

ISSN 1694-8335 (print)
ISSN 1694-8343 (online)

Известия

КЫРГЫЗСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
имени И.Раззакова

Выпуск 3 (71) 2024

И.Раззаков атындагы
КЫРГЫЗ МАМЛЕКЕТТИК ТЕХНИКАЛЫК
УНИВЕРСИТЕТИНИН

Жарчысы



KYRGYZ STATE TECHNICAL UNIVERSITY
WWW.KSTU.KG

ISSN 1694-8335 (print)
ISSN 1694-8343 (online)

И. РАЗЗАКОВ АТЫНДАГЫ КЫРГЫЗ
МАМЛЕКЕТТИК ТЕХНИКАЛЫК
УНИВЕРСИТЕТИНИН

ЖАРЧЫСЫ

2024-жыл
№3 (71)

Теориялык жана илимий-техникалык
колдонмо журнал

Жылына 4 жолу чыгат

Журналдын ээси: И.Раззаков атындагы Кыргыз
мамлекеттик техникалык университети
Редакциянын дарегі: 720044, Кыргыз
Республикасы, Бишкек шаары,
Ч.Айтматов көчөсү 66.
Тел.:+996(312) 54-51-40

Журналдын сайты: <https://kstu.kg/bokovoe-menju/zhurnal-izvestija-kgtu-im-i-razzakova>
Электрондук почтасы:
journal@kstu.kg

Журнал Кыргыз Республикасынын юстиция
министрлигинде катталган.
Күбөлүктүн номуру № 925, 16- январь, 2004-жыл

ISSN 1694-8335

Журнал Россиялык илимий цитата
индексине катталган.

Журналга келген бардык материалдар көз
карандысыз рецензиядан өткөрүлөт.

Басууга 09.09.2024 кол коюлду.
Нускасы 60 даана.

«Калем» типографиясында басылып чыккан.

Башкы редактор: М.К. Чыныбаев, физ.-мат. и. к.
доцент, И.Раззаков атындагы КМТУнун ректору
Тел.: (312)54-51-25
Электрондук почтасы: rector@kstu.kg

Башкы редактордун орун басары: А.М. Арзыбаев,
техника илимдеринин кандидаты, доцент,
КМТУнун илимий иштер проректору
Тел.: (312)54-51-40
Электрондук почтасы: arzybaev@kstu.kg

Жооптуу катчы: А.Б.Аманкулова
Тел.:0550-660-442
0505-660-442

РЕДКОЛЛЕГИЯ МҮЧӨЛӨРҮ:

С. А. Алымкулов - т. и. д., профессор
М. З. Алмаматов - т. и. д., профессор
М. К. Асаналиев – педагогика и. д., профессор
А. А. Акунов – тарых и. д., профессор
М. Б. Баткибекова – химия и. д., профессор
А.Б. Бакасова – т.и.д., профессор
Ж. И. Батырканов - т. и. д., профессор
И. В. Бочкарев - т. и. д., профессор
У. Н. Бримкулов - т. и. д., профессор, КР УИАнын
корр. мүчөсү
Ж.Т. Галбаев – т.и.д., профессор
М. Дж. Джаманбаев – физ.-мат. и. д.,
профессор
М. С. Джуматаев – т. и. д., профессор, КР УИАнын
академиги
У. Р. Давлятов – т. и. д., профессор, КР УИАнын
корр.мүчөсү
Т. Б. Дуйшеналиев - физ.-мат. и. д., профессор
Т. Ш. Джунушалиева - химия и. д., профессор
К. М. Иванов - т. и. д., профессор, (Россия)
А. С. Иманкулова - т. и. д., профессор
Г. Дж. Кабаева - физ.-мат. и. д., профессор
К. Ч. Кожоголов - т. и. д., профессор, КР УИАнын
академиги
Т. Ы. Маткеримов - т. и. д., профессор
М. М. Мусульманова - т. и. д., профессор
А.Дж. Обозов – т. и. д., профессор, КР УИАнын
корр.мүчөсү
К. О. Осмонбетов - геология-минералогия и. д.,
профессор
Н. Д. Рогалев - т. и. д., профессор, (Россия)
А. Б. Салиев - физ.-мат. и. д., профессор
Р. М. Султаналиева- физ.-мат. и. д., профессор, КР
УИАнын корр.мүчөсү
А. Т. Татыбеков - т. и. д., профессор
Ж. Ж. Тургумбаев -т. и. д., профессор
А.С. Уметалиев - д.э.н., профессор

© И. Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик
техникалык университети

ISSN 1694-8335 (print)
ISSN 1694-8343 (online)

ИЗВЕСТИЯ

КЫРГЫЗСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
им. И. РАЗЗАКОВА

2024
№3 (71)

Теоретический и прикладной
научно-технический журнал

Учредитель: Кыргызский государственный
технический университет им. И.Раззакова
Адрес редакции: 720044, Кыргызская Республика,
город Бишкек, г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66,
каб.1/254.

Тел.: +996(312) 54-51-40

Сайт: <https://kstu.kg/bokoyoe-menju/zhurnal-izvestija-kgtu-im-i-razzakova>

email:

journal@kstu.kg

Журнал зарегистрирован в Министерстве юстиции
Кыргызской Республики
Свидетельство № 925 от 16 января 2004 года.

ISSN 1694-8335

Журнал зарегистрирован в Российском индексе
научного цитирования

Материалы журнала проходят независимое
рецензирование

Подписан в печать 09.09.2024

Тираж 60 экз.

Отпечатано в типографии «Калем»

Главный редактор: М.К. Чыныбаев, кандидат
физико-математических наук, доцент, ректор КГТУ
им. И.Раззакова

Тел.: Тел.: (312)54-51-25

Электронная почта: rector@kstu.kg

Заместитель главного редактора: **А.М. Арзыбаев**,
кандидат технических наук, доцент, проректор по
научной работе КГТУ им. И.Раззакова

Тел.: Тел.: (312)54-51-40

Электронная почта: arzybaev@kstu.kg

Ответственный секретарь: А.Б.Аманкулова

тел.: 0550-660-442

0505-660-442

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

С.А. Алымкулов - д. т. н., профессор

М.З. Алматов - д. т. н., профессор

М.К. Асаналиев – д. педаг. н. профессор

А.А. Акунов – д. истор. н., профессор

М.Б. Баткибекова – д. хим. н., профессор

А.Б. Бакасова – д.т. н., профессор

Ж.И. Батырканов - д. т. н., профессор

И.В. Бочкарев - д. т. н., профессор

У.Н. Бримкулов - д. т. н., профессор, чл.-корр.
НАН КР

Ж.Т.Галбаев – д.т.н., профессор

М. Дж. Джаманбаев – д. физ.-мат. н. профессор

М.С. Джуматаев – д. т. н., профессор, академик
НАН КР

У.Р. Давлятов - д. т. н., профессор, член-корр. НАН
КР

Т.Б. Дуйшеналиев - д. физ-мат. н., профессор

Т.Ш. Джунушалиева - д. хим. н., профессор

К.М. Иванов - д. т. н., профессор (Россия)

А.С. Иманкулова - д. т. н., профессор

Г.Дж. Кабаева - д. физ-мат. н., профессор

К. Ч. Кожогулов - д. т. н., профессор, академик
НАН КР

Т.Ы. Маткеримов - д. т. н., профессор

М.М. Мусульманова - д. т. н., профессор

А.Дж. Обозов – д.т.н., профессор, член-корр. НАН
КР

К.О. Осмонбетов – д. геолого-минерал. н.,
профессор

Н.Д. Рогалев - д. т. н., профессор (Россия)

А.Б. Салиев - д. физ-мат. н., профессор

Р.М. Султаналиева - д. физ-мат. н., профессор,
член-корр. НАН КР

А.Т. Татыбеков - д. т. н., профессор

Ж.Ж. Тургумбаев - д. т. н., профессор

А.С. Уметалиев – д.э.н., профессор

© Кыргызский государственный технический
университет им. И. Раззакова, 2022

ISSN 1694-8335 (print)
ISSN 1694-8343 (online)

**THE BULLETIN
OF I. RAZZAKOV KYRGYZ
STATE TECHNICAL
UNIVERSITY**

2024
№3 (71)

Theoretical and Applied Scientific and Technical
Journal

The publisher: Kyrgyz State Technical University n.a.
I.Razzakov

Editorial office address: 720044, Kyrgyz Republic,
Bishkek city, No 66 Ch. Aitmatov Ave., room 272.

Tel.: +996(312) 54-51-40

Website: <https://kstu.kg/bokovoe-menju/zhurnal-izvestija-kgtu-im-i-razzakova>
email: journal@kstu.kg

The journal is registered with the Ministry of Justice of
the Kyrgyz Republic
Certificate No. 925; dated 16.01.2004.

ISSN 1694-8335

The journal has been registered with the Russian
Science Citation Index since

Journal content is independently reviewed

Chief editor: *M.K. Chynybaev*, Candidate of Physical
and Mathematical Sciences, Associate Professor,

Rector of KSTU I. Razzakov

Tel.: Tel.: (312)54-51-25

E-mail: rector@kstu.kg

Deputy Chief Editor: A.M. Arzybaev, candidate of
technical sciences, associate professor, Vice-Rector for
Scientific Work of KSTU I. Razzakov

Tel.: (312) 54-51-40

E-mail: arzybaev@kstu.kg

Executive secretary: *A.B. Amankulova*,

tel.: 0550-660-442

0505-660-442

EDITORIAL BOARD:

S.A. Alymkulov, D.Sc. (Engineering), Professor

M.Z. Almatov, D.Sc. (Engineering), Professor

M.K. Asanaliev, D.Sc. (Pedagogic), Professor

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

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

A.B. Bakasova, D.Sc., Professor

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

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

U.N. Brimkulov, D.Sc. (Engineering), Prof.,
associate of the National Academy of Science

Zh.T. Galbaev, Doctor of Technical
Sciences, Professor

M. Dzh. Dzhamanbaev, Doctor of Phys.-
Math. n. Professor

M.S. Dzhumataev, D.Sc. (Engineering), Prof.,
Academician of the National Academy of Science

U.R. Davlyatov, Doctor of Technical
Sciences, Professor, associate of the National
Academy of Science

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

T.Sh. Dzhunushalieva, D.Sc (Chemistry),
Professor

K.M. Ivanov, D.Sc. (Engineering), Professor, (Russia)

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

G.Dzh. Kabaeva, D.Sc. (Physical and
Mathematical), Professor

K.Ch. Kozhogulov, D.Sc. (Engineering), Prof.,
Academician of the National Academy of Science

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

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

A.J. Obozov, Doctor of Technical Sciences,
Professor, associate of the National Academy
of Science

K.O. Osmonbetov, D.Sc. (Geological and
Mineralogical), Professor

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

A.B. Saliev, D.Sc. (Physical and
Mathematical), Professor

R.M. Sultanalieva, D.Sc. (Physical and
Mathematical), professor, associate of the
National Academy of Science

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

A.T. Tatybekov, D.Sc. (Engineering), Professor
A.S. Umetaliev - Doctor of Economics, Professor

The journal is published quarterly

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

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----|
| Чыныбаев М.К. Поздравительное слово | 780 |
|--|-----|

АРХИТЕКТУРА. СТРОИТЕЛЬСТВО

| | |
|---|-----|
| Мендекеев Р.А., Орунбаев С.Ж., Мамбеталиев З.Н., Болушев А.М., Гуламов А.М. Состояние и перспективы развития исследования сейсмостойкости зданий в Кыргызстане. | 781 |
|---|-----|

ГОРНОЕ ДЕЛО

| | |
|--|-----|
| Тажипбаев К.Т., Сулайманов Ч.К. Рациональный способ вскрытия Джеруйского месторождения при комбинированной разработке | 794 |
| Кожоголов К.Ч., Кожоголов Б.К., Кожоголова А.Ж. Перспективы безвзрывных технологий выемки тонких рудных жил в Кыргызстане | 801 |

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

| | |
|---|-----|
| Алышбаев К.С. Санариптик эл аралык соода үчүн чет элдик платформаларды изилдөө | 808 |
| Young-Sang Choi, Samara Abdieva Implementation of advanced level data visualization program using python for university students to become data scientists | 815 |
| Карабеков А.Ш., Бирисманов Э.Ж. Электронное наблюдение как вспомогательный инструмент для правоохранительных органов Кыргызской Республики | 826 |

ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

| | |
|--|-----|
| Ажекбаров К.А., Камчыбеков Т.К., Амангельдиев Д.Дж. Роль технических вузов в активизации деятельности евразийского сетевого университета в рамках ЕАЭС | 834 |
| Наумкин Н.И., Купряшкин В.Ф., Безруков А.В. Особенности подготовки студентов к инновационной инженерной деятельности в национальном исследовательском Мордовском Государственном университете | 838 |
| Вольф Дагни Урте. Чет тилин өз алдынча үйрөнүү ыкмалары | 845 |
| Орозбек к.Э. “Сейтек” эпосундагы эпикалык каармандар | 849 |
| Шалабай Т.Л., Шуракова Т.Н., Яковлева Г.Р. Прошлое и настоящее кафедры метрологии и стандартизации | 854 |

ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА, МАТЕМАТИКА И ФИЗИКА

| | |
|---|-----|
| Алмаматов М.З., Асаналиева Э.У., Мухтарбекова Р.М. Разработка методики расчета кинематических параметров механизмов с использованием нового свойства механизмов ... | 861 |
| Гудимова Л.Н., Баклушина И.С. Перспективные методы создания структурных схем различного назначения | 867 |
| Маруфий А.Т., Цой А.В., Жалалдинов М.М. Сзыктуу транспорттук курулмалардын жерпайындагы топурактын нымдалышынын локалдык зоналарын эсепке алуу | 876 |
| Маслова С.А., Самохвалов А.Э., Филин А.Г. Современные принципы математического моделирования теплового состояния крупных синхронных неявнополюсных электрических машин | 882 |
| Расчупкин С.В., Расчупкина Т.В., Титух И.Н. Определение динамических нагрузок на элементы системы спуска-подъема глубоководного подводного аппарата | 888 |
| Садиева А.Э., Кокколова У.У., Душенова М.А., Н.Маратбек кызы. Муштумчалуу механизмдердин кадастрын түзүү | 897 |

Санников В.А. Расчет уровня структурного шума, образованного вибрацией элементов транспортных машин..... 902

ТЕХНОЛОГИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Кененбай Ш.Ы., Джамакеева А.Д., Өмірхан А.Ә. Использование растительной продукции при разработке технологии полуфабрикатов из верблюжатины..... 910

ТРАНСПОРТ И МАШИНОСТРОЕНИЕ

Муслимов А.П., Абдыкеримова Д.К. Гидропресс с электрогидравлической обратной связью для автоматического управления режимами работ 918

Самсалиев А.А., Омуралиев Э.Н. Разработка технологии и принципа создания мазера-лазера на СВЧ плазматроне 924

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Гурова Д.В., Рождественская Л.Н., Ломовский И.О. Биомодификация растительного сырья с целью получения нанопленок 931

ЭКОЛОГИЯ, РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Абдылдаева А.М., Имашов М.Б., Аширов А.А., Жообаев К.Н., Карагулов Е.Р. Влияние температуры окружающей среды на измерения объемов природного газа 943

Абдылдаева А.М., Мамадалиев М.К., Айдаралиева М.Е., Кадыров Т.С., Акматалиев С.А. Анализ состояния децентрализованной системы теплоснабжения г. Бишкек 950

Супуева А.С., Орозобекова А.Ч., Кулболдиев Э.Э. Оценка эффективности теплового насоса для разных регионов Кыргызстана 957

Супуева А.С., Орозобекова А.Ч., Муханова К.К., Кулболдиев Э.Э., Джорупбеков И.А. Снижение потребления теплоты и выбросов CO₂ зданий с использованием энергии окружающей среды, солнечной радиации и тепловых насосов 963

ЭНЕРГЕТИКА

Казакова Д.В., Зацаринная Ю. Н. Развитие мировой энергетики на основе возобновляемых источников энергии 971

Уметалиев С. Д., Галбаев Ж. Т., Борукеев Т. С., Галбаев А. Ж. Повышение качества стабилизации выходных параметров источника бесперебойного питания для ветроустановок 978

Фролова Г.П., Ершова Н.В. Проектирование водохранилища для целей энергетики на реке Чон Кемин 984

Суюнтбекову И.Э. 50 лет 991



Ректор КГТУ им. И. Раззакова

Чыныбаев Мирлан Койчубекович,
к.ф.-м.н., доцент

Уважаемые коллеги, дорогие студенты, выпускники и друзья!

От всего сердца поздравляю вас с 70-летним юбилеем нашего университета — Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова! За эти годы наш университет прошел значительный путь, став не только ведущим образовательным учреждением в Кыргызстане, но и мощным научным центром, чьи достижения известны далеко за пределами нашей страны.

Наука всегда занимала центральное место в деятельности нашего университета. Мы гордимся тем, что среди наших преподавателей много выдающихся ученых, которые неустанно трудятся над развитием и популяризацией науки. Наши студенты и аспиранты ежегодно показывают высокие результаты на престижных мировых конкурсах и конференциях. Во многих из них наши студенты неоднократно демонстрировали выдающиеся результаты, подтверждая высокий уровень подготовки и научный потенциал университета.

КГТУ им. И. Раззакова не только сохраняет и преумножает традиции прошлого, но и всегда стремится к инновациям, оставаясь в авангарде научно-технического прогресса в республике. Мы уверенно движемся вперед, укрепляя свои позиции в международных рейтингах и расширяя сотрудничество с ведущими вузами и научными центрами мира.

Пусть наш университет и дальше будет источником знаний и научных открытий, кузницей

С глубоким уважением,

Ректор КГТУ им.И.Раззакова

Чыныбаев М.К.

АРХИТЕКТУРА. СТРОИТЕЛЬСТВО

УДК 550.834; 699.841

DOI:10.56634-16948335.2024.2.740-747

Р.А.Мендекеев, С.Ж.Орунбаев, З.Н.Мамбеталиев, А.М.Болушев, А.М.Гуламов
И.Раззаков атындагы КМТУ, «Сейсмостойкое строительство» Илим-изилдөө
институту, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ имени И.Раззакова, Научно-исследовательский институт
«Сейсмостойкое строительство», Бишкек, Кыргызская Республика

R.A.Mendekeev, S.Zh.Orunbayev, Z.N.Mambetaliev, A.M.Bolushev, A.M.Gulamov
KSTU named after I. Razzakov, Research Institute "Earthquake Resistant Construction",
Bishkek, Kyrgyz Republic

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СЕЙМОСТОЙКОСТИ ЗДАНИЙ В КЫРГЫЗСТАНЕ

КЫРГЫЗСТАНДА ИМАРАТТАРДЫН СЕЙСМОТУРУКТУУЛУГУН ИЗИЛДӨӨНҮН АБАЛЫ ЖАНА ӨНҮГҮҮ КЕЛЕЧЕГИ

STATUS AND PROSPECTS FOR DEVELOPMENT OF RESEARCH ON EARTHQUAKE RESISTANCE OF BUILDINGS IN KYRGYZSTAN

Макалада Кыргызстандагы имараттардын сейсмикалык туруктуулугун изилдөөнүн азыркы этаптагы (2024-ж.) абалы каралган. Имараттардын сейсмикалык туруктуулугун текшерүү боюнча КР Өкмөтүнүн Ведомстволор аралык комиссиясынын иши тууралуу маалымат берилген, И.Раззаков ат. КМТУнун "Сейсмостойкое строительство" ИИИинун имараттар менен курулмалардын абалын жана сейсмикалык туруктуулугун алардын микросейсмикалык термелүүлөрүн (микро-сейсмаларды) өлчөө методу менен жүргүзүлүүчү инженердик-сейсмометриялык изилдөөлөр боюнча иштердин баиталышы жана перспективалары баяндалган.

Түйүндүү сөздөр: имарат жана курулуш, сейсмикалык туруктуулук, изилдөө, Кыргызстан, абал, микросейсмалор, өлчөө ыкмасы, инженердик-сейсмометриялык изилдөө.

В статье описаны состояние исследований сейсмостойкости зданий в Кыргызстане на данном этапе (2023-24гг.). Даны сведения о работе Межведомственной комиссии Правительства КР по проверке сейсмостойкости зданий, описано начало и перспективы работ НИИ «Сейсмостойкое строительство» КГТУ им. И.Раззакова по инженерно-сейсмометрическому исследованию состояния и сейсмостойкости зданий и сооружений методом измерений их микросейсмических колебаний (микросейсм).

Ключевые слова: здание и сооружение, сейсмостойкость, исследование, Кыргызстан, состояние, микросейсм, метод измерения, инженерно-сейсмометрическое исследование.

The article describes the state of research on seismic resistance of buildings in Kyrgyzstan at the current stage (2023-24). Information is given on the work of the Interdepartmental Commission of the Government of the Kyrgyz Republic on checking the seismic resistance of buildings, the beginning and prospects of the work of the Research Institute "Earthquake-resistant construction" of KSTU named after I. Razzakov on engineering and seismometric research of the condition and seismic resistance of buildings and structures by measuring their microseismic vibrations (microseisms).

Key words: building and structure, seismic resistance, research, Kyrgyzstan, condition, microseisms, measurement method, engineering and seismometric research.

Введение. Строительная отрасль Кыргызской Республики (Кыргызстана, КР) занимает одно из ведущих мест в экономике страны, которое подтверждается ее показателями за

последние годы. Так, по данным Правительства, в 2023г. впервые достигнуты результаты по объему строительства жилья, превышающие наибольшие показатели в истории отрасли, включая период СССР. В 2023г. в КР были введены в эксплуатацию 1 млн. 587,5 тыс.м² жилья и 105 школ (в 1990г. - 1 млн. 560 тыс.м², в 1987г. – 50 школ). За первое полугодие 2024г. в эксплуатацию сданы 5205 домов и квартир с общей площадью 629.3 тыс.м², что на 24,3% больше по сравнению с аналогичным периодом 2023г. ВВП КР в 2023г. впервые достиг 1 трлн. 228,9 млрд. сомов (\$13,7 млрд), в т.ч. объем валовой продукции строительства составил 198 млрд. сомов, возрос на 10,3%. За 1-е полугодие 2024г. объем ВВП КР достиг 677,1 млрд. сомов, в т.ч. в строительстве - 76,3 млрд. сомов с ростом в 43,3%.

При этом строительная отрасль КР имеет также проблемы, в т.ч. с сейсмостойкостью.

Территория Кыргызстана относится к зонам высокого сейсмического риска, где произошли и еще могут быть разрушительные землетрясения силой до 7-9 баллов и выше. По данным Института сейсмологии Национальной Академии наук КР (ИС НАН КР) в Кыргызстане и рядом с нашей страной в среднем ежегодно происходит более 11 тыс. землетрясений, из них ок. 300 являются ощутимыми. За последние 150 лет на территории КР произошли св. 10 разрушительных землетрясений с магнитудой более 7, включая Беловодского землетрясения 1885 года. Наиболее катастрофическими были: *Жаланаши-Тюпское землетрясение 1978г.* силой 8-9 баллов, разрушились более 50 населенных пунктов Тюпского района; *Суусамырское землетрясение 1992г.* силой 9,5-10 баллов, число жертв св. 75 чел.; *Кочкор-Атинское 7-8 балльное (M=6.2) землетрясение 1992г.* с более 900 афтершоками, вызвавшие интенсивный сход оползней, повреждения многочисленных жилых и общественных зданий, образование на поверхности земли трещин шириной до 1-3 см и воронки оседания; *Нура-Алайское землетрясение 2008г.*, охватившее Ошскую, Баткенскую, Джалал-Абадскую, Нарынскую области КР и приграничные районы Узбекистана, Таджикистана и Китая, с полным разрушением села Нура, где погибли 74 чел.; *Сары-Джазское (Тюпское) землетрясение 2013г.* силой 8 баллов, разрушившее св. 103 жилых домов и зданий.

Из этих фактов следует, что проектирование и строительство сейсмостойких зданий и сооружений, причем как малоэтажных (частных), так и высотных жилых домов и зданий, *исследование и систематическая проверка их сейсмостойкости является актуальной проблемой* строительной науки и практики Кыргызстана. Настоящая статья написана по материалам исследований научного проекта НИИ «Сейсмостойкое строительство» (НИИ СС) КГТУ им. И.Раззакова (ранее КГУСТА), направленного на решение важных задач данной проблемы. Проект выполняется на научный грант Министерства образования и науки КР (МОН КР) на основании Договора №240032 от 15 марта 2024 года между НИИ СС КГТУ и МОН КР по госзаказу в сфере научной и научно-технической деятельности, заказчиком является Государственное агентство архитектуры, строительства и жилищно-коммунального хозяйства при Кабинете Министров КР (Госстрой КР).

Целью проекта является изучение мирового опыта и разработка методики, проведение исследований сейсмостойкости зданий неразрушающим инженерно-сейсмометрическим методом.

Материалы и методы исследования. Строительная отрасль Кыргызстана занимает одно из ведущих мест в экономике страны, которое подтверждается ее показателями за последние годы. Так, по данным Правительства, в 2023г. впервые достигнуты результаты по объему строительства жилья, превышающие наибольшие показатели в истории отрасли, включая период СССР. В 2023г. в КР были введены в эксплуатацию 1 млн. 587.5 тыс.м² жилья и 105 школ (в 1990г. - 1 млн. 560 тыс.м², в 1987г. – 50 школ). За первое полугодие 2024г. в эксплуатацию сданы 5205 домов и квартир с общей площадью 629.3 тыс.м², что на 24,3% больше по сравнению с аналогичным периодом 2023г. ВВП Кыргызстана в 2023г. впервые достиг 1 трлн. 228,9 млрд. сомов (\$13,7 млрд), в т.ч. объем валовой продукции строительства составил 198 млрд. сомов, возрос на 10,3%. За 1-е полугодие 2024г. объем ВВП КР 677,1 млрд. сомов, в т.ч. в строительстве - 76,3 млрд. сомов.

По данным ИС НАН КР, наиболее активными в отношении возможных землетрясений являются районы на сочленении Тянь-Шаня с Таримом, Памиром на юге (районы в пределах Иссык-Кульской, Нарынской, Ошской, Баткенской областей) и Казахским щитом на севере (районы в пределах Иссык-Кульской, Чуйской областей), зона Таласо-Ферганского активного разлома (районы в пределах Жалал-Абадской, Нарынской, Ошской областей). В указанных местностях расположены 74 населенных пункта, в т.ч. 9 городов, 16 райцентров и 49 сел, где имеются зоны возможных очагов землетрясений силой 9 и более баллов. Среди них 27 населенных пунктов расположены в зоне с расчетной сейсмичностью 9 баллов и имеют неблагоприятные инженерно-геологические условия (просадочные грунты, высокий уровень грунтовых вод, тектонические разломы, сложный рельеф и др.). Такие же условия имеют ок. 30% территории г.Бишкек, где проживает св. 1.2 млн. чел. и имеется большое количество высотных зданий, опасными районами с возможными сильными землетрясениями являются территории в окрестности Большого Чуйского канала (БЧК) и севернее от него, где уровень подземных вод близок к поверхности, а также площади, находящиеся на линии Иссык-Атинского разлома и зонах его влияния, в этих районах интенсивность землетрясений может достигать 9 и более баллов. Тревожным является то, что св. 3 млн. чел. или ок 43% населения КР проживают в указанных сейсмоопасных населенных пунктах.

В связи с этим, Госстрой КР осуществляет государственную политику Правительства КР в области строительства и архитектуры, разрабатывает и внедряет нормы и правила (СН, СНИП и др.), ведет надзор за их соблюдением на практике строительства. В 2024г. Госстроем была разработана и введена (Приказ от 7 марта 2024г.) новая редакция документа СН КР 20-02:2024 «Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования» [1]. За сейсмологической ситуацией в КР ведут постоянный мониторинг ИС НАН КР и Республиканский центр сеймопрогностического мониторинга МЧС КР. Государственный институт сейсмостойкого строительства и инженерного проектирования Госстроя КР (ГИССИП) является его базовым подразделением, которое разрабатывает нормативно-технические документы, ведет проектно-исследовательские и научно-исследовательские работы (ПИР, НИР). НИР в области строительства и архитектуры, в т.ч. по сейсмостойкому строительству, ведут также кафедры и НИИ ВУЗов: КИСИ и НИИ СС КГТУ, КРСУ, МУИТ и ОшТУ.

Прошедший 2023 год вошел в мировую историю как один из катастрофических, 6 февраля в Турции и Сирии произошли землетрясения с магнитудой 7,7 и 7,6 баллов, которые унесли жизни ок. 60 тыс. чел., более 160 000 зданий полностью разрушились.

