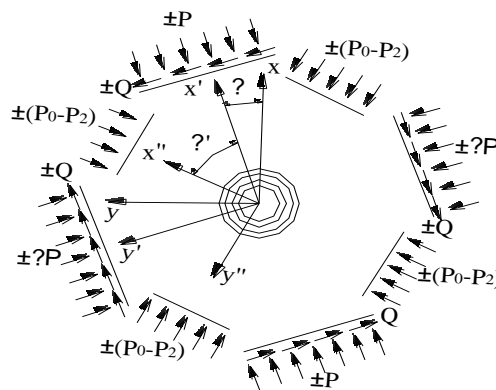


Рис 2. Расчётная схема сейсмических воздействий на крепь выработки круглого сечения

Учитывая равнозначность радиальных направлений для выработки с круглым сечением, определяют главные напряжения в массиве пород на бесконечности, пользуясь формулой:

$$\left. \begin{matrix} \sigma_1 \\ \sigma_3 \end{matrix} \right\} = \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} \quad (6)$$

Подставляя в формулу (6) значения формулы (5) получим:

$$\left. \begin{matrix} \sigma_1^{(\infty)} \\ \sigma_3^{(\infty)} \end{matrix} \right\} = \pm \frac{P}{2(1-\mu)} \cdot \left[1 \pm \sqrt{(3-4\mu) \cdot (1-2\mu)} \right] \quad (7)$$

Знак \pm обозначает действие сжимающих и растягивающих напряжений на бесконечности (∞).

Наибольшие главные напряжения действуют вдоль оси X^1 (рис 3), которая отклонены от оси X^1 на угол $\pm\alpha^1$ определяются по формуле:

$$2\alpha^1 = \arctg \left(-\frac{2\tau_{x^1y^1}^{(\infty)}}{\sigma_{x^1}^{(\infty)} - \sigma_{y^1}^{(\infty)}} \right) \quad (8)$$

Главные напряжение в массиве на бесконечности (∞) можно представить в виде.

$$\left. \begin{matrix} \sigma_1^{(\infty)} \\ \sigma_3^{(\infty)} \end{matrix} \right\} = P_0 \pm P_2; \quad (9)$$

$$\text{где: } P_0 = \frac{P}{2(1-\mu)}; \quad P_2 = \frac{P}{2(1-\mu)} \cdot \sqrt{(3-4\mu) \cdot (1-2\mu)}; \quad (10)$$

Переходя от декартовых к полярным координатам и направляя ось X вдоль X^1 (рис 1) для расчётных напряжений, приложенному к внешнему контуру многослойного кольца получим следующее выражение:

$$P^* = \pm(P_0 + P_2 \cdot 2\theta) \quad (11)$$

В дальнейшем расчёт производится для определения коэффициента передачи нагрузок предложенным проф. Н.С.Булычевым последовательно для всех слоёв, начиная изнутри (коэффициент передачи нагрузок через первый внутренний слой равен нулю $K_{0(i)} = 0$) по формулам (12) и (13).

$$K_{0(i)} = \frac{d_{1(i)}}{d_{2(i)} + X_0 \cdot (d_{1(i-1)}^I - k_{0(i-1)} \cdot d_{2(i-1)}^I)}; \quad (12)$$

где $X_0 = \frac{G_i}{G_{1-i}} \cdot \frac{C_{i-1}^2 - 1}{C_{1-i}^2 - 1}$ – отношение модулей сдвига крепи и пород;

$$\begin{aligned} K_{11(i)} &= \frac{1}{B} \cdot (\beta_1 \cdot a_{1(i)}^I - \beta_2 \cdot a_{1(i)}); \\ K_{12(i)} &= \frac{1}{B} \cdot (\beta_2 \cdot a_{2(i)} - \beta_2 a_{1(i)}^I); \end{aligned} \quad (13)$$

$$K_{21(i)} = \frac{1}{B} \cdot (\alpha_1 \cdot a_{1(i)}^I - \alpha_2 \cdot a_{1(i)});$$

$$K_{22(i)} = \frac{1}{B} \cdot (\alpha_2 \cdot a_{2(i)} - \alpha_2 \cdot a_{2(i)}^I);$$

Коэффициент передачи равномерных внешних нагрузок, приложенных на бесконечности, через внешний n -й слой, моделирующей массив пород полученных из выражения (12), заменив индекс i на n устранив $R_n \rightarrow \infty$. После преобразований получено:

$$K_{0(n)} = \frac{X_n + 1}{2 + X_0^{II} (d_{1(n)}^I - K_{0(n-1)} \cdot d_{2(n-1)}^I)} \quad (14)$$

где: $X_0^{II} = \frac{G_n}{G_{n-1}} \cdot \frac{1}{C_{n-1}^2 - 1}$;

Затем по формулам (15) и (16) находятся напряжения на контактах слоёв.

$$P_{0(i-1)} = P_{0(i)} \cdot K_{0(i)}; \quad (15)$$

$$P_{2(i-1)} = P_{2(i)} \cdot K_{11(i)} + q_{2(i)} \cdot K_{12(i)};$$

$$q_{2(i-1)} = P_{2(i)} \cdot K_{21(i)} + q_{2(i)} \cdot K_{22(i)}; \quad (16)$$

После чего по формулам (17) и (18) вычисляются нормальные тангенциальные напряжения на внутреннем и внешнем контурах каждого слоя.

$$\text{При } r = R_{i-1} \quad (17)$$

$$\sigma_{\theta} = P_{0(i)}m_1 - P_{0(i-1)}m_2 - (P_{2(i)}n_1 - q_{2(i)}n_2 - P_{2(i-1)}n_3 + q_{2(i-1)}n_4) \cdot \cos 2\theta$$

При $r = R_i$ (18)

$$\sigma_{\theta} = P_{0(i)}m_1^I - P_{0(i-1)}m_2^I + (P_{2(i)}n_1 - q_{2(i)}n_2^I - P_{2(i-1)}n_3^I + q_{2(i-1)}n_4^I) \cos 2\theta$$

Расчётные напряжения в крепи от сейсмических воздействий суммируются с напряжениями от горного давления. Проверка прочности слоев производится по экстремальным значениям напряжений.

Если выработка закреплена монолитной бетонной (однослойной) крепью при этом расчётные формулы упрощаются.

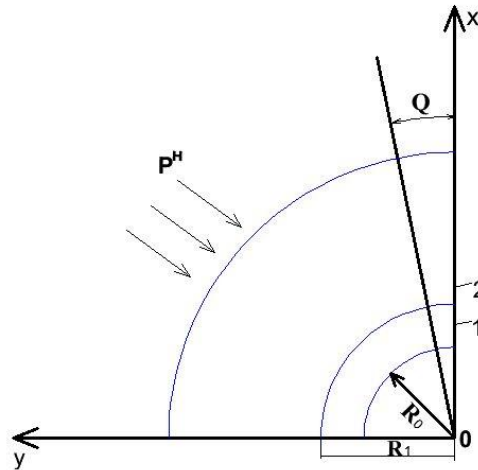


Рис 3. Схема к расчёту монолитной крепи выработки круглого сечения

Если связь крепи с массивом пород не усилена конструктивно (например с помощью анкеров) и крепь проектируется с допущение образования трещин, то на расчетные принимаются только смещающие напряжения P^* .