Это обстоятельство вызвало большую тревогу в обществе, поэтому Президент КР С.Жапаров дал указание о необходимости усиления контроля и пересмотра градостроительной политики. Комитет по архитектуре и строительству Жогорку Кенеша КР (ЖК КР) провело специальное заседание и предложил проверить все высотные дома в крупных городах на сейсмостойкость. Во исполнение этих указаний Кабинет министров КР *Распоряжением №131-р от 28 марта 2023г. образовала Межведомственную рабочую комиссию по проверке существующих и строящихся зданий на сейсмостойкость* на территории КР, срок работы – 3 месяца. В состав комиссии были включены 16 чел.: директор Госстроя – председатель, депутат ЖК КР Маматалиев М.А. – зам. предс., директор ГИССИП – отв. секретарь, а также члены – руководители и ведущие специалисты Администрации Президента, Департамента ГАСК Госстроя, МЧС КР, ИС НАН КР, МП «Бишкекглавархитектура», Союза архитекторов и Союза строителей КР, ученые ВУЗов и депутаты ЖК КР. Комиссия *должна была проверять структурную прочность зданий, использование качественных строительных материалов и соответствие проектной документации строящегося здания нормам сейсмостойкости*. На заседании ЖК КР от 30 января 2024г. замдиректора Госстроя КР Т.Иманакун уулу сделал отчет о результатах работы комиссии, секретарь комиссии К.Кенжетаев давал интервью для СМИ [2,3], вкратце изложим результаты работы по проверке зданий.

Комиссия сосредоточила свою работу на строящихся объектах г.Бишкек, определила, что в городе на тот момент велось строительство 527 домов и выборочно проверяла 100 объектов на сейсмостойкость. В частности, были проверены следующие завершённые объекты:

ОсОО «Аван-гارد Стилль» - многоэтажный жилой комплекс «Авангарт сити» (с.Орто-Сай, включает объекты соцкультбыта (СКБ) и дошкольное учреждение), жилой комплекс «Елисейские поля» по ул. Токомбаева 15/2 (объекты СКБ и подземный автопаркинг); ОсОО «Кыргыз Каганат» - 14-этажный жилой комплекс по ул. Токомбаева 15 (подземный автопаркинг и объекты СКБ); строящиеся объекты: компании «Кут» на ул. Л.Толстого, 126а; 21-этажный жилой дом на пр. Ч.Айтматова 299; строящийся объект на ул. Фучика 38; объекты на ул. Абдрахманова №144, 148 и др. Ниже на рис.1 приведены фотоиллюстрации работы Межведкомиссии [2,3]. Проверку и исследование сейсмо-стойкости зданий комиссия осуществляла следующим образом. Вначале проверяли разрешительные и проектную документацию объекта (см. рис.1,а), результаты экспертизы документов.



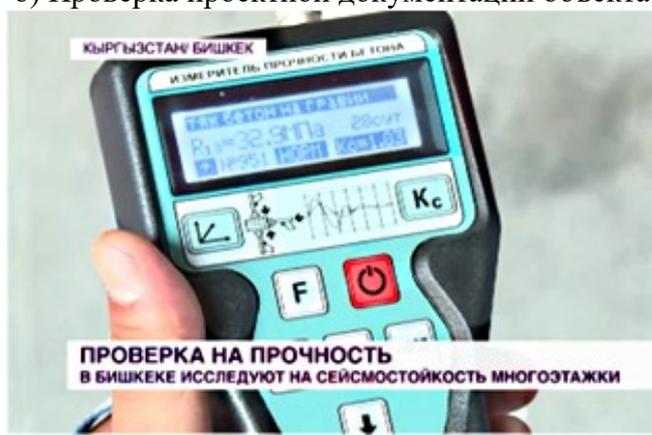
а) Члены Межведкомиссии на объекте



б) Проверка проектной документации объекта



в) Проверка прочности бетона конструкций



г) Показание прибора ИПС прочности бетона



д) Проверка подземной части высотного здания



е) Проверка армирования конструкций

Рисунок 1 – Эпизоды работы Межведкомиссии при проверке зданий на сейсмостойкость



Затем была исследована прочность бетона (рис.1, в, г), диаметр арматуры и соответствие армирования (рис.1, д) в строительных конструкциях здания. Было установлено, что строительные компании в основном используют арматуру из России, прочность их проверяется в лаборатории Республиканского центра сертификации в строительстве Госстроя КР. Испытание прочности строительных конструкций выполнялись также специалистами данной лаборатории с помощью специальных приборов – измерителя прочности бетона типа ИПС-МГ4.03 и измерителя ИПА-МГ4, позволяющего определить диаметр арматуры по измеренной толщине защитного слоя бетона (СКБ «Стройприбор», Челябинск). Индентор склерометра ИПС-МГ4 совершает ударный импульс на поверхность бетонной колонны или стены с энергией удара $E=0,12$ Дж, при этом электронный блок прибора вырабатывает электрический импульсный сигнал по ускорению и времени удара и преобразует их в прочность бетона, которую показывает его дисплей. Число однотипных измерений должно быть 10-15, среднее их значение принимается за прочность данного бетона. Например, при проверке зданий застройщик заявил о применении бетона класса В-25 марки М350. Прочность его, т.е. разрушающая нагрузка на него должна быть 33,2-35 МПа. Прибор показал 32,9 МПа (см. рис.1,в), что подтвердил соответствие прочности бетона к проектному значению на 94-99%. Для строящихся зданий проверялось качество конструкций подземной (фундаментной) части и армирования строительных элементов (сетки колонн и др., см. рис.1, д, е). При этом важное значение имеют параметры армирования. На рис.2 показан пример использования прибора типа ИПА-МГ4.02 при определении диаметра арматуры в железобетонной балке. После установки соответствующих режимов на электронном блоке, преобразователь накладывается на поверхность изделия, например, балки. Электромагнитное поле преобразователя взаимодействует с арматурным стержнем и изменяется его комплексное сопротивление, которое регистрируется, обрабатывается электронным блоком и на дисплее появится показание прибора. Как видно из рис.2.в, обнаружена арматура диаметром $d = 20$ мм под толщиной защитного слоя бетона $h = 125$ мм. Данный прибор типа ИПА-4МГ позволяет измерять толщину защитного слоя бетона, расположение и диаметр арматуры в железобетонных конструкциях зданий и сооружений. Он имеет 3 группы режимов зависимостей для определения арматур классов Вр-I, А-I и А-III, а также дополнительный режим при неизвестном диаметре арматуры и защитном слое бетона, «маркировку» измерений по типу испытываемого изделия: балка; внутренняя стена; свая; колонна; плита; панель, блок; ригель; наружная стена и ферма.

В результате проверки комиссия в целом признала, что все 100 объекты годные и сейсмо-стойкие, они были выбраны из 8-балльной, 9-балльной зон и в зоне более 9 баллов. Здания в центре города расположены в зоне 8 баллов, проспекта Жибек Жолу и ниже – 9 баллов, в зонах от южной магистрали и выше – 9 баллов, где чуть выше находится Исык-Атинский разлом с 5-ю зонами. Проверялись также 14-ти и 15-ти этажные дома в зоне Исык-Атинского разлома. Результаты показали, что по документам и по техническим состояниям их

можно считать сейсмостойкими. Объекты для проверки отбирались по конструктивной схеме: кирпичное, каркасное, панельное или монолитное здание, учитывался тип объекта. Выявлено, что в основном строятся панельные и каркасные и монолитные дома, где основная нагрузка идет на плиты. Проектирование и вычислительная проверка строящихся зданий выполняется специальной компьютерной программой "Ли́ра", сейсмические расчеты берутся на 8-9 баллов, здания могут выдержать землетрясения до 9 баллов.

Описанный метод проверки зданий на сейсмостойкость использован Межведкомиссией из-за простоты и дешевизны, строительные компании также дали согласие на такую проверку. Вместе с тем следует отметить, что *натурные испытания зданий с применением вибромашин*, как это делают часто Казахстан и др. страны, дали бы более точные и убедительные оценки сейсмостойкости зданий, но они сравнительно дорогие и строительные компании не дают на это согласие, боятся, что их объекты при этом могут получить повреждения. По данным специалистов Госстроя (Т.Иманакун уулу, К.Кенжетаев и др.), вибродинамические испытания (искусственные землетрясения) здания могут потребовать затраты ок. 70-80 тыс. долл., включая строительство испытываемого здания, даже обычная проверка одного жилого дома на сейсмостойкость, без строительства здания, потребует затраты более 200 тыс. сомов.

В рамках проверки зданий Госстрой КР установил 87 незаконных строительных объектов, 36 из них — в Бишкеке, в т.ч. высотных жилых домов, где даже уже живут люди. По ним ведутся работы по проверке качества и безопасности, выдачи разрешительных и правоустанавливающих документов, оформлению проектной документации зданий. По некоторым из них идут судебные процессы, включая физического сноса по решению суда.

Таким образом, проведенная проверка новых и строящихся высотных жилых домов в г.Бишкек, по заключению Межведкомиссии, показала их высокую сейсмостойкость. Однако, большое опасение вызывает жилые дома и здания старой застройки, особенно, деревянно-щитовые здания по ул. Абдрахманова (бывшая Советская), кирпичные дома 1960-х годов по ул. Московской, глиносаманные дома 1950-х годов по ул. Кум-Арык, а также почти все дома в городах (включая Бишкек, Ош и др.) и населенных пунктах Кыргызстана, построенные из местных глиняных материалов без какого-либо соблюдения норм сейсмостойкого строительства.

В связи с этим, как отмечает директор ГИССИП К.Кенжетаев, чтобы все здания проверить и мониторить *необходимо на государственном уровне принять решение и провести паспортизацию зданий*. При этом каждый объект имел бы *паспорт* с описанием данных, включая результатов его технического состояния, динамических параметров и сейсмостойкости, могли бы вноситься любые изменения, происходящие в здании.

Таково состояние работ в КР на 2024г. по исследованию зданий на сейсмостойкость. Дополнением Распоряжения №131-р Кабмина КР от 2 апреля 2024г. срок работы Межведкомиссии был продлен до 1 сентября 2024г., который уже истекает. Других работ комиссии по проверке сейсмостойкости зданий, кроме г. Бишкек, пока не было, видимо они могут быть только в 2025г.

Перспективы развития исследований зданий и сооружений на сейсмостойкость в Кыргызстане связаны, мы считаем, с разработкой и внедрения новых безопасных неразрушающих методов исследований, возобновления натуральных вибродинамических испытаний и масштабной паспортизации зданий. Хотя еще нет решения и не ведутся работы по паспортизации технического состояний всех зданий в КР, Госстрой и МП «Бишкекглавархитектура» активно внедряют техно-логию цифровизации. По поручению Правительства КР Госстрой разработал и начал осуществлять программу по реформированию строительной отрасли КР, в т.ч. поэтапную цифровизацию всех процессов от выдачи разрешительных документов на строительную и архитектурную деятельность до актуализации и разработки новых нормативных документов, генпланов населенных пунктов. В частности, Бишкекглавархитектура уже завершает и создал базу данных кадастровой информации о строящихся и завершенных объектах, которая выполнена в виде карты Бишкека.

Следует отметить, что соседние страны – *Казахстан и Узбекистан* – *активно ведут работу по паспортизации всех зданий в сейсмоопасных крупных городах*. Так, например, в Казахстане реализуется проект «Паспортизация Алматы» [4], создавались электронные паспорта объектов в ГИС программе с геофотопривязкой, в которые вносились все данные, включая результатов визуального осмотра и состояния конструкций, они затем дополняются данными сейсмического обследования. В 2017-18гг. КазНИИСА проверяла 9500 зданий, сейчас идет финальная стадия, всего паспортизацию пройдет 16700 объектов, из которых ок. 2000 высотных жилых домов.

В Узбекистане согласно Указу Президента было принято Постановление Кабинета Министров от 30.06.2021г. №405 «О внедрении системы оценки сейсмостойкости зданий и сооружений и формировании электронных технических паспортов» [5]. Согласно Постановлению все министерства и ведомства, органы местного самоуправления, ассоциации и др. организации обес-печивают поэтапное включение в Единую интегрированную платформу электронных технических паспортов принадлежащих им зданий и сооружений, жилых домов. Создаются электронные техни-ческие паспорта, содержащие сведения по оценке сейсмостойкости зданий и сооружений, высотных жилых домов, расположенных на сейсмоактивных территориях.

При оценке сейсмостойкости зданий наиболее полную и точную информацию можно получить проведением вибродинамических испытаний. В нашей республике в 1982-85гг. в г. Фрунзе (Бишкек) были построены экспериментальные 3-х, 5-х и 9-ти этажные дома с системой сейсмоизоляции со скользящим поясом и проводились виброиспытания этих зданий. Испытания с помощью вибромашины В-3 проводили на следующих объектах: 3-хэтажное кирпичное здание по ул. Месароша; 3-хэтажное здание с монолитными стенами в 110 квартале; 9-тиэтажное крупно- панельное здание со скользящими опорами по ул. Иваницына; 2-хэтажное здание безригельного каркаса по ул. Энгельса и 9-тиэтажное крупнопанельное здание в мкр. Тунгуч. Целью испытаний были изучение кинематических параметров деформирования и колебаний надземных конструкций зданий при статических и динамических нагрузках и экспериментальное определение порогов срабатывания элементов скользящего пояса, которая была успешно достигнута.