Коэффициенты передачи нагрузок через внешний слой (массив пород) определяются выражениями, следующими из (13) при $R_0 \rightarrow \infty$ и (14).

$$K_{0(2)} = \frac{d_{1(2)}}{d_{2(2)} + X^{II} d_{1(1)}}; \tag{19}$$

$$K_{11(2)} = 2 \cdot \frac{\beta_1}{B}; \quad K_{22(2)} = 2 \frac{\alpha_1}{B}; \tag{20}$$

где: $B = \alpha_2 \beta_1 - \alpha_2 \beta_2; \quad \alpha_1 = \frac{1}{X_2 + 1} (1 + X^{II} b_{1(1)});$

$$\alpha_2 = \frac{1}{X_2 + 1} (X_2 + X^{II} b_{2(1)}); \quad X^{II} = \frac{G_2}{G_1} \cdot \frac{X_1 + 1}{(c_1^2 - 1)^3};$$

$C = \frac{R_1}{R_0}$ характеристика круговой крепи (кольцо); X – коэффициент вида напряженного состояния имеющий значения: $X=3-4\mu$ –при плоской деформации; $X = \frac{3-\mu}{1+\mu}$ при плоском напряженном состоянии;

Здесь $d_1 = C^2(X + 1); d_2 = 2C^2 + X - 1; d_1^I = C^2(X - 1) + 2;$ и $d_2^I = X + 1.$

Поскольку напряжение сейсмических волн заранее неизвестно, то необходимо знать экстремальные напряжения в крепи, которые определяются по формулам, следующим из (17) и (18): при $r = R_0.$

$$\sigma_{\theta} = P_{0(1)}m_1 \pm (P_{2(1)}n_1 - q_{2(1)}n_2); \tag{21}$$

$$\sigma_{\theta} = P_{0(1)}m_1^I \pm (P_{2(1)}n_1^I - q_{2(1)}n_2^I); \tag{22}$$

$$\text{где: } m_1 = \frac{2c^2}{c^2-1}; \quad m_2 = \frac{c^2+1}{c^2-1}; \quad m_1^I = m_2; \quad m_2^I = \frac{2}{c^2-1};$$

$$n_1 = 4c^2 \frac{c^2+1}{(c^2-1)^2}; \quad n_2 = \frac{4c^2}{(c^2-1)^2}; \quad n_3 = \frac{c^4+6c^2+1}{(c^2-1)^2}; \quad n_4 = 2 \frac{c^4+2c^2-1}{(c^2-1)^2};$$

$$n_1^I = n_3; \quad n_2^I = 2 \frac{2c^2-c^4+1}{(c^2-1)^2}; \quad n_3^I = 4 \frac{c^2+1}{(c^2-1)^2}; \quad n_4^I = n_2;$$

Экстремальные напряжения суммируются с соответствующими расчётными напряжениями от других видов воздействий на крепь.

По значениям экстремальных напряжений могут быть определены расчётные изгибающие моменты и нормальные силы по формулам:

$$M = d^2 b \frac{\sigma_{\theta}^{вн} - \sigma_{\theta}^{нар}}{12}; \quad N = db \frac{\sigma_{\theta}^{вн} + \sigma_{\theta}^{нар}}{2}; \quad (23)$$

где: $b = 1 \text{ м}$; d – толщина крепи ($d = R_1 - R_0$).

В качестве примера определим напряжение в монолитной бетонной крепи на одном участке турбинного водовода 5-в агрегатов Рогунской ГЭС круглого сечения диаметром 5,49м пройденного на глубине 100 м, при воздействии волны в фазе сжатия от землетрясения силой 9 баллов.

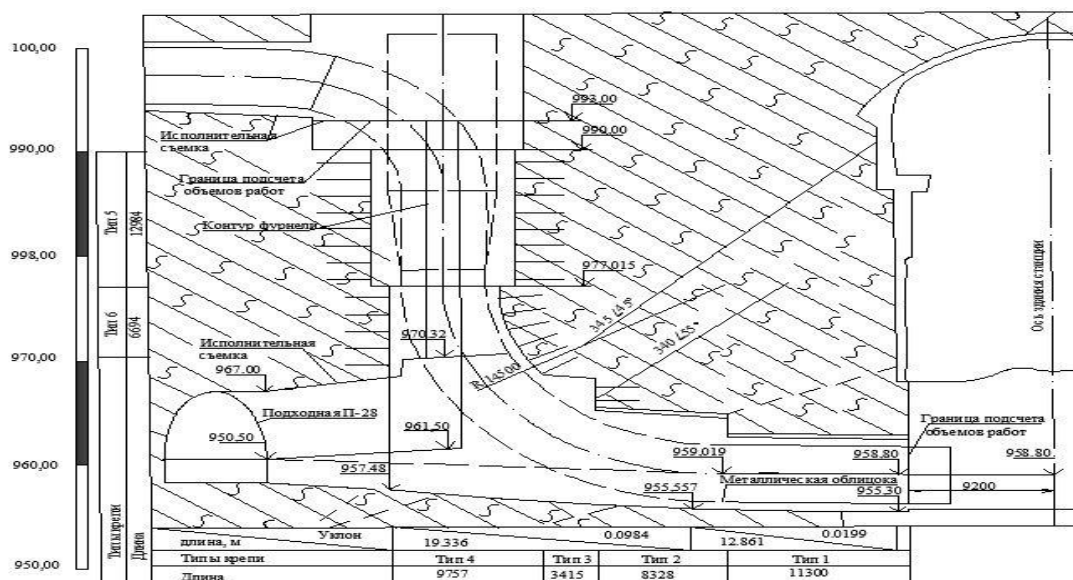


Рис 5. Временный подводящий тракт Рогунской ГЭС.

Исходные данные характеристики пород:

Алевролит, тектонические нарушение III-IV порядка.

$E=10200 \text{ МПа}$; $\mu = 0,31$; $\gamma = 2,6 \cdot 10^{-2} \text{ МПа/м}^3$; $T_0=0,5 \text{ с}$; характеристики крепи:

$R_0=2,745 \text{ м}$; $R_1=3,5 \text{ м}$ $E_k = 2,9 \cdot 10^4 \text{ МПа}$; $\mu_k = 0,15$.

Коэффициент сейсмичности $k_c = 0,1$.

Подставляя значения величин в формулы (1), (3) и (10) определяем:

Скорость распространения продольных волн

$$C_p = \sqrt{\frac{Eq}{\gamma} \cdot \frac{1 - \mu}{(1 + \mu)(1 - 2\mu)}} = \sqrt{\frac{10200 \cdot 9,8}{9,8 \cdot 10^{-2}} \cdot \frac{(1 - 0,31)}{(1 + 0,31)(1 - 2 \cdot 0,31)}} = 2304 \text{ м/с}$$

По результатам сейсмического профилирования на участке машинного зала Рогунской ГЭС значения скоростей продольных волн составит $C_p=2300-3500 \text{ м/с}$.

Квазистатическое напряжение на бесконечности (∞).

$$P = \frac{1}{2\pi} k_0 \gamma C_p T_0 = \frac{1}{2 \cdot 3,14} \cdot 0,1 \cdot 2,6 \cdot 10^{-2} \cdot 2304 \cdot 0,5 = 47,6 \cdot 10^{-2} \text{ МПа}$$

$$P_0 = \frac{P}{2(1-\mu)} = \frac{47,6 \cdot 10^{-2}}{2(1-0,31)} = 34,5 \cdot 10^{-2} \text{ МПа}$$

$$P_2 = \frac{P}{2(1-\mu)} \cdot \sqrt{(3-4\mu)(1-2\mu)} = \frac{47,6 \cdot 10^{-2}}{2(1-0,31)} \sqrt{(3-4 \cdot 0,31)(1-2 \cdot 0,31)} \\ = 28,2 \cdot 10^{-2} \text{ МПа}$$

Определим значение величин, входящих в формулу (19) и (20) и коэффициенты передачи нагрузки.

$$K_{0(2)} = \frac{d_{1(2)}}{d_{2(2)} + X_0^{II} \cdot d_{1(1)}^I} = \frac{1,696}{1,989 + 0,29 \cdot 2,6} = 0,618$$

$$d_1 = C^2(X+1) = 0,784^2(1,76+1) = 1,696$$

$$C = \frac{R_0}{R_1} = \frac{2,745}{3,5} = 0,784; \quad x = 3 - 4\mu = 3 - 4 \cdot 0,31 = 1,76$$

$$d_2 = 2 \cdot C^2 + x - 1 = 2 \cdot 0,784^2 + 1,76 - 1 = 1,989$$

$$d_{1(1)}^I = C^2(x-1) + 2 = 0,784^2 \cdot (1,76-1) + 2 = 2,6$$

$$K_{11(2)} = 2 \cdot \frac{\beta_1}{B} = 2 \cdot \frac{0,28}{-0,164} = -3,415$$

$$B = \alpha_2 \cdot \beta_1 - \alpha_1 \cdot \beta_2 = 0,89 \cdot 0,28 - 0,51 \cdot 0,81 = -0,164$$

$$\alpha_1 = \frac{1}{x_2 + 1} (1 + X_0^{II} \cdot b_{1(1)}^I) = \frac{1}{1,76 + 1} (1 + 0,29 \cdot 1,345) = 0,50$$

$$b_1 = C^4(3 + C^2) - D = 0,784^4(3 + 0,784^2) - 0,021 = 1,345$$

$$D = \frac{(C^2 - 1)^3}{X + 1} = \frac{(0,784^2 - 1)^3}{1,76 + 1} = 0,021$$

$$X_0^{II} = \frac{G_n}{G_{n-1}} \cdot \frac{1}{C_{n-1}^2 - 1} = \frac{436}{3893} \cdot \frac{1}{0,784^2 - 1} = 0,29$$

Модуль сдвига породы

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)} = \frac{10200}{2(1+0,31)} = 3893 \text{ МПа}$$

Модуль сдвига крепи равен – 436 МПа

$$\alpha_2 = \frac{1}{X_2 + 1} (X_2 + X_0^{II} \cdot b_{1(1)}^I) = \frac{1}{1,76 + 1} (1,76 + 0,29 \cdot 2,39) = 0,89$$

$$b_1^I = 2 \cdot C^4 + C^2 + 1 + D = 2 \cdot 0,784^4 + 0,784^2 + 1 + 0,021 = 2,39$$

$$\beta_1 = \frac{1}{X_2 + 1} (1 - X_0^{II} \cdot b_{2(1)}^I) = \frac{1}{1,76 + 1} (1 - 0,29 \cdot 0,84) = 0,28$$

$$b_2 = C^4(3 - C^2) + D = 0,784^4(3 - 0,784^2) + 0,021 = 0,84$$

$$b_2^I = C^2 + 1 + D = 0,784^2 + 1 + 0,021 = 1,64$$

$$\beta_2 = \frac{1}{x_2 + 1} (x_2 + X_0^{II} \cdot b_{2(1)}^I) = \frac{1}{1,76 + 1} (1,76 + 0,29 \cdot 1,64) = 0,81$$

$$K_{21(2)} = 2 \cdot \frac{\alpha_1}{B} = 2 \cdot \frac{0,89}{-0,164} = -10,853$$

Определяем напряжения на контакте крепи с породами по формулам (15) и (16):

$$P_{0(1)} = P_{0(i)} \cdot K_{0(i)} = 34,5 \cdot 10^{-2} \cdot 0,681 = 23,5 \cdot 10^{-2} \text{ МПа}$$

$$P_{2(1)} = P_{2(i)} \cdot K_{11(i)} = 28,2 \cdot 10^{-2} \cdot (-3,415) = -96,3 \cdot 10^{-2} \text{ МПа}$$

$$q_{2(1)} = P_{2(i)} \cdot K_{21(i)} = 28,2 \cdot 10^{-2} \cdot (-10,855) = -306,2 \cdot 10^{-2} \text{ МПа}$$

Знак « - » перед величинами $P_{2(1)}$ и $q_{2(1)}$ означает, что максимумы контактных нормальных напряжений повернуты относительно направления оси X^{II} (рис 3) на 90^0 .

Определим значения величин входящих в формулы (21) и (22).

$$m_1 = \frac{2C^2}{C^2-1} = \frac{2 \cdot 0,784^2}{0,784^2-1} = 3,19; \quad m_1^I = \frac{C^2+1}{C^2-1} = \frac{0,784^2+1}{0,784^2-1} = 4,19$$

$$n_1 = 4C^2 \cdot \frac{C^2+1}{(C^2-1)^2} = 40,784^2 \frac{0,784^2+1}{(0,784^2-1)^2} = 10,91;$$

$$n_1^I = \frac{C^4+6C^2+1}{(C^2-1)^2} = \frac{0,784^4+6 \cdot 0,784^2+1}{(0,784^2-1)^2} = 35,8$$

$$n_2 = \frac{4C^2}{(C^2-1)^2} = \frac{4 \cdot 0,784^2}{(0,784^2-1)^2} = 16,6;$$

$$n_2^I = 2 \frac{2C^2-C^4+1}{(C^2-1)^2} = 2 \cdot \frac{2 \cdot 0,784^2-0,784^4+1}{(0,784^2-1)^2} = 2,0$$

Определим экстремальные напряжения в крепи на внутреннем и внешнем контурах по формулам (21) и (22) а изгибающие моменты и нормальные силы по формулам (23).

При $r = R_0$

$$\sigma_{\theta}^{\text{BH}} = 1,77 \text{ МПа}$$

При $r = R_1$

$$\sigma_{\theta}^{\text{нар}} = 5,6 \text{ МПа}$$

$$M_{\text{max}} = d^2 b \frac{\sigma_{\theta}^{\text{BH}} - \sigma_{\theta}^{\text{нар}}}{12} = 0,75^2 \cdot 1 \cdot \frac{1,77 - 5,6}{12} = 1,8 \cdot 10^{-1} \text{ МПа}$$

$$N_{\text{max}} = d \cdot b \frac{\sigma_{\theta}^{\text{BH}} + \sigma_{\theta}^{\text{нар}}}{12} = 0,75 \cdot 1 \cdot \frac{1,77 + 5,6}{12} = 2,8 \cdot 10^{-1} \text{ МПа}$$

Следует отметить, что в скальных породах при больших длинах сейсмических волн с преобладающим периодом колебаний форма импульса оказывает незначительное влияние на напряжённое состояние крепи.

Таким образом, при воздействии упругих волн на подземное сооружение в нем возникает изменяющееся во времени напряжённое состояние, которое может быть исследовано с помощью решений динамических задач теории упругости. Величины напряжений зависят от соотношения поперечных размеров горных выработок и длин сейсмических волн.

Список литературы

1. Буличев Н.С. Механика подземных сооружений. М. Недра, 1989 г.
2. Баклашов И.В., Картозия Б.А. Механика подземных сооружений и конструкции крепей. Изд. 3-е, стер. Москва: Студент, 2012.-542 с.
3. Баклашов И.В. Геомеханика: Учебник для вузов. Том1. Основы геомеханики. М.: МГГУ, 2004.-208 с.
4. Буличев Н.С. О расчете обделок тоннелей в очень слабых грунтах // Проблемы подземного строительства в XXI веке. Тула, 2002, С.35-37.
5. Буличев Н.С., Амусин Б.З., Оловянный А.Г. Расчет крепи капитальных горных выработок. М, Недра, 1974 г.
6. Картозия Б.А., Борисов В.Н. Инженерные задачи механики подземных сооружений. Учебное пособие, М. МГГУ, 2001. -246 с.
7. Картозия Б.А., Федунец Б.И., Шуплик М.Н. и др. Шахтное и подземное строительство. Том1. М, Изд-во, Академии горных наук, 2001. - 607 с.
8. Фотиева Н.Н. Расчет крепи подземных сооружений в сейсмически активных районах. М, Недра. 1974 г.

9.Фотиева Н.Н., Саммаль А.С., Бульчев Н.С. и др. Приближенный учет пространственного характера задачи о влиянии здания и напряженное состояние обделки близко расположенного тоннеля. СамГТУ, Самара, 2004, С.242-245.