Аналогичные виброиспытания проводились в КАСИ-КГУСТА (ныне КГТУ) с 2014г. и сей-час ведутся исследования сейсмостойкости натуральных моделей зданий на лабораторной сейсмоплат-форме в КИСИ и НИИ «Сейсмостойкое строительство» КГТУ им. И.Раззакова (рис.3). В 2021-22гг. нами были проведены вибродинамические испытания [6] натурной модели 2-хэтажного дома из легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) и образцов систем навесного вентфасада (НВФ) совместно с нашими партнерами - ОсОО «Каркас.кж» и ОсОО «Стилекс». Они бесплатно предоставили и сделали монтаж на нашей сейсмоплатформе модель дома из ЛСТК (Каркас.кж) системы НВФ с обшивкой листами ОСП, облицовкой из плит натурального камня (травертин) и керамогранита (Стилекс) с целью определения физической прочности и сейсмостойкости создан-

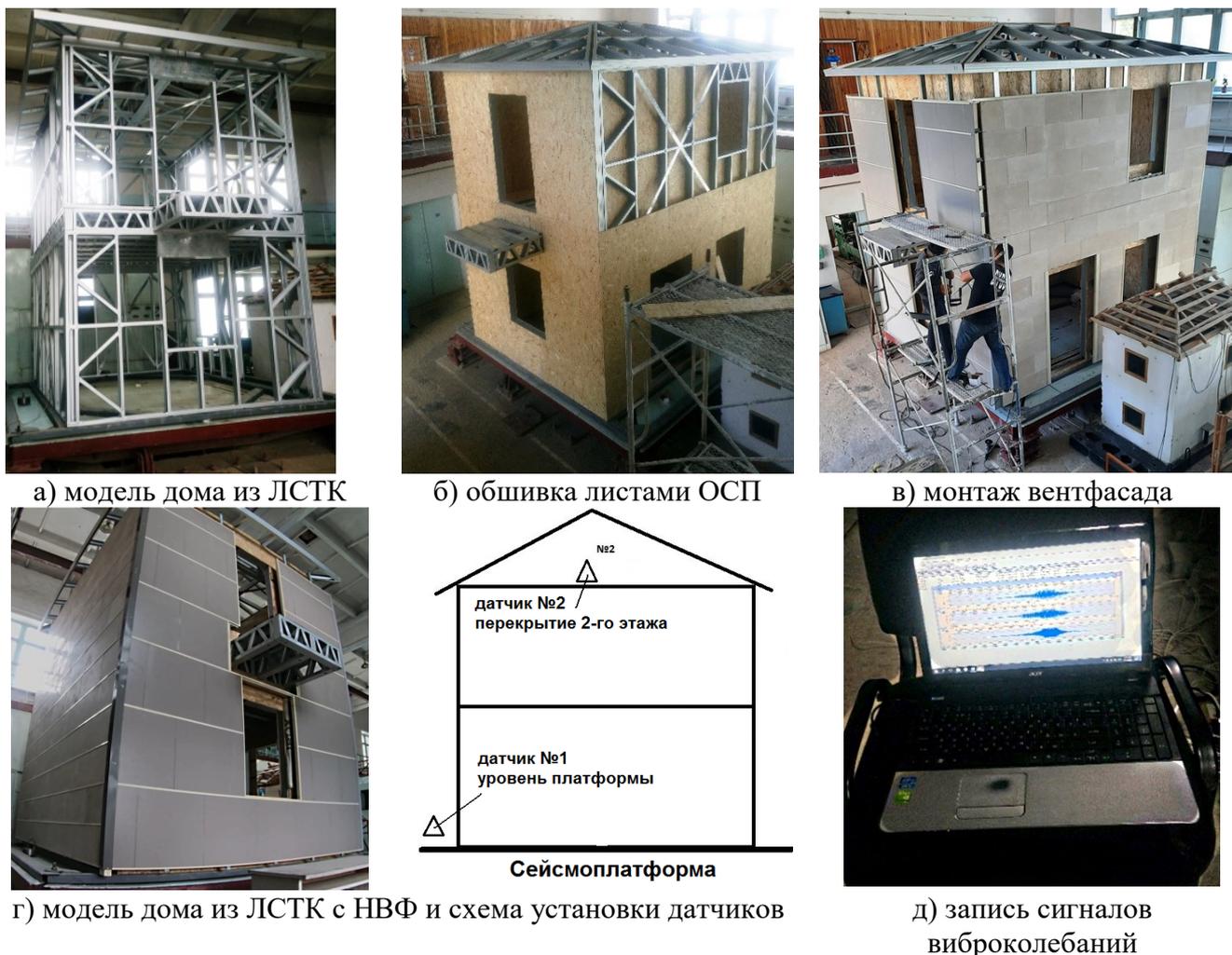


Рисунок 3 – Испытание модели дома из ЛСТК с облицовкой НВФ на сейсмостойкость

ных конструкций ЛСТК и НВФ. Сейсмоплатформа НИИ СС КГТУ имеет следующие характеристики: мощность привода - 5,0 кВт, частота колебаний - 1 ÷ 7,3 Гц, амплитуда горизонтальных колебаний – 0,1 ÷ 2,1 см, платформа (грузовая площадка) - 4,2 х 4,2 м с грузоподъемностью 15 т.

Испытания показали высокую физическую прочность и сейсмостойкость конструкций ЛСТК и НВФ при максимальной сейсмической нагрузке (приборы зашкаливали) 9 баллов и выше, амплитуда колебаний ускорений на «полу», т.е. на уровне сеймоплатформы (датчик №1) достигали 1,722 - 2,0 g, а при умеренной повышенной нагрузке – до 9 баллов, ускорения колебаний на перекрытии (датчик №2) достигали 0,43-0,95 g.

Такие же вибродинамические испытания более крупной модели дома из ЛСТК (рис.4) провели ГИССИП Госстроя КР и Межд. ассоц. экспертов по сейсмостойкому строительству (МАЭСС - IАЕЕЕ) и МУИТ, где принимали участие специалисты КГУСТА, КРСУ и др. по заказу ОсОО

«Каркас.кж» (2019г., 2-х этажное здание) и ОсОО «Модуль Хаус» (2024г., 3-х этажное здание). Испытания проводились на железобетонной сеймоплатформе ГИССИП с помощью вибромашины В-3. Размеры платформы с весом 69 т составляют ок. 6,5 х 6,5 м, опирается с 4-х сторон на шаровые опоры, состоит из фундамента и надпорной частью с зазором (рис.4,а), на которой можно построить (смонтировать) испытываемые натурные модели зданий и нагружать их вибромашиной В-3.



а) сейсмоплатформа из ж/б конструкции ее шаровая опора



б) вибромашина В-3



в) 2-х и 3-х этажные модели здания из ЛСТК

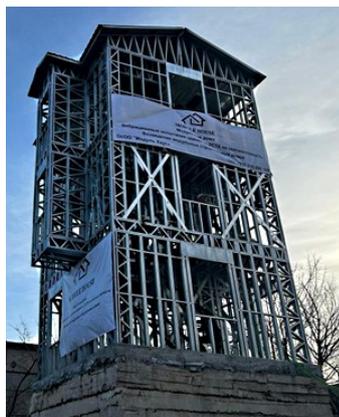
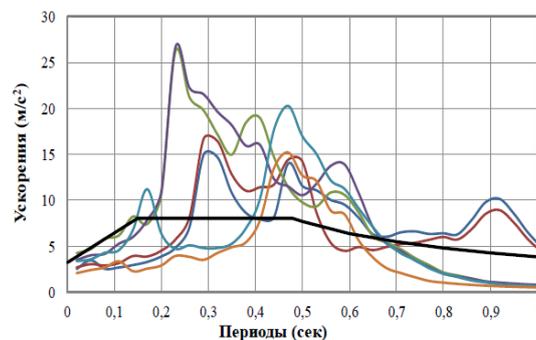


Рисунок 4 – Испытания моделей здания из ЛСТК на сейсмоплатформе ГИССИП Госстроя КР



г) Спектры реакции здания из ЛСТК при испытании на платформе в разных ускорениях, максимально 0,37g

Вибромашина весом более 3 тонны жестко крепится на покрытии платформы, в экспериментальных исследованиях она имела режимы загрузки: без доборов (1 этап); по 6 дебалансов 0,46 т (2 этап); полным нагружением 32 дебалансов 1,23 т (3 этап). Колебания платформы и здания измерялись акселерометрами и сейсмоприемниками с помощью Регистратор типа «РС-16». При испытании 2-х этажной модели максимальные ускорения достигали на уровне платформы – 0,3-0,45g, на уровне покрытия здания – 0,6-0,8g. Несмотря на отдельные нарушения связей с обшивкой из листов ОСП, здание из ЛСТК показала хорошую сейсмостойкость. На втором этапе испытаний стены 3-х этажной модели также были обшиты листами ОСП, она показала устойчивость при сейсмонагрузках силой до 8,4 балла. По итогам этих испытаний Госстрой разработает СНиПы для ЛСТК.

В 2020г. и в 2022г. проф. У.Т.Бегалиев и его ученики (МУИТ, МАЭСС) проводили вибродинамические испытания строящихся каркасно-кирпичных малоэтажных зданий, которые стали почти одним из первых исследований сейсмостойкости реальных зданий на данном этапе в КР. В 2020г. было испытано 3-этажное кирпичное здание в с. Кумуш-Азиз Сузакского района (рис.5,а), а в 2022г. в ходе работы III МНПК по сейсмостойкому строительству (4-9 июля 2022г.), проводились испытания строящегося 2-х этажного частного особняка (рис.5,б) в жилмассиве «Алтын-Ордо» г.Бишкек. Для создания искусственных землетрясений силой до 8-9 баллов была использована мобильная вибромашина В-1 (рис.5, в), созданная специалистами МАЭСС и МУИТ (проф. Бегалиев У.Т. и др.). В первом здании измерения колебаний проводились в 5-точках по высоте, оно подвергалось умеренным вибронагрузкам. Были определены динамические характеристики (частота, период, амплитуда) здания и грунта, его можно характеризовать как относительно жесткую конструкцию с жестким основанием (фундаментом). Максимальные ускорения и период колебаний при испытаниях составили до 0,1g и 0,16 с. Во втором здании колебания измерялись акселерометрами,

установленными на 4-х уровнях: на полу подвала, на полу 1-го и 2-го этажей, на перекрытии 2-го этажа, записывались и обрабатывались на компьютере (рис.5, б, г). Здесь также были определены



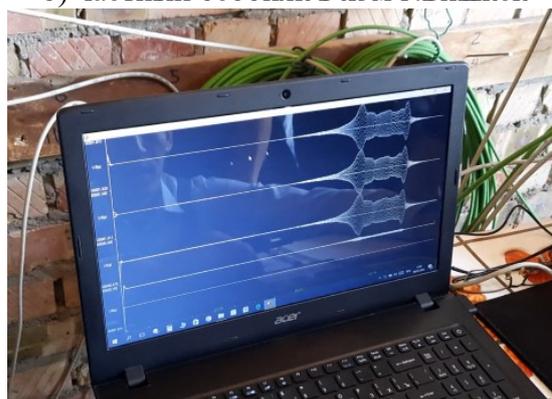
а) 3-этажное здание в с. Кумуш-Азиз



б) частный особняк в ж/м г.Бишкек



в) мобильная вибромашина В-1 МАЭСС



г) запись ускорений колебаний

Рисунок 5 – Испытания строящихся 3-х, 2-х этажных зданий на сейсмостойкость

динамические характеристики собственных колебаний здания, оно успешно выдержало достаточно сильные вибродинамические нагрузки, сохранило свою конструктивную прочность и сейсмостойкость. Максимальное ускорение колебаний при испытаниях достигало до 1,823 g, по динамическим параметрам здание имеет относительно жесткую конструкцию с жестким основанием, с максимальными перемещением и ускорением 0,75 мм и 0,182 g, с периодом колебаний 0,19 с.

Из приведенных описаний результатов испытаний видно, что в КР имеются ученые и специалисты с большим опытом, современное оборудование, чтобы возобновить и развивать натурные вибродинамические исследования сейсмостойкости зданий и сооружений. Такие исследования необходимы при паспортизации зданий, когда нужно определить их динамические параметры собственных колебаний, т.к. они имеют важное значение при расчете конструкций на динамические, в т.ч. сейсмические воздействия и оценке принятых конструктивных решений.

Одним из новых направлений являются инженерно-сейсмометрические исследования (ИСИ) физического состояния и сейсмостойкости зданий и сооружений с помощью измерения и анализа их микросейсмических колебаний (микросейсм) [7-11 и др.] на основе «Метода Накамуры». Микросейсм в зарубежной литературе называют «микротремор». В указанных и в ряде других публикаций разных ученых достаточно подробно описаны природа и особенности микросейсм, методы, технологии и примеры использования их при исследовании состояния и сейсмической устойчивости зданий и сооружений. Их начали использовать также при микросейсмораионировании городов.

Мониторинг и анализ состояния и сейсмоустойчивости зданий и сооружений инженерно-сейсмометрическим (инженерно-сейсмологическим) методом исследования их микросейсм основаны на применении очень чувствительных сейсмоприборов, т.к.

микрорезонансы или «слабые» землетрясения относятся к микросейсмическим событиям энергетических классов от -2 до 1 (энерговыведение в очаге $102-105$ Дж) с магнитудой $M \leq 1$. Их энергии недостаточно, чтобы возбудить сейсмические волны, которые могли бы распространяться на большие расстояния. Исследования ряда ученых зарубежных стран показали, что микрорезонансы могут быть важным предвестником момента возникновения более сильного землетрясения. В 1913г. академик Б.Б.Голицын (Россия) детально изучал микросейсмические колебания на сейсмостанциях в Пулково и Иркутске, в Ташкенте, Тифлисе и в Баку, выдвинул гипотезу, что *микросейсм могут быть связаны и с особенностями строения земной поверхности*. В последующем исследования Ю.Накамуры и др. ученых Японии, где работала плотная сеть сейсмостанций, подтвердили верность этих идей. Было выявлено, что *эпицентры слабых землетрясений закономерно совпадают с местами, где произошли и происходят сильные землетрясения*. Например, в 1963-72гг. в зоне разлома Неодани, где возникали сильные землетрясения, зарегистрировалось св. 20 тыс. микрорезонансов. По результатам этих работ появился так называемый «Метод Накамура», который стал основой инженерно-сейсмометрических исследований зданий и сооружений с помощью их микросейсм и широко применяется в науке и практике.