10.Фотиева Н.Н. Расчет обделок тоннелей не кругового поперечного сечения. М, Стройиздат, 1974 г.

ИННОВАЦИИ И ПРОБЛЕМЫ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

УДК 373.1

**ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ СОЦИАЛИЗАЦИИ ДЕТЕЙ В
ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ В УСЛОВИЯХ ИНКЛЮЗИВНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ**

*Барсанаева Джамия Сагыналиевна, старший преподаватель кафедры «Русский язык», КГТУ им. И.Раззакова, 720044, г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66, e-mail: Jamilya_08@inbox.ru
ID orcid.org/0000-0003-4202-8303*

Анотация: В статье рассматриваются педагогические условия социализации детей в общеобразовательных школах условиях инклюзивного образования. Основное внимание в статье обращается на внедрение интерактивных и инновационных методов обучения детей при совместном обучении детей разных категорий детей. Описываются критерии социализации детей в школе как института социализации и условия при которых учителя внедряют разработанные методы обучения. Разработанная автором программа повышения квалификации учителей и апробированная на базе Кыргызской академии образования и Областных методических центрах приведена в статье. Приводятся экспериментальные данные, полученные во время формирующего эксперимента с учителями, учащими и родителями. Указывается важная роль педагога в процессе обучения и социализации в институциональных учреждениях. Характеристика педагога во включенном образовании описана в статье и качества, которыми должен обладать педагог. Автором разработан опросник для учителей для оказания методической поддержки учителей (менторинга), во время проведения урока, расстановки мебели и адаптации на уровне классной комнаты. Также даются рекомендации педагогам по созданию среды по успешному включению детей в образовательный процесс.

Ключевые слова: педагогические условия социализации детей, инклюзивное образование, критерии социализации, обучение учителей, методическая поддержка, интеграция и социализация детей.

**PEDAGOGICAL CONDITIONS OF SOCIALIZATION OF CHILDREN IN
SECONDARY SCHOOL UNDER INCLUSION EDUCATION**

Barsanaeva Dzhamilia S., senior instructor of the Russian language department, KSTU under I.Razzakov, 720044, Bishkek city, 66 Ch. Aitmatov avenue, e-mail: Jamilya_08@inbox.ru

Summary In article presents pedagogical conditions of successful socializations of children in mainstream schools under inclusive education. The main attention in article payed to integration the innovative and interactive methods of education of children under the inclusive education. It's writing the socialization criteria in schools as institutional organization and condition where the teachers integrate the developed methods of learning. The author developed the program for the in-service teacher training institutes on inclusive education and approbated it on the basis of Kyrgyz Academy of education and Oblasts Methodological Centers in Talas, Naryn, Bishkek, Osh, Jalal-Abad and Batken regions presented in Article. It was presented the experimental data which was received during forming and initial experiments with teachers, parents and students. The role of a teacher in the inclusive education under socialization process was the important in article. In article it was explained the crucial role of a teacher and his/her qualitative characteristics which he should

be obliged. It was designed the list of questioner for teacher for the methodological support during the lessons, how to manage the learning process, the furniture organize, adaptations on the class level. . In article presents pedagogical conditions of successful socialization of children in mainstream schools under inclusive education.. It was given the recommendations for teachers on creation of conditions for successful inclusion of children into mainstream education.

Key words: pedagogical conditions of socialization of children, inclusive education, socialization criteria, teacher raining, methodological and mentoring support, children with disabilities, children with limited possibilities of health, integration and socialization of children.

Для успешной социализации личности ученика в условиях институционального образовательного учреждения (школы) ему необходимо овладеть навыками социального взаимодействия со всеми участниками процесса образования и воспитания, навыками поведения и коммуникации. Для благополучного вхождения ребенка в социум все участники должны работать слаженно и искать методы и формы работы не только с детьми , но и с их родителями, семьей и сообществом.

Используемые учителем методы, формы и принципы работы должны носить инновационный и интегрированный характер, учитывая первичный опыт социализации ребенка в семье, будь то позитивный или негативный; закономерности развития ребенка, его индивидуальные особенности и потенциальные возможности для систематизации и оптимизации процесса социализации.

Процесс социализации – это непрерывный, динамический и бесконечный процесс усвоения человеком социального опыта и включение его в систему социальных отношений для дальнейшей трансляции социального опыта [2]. Институциональная социализация детей происходит в учреждениях образования формального и неформального типа во взаимодействии детей с значимыми взрослыми (родителями, учителями, наставниками, воспитателями) в социально-активной деятельности, ролевом взаимодействии. Среда как фактор социализации влияет на ребенка, его обучение и социальное развитие, поэтому создавая благоприятные условия в школе учителя могут изменять траекторию развития ребенка в положительную сторону, только при условии создания и построения доверительных отношений, выбора демократичного стиля общения и методов обучения.

Критериями социализации учащегося в образовательном учреждении являются: социальная адаптированность, автономность, социальная самостоятельность, приверженность гуманистическим идеям и нравственным нормам жизнедеятельности, психосоциальное благополучие ребенка и как его отражение принадлежность к группе сверстников и дружба ними, общая удовлетворенность процессом обучения, методами, применяемыми учителями, учителями как агентами социализации ребенка в воспитательно-образовательной среде, овладение детьми навыками активного общения с учениками и взрослыми, положительного, бесконфликтного поведения в микросоциуме, группе сверстников, наличие интереса к окружающей действительности как стимулирующей и мотивирующей деятельность и общение; осознание необходимости быть активной и самостоятельной личностью, уметь выразить и отстаивать свою точку зрения, осознание себя как свободной и творческой личности в среде сверстников, сохранения и улучшение окружающей образовательной среды как важнейшего условия жизни и своего собственного существования; способность реагировать и оценивать действия взрослых и детей по отношению к друг другу, соблюдение норм и правил поведения в обществе. Разработанные критерии позволили наиболее объективно оценить уровни социализированности детей в школе. Социальная адаптированность и самостоятельность ребенка в школе влияет на качество усвоения знаний, моральных норм и правил, его активная социальная позиция делает его уверенным и повышает самооценку.

Педагогическими условиями, обеспечивающими социализацию детей в общеобразовательных учреждениях являются как институты: отбор содержания инновационных технологий образования с учетом индивидуальных особенностей и потенциальных возможностей детей, создание дружелюбной толерантной среды обучения в инклюзивной школе; использование идей инклюзивного образования и подходов в обучении детей, что способствует получению качественного образования и положительного эмоционально-ценностного опыта; применение педагогической технологии, обеспечивающей единство познания, переживания и действия, овладение детьми навыками позитивного поведения в образовательной среде; осознание педагогическим персоналом образовательного учреждения необходимости внедрения инклюзивного образования как фактора успешной социализации детей и их готовность работать в данных условиях. Большинство (60%) педагогов используют в своей практике авторитарные методы обучения и воспитания, что негативно отражается на отношениях учителя и ученика, родителей и детей и учителей, подавляет личность ребенка, не дает возможности для социального роста самого педагога. Такая ситуация должна переориентировать педагогов в сторону самообучения, самообразования, изменения своей роли и позиции по отношению к детям. Педагог нового формата в инклюзивном образовании это ключевое лицо и важный агент социализации ребенка в школе.

Одним из важных аспектов успешной социализации детей в школе являются педагог с его прогрессивными методами обучения, современный демократичный стиль общения с учениками, основанный на индивидуализации обучения, и учете индивидуальных особенностей ребенка и его творческого потенциала. Исследование на этапе констатирующего эксперимента показало, что только 8% учителей знакомы с интерактивными методами обучения и применяют их в своей работе. Так как мы говорили выше о важности применения инновационных методов обучения и воспитания детей в школе для их эффективной социализации адаптации в обществе, мы поставили задачу разработать программу специального курса по выбору для повышения квалификации учителей с тематическим планированием. Цель программы - повышение педагогического мастерства преподавателей для внедрения и использования на практике современных методов обучения, построения образовательной среды с учетом индивидуальных особенностей и возможностей учеников в классе. Программа рассчитана на 72 часа и апробирована на базе Кыргызской академии образования и в областных институтах повышения квалификации в городе Нарын, Ош, Джалал-Абад, Талас, Баткен и Бишкек. Программа имеет гибкую структуру, которая может варьироваться и изменяться в зависимости от контингента слушателей и временных рамок.