Суть метода Накамуры описана в его трудах [7 и др.], он основан на оценке резонанса частоты и усиления движений грунта под влиянием поверхностного слоя. Величина этого влияния рассчитывается путем деления спектра горизонтальной составляющей на спектр вертикальной составляющей, т.е. является *спектральным отношением горизонтальной к вертикальной составляющей (H/V) микросейсм (микротреморов) или землетрясений (HVSR)*. Выявлено, что максимальная величина отношения H_{fmax}/V_{fmax} на участках с мягким грунтом (засыпка "f") аналогична отношению H_{fmax}/H_{bmax} горизонтального значения мягкого грунта к горизонтальному значению участков с твердым грунтом (коренные породы "b"), *эти отношения являются коэффициентом усиления*. Горизонтальные и вертикальные значения, измеренные на твердом грунте, практически одинаковы, т.е. $H_{bmax}/V_{bmax} \approx 1$, что означает незначительное усиление на жестких участках наземных объектов. По наблюдениям Накамуры, спектральное соотношение горизонтального и вертикального движений твердого грунта составляет почти 1 для широкого диапазона частот ($H_b=V_b$). Следовательно, полученные характеристики усиления могут быть аппроксимированы по HVSR поверхности земли $H_f=V_f$. Это означает, что характеристики усиления поверхностного слоя могут быть оценены на основе измерений только на поверхности земли. Если форма $H_b=V_b$ на участке, рассматриваемом грунтовое основание, не является широкой 1 и плоской, но имеет пики, это означает, что наблюдаемый участок не находится на грунтовом основании. В случае оценки коэффициента усиления на целевом участке на основе участка с учетом базовой поверхности необходимо разделить $H_f=V_f$ целевого участка на $H_b=V_b$ площадки с учетом грунта основания. *Это позволило получить объективный метод определения резонансной частоты и коэффициента усиления*, не зависящий от личной техники или опыта аналитика. На основе исследований Ю.Накамуры и др. ученых было подтверждено, что HVSR дает практически одинаковые результаты независимо от времени измерения микротремора (микросейсм), несмотря на изменение частотных характеристик в зависимости от времени суток. Эти характеристики HVSR позволяют проводить измерения на большом количестве площадок, зданий и инвентаризацию грунтовых условий.

Микросейсмические колебания пронизывают земную кору и все, что на ней находится, различают экзогенные и эндогенные микросейсм (сейсмические шумы). К экзогенным относятся техногенные (от работы машин и др.) и природные шумы (от ветра, циклонов, волнения моря и др.). Эндогенные шумы связаны с внутренним воздействием на данном участке среды (сейсмическая эмиссия от землетрясений, взрывов и др.), они отражают свойства и напряженно-деформированное состояние, неоднородность и энергонасыщенность геофизической среды. *Микросейсм могут быть использованы для задач прогноза сильных землетрясений и для исследования состояния зданий и сооружений [7-11]*. Микросейсм от различных источников «несут» в себе характеристики места, где они регистрируются - сведения

о характерных частотах колебаний грунтов, т. е. *динамических свойств*, которые способны усиливать или уменьшать амплитуды колебаний и др. Наблюдая микросейсм, можно оценить свойства грунтов, на которых планируется строительство зданий или сооружений. *Регистрация и анализ микросейсм* может быть использован и для оценки сейсмической устойчивости уже построенных зданий - *они отражают характерные периоды сотрясений всего комплекса, т. е. грунтов, фундамента и самого здания. Зная диапазон периодов наиболее опасных колебаний* от землетрясений, и сравнивая его с выявленными собственными микроколебаниями (микросейсмами) сооружения, можно заблаговременно принять меры к увеличению сейсмической сопротивляемости, т. е. *сейсмостойкости здания*. С этой целью разработаны и хорошо используются способы [12 и др.] и методы регистрации микросейсм для определения частотного спектра грунтов или собственных колебаний построенного сооружения. На исследовании микросейсм построены многие методы оценки сейсмических свойств грунтов.

Выводы:

1. Межведкомиссией Госстроя КР упрощенным методом и средствами проведена выборочная проверка новых и строящихся высотных жилых домов в г. Бишкек, которая заключила их высокую сейсмостойкость. Большое опасение вызывают жилые дома и здания старой застройки, особенно глиносаманные и иные здания в городах и населенных пунктах КР, построенные без соблюдения норм сейсмостойкого строительства.

2. В период СССР проводились и с 2014 г. эпизодически проводятся более точные натурные вибродинамические инженерно-сейсмометрические исследования сейсмостойкости зданий. В КР имеются ученые и специалисты с большим опытом, современное оборудование, чтобы возобновить и развивать такие исследования целенаправленно, которые необходимы при паспортизации зданий.

3. Считаю, что, в КР перспективы развития исследований зданий и сооружений на сейсмостойкость связаны с разработкой и внедрения новых неразрушающих методов, одним из которых являются исследования основанные на измерении и анализа микросейсм объектов, а также возобновлением натуральных вибродинамических испытаний и масштабной паспортизацией зданий.

Список литературы

1. СН КР 20-02:2024. Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования. – Бишкек: Госстрой КР, 2024. – 130 с.
2. Госстрой проверил многоэтажные дома в южной части Бишкека на сейсмостойкость. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://economist.kg/novosti/2023/05/23/gosstroj-proveril-mnogoetazhnye-doma-v-juzhnoj-chasti-bishkeke-na-sej-smostojkost/?ysclid=lq82dfsxrh410065579> (дата обращения 05.08.2024 г.).
3. В Бишкеке 100 объектов проверили на сейсмостойкость — результаты. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru.sputnik.kg/20240603/kyrgyzstan-komissiya-gosstroyeysmostoykost-1085743317.html> (05.08.2024 г.).
4. В Алматы стартовал второй этап паспортизации зданий на сейсмостойкость. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.kazniisa.kz/index.php/component/k2/item/187-2018-09-03-03-29-21> (10.08.2024 г.).
5. Новостройки Узбекистана проверяют на прочность: вводятся электронные паспорта со сведениями для оценки сейсмической уязвимости зданий [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://repost.uz/podpisali-zakon> (10.08.24 г.).
6. Мендекеев, Р.А. Освоение производства и испытание опытно-промышленного образца навесного вентилируемого фасада [Текст] / Р.А. Мендекеев и др. // Вестник КГУСТА. - №3 (77), 2022. – С. 1388-1399.
7. Nakamura Yutaka. Clear identification of fundamental idea of Nakamura's technique and its applications. – январь 2000. – 8 ps. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www>

researchgate.net/publication/228603691_Clear_identification_of_fundamental_idea_of_Nakamura's_technique_and_its_applications (20.08.2024г.).

8. Еманов А.Ф., Скляров Л.А. Технология диагностики и мониторинга состояния строительных конструкций на основе исследования микросейсмических колебаний /Алтае-Саянский фил. Геофиз. службы СО РАН // Предотвращение аварий зданий и сооружений: Электронный журнал. - Новосибирск, 2009. – 8 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.pamag.ru/pressa/tech-diagnoz>.
9. Аносов, Г.И. Оценка сейсмической устойчивости учебного корпуса №3 Рос-сийского госуд. университета им. И.Канта с применением методики Накамуры [Текст] / Г.И. Аносов, М.В. Дробиз и др. // Петропавловск-Камчатский: Вестник КРАУНЦ. Серия «Науки о Земле». – 2010. - №1. - Вып. № 15. - С.223-231.
10. Мендекеев, Р.А. Определение состояния зданий и сооружений с помощью исследования микросейсм объекта [Текст] / Р.А. Мендекеев, С.Ж. Орунбаев и др. // Вестник КГУСТА. - №1-2016. – С. 263-270.
11. Мендекеев, Р.А. Микросейсмические и вибросейсмические испытания дома: результаты и их сравнение на примере типового частного жилого дома в г. Бишкек, Киргизия [Текст] / Р.А. Мендекеев, С.Ж. Орунбаев и др. // Вопросы инженерной сейсмологии. - Т. 45, № 1-2018.- С. 49–58.
12. Юдахин Ф.Н. и др. Способ определения параметров физического состояния здания и/или сооружения: Патент RU №2365896. Приоритет 27.08.2009г. – М.: ФИПС, 2009.

ГОРНОЕ ДЕЛО

УДК 622. 272:622.83

DOI:10.56634/16948335.2024.3.794-800

К.Т. Тажобаев¹, Ч.К. Сулайманов²

¹ КР УИА Машина таануу, автоматика жана геомеханика институту,
Бишкек, Кыргыз Республикасы

² ЖАК “Кумтор Голд Компани”, Кыргыз Республикасы

¹ Институт машиноведения, автоматике и геомеханики НАН КР,
Бишкек, Кыргызская Республика

² ЗАО “Кумтор Голд Компани”, Кыргызская Республика

К.Т. Tazhibaev¹, Ch.K. Sulaymanov²

¹ Institute of Machinery researching, Automatics and Geomechanics of
NAS KR, Bishkek, Kyrgyz Republic

² CJSC “Kumtor Gold Company”, Kyrgyz Republic

e-mail: kushbak@yandex.ru sulaymanov19.01@mail.ru

РАЦИОНАЛЬНЫЙ СПОСОБ ВСКРЫТИЯ ДЖЕРУЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПРИ КОМБИНИРОВАННОЙ РАЗРАБОТКЕ

ЖЕРҮЙ КЕНИН КОШМО ИШТЕТҮҮДӨГҮ КЕН АЧУУНУН РАЦИОНАЛДУУ ЫКМАСЫ

A RATIONAL METHOD OF OPENING THE JERUI FIELD AT COMBINED DEVELOPMENT

Тоолуу рельефтин негизинде жана Жерүй кенинин рудалуу катмарынын тик түшүшүн эске алуу менен, кендин жогорку жана терең бөлүктөрүнүн корлорун өзүнчө ачуу менен биргелешкен кошмо иштетүү ыкмасы сунушталат. Ачык жана жер астындагы айкалыштырылган ыкма менен иштетүү шарттары үчүн кенди ачуу схемалары келтирилген. Кенди ачык жол менен казып алуунун жана жер астынан казып алуунун шарттары үчүн өзүнчө ыкмалар келтирилген. Техникалык-экономикалык негиздеме келтирилген вариантка салыштырмалуу азыраак сандагы штольнялар менен Жерүй кенин ачуунун максатка ылайыктуулугу көрсөтүлгөн. Мында кенди иштетүүнүн жер астындагы бөлүгүндө штольнялардын санынын азайышы үчтү - беш штольнянын ордуна үч штольняны түзөт. Штольняларды кыскартуу жана ички өзөк казманы колдонуу материалдык жана финансылык ресурстарды унөмдөөгө, кенди казып алуунун өзүндө турган наркын төмөндөтүүгө мүмкүндүк берет.

Түйүндүү сөздөр: кен ачуу схемасы, штольня, ички өзөк казма, кайчылаш казма, руда тулкусу, кен, карьер, тоо тек.

Исходя из гористого рельефа и с учетом крутого падения рудного тела Джеруйского месторождения предлагается комбинированный способ разработки с отдельным вскрытием полезного ископаемого верхней и глубокой части рудного тела. Приведены схемы вскрытия месторождения для условий его разработки комбинированным – открытым и подземным способом. Представлены способы вскрытия для открытой разработки и отдельно для условия подземной добычи руды. Показано целесообразность вскрытия Джеруйского месторождение с меньшим количеством штолен по сравнению с вариантом приведенном в ТЭО. При этом уменьшение количество штолен по подземной части разработки руды составляет три - две штольни вместо пяти штолен. Уменьшение

количество штолен и применение слепого ствола позволяет обеспечить экономию материальных и финансовых средств, снижение себестоимости добычи руды.

Ключевые слова: *схема вскрытия, штольня, слепой ствол, квершлаг, рудное тело, месторождение, карьер, горная порода.*

Based on the mountainous terrain and taking into account the steep decline of the ore body of the Dzherui deposit, a combined development method is proposed with separate opening of the mineral deposits of the upper and deep parts of the ore body. Schemes of opening the deposit for the conditions of its development using a combined, open and underground method of opening are presented. Opening methods for open-pit mining and separately for conditions of underground ore mining are presented. The feasibility of opening the Dzherui deposit with a smaller number of adits compared to the option given in the feasibility study is shown. At the same time, the reduction in the number of adits in the underground part of ore development is three to two adits instead of five adits. Reducing the number of adits and using a blind shaft allows for savings in material and financial resources, and a reduction in the cost of ore mining.

Key words: *opening scheme, adit, blind shaft, crosscut, ore body, deposit, quarry, rock.*

Введение. Как известно, вскрытием называют проведение горных выработок с земной поверхности для обеспечения доступа к полезному ископаемому. Различают главные и вспомогательные вскрывающие выработки. В качестве основных признаков при классификации схем вскрытия, как правило, принимаются экономические, технологические, технические и другие факторы [1,2]. Главные вскрывающие выработки – вертикальные и наклонные шахтные стволы, штольни, выполняющие основные функции по подъему (шахтные стволы) или откатке (штольни) полезного ископаемого, проветриванию, передвижению горнорабочих и доставке материалов.

Вспомогательные вскрывающие выработки – шахтные стволы и штольни, используемые большей частью для проветривания и как второй запасной выход. По роду главных вскрывающих выработок различают простые и комбинированные способы вскрытия. К простым способам относятся вскрытие: вертикальным шахтным стволом; наклонным шахтным стволом; штольней.

Комбинированные способы вскрытия представляют различные сочетания простых методов вскрытия, вызванные спецификой горно - геологических условий или большой глубиной разработки. При гористом рельефе местности часто применяют вскрытие штольней, которую можно проходить по руде и породам лежачего и висячего боков вкрест простирания и по простиранию месторождения. Проходку штолен по руде обычно применяют при вскрытии горизонтальных или пологопадающих месторождений. При вскрытии штольней крутопадающих месторождений в том случае, если штольня проходится параллельно простиранию месторождения, ее располагают в зависимости от крепости и устойчивости пород и условий дальнейшей разработки в лежачем или висячем боку. Проходку штольни по руде применяют при разработке жильных и маломощных месторождений.

С учетом гористого рельефа и крутое падения рудного тела Джеруйского месторождения (рис. 1.) предлагается комбинированный-открыто-подземный способ разработки. В связи с этим предусматривается раздельное вскрытие месторождения верхней и глубокой части рудного тела. Верхняя часть рудного тела вскрывается и разрабатывается открытым способом, а нижняя часть подземным способом.