По данной программе были обучены по два тренера-педагога из областных методических центров городов Таласа, Нарын, Ош, Джалал-Абад, Баткен и Бишкек. После обучения тренерам была оказана методическая поддержка в виде наставничества. С этой целью было разработано и издано совместно с Министерством образования и науки Кыргызской Республики методическое пособие для учителей, директоров, социальных педагогов, специалистов, работающих с детьми из группы риска и ОВЗ. Обученные тренеры были сертифицированы для возможности продвижения идей демократического обучения с учетом индивидуальных особенностей детей. В тематическом планировании были охвачены следующие вопросы: теоретические основы инклюзивного образования, формирование образовательной среды как фактора социализации детей, философское обоснование идеи совместного обучения, принципы на которых основано обучение, методика выявления детей групп риска и методы работы с детьми с различными видами нарушения, взаимодействие семьи, школы и сообщества в процессе инклюзивного образования и многие другие.

Так как сегодня контингент учеников в классе очень не однородный, с точки зрения имеющегося предыдущего (дошкольного этапа) социального опыта, статуса и состояния психологического, эмоционального и физического здоровья учитель занимается поиском

путей помощи и включения ребенка с проблемами в процесс образования. Родители детей также вовлекаются в процесс образования и хотят, чтобы их ребенок мог стать полноценным гражданином страны. Поэтому родители выбирают общеобразовательную школу вместо специализированной, так как доказано, что разделение и изоляция приводят к еще большей зависимости, несамостоятельности, пассивности социальной позиции.

Ученые понимали компенсацию недостатка не только в биологическом, но и в социальном аспекте. Поэтому воспитателю и учителю, в работе с ребенком, имеющим задатки развития, приходится иметь дело не столько с биологическими фактами, сколько с их социальными последствиями. Л. С. Выготский считал, что « в воспитании и обучении детей с дефектами должна служить исходной точкой пересмотра специального образования» [1]. Иногда некоторые родители определяют своих полноценных детей в спецшколы, из-за невозможности воспитания детей в условиях семьи, тяжелого материального положения, выезда на заработки, развода и других причин. Данная проблема нами не рассматривалась глубоко, так как заслуживает отдельного детального рассмотрения и исследования.

При поддержке Кыргызской академии образования (КАО), в областных методических центрах в Таласе, Нарыне, Оше, джалал-Абаде, Баткене были проведены тренинги-семинары по инклюзивному образованию для 2000 учителей из 140 общеобразовательных школ в течении 3 лет с начала эксперимента через курсы повышения квалификации. Тренинги проходили согласно плана -графика, установленного совместно с методическими центрами, тренерами и учителями. Обучение проходило без отрыва от основного места работы, план-график согласовывался с руководством методических центров. На тренингах принимали участие специалисты районных отделов образования, учителя, директора школ, завучи по воспитательной работе, социальные педагоги, представители метных НПО, работающие с уязвимыми семьями и детьми. Трехдневные тренги включали в себя общие теоретические вопросы включения, выявление детей и методика работы с детьми с ограниченными возможностями и группы риска. После тренингов и поддержки со стороны тренеров учителя получали сертификаты о прохождении курсов повышения квалификации. Для оценки степени усвоения нового материала мы использовали разработанные оспросники до и после обучения. Учителям задавали вопросы следующего характера:

1. Что такое инклюзивное образование?
2. Каких детей мы называем дети с особыми образовательными потребностями?
-все дети
-дети с ограниченными возможностями здоровья
-дети с двигательными нарушениями
-дети со зрительными нарушениями
-дети из уязвимых групп (групп риска)
3. Что такое медицинская модель (подходы к ребенку)?
4. Что такое социальная модель?
5. Опишите разницу между инклюзивным образованием и интегрированным?
6. Что такое Конвенция по правам ребенка?
7. Назовите 3 базовых права ребенка?

Анализ пре / пост тестов на основе наблюдения за проведением урока

1. Есть ли у Вас в классе дети со специальными нуждами?
2. Знаете ли вы как распознать имеющиеся отклонения у детей?
3. Были ли выявлены Вами дети с разными нарушениями если да, то каким образом Вы это выявили?
4. Есть ли необходимость адаптировать / изменить классную комнату для того, чтобы она отвечала нуждам детей со специальными нуждами?
5. Учебную программу необходимо ли адаптировать для того, чтобы отвечать нуждам детей с нарушениями?

6. Кто еще (кроме учителя) может помочь детям со специальными нуждами в школе?
7. Пожалуйста, приведите примеры такой помощи в вашей школе или классе?
8. Готовите ли Вы индивидуальные планы для детей со специальными нуждами в вашем классе?
9. Вовлекает ли Ваша школа родителей и общество в образование детей?

Анализ пре-тестов дает следующие результаты:

В классе есть дети групп риска и ОВЗ- 28% (КЭ)

Учителя знают, как выявить в классе детей с ООП-13%

Учителя используют традиционные стили обучения-64%

Учителя считают, что необходима адаптация в классе-60%

25% учителей знают как адаптировать класс, расставить столы и мебель для лучшей коммуникации, но на практике редко используют его так как классы не приспособлены, занимает время, 65% учителей согласны с адаптацией учебной программы для детей с ОВЗ, из них 50% знают, как адаптировать программы, 50% не имеют представления, но согласны с изменением учебной программы. 25% не согласны с адаптацией учебной программы и не знают, как нужно адаптировать. 86% учителей могут перечислить организации которые поддерживают идею инклюзии, такие как НПО, местные общественные организации, районные отделы поддержки детей и семьи, социальной защиты, ПМПК, школы, органы местного самоуправления, родители, школьники, местное сообщества. 56% респондентов ответили, что местных общественных организаций, 40% не ответили на этот вопрос. 77% учителей не готовят индивидуальные планы для детей со специальными нуждами, так как у них нет таких детей, но считают, что если бы у них были такие дети, они работали с ними дополнительно и индивидуально. 23% готовят такие планы для детей со специальными нуждами, так как у них есть такие дети в классе, но они готовят индивидуальные планы и оценивают по степени способности ученика. На вопрос о вовлечении родителей и общества в образование детей, 96% учителей ответили, что школа вовлекает родителей и общество в образовательный процесс детей.

Цель методической поддержки учителей: методическая поддержка учителей после обучающих тренингов по инклюзивному образованию с целью адаптации ребенка в классе. Он проводился в течении 2 лет после того, как учителя были обучены на тренингах по ИО. Во время наблюдения на уроке объективно фиксировались показатели создания доброжелательной без барьерной среды в классе, учитель использует интерактивные демократичные подходы, освещение в классе адекватное, учитель использует коммуникацию понятную детям, невербальные и вербальные способы общения, учитель готовится к уроку и разрабатывает индивидуальный план, использует технические средства обучения, индивидуальный подход к ребенку, управляет поведением ребенка, поощряет допустимое поведение, предотвращает негативное. Педагог использует на уроке обучающие материалы, дополнительные средства.

Результаты менторинга 23.03.2015г.