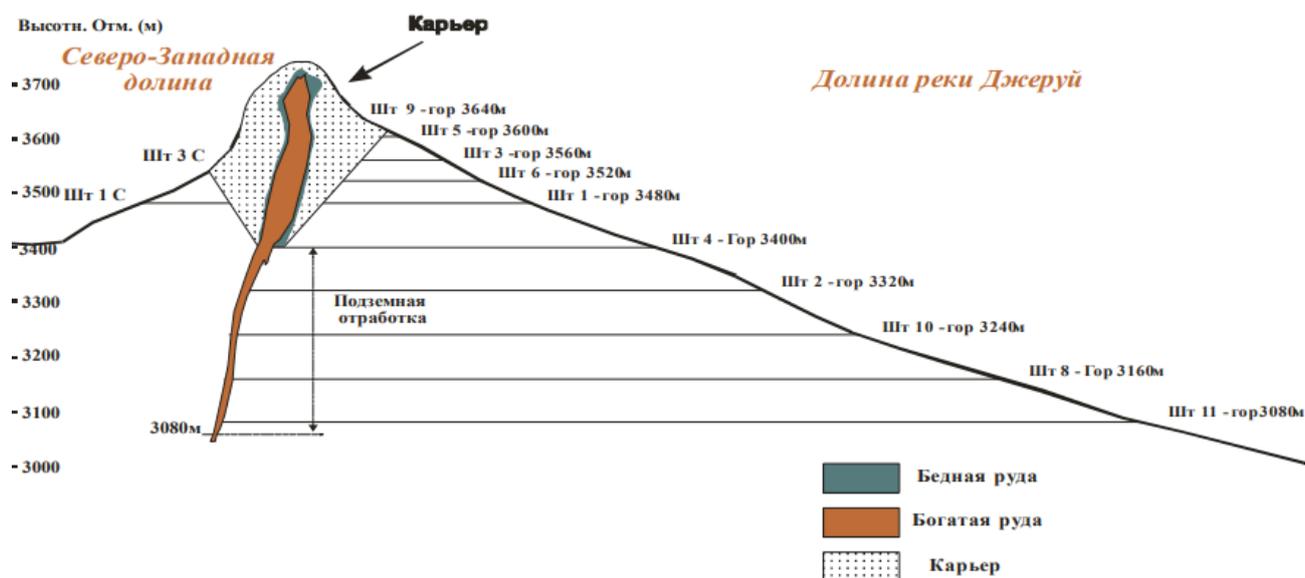


Рисунок 1 – Характерный разрез месторождения Джеруй - схема геологической разведки и вскрытия по ТЭО в стадии разведочных работ

Схема вскрытия открытым способом. Карьером будут вскрываться главным образом кварцевые диориты, а подземные выработки в основном могут быть пройдены по осадочным-метаморфическим породам. Средняя категория крепости пород по шкале профессора М.М. Протодяконова в вскрывающих канавах составляет 12-14, а в нижней части в штольнях 17-19. Произведено достаточное количество определений механической прочности горных пород на сжатие. По данным этих определений кварцевые диориты имеют прочность от 1300 до 2306 кг/см², кварцево-сланцевые сланцы - 2075 кг/см², дайки кварцевых порфиров - 2366 кг/см². Породы крепкие, достаточно устойчивы к обрушению.

Карьер будет пройден на водоразделе и при водораздельных крутых склонах хребта субширотного направления. Особенно крут и обрывист северный склон. Южный склон несколько менее крутой и скалистый. Абсолютные отметки крайних точек карьера по хребту - 3604 м восточный край, 3868 м западный край. Хребет повышается с востока на запад под средним углом 17°. Подходы к карьере реально возможны только со стороны южного склона. Отработка карьера намечена тремя рабочими зонами с формированием между ними бортов с рабочими углами откосов. Первой рабочей зоной обрабатывается восточная часть участка в контуре выхода рудной зоны на поверхность с невысоким коэффициентом вскрыши. Подход к карьере осуществляется с восточной стороны, для чего с Плато строится подъездная дорога протяженностью 860 м и уже в контуре будущего карьера дорога серпантинами поднимается на 2/3 карьера. К верхним, западным уступам первой рабочей зоны параллельно строится дорога от первой серпантинной дороги, ведущей на участок Ашутор. Верхние уступы, породные, проходятся с использованием этой дороги. К самым верхним уступам карьера в это время также строится дорога - реконструируется старая дорога на участок Ашутор и от неё строится участок новой дороги на верхнюю отметку второй рабочей зоны 3840 м, которая будет также использована для доступа к самым верхним уступам третьей рабочей зоны (рис.2).

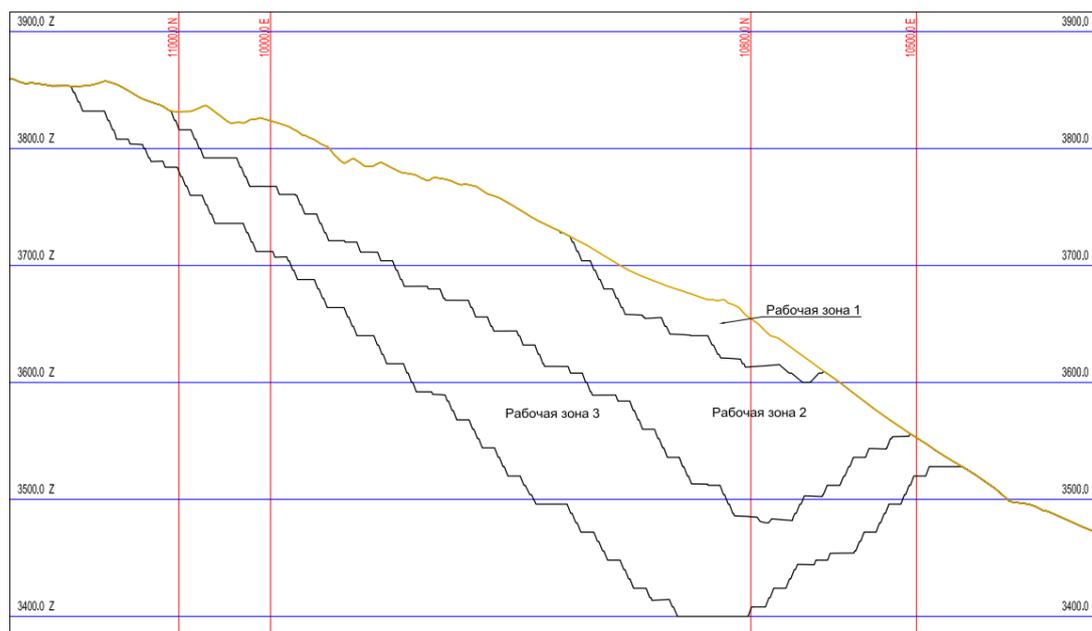


Рисунок 2 - Этапы открытой разработки месторождения Джеруй

Объемы работ по проходке внутреннего съезда включаются в объемы вскрышных работ карьера. Дно карьера в границах первой рабочей зоны расположено на отметке 3568 м. На рабочем борту карьера первой рабочей зоны расположен транспортный съезд для соединения со второй рабочей зоной.

Второй рабочей зоной производится расширение карьера. Вскрытие производится с юго-западной стороны путем поэтапного, по мере понижения горных работ строительства еще двух подъездных дорог от второй и третьей серпантин – дороги на Ашутор. В связи с большими объемами вскрышных работ отработка второй рабочей зоны на отметке 3860 м должна быть начата одновременно с работами в первой рабочей зоне. Дно карьера в границах второй рабочей зоны расположено на отметке 3480 м. По рабочему борту второй рабочей зоны расположен съезд, соединяющий рабочую зону 2 с рабочей зоной 3.

Геологоразведочные работы на участке Западный следует завершить как можно скорее до начала отработки третьей рабочей зоны карьера. Это тем более необходимо, что по результатам этих работ, возможно, потребуются корректировка конечного контура карьера для отработки рудных тел Западного участка.

В границах третьей рабочей зоны производится отработка карьера до конечного контура с постановкой бортов в предельное положение. В соответствии с принятым концептуальным планом, начало работ в третьей рабочей зоне намечено на третий год с начала отработки карьера. Это дает возможность уточнить горнотехнические условия и параметры откосов бортов карьера в предельном положении. Дно карьера в границах третьей рабочей зоны расположено на отметке 3400 м. При этом границы третьей рабочей зоны совпадают с границами карьера в предельном положении.

Все внешние карьерные автодороги используются для откатки породы в отвалы. Принимая во внимание, что работы по вскрытию месторождения и производству вскрышных работ будут производиться на разных уровнях в трех рабочих зонах, часть дорог строится с однополосным движением, часть дорог с двухполосным. Отработка первых верхних уступов (полутраншей) будет производиться путем отбойки и перемещения горной породы бульдозером на северный скалистый склон хребта или вниз по склону на южный борт до тех пор, пока не будут сформированы минимальный фронт работ и площадки для погрузки горной массы экскаватором и откатки породы автосамосвалами во внешние отвалы. Эта порода на северном склоне будет располагаться в отрицательных формах рельефа и частично смещаться ниже конечного контура карьера. Порода с южного борта будет в последующем

вывезена при обработке более низких уступов по западной подъездной автодороге и размещена в Западном отвале.

Система разработки на месторождении – транспортная. Вскрытие верхних горизонтов производится путем проведения внешних полутраншей на косогорах. При этом возможны тракторные заезды на уступы. Порода с уступов перемещается бульдозером на северный обрывистый склон. При достижении достаточных размеров рабочей площадки проходится наклонный съезд (капитальная траншея) на нижележащий уступ. Из капитальной траншеи проходится разрезная траншея по косогору поперек рудной зоне. Обработка рудной зоны в границах всех рабочих зон производится селективно. Горная масса отбивается в зажиме на всю высоту уступа 8 м, а отгружается слоями по 4 м с использованием экскаватора обратная лопата с емкостью ковша 4,5 м³. Одновременно с рудой отгружается и порода внутренней вскрыши, забалансовая и бедная руда. Рудная зона, как правило, обрабатывается из заездов, параллельных разрезной траншее. Порода и руда грузятся в самосвалы и перевозятся в отвал или на соответствующий сорту руды склад и площадку канатной дороги на плато. Обработка вскрышных уступов производится с использованием экскаваторов прямая лопата с емкостью ковша 7м³. Обработка ведется сразу на всю высоту уступа высотой 8 м. При расположении в рабочей зоне одного экскаватора заходки располагаются вдоль косогора. При достаточной ширине рабочей зоны и расположении в ней двух и более экскаваторов, заходки располагаются поперек косогора. В таблице 1 приведены параметры принятой технологии.

Таблица 1 - Основные элементы и параметры принятой технологии открытой разработки

| Наименование | Параметры | | | | |
|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|---------------------|----------|
| | длина, м | высота, м | ширина, м | угол наклона, град. | уклон, % |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Уступ: | | | | | |
| - в предельном положении | | 24,00 | | 70,00 | |
| - рабочий | | 8,00 | | 70,00 | |
| Берма безопасности | | | 10,9-15 | | 0,03% |
| Призма обрушения | | 24,00 | 3,1 | | |
| Предохранительный вал | | 1,00 | 3,2 | | |
| Внешняя полутраншея | | | | | |
| - однополосное движение | | | 13,5 | | ≤10% |
| - двухполосное движение | | | 19,5 | | ≤10% |
| Траншея | 75-85 | 8,0 | 20-25 | | |
| Высота вынимаемого слоя (в целике) | | 4,0 | | | |
| Нормальная экскаваторная заходка: | | | | | |
| в пределах рудной зоны | 50-150 | | 10-17 | | |
| на вскрышных уступах | 50-250 | | 17 | | |
| Ширина рабочей площадки | | | | | |
| в пределах рудной зоны | | | от 13,5 | | |

| | | | | | |
|--------------------------|--|--|-------|--|------|
| на вскрышных уступах | | | от 20 | | |
| Наклонный съезд | | | 12 | | 10% |
| Транспортная берма | | | | | |
| - одностороннее движение | | | 13,5 | | ≤10% |
| - двухстороннее движение | | | 19,5 | | ≤10% |

Схема подземного вскрытия месторождения. Основные положения по схеме вскрытия подземной части месторождения Джеруй были определены в Банковском ТЭО 1994 г, разработанного компанией МК Голд и утвержденного Правительством Кыргызской Республики (Постановление от 11 января 1995 года №10). Она предусматривает осуществление вскрытия запасов тремя штольневými горизонтами на отметках 3400 м, 3240 м и 3080 м путем расширения существующих геологических штолен до проектных сечений. Все штольневые горизонты будут соединены между собой наклонным съездом, обеспечивающим доступ к рудным телам. Для перепуска руды на концентрационный горизонт 3080 м предусмотрена проходка капитальных рудоспусков. По расположению структуры руды мощность рудного тела в нижних горизонтах рудника уменьшается.

В целях экономии средств и снижения себестоимости капитальных затрат, целесообразно уменьшить количество штолен. Поэтому необходимо оставить главные две штольни на горизонтах 3240 и 3400. С горизонта 3240 до горизонт 3080 проводится слепой ствол сверху вниз, на уровне горизонта 3080 от слепого ствола до рудного тела проводится капитальный квершлаг. Предлагаемая схема вскрытия подземной части запасов золото обеспечивает создание экологически благоприятную условия при освоении месторождения Джеруй и минимальность вскрывающих капитальных горных выработок и других средств.

Ниже приводится предлагаемая схема (рис.3) вскрытия подземной части золоторудного месторождения Джеруй.

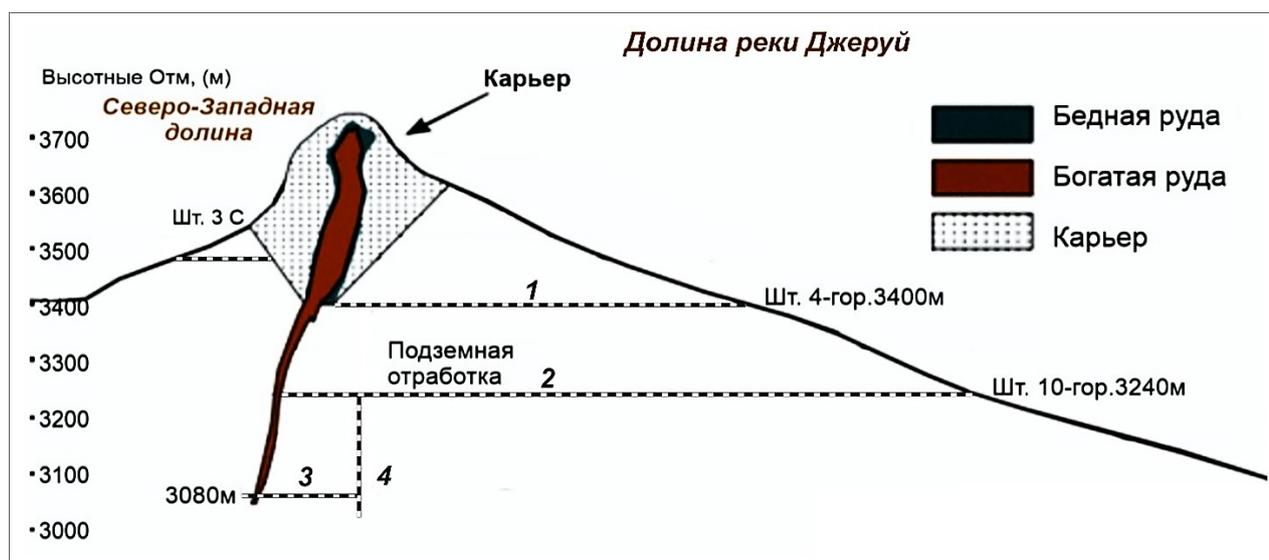


Рисунок 3 – Предлагаемая схема вскрытия при подземной разработке глубокой части Джеруйского месторождения: 1-вентиляционная штольня, 2-главная капитальная откаточная штольня, 3-квершлаг, 4- слепой ствол.

Выводы:

1. При открытой разработке месторождения вскрытие верхних горизонтов производится путем проведения внешних полутраншей на косягах, при достижении достаточных

- размеров рабочей площадки проходится наклонный съезд (капитальная траншея) на нижележащий горизонт, из капитальной траншеи проходится разрезная траншея по косяку поперек рудной зоне, при этом целесообразно разделить участок по добыче руды на 3 рабочие зоны: первой рабочей зоной обрабатывается восточная часть участка, второй рабочей зоной производится расширение карьера, а в границах третьей рабочей зоны производится отработка карьера до конечного контура.
2. Исходя из гористого рельефа и с учетом крутого падения рудного тела Джеруйского месторождения предлагается комбинированный-открыто-подземный способ разработки с раздельным вскрытием полезного ископаемого верхней и глубокой части рудного тела.
 3. Целесообразно осуществлять вскрытие Джеруйского месторождения с меньшим количеством штолен по сравнению с вариантом приведенном в ТЭО, при котором уменьшение количество штолен по подземной части разработки руды составляет две штольни вместо пяти штолен. Уменьшение количество штолен позволяет обеспечить экономию материальных и финансовых средств, снижение себестоимости добычи руды.
 4. Учитывая гористый рельеф месторождения, высокую прочность основных горных пород (170-190 МПа), благоприятствующие обеспечению устойчивости подземных капитальных и подготовительных горных выработок, запасы руд, расположенных в глубокой части целесообразно разрабатывать подземным способом.

Список литературы

1. Казикаев, Д.М. Комбинированная разработка рудных месторождений: учебник для вузов / Д.М. Казикаев.– Москва: Горная книга, 2008. – 360 с.
2. Каплунов, Д.Р., Рыльникова, М.В. Комбинированная разработка рудных месторождений: учебное пособие / Д.Р. Каплунов, М.В. Рыльникова. — Москва: Горная книга, 2012. — 344 с.

К.Ч. Кожогулов¹, Б.К.Кожогулов², А.Ж.Кожогулова¹
¹ И. Раззаков атындагы КМТУ, ² Кен-Тоо долбоор борбору
Бишкек, Кыргыз Республикасы

¹ КГТУ им. И. Раззакова, ² Проектный центр «Кен-Тоо»
Бишкек, Кыргызская Республика

K.Ch.Kozhogulov¹, B.K.Kozhogulov², A.J.Kozhogulova³
¹ Kyrgyz State Technical University n.a. I. Razzakov, ² Project center «Ken-Too»
Bishkek, Kyrgyz Republic
k.kozhogulov@mail.ru Bamb25@yandex.ru akylai2512@mail.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ БЕЗВЗРЫВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВЫЕМКИ ТОНКИХ РУДНЫХ ЖИЛ В КЫРГЫЗСТАНЕ

КЫРГЫЗСТАНДАГЫ ЖУКА РУДАЛАРДЫН ЖАРДЫРБАЙ КАЗЫП АЛУУ ТЕХНОЛОГИЯСЫНЫН КЕЛЕЧЕГИ

PROSPECTS OF NON-EXPLOSIVE TECHNOLOGIES FOR EXCAVATION OF THIN ORE VEINS IN KYRGYZSTAN

Иште пайдалуу кендерди казуунун жарбай турган технологияларын – гидромолотторду, циклдик-агымдык технологияларды колдонуунун жыйынтыктары келтирилген. Жарбай турган технологияларды колдонуунун перспективалары каралды: скважиналарды бургулоо, пласттарды терең иштеп чыгуу комплексинин (ПТИЧК) жардамы менен аркан арааларын пайдалануу.

Түйүндүү сөздөр: перспектива, жарылбай турган технология, скважинаны бургулоо, зым араа, терең керебеттерди иштеп чыгуу комплекси.

В работе приведены результаты применения безвзрывных технологий выемки полезных ископаемых – гидромолотов, циклично-поточных технологий. Рассмотрены перспективы применения таких безвзрывных технологий как: бурение скважин, использование канатных пил, с помощью комплекса глубокой разработки пластов (КСРП).

Ключевые слова: перспектива, безвзрывная технология, бурение скважин, канатные пилы, комплекс глубокой разработки пластов.

The paper presents the results of the use of non-explosive mining technologies - hydraulic hammers, cyclic flow technologies. The prospects of using such non-explosive technologies as: drilling wells, using rope saws, using a complex of deep reservoir development (CDRD) are considered.

Key words: perspective, non-explosive technology, well drilling, rope saws, deep reservoir development complex.

Введение. Одним из экономически чистых технологий при добыче полезных ископаемых является безвзрывная разработка месторождений. Разработка этих технологий в мире для их внедрения в горнодобывающую промышленность был начат еще в 70 – 80 годы прошлого столетия. Вследствие этого за последние 30 - 40 лет появились новые технологии и машины, которые успешно используются и внедрены в ряде горнодобывающих предприятий зарубежных стран и республик СНГ [1, 2].

В Кыргызской Республике безвзрывные технологии в недропользовании стали разрабатываться и внедрены в конце прошлого столетия [3]. При этом, значительное развитие получило проектирование и изготовление гидромолотов и применение их в технологии безвзрывной добычи полезных ископаемых [4, 5]. Они проектировались и изготавливались в Инженерном центре «Импульс» Академии наук Кыргызской ССР. При этом наибольшее распространение получили гидромолоты «Импульс 300» и «Импульс 600», как в странах дальнего зарубежья и республиках СНГ при экологичной добыче полезных ископаемых.

В настоящее время в Кыргызстане активно ведутся научно-исследовательские работы по разработке передовых циклично-поточных технологий при экологичном освоении месторождений полезных ископаемых, что имеет важное значение для сохранения окружающей среды [6].

При этом экологически чистые технологии выемки полезных ископаемых особое значение стали приобретать при освоении жильных месторождений, где наряду с необходимостью экологически чистой добычи полезных ископаемых, требуется снижение потерь и разубоживание руды. Это обусловлено тем, что при традиционных системах разработки при выемке маломощных жил значительный объем вмещающих пород отбивают вместе с рудой для того, чтобы обеспечить ширину очистного пространства, соответствующую технологическим требованиям и условиям безопасности [7]. В свою очередь оно ведет к большому разубоживанию и потерям полезных ископаемых при добыче полезных ископаемых, достигая 35 – 40%. При этом, высокое разубоживание приводит к значительному экономическому ущербу. Этот ущерб обусловлен дополнительными затратами на подземную откатку, подъем и поверхностный транспорт, сортировку и переработку пустой породы на обогатительной фабрике, дополнительными потерями металла при сортировке и обогащении разубоженных руд, снижением производственной мощности предприятия по выпуску концентрата или металла, а иногда и ухудшением качества концентрата [6 - 13]. В этом направлении – разработка экологически чистых способов и сокращения экономического ущерба за счет сокращения потерь и разубоживания и идет поиск решений, принципиально новых технологий, основанных на технологии безвзрывной выемки полезных ископаемых.

В последние годы в Кыргызстане наметились пути создания безвзрывной технологии выемки тонких рудных жил с помощью буровых станков [8].

Безвзрывная разработка тонких жил бурением скважин. Идея выемки тонких жил бурением скважин в республике была высказана нами [8] в середине второго десятилетия этого столетия (2015 годах). При этом имеется уже первый опыт испытания этой технологии при отработке тонких жил месторождения Иштамберды [8]. Опытное испытание бурового станка БГА – 2В проведено на гор. 2215м. Западного участка месторождения, где отрабатывается Северное рудное тело, которое имеет относительно более выдержанные элементы залегания в пределах этажа, высота которого составляет 40 м.

Использование станка позволяет:

- повысить качество извлечения руд из недр за счет снижения потерь и разубоживания;
- снизить затраты на дробление, сортировку и доставку руды, взрывные работы и вентиляцию;
- улучшить безопасность горных работ в результате сокращения объемов взрывных работ, выведения горнорабочих из очистного пространства;
- сократить численность подземных рабочих.

Безвзрывная разработка жил с использованием канатных пил. Впервые установка с неармированным канатом была установлена в Италии под Каррарой в 1900 году, с помощью которого с использованием стального каната и кварцевого песка была произведена опытная добыча мягкого известкового камня [9]. А в 1972 году фирмой «Co.Fl.Plast» была использована установка для пиления мрамора канатом. А через 10 лет

приступила к использованию канатных установок и для добычи блоков прочных изверженных горных пород.

Конструкция канатопильной установки определяется используемым инструментом, и может быть разделена на две основные группы:

- установка с неармированными канатными пилами;
- установка с армированными канатными пилами, на которых на несущий стальной трос закреплены алмазонасные режущие элементы.

В настоящее время наибольшее распространение получила канатная выемка при добыче угля, главным образом на пластах, опасных по горным ударам [9]. При этом было достигнуто улучшение технико-экономических показателей: производительность труда горнорабочих на очистных работах возросла в 2 – 4 раза, себестоимость угля снизилась, расход лесоматериалов сократился в 1,5 - 2,5 раза [9].

Системы разработки с применением канатных механизмов (пил) для отбойки руды, состоящих из стального троса с закрепленными втулками и зубцами из армированного твердого сплава, получили свое распространение при разработке рудных массивов, склонных к горным ударам. Данная система является одной из самых безопасных для отработки данных массивов за счет отсутствия людей в очистном пространстве. Выработанное пространство в след за забоем заполняется обрушенными вмещающими породами висячего бока. При устойчивых породах висячего бока рудного тела выработанное очистные пространство может заполняться породами вскрыши с помощью породного опрокидывателя, расположенного в нарезной горной выработке (где располагается сам привод и лебедка пилы).

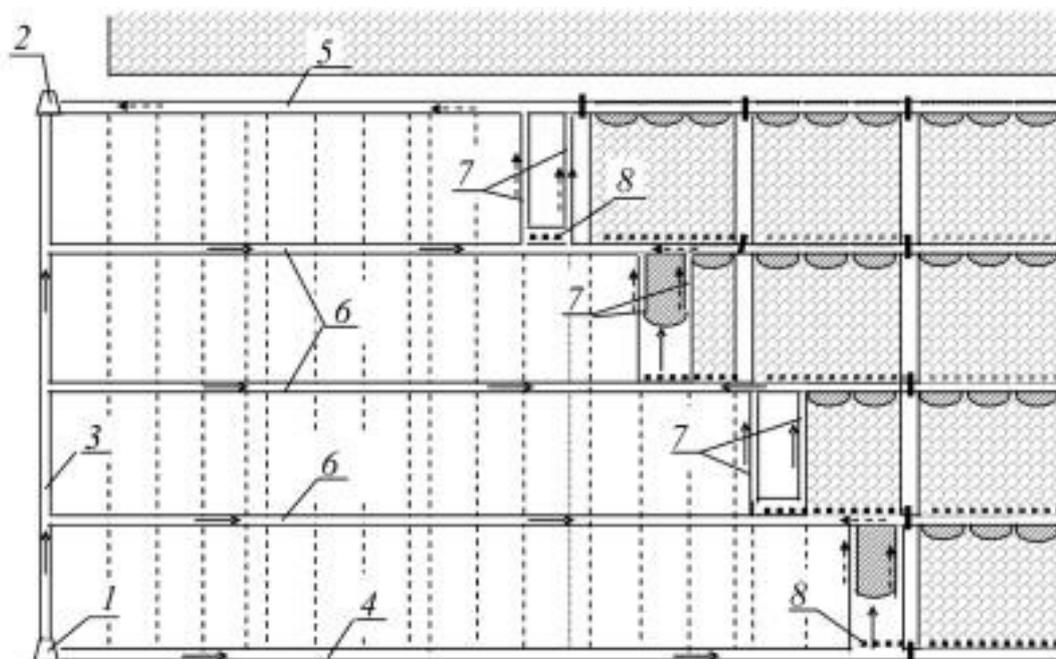


Рисунок 1 – Схема системы разработки с применением канатной пилы, где: 1 – откаточная капитальная выработка, 2 – вентиляционная капитальная выработка, 3 – рудоспуск (скат), 4 – откаточный этажный штрек, 5 – вентиляционный нарезной штрек, 6 – подэтажный штрек, 7 – нарезная печь, 8 – межкамерный целик.

Канатная пила от лебедочного каната получает возвратно-поступательное движение, которое совместно с приводом пилы через натяжитель создает давление для подрезки массива, где подпиленная часть рудного массива за счет повышенного горного давления самообрушается и под действием собственного веса самотечно доставляется в откаточные горные выработки.

Выемочное поле этажа вскрывается участковым откаточным квершлагом (при строительстве капитальных стволов), либо штольневыми горизонтами, что является наиболее оптимальным вариантом в условиях горного рельефа Кыргызстана.

Для проветривания очистного пространства откаточные выработки сбиваются с вышележащими горизонтами или этажами (вентиляционный участковый квершлаг или штольня) с помощью капитального рудоспуска, по которому будет выдаваться отработанная струя воздуха. Отработка по данной системе осуществляется нисходящим способом подэтажами, от вентиляционного горизонта проходятся подготовительно-нарезные выработки: рудный штрек и разрезная печь.