Таблица 1

Всего учителей	Желательная ситуация	Средняя	Нежелательная	
14	7	6	1	
100%	50%	43%	7%	

Результаты наблюдения на уроке по критериям

Таблица 2

№вопроса	Желательная ситуация	%	средняя	%	Нежелательная	%
1.1	7	50%	6	36%	1	7 %
2.1	8	57%	5	29 %	1	7 %

2.2	12	86%	2	14%	1	7%
2.3	10	72%	4	28%	0	0%
3.1	13	93%	1	7%	0	0%
3.2	8	58%	2	14%	4	28%
3.3	5	36%	7	50%	2	14%
4.1	2	14%	10	72%	2	14%
5.1	6	43%	7	50%	1	7%
5.2	7	50%	6	43%	1	7%
5.3	5	36%	6	43%	3	21%
5.4	13	92%	1	7%	1	7%
6.1	7	7%	11	79%	2	14%
7.1	6	42%	6	42%	2	14%
7.2	5	36%	7	50%	2	14%
Итого		49 %		40%		11 %

Выводы: Анализ результатов наблюдения показал, что в 49% случаев после обучения учителя могут создать обучающую среду в классе для детей с ОВЗ, групп риска, 40% ситуация средняя, 11% нежелательная по всем критериям оценивания. Такая картина интерпретируется нами как постепенное улучшение процесса адаптации в классе, где состав учеников разнородный и учитель создает для них благоприятную обстановку.

28 % учителей не смогли расставить мебель в классе, где традиционно парты располагаются в ряд. Дети в такой обстановке не видят друг друга, у них снижается ситуация открытого дискуссионного коллективного обсуждения на уроке, соответственно педагог использует традиционный стиль общения и методы. По показателям 3.2. Создание обучающей среды, мы увидели, что в классах мебель расставлена традиционно, недостаточно места для свободного передвижения детей, нет условий для парной, групповой работы.

По показателю 5.3. Дети с особыми нуждами (ОН) посажены с более способными учениками для того, чтобы они оказывали помощь друг другу - в 21 % случаев не наблюдалось взаимодействия детей друг с другом. Дети не разговаривают с другими детьми, не помогают на уроке.

Со следующим показателям в 14 % случаев показатели не соответствовали требованиям:

Список литературы

1. Алехина С.В. Принципы инклюзии в контексте изменений образовательной практики // Психологическая наука и образование. 2014. № 1. С. 5–14.
2. Акимова О.И. Инклюзия как современная модель образования лиц с ограниченными возможностями здоровья: региональный аспект. Сборник: Исследование различных направлений современной науки. Материалы VIII международной научно-практической конференции. 2016. С. 73-79.
3. Выготский, Л.С. Проблема культурного развития ребенка. М., 1928.
4. Мардахаев, Л.В. Социальная педагогика: Учебник. – М.: Гардарики, 2005.
5. Инклюзивное образование: ключевые понятия / сост. Н.В. Борисова, С. А. Прушинский. М. – Владимир: Транзит – ИКС, 2009. - 48 с.
6. Барсанаева Д.С. Социализация детей с ограниченными возможностями здоровья в общеобразовательные школы Кыргызстана [Текст] / Д.С. Барсанаева // Ученый XXI века. - 2017. - № 2-3. - С. 24- 29.
7. Барсанаева Д.С. Перспективы развития инклюзивного образования в Кыргызстане и опыт организации Спасите детей в продвижении, защите и усилении прав детей с

ограниченными возможностями здоровья на образование и участие. [Текст] /Д.С.Барсанаева //Сборник статей к VII Международной научно-практической конференции «Психологическое сопровождение образования: теория и практика» г.Марий Эл . 29.12. 2017 <http://mosi.ru/ru/conf/vii-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferenciya-na-osnove-internet-foruma> <http://mosi.ru/ru/conf/newslist/6374?page=3>

8. Барсанаева Д.С. Роль родителей в обучении детей с ограниченными возможностями здоровья в процессе инклюзивного образования. [Текст] /Д.С.Барсанаева // Ученый XXI века. – 2-3, 2017. - № 2. -С. 20- 23.

УДК: 519.872.8:550.34.06.013.2

ПРИМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ РАСЧЕТНОЙ СЕЙСМИЧНОСТИ ПЛОЩАДКИ СТРОИТЕЛЬСТВА И ОЦЕНКИ СЕЙСМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ГРУНТОВЫХ ДАМБ.

Джаманбаев Мураталы Джузумалиевич, д.ф.-м.н., профессор, КГТУ им. И. Раззакова, 720044, Кыргызстан, г.Бишкек, пр.Ч.Айтматова 66., e-mail:rector@kstu.kg

Чукин Руслан Бектурович, соискатель на степень к.ф.-м.н., КГТУ им. И. Раззакова, 720044 Кыргызстан, г. Бишкек, пр.Ч.Айтматова 66.

Аннотация: В статье приводятся методические основы поэтапного решения оценки сейсмической устойчивости грунтовых дамб. Приводятся основные зависимости обработки результатов комплекса специальных исследований необходимых для установления расчетной сейсмичности площадки строительства и выполнения расчетов сейсмической устойчивости. Даются основы подбора акселерограмм для выполнения расчетов по прямому динамическому методу. Предлагается авторский подход для оценки расчетной сейсмичности с учетом местных грунтовых условий на основе численного моделирования. Даются рекомендации по оценке сейсмической устойчивости грунтовых дамб на основании критериев сейсмостойкости по результатам численного моделирования.

Ключевые слова: численное моделирование, расчетная сейсмичность, акселерограмма, максимальный динамический модуль упругости, демпфирование, местные грунтовые условия, критерии сейсмостойкости

NUMERICAL MODELLING USAGE TO JUSTIFY CALCULATION SEISMICITY OF CONSTRUCTION SITE AND SEISMIC STABILITY ASSESSMENT OF EMBANKMENT DAMS.

Jamanbaev Murataly, Doctor of Physic-Mathematical Sc., Professor, KSTU after I. Razzakov, 720044, Kyrgyzstan, Bishkek c. Ch.Aitmatov av.66, e-mail:rector@kstu.kg

Chukin Ruslan, applicant for Candidate of Physic-Mathematical Sc., KSTU after I. Razzakov, 720044, Kyrgyzstan, Bishkek c., Ch.Aitmatov av.66.

Abstract: The paper provides the methodological basis of the step-by-step solution of seismic stability assessment of embankment dams. The main dependencies of results processing of complex special studies that are necessary to establish the calculation seismicity of construction site and perform analysis of seismic stability are given. The basis of the selection of accelerograms for performing analysis using direct dynamic method is provided. An author's approach is proposed for assessment of calculation seismicity taking into account local soil conditions based on numerical simulation. Recommendations are given on the assessment of embankment dam's seismic stability by results of numerical modelling based on seismic resistance criteria.

Key words: numerical modelling, calculation seismicity, accelerogram, maximum dynamic shear modulus, damping, soil site conditions, seismic stability criteria

Для анализа сейсмической устойчивости грунтовой дамбы производится комплекс исследований по установлению расчетной сейсмичности площадки строительства и получению набора сейсмических записей и их спектров, используемых при нелинейном численном моделировании. Согласно СНиП КР 20-02:2009 «Сейсмостойкое строительство»

[1] расчетная сейсмичность площадки строительства устанавливается по рекомендованной трех стадийной схеме: нормативная сейсмичность, исходная сейсмичность, расчетная сейсмичность. Нормативная сейсмичность определяется по карте сейсмического районирования территории КР, разработанной Институтом сейсмологии НАН КР (приложение Б, СНиП КР 20-02:2009). Исходная сейсмичность устанавливается методами детального сейсмического районирования, - составление сеймотектонической модели исследуемого района с построением карты и определением характеристик основных зон возможных очагов землетрясения. В результате детального сейсмического районирования выявляются разломы, которые могут быть потенциальными источниками землетрясений, их отдаленность от интересующей площадки строительства и характеристики, такие как длина разломов, скорость сдвига и т.д. Зная характеристики выявленных разломов, можно произвести уточняющие расчеты магнитуд и пиковых ускорений на естественной поверхности основания. Например, возможная магнитуда может быть рассчитана по эмпирическому выражению Веллса и Копперсмита [2]:

$$M = 5.08 + 1.16 * \log(SRL),$$

где SRL – выявленная длина разлома в километрах.

Продолжительность землетрясения связана со временем необходимым для высвобождения накопившейся энергии в разрыве пород вдоль разлома. По мере увеличения длины области разрыва пород в разломе время необходимое для высвобождения энергии увеличивается, и в результате увеличивается продолжительность тряски и магнитуда. Чанг и Кринитский [3] производили исследования продолжительности акселерограмм полученных в результате землетрясений различной магнитуды. Используя граничный интервал в акселерограммах $\pm 0,05g$ они определили зависимость продолжительности землетрясения от магнитуды для эпицентра, расположенного не дальше 10 километров. Результат их исследования представлен в таблице 1.

Таблица 1. Продолжительность землетрясения от магнитуды

Магнитуда	Продолжительность в пределах 0,05g (сек)	
	Скальное основание	Грунтовое основание
5,0	4	8
5,5	6	12
6,0	8	16
6,5	11	23
7,0	16	32
7,5	22	45
8,0	31	62
8,5	43	86

Пример определения подбора акселерограммы по продолжительности показан на рисунке 1. Первое превышение границы $\pm 0,05g$ происходит на 1,5 секунде, а последнее на 20,5 секунде, т.о. продолжительность основной части акселерограммы составляет 19 секунд.

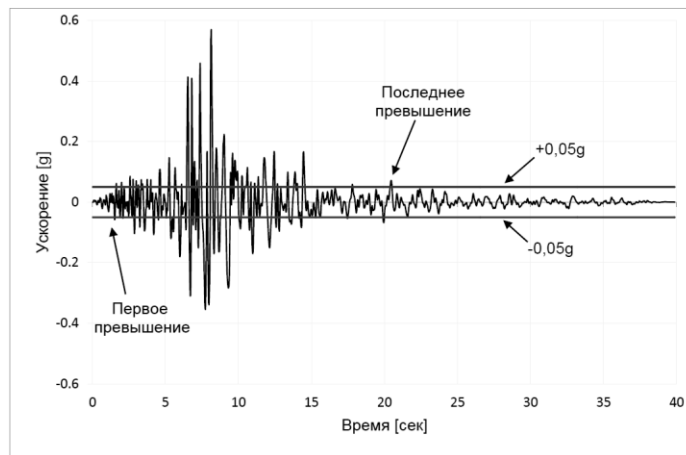


Рис.1. Пример расчета продолжительности акселерограммы

Величина пикового ускорения может быть рассчитана из уравнений прогнозирования колебаний земной поверхности, в зарубежной литературе известных как GMPE. Существует достаточно большое количество авторов данных эмпирических уравнений, например, каталог, <http://www.gmpe.org.uk/gmpereport2014.html> насчитывает более четырехсот уравнений. Кевин Флеминг, являющийся научным сотрудником Исследовательского центра наук о земле из города Потсдам, Германия, в рамках проекта «Определение Сейсмических Рисков Кыргызстана» финансируемого Всемирным Банком выполнил расчеты по определению пиковых горизонтальных ускорений с помощью нескольких уравнений GMPE по всей территории КР. С результатами его исследований можно познакомиться на веб-платформе Министерства Чрезвычайных Ситуаций КР по адресу <http://geonode.mes.kg/>. На рисунке 2 показана карта с рассчитанными значениями пиковых ускорений в долях от гравитации по всей территории КР.

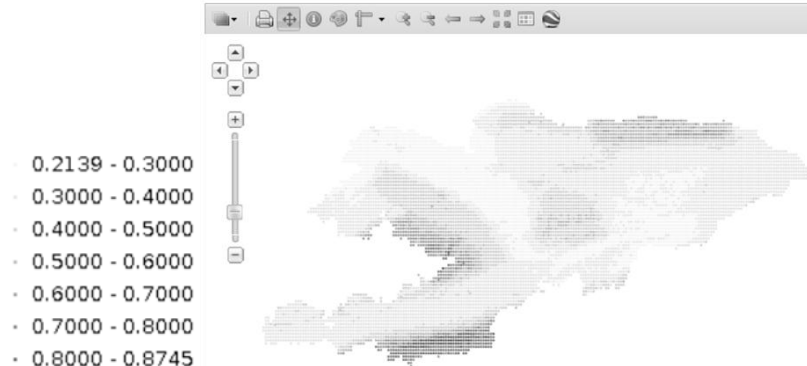


Рис.2. Карта КР по пиковым горизонтальным ускорениям на поверхности в долях от гравитации

Существует еще один очень важный параметр выбора расчетных акселерограмм, - доминантная частота акселерограммы, характеризующий частоту сейсмического нагружения. Анализ литературы о влиянии, данного параметра на динамическую реакцию различных грунтов приведен в [4]. Анализировать данный параметр можно с помощью математического разложения акселерограмм в частотные спектры. Данная процедура реализована в некоторых программах численного моделирования, например, FLAC. Если подобранные акселерограммы будут содержать различные доминантные частоты, это позволит повысить достоверность выполняемой оценки сейсмической устойчивости и проверить сооружения и его основание на сейсмическую устойчивость при различной динамической нагрузке.

Расчетная сейсмичность учитывает влияние местных грунтовых условий. Анализ расчетной сейсмичности можно выполнить методами численного моделирования. Нами предлагается двух этапный подход учета влияния местных грунтовых условий. На первом

этапе создаётся модель основания сооружения, состоящего только из коренных пород. Выполняя динамический расчет однородного основания и изменяя амплитуды прикладываемой нагрузки добиваемся необходимого пикового ускорения на поверхности. На втором этапе вводится в модель реальные грунтовые условия и повторяется расчет при подобранных значениях нагрузки и амплитуды. Проводится сравнительный анализ влияния местных грунтовых условий на основные характеристики колебаний: пиковое ускорение, продолжительность тряски и частоты.

Основными динамическими параметрами грунтов являются максимальный динамический модуль упругости сдвига – G_{max} , и коэффициент демпфирования – D . Наиболее надежно эти параметры и их изменение от деформации сдвига определяются по результатам лабораторных испытаний образцов грунта. Если лабораторные тесты недоступны, но есть данные о результатах сейсмических геофизических полевых испытаниях с определением скорости прохождения упругой поперечной волны вдоль толщи грунта (V_s), предварительно G_{max} можно определить из зависимости, связывающей эту скорость и плотность грунта (ρ):

$$G_{max} = \rho * V_s^2$$

Если измерения скорости прохождения упругой поперечной волны тоже недоступны, можно воспользоваться формулами, обобщающими результаты лабораторных тестов, проведенных ранее. Для связных грунтов G_{max} можно определить из выражения Хардина [5]:

$$G_{max} = \frac{OCR^k}{0.3 + 0.7e^2} \sqrt{P_a \sigma'_m}$$

где: σ'_m – среднее эффективное нормальное напряжение, $\sigma'_m = (\sigma'_1 + \sigma'_2 + \sigma'_3)/3$; e – коэффициент пористости; k – экспонента, являющаяся функцией числа пластичности, т.о. что при $PI, \% = 0, 20, 40, 60, 80$ и 100 значения $k = 0.0, 0.18, 0.31, 0.41, 0.48$ и 0.5 соответственно; P_a – атмосферное давления в тех же единицах измерения, что и G_{max} ; OCR – коэффициент консолидации, определяющийся как отношение максимальных вертикальных эффективных напряжений, действующих на грунт в прошлом (σ'_{vmax}) к настоящим вертикальным эффективным напряжениям (σ'_v); грунт который никогда не испытывал вертикального эффективного напряжения которое было бы больше, чем ныне действующие вертикальные эффективные напряжения называется нормально консолидированным, при этом $OCR=1$ и как следствие G_{max} не зависит от числа пластичности грунта:

$$OCR = \frac{\sigma'_{vmax}}{\sigma'_v}$$

Для несвязных грунтов G_{max} можно определить из выражения Сиды [6]:

$$G_{max} = 21,7K_{2max}P_a \left(\frac{\sigma'_m}{P_a}\right)^{\frac{1}{2}}$$

где K_{2max} – константа, для песков принимается равной 100, а для гравия 200.

При динамической нагрузке максимальный модуль упругости сдвига G_{max} изменяется. Измененный модуль называется секущим модулем сдвига G , и является функцией первоначального максимального динамического модуля G_{max} умноженного на коэффициент уменьшения, который в свою очередь является либо функцией возникших деформаций сдвига, либо возникших общих напряжений в зависимости от математической модели его определения. Соотношение модулей G/G_{max} лежит в основе расчета коэффициента демпфирования D согласно правилу Мазинга [7]:

$$D = \frac{4}{\pi} \frac{1}{1 - \frac{G}{G_{max}}} \left[1 + \frac{\frac{G}{G_{max}}}{1 - \frac{G}{G_{max}}} \ln \left(\frac{G}{G_{max}} \right) \right] - \frac{2}{\pi}$$

Изменение коэффициента деградации G/G_{max} , и коэффициента демпфирования D от деформаций сдвига представляется в виде графиков строящихся по результатам лабораторных тестов. Если такие данные отсутствуют, применяются типовые графики из литературных данных для определенного типа грунта. Например, на рисунке 3 показаны

диапазоны кривых деградации модуля сдвига и увеличения демпфирования в процентах от деформаций сдвига для связных грунтов с числом пластичности от 15-30% согласно данных Вучетича [5].

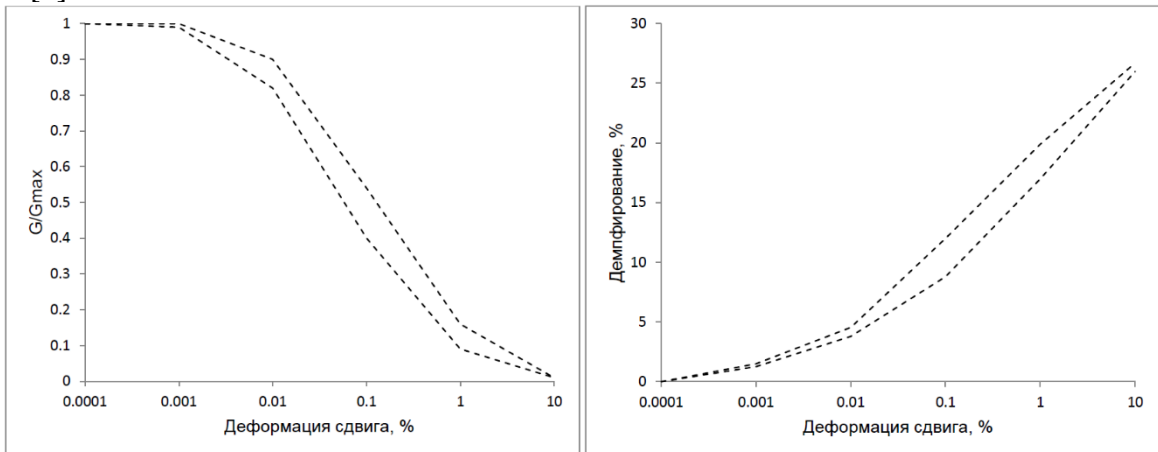


Рис. 3. Кривые изменения G/G_{max} и D от деформации сдвига для связных грунтов с PI от 15 до 30%

Существует несколько математических моделей, описывающих нелинейные динамические характеристики грунтов в численном моделировании (UBCHYST, Sigma 3, Sigma 4, Default Hyst, Hardin и др.). Все эти модели предназначены для симуляции реального поведения грунта в численном моделировании и обладают своими определенными параметрами. В одной из самых продвинутых геотехнических программ FLAC, результаты выбранных динамических характеристик грунтов задаются методом моделирования лабораторного испытания образца грунта. Создается модель единичного объема грунта, который подвергается циклической нагрузке с заданной величиной деформации сдвига. Изменением параметров численной модели добиваются сопоставления динамического отклика численной модели с результатами лабораторных тестов или типовыми из литературных данных. Калибровочный процесс завершается, когда численная модель с заданными параметрами ведет себя максимально приближенно к поведению реального грунта.

Кухлемейер и Лисмер [8] в своих расчетах показали, что «аккуратное» представление прохождения сейсмической волны через численную модель возможно, когда размер пространственного элемента модели, т.е. одной зоны – Δl меньше $1/10$ длины волны, ассоциированной с наивысшими частотными компонентами вводимых записей землетрясений:

$$\Delta l = \frac{v_s \min}{10 f_{max}}$$

где, f_{max} – наивысшая значимая частота прикладываемых записей акселерограмм, определяется из разложения записей в частотные спектры; $v_s \min$ – самая низкая скорость прохождения упругой поперечной волны в численной модели.

Результаты численного моделирования оценки сейсмической устойчивости анализируются по полученным смещениям и деформациям в грунтах основания и тела дамбы. Критериями могут выступать: смещения гребня – осадка гребня не должна превышать запаса уровня верхнего бьефа; анализ величин деформаций и сформировавшейся поверхности сдвига – полученные величины деформаций после динамического анализа сравниваются с результатами лабораторных испытаний, для оценки снижения прочностных свойств или потери устойчивости грунта. Проанализировав эти критерии исследователь может констатировать устойчива ли система основание-сооружение или необходимы укрепительные мероприятия.

Таким образом численное моделирование являются неотъемлемой частью каждого этапа анализа сейсмической устойчивости грунтовых дамб.

Список литературы

1. СНиП КР 20-02:2009 Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования. Госстрой КР, 2009.
2. Donald L. Wells and Kevin J. Coppersmith New Empirical Relationships among Magnitude, Rapture Length, Rupture Width, Rupture Area, and Surface Displacement. Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 84, No. 4, pp. 974-1002, 1994.
3. Chang F.K. and Krinitzsky E.L. Duration, spectral content and predominant period of strong motion earthquake records from western United States. U.S. Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station, Vicksburg, Mississippi, 1977.
4. Чукин Р.Б. Особенности динамической неустойчивости связных, несвязных грунтов и скальных пород и их учет при выборе расчетной акселерограммы. Современные проблемы механики. ИГиОН НАН КР, 2015.
5. Vucetic M. and Dobry R. Effect of soil plasticity on cyclic response. Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, Vol. 117, pp. 89-107, 1991.
6. Seed H.B. and Idriss I.M. Soil moduli and damping factors for dynamic response analyses. Earthquake Engineering Research Center Report, University of California, Berkeley, 1970.
7. Pyke R. Evolution of Soil Models Since the 1970's. Pacific Earthquake Engineering (PEER) Center Workshop, 2004.
8. Kuhlemeyer R. and Lysmer J. Finite Element Method Accuracy for Wave Propagation Problems. J. Soil Mech. & Foundation, ASCE, 1973.

Все статьи, содержащиеся в журнале, прошли через «Антиплагиат».

ИЗВЕСТИЯ

**КЫРГЫЗСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА им. И. РАЗЗАКОВА**

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И ПРИКЛАДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

2018

№1(45)

JOURNAL

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

THEORETICAL AND APPLIED SCIENTIFIC TECHNICAL JOURNAL

2018

№1(45)

Ответственный за выпуск

Курманалиев Б.К.

**Технический редактор и
компьютерная верстка**

**Кыргызбекова Н.К.
Эркинбек к. Ж.**

Подписано к печати 12.04.2018. Формат бумаги 70 x 100¹/₁₆. Бумага офс.

Печать офс. Объем 20 п.л. Тираж 200 экз. Заказ 74.

Издательский центр "Текник"

Кыргызского государственного технического университета им. И.Раззакова

720044, Бишкек, ул. Сухомлинова, 20.

Тел.: 54-29-43, e-mail: beknur@mail.ru