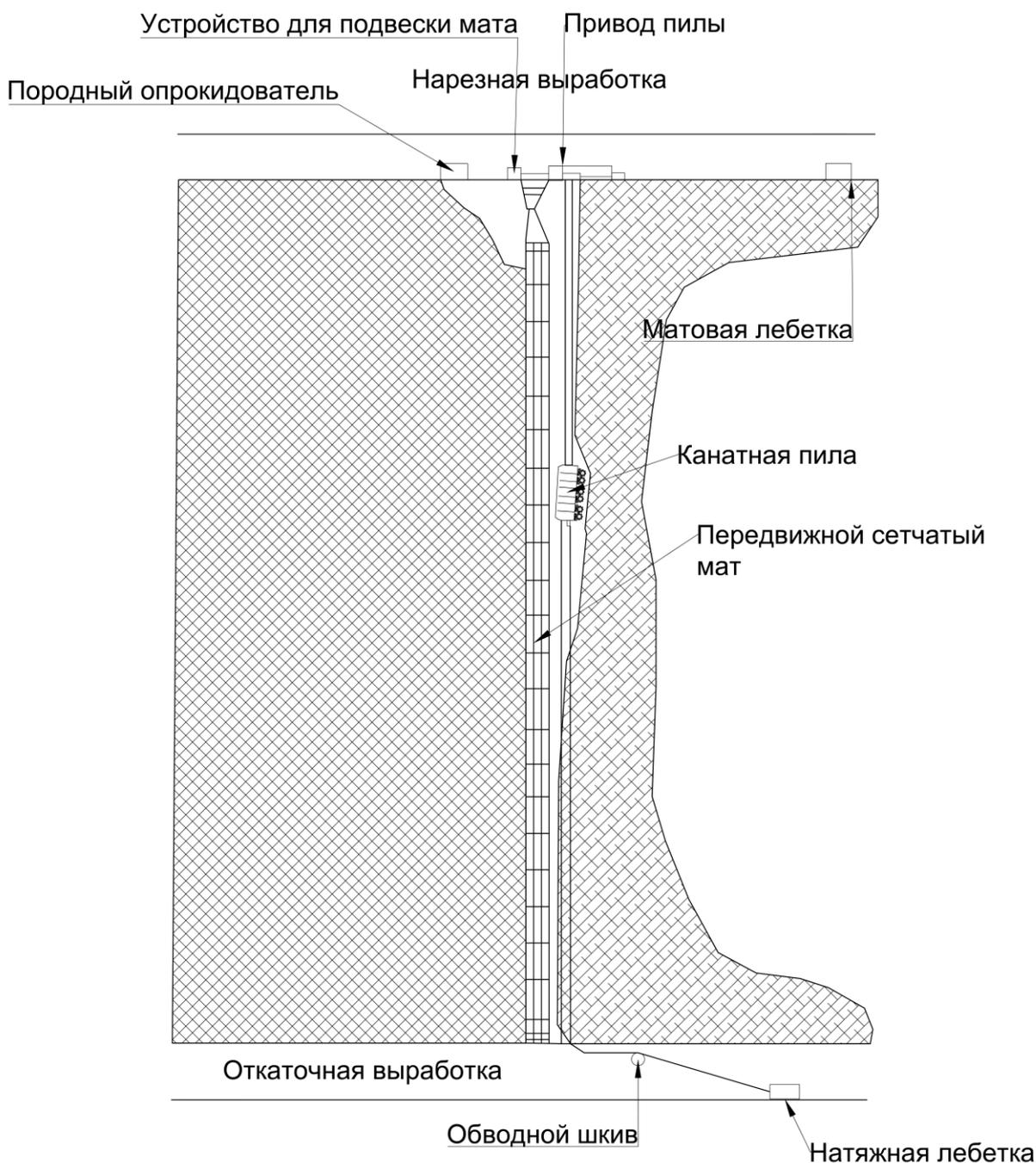


Рисунок 2 – Схема камерно-столбовой системы разработки с применением канатной пилы

В рудном (или вентиляционном) штреке располагаются привод, матовая лебёдка, натяжитель пилы, породный опрокидыватель (при необходимости) и т.д.

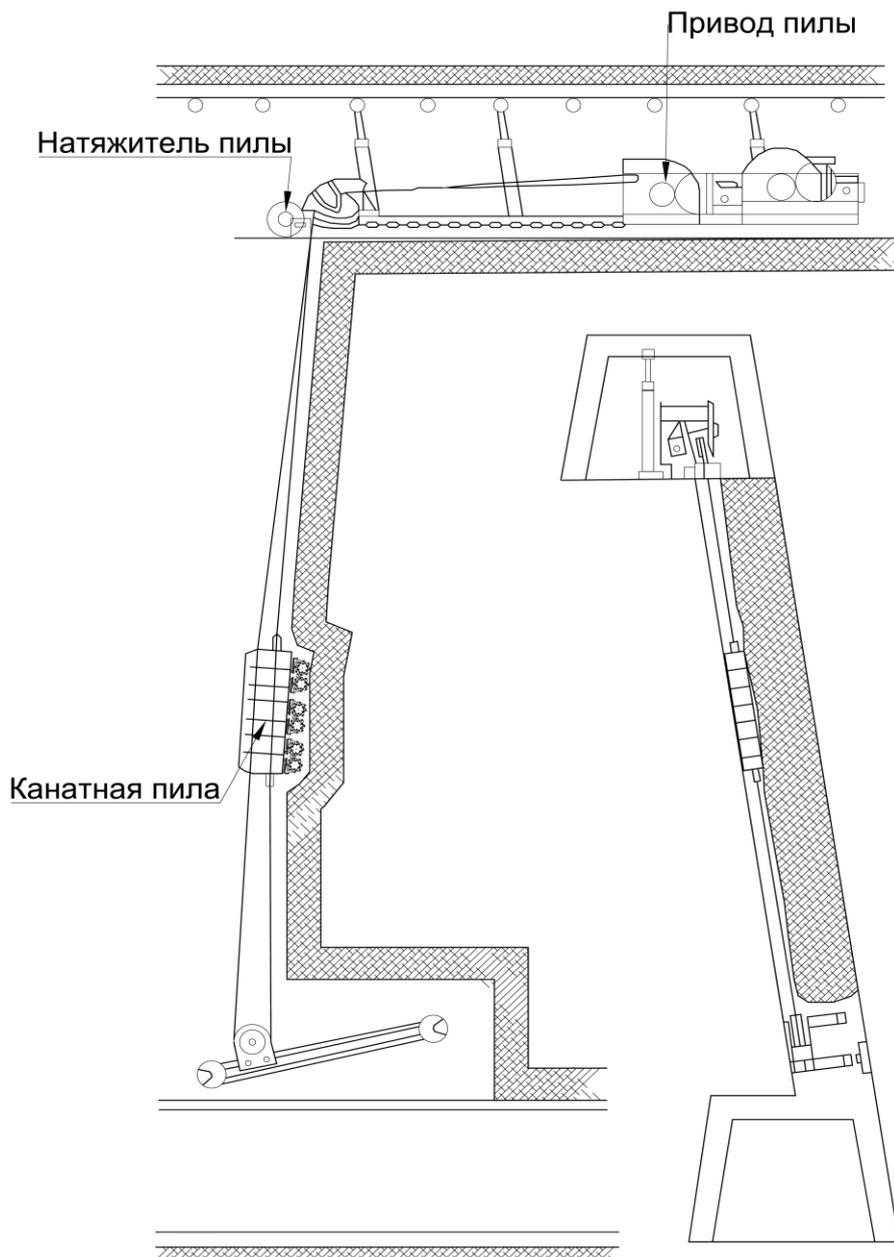


Рисунок 3 – Схема оборудования очистного забоя

Разрезная печь проходится для сбойки откаточного и рудного штрека, проветривания очистного забоя. В данной выработке монтируется канатная пила и начинается отбойка руды, в последующем печь образует собой протяженный очистной забой и при последующей отработке заполняется вмещающими породами. Для уменьшения объема нарезных работ при проходке разрезной печи может быть применена буровая установка для проходки скважин диаметром 800 мм.

Этажи высотой по падению рудного тела до 60-90 метров делятся на подэтажи по 20-30 метров, по простиранию выемочное поле разделяется на полосы шириной 6-10 метров. После оставляется охранный временный целик, протяженность которого рассчитывается с учетом горного давления и физико-механических свойств массива. Обычно ширина целика составляет 2-5 метров. Погашение целика осуществляется взрывным способом на

выработанное очистное пространство. Необходимость оставление целиков и отработки рудного тела полосами связана с необходимостью безопасного переноса и монтажа оборудования.

Откатка руды через откаточный штрек до рудоспуска может осуществляться конвейерным способом, либо механизированным с помощью погрузочно-доставочных машин (ПДМ) и самосвалов. При использовании ПДМ между подэтажами дополнительно сооружается наклонно-транспортный съезд.

Перспективной областью использования канатных пил является выемка с их помощью мягких тонких рудных жил, снижающих потери и разубоживание руды, а также воздействие на окружающую среду.

Таким образом, областью использования канатных пил может быть: добыча угля, мягких рудных жил, каменной соли, природного камня и др. При этом необходимо учитывать, что в каждой из областей применения конструкция установок должна иметь свои особенности, в частности это касается привода и рабочего органа канатной пилы.

Безвзрывная разработка жил с помощью комплекса глубокой разработки пластов (КСРП). Впервые в промышленных масштабах эти комплексы КСРП и их разновидности стали применяться в конце 70-х годов прошлого столетия. Комплексы типа The Thin Seam Miner [10] работают по принципу бурение – извлечение. Они успешно работают в России, Индии, Индонезии. Современные модели рассчитаны на отработку угольных пластов с углами залегания до 90° в зависимости от его мощности. При этом режущая модель комплекса врезается вглубь пласта на расстояние до 300 м. Крутопадающие пласты обрабатываются вдоль простирания. Комплекс КСРП перемещается по траншее на гусеничных тележках, наращиваемая стрела – она же шнековый конвейер – транспортирует уголь до места перегрузки. Причем, имеется возможность загрузки непосредственно на транспортное средство вертикальным конвейером. Секции стрелы длиной 6,1 м. Установка работает от дизельного или электрического привода.

В перспективе комплексы КСРП могут применяться для выемки мягких рудных жил, с целью снижения потерь и разубоживания и вредного влияния на экологию.

Выводы. Реализация технических решений безвзрывных технологий в промышленных масштабах подтверждает актуальность изыскания новых направлений исследований. Такие решения могут быть основаны на использовании роботизированных систем для выемки полезных ископаемых. При этом роботы и искусственные интеллекты могут выполнять опасные и тяжелые работы, которые раньше были невозможны для человека, использование биотехнологий и нанотехнологий в процессе добычи в недропользовании и для снижения вредного воздействия на окружающую среду.

Список литературы

1. Угольная промышленность за рубежом [Текст] / В.Е. Зайденберг и др. - М.: Горная промышленность, 1993. - 389 с.
2. Чернегов, Ю.А. Нетрадиционные решения в горной промышленности [Текст] / Ю.А.Чернегов. - М.: Недра, 1991. - 391 с.
3. Выемка угля безлюдными способами [Текст] // А.Е. Левкович и др. – Киев: Техника, 1992. - 214 с.
4. Ураимов, М. Гидравлические молоты. Основы создания, обобщение опыта производства и эксплуатации гидравлических молотов «Импульс» [Текст] / М.Ураимов и др. – Бишкек: «Илим», 2003. – 240 с.
5. Еремьянц В.Э. Повышение долговечности гидравлических ударных машин [Текст] / В.Э. Еремьянц. - М.: Русайс, 2024 – 206 с.
6. Мендекеев, Р.А. Проблемы и перспективы внедрения циклично-поточной технологии на угольном месторождении Бель-Алма [Текст] / Р.А. Мендекеев // Вестник КРСУ. – 2023. - т.23. - №8. - с. 156-165.

7. Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений полезных ископаемых подземным способом. – Бишкек: 2000. – 237 с.
8. Кожогулов, К.Ч. Технологическая схема отработки руд месторождения Иштамберды на основе бурового станка типа БГА-2А [Текст] / К.Ч. Кожогулов, Ж.М. Ганиев // Инженер: научное и периодическое издание ИА КР. – 2015. - №9. – с.10.
9. Бардовский, А.Д. Современное применение гибких режущих органов при добыче полезных ископаемых [Текст] /А.Д. Бардовский, П.Я. Бибииков, А.В. Калакуцкий // Киберленинка. – МГГУ. – 2006. - с. 489 – 496.
10. Нецветаев, Л.Г. Развитие технологий безлюдной угледобычи с применением комплексов КСРП [Текст] / Л.Г. Нецветаев, А.А. Григорян, Д.И. Пружина // Горная промышленность. – 2015. - №4. - с. 87 – 93.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК – 658.86: 659.125.31: 004.087

DOI:10.56634/16948335.2024.3.88-914

К.С.Алышбаев

Эл аралык электр байланыш союзу, Бишкек шаары, Кыргыз Республикасы
Международный союз электросвязи, Бишкек, Кыргызская Республика

K. S. Alyshbaev

International Telecommunication Union Bishkek, Kyrgyz Republic
Kanagat@gmail.com

САНАРИПТИК ЭЛ АРАЛЫК СООДА УЧУН ЧЕТ ЭЛДИК ПЛАТФОРМАЛАРДЫ ИЗИЛДӨӨ

ИЗУЧЕНИЕ ЗАРУБЕЖНЫХ ПЛАТФОРМ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ ТОРГОВЛИ

EXPLORING FOREIGN PLATFORMS FOR DIGITAL INTERNATIONAL TRADE

Санариптик соода эл аралык экономиканын барган сайын маанилүү бөлүгү болуп баратат жана эл аралык платформалар дүйнөлүк сооданы өнүктүрүүдө негизги ролду ойнойт. Бул макалада санариптик коммерциянын алдыңкы эл аралык платформалары талданат, алардын өзгөчөлүктөрү, артыкчылыктары жана кыйынчылыктары аныкталат жана бул платформаларды колдонууну оптималдаштыруу боюнча бизнес жана өкмөттөр үчүн сунуштар сунушталат. Санариптештирүү эл аралык соодага кандай чоң таасирин тийгизип жатканын жана соода саясатынын салттуу жолун өзгөртүү зарылчылыгы барбы же жокпу, изилдөө. Дүйнө жүзү боюнча санариптик платформалар компанияларга жана чакан бизнеске жаңы рынокторго чыгуу үчүн олуттуу мүмкүнчүлүктөрдү берет. Ар кандай технологияларды жана өндүрүштүк эсептөөлөрдү бөлүштүрүү электрондук формага жөнөтүлгөн физикалык товарлардын агымына санариптик сооданын өсүшүнө мүмкүндүк берет.

Түйүндүү сөздөр: санариптик соода, электрондук сооданы жөнгө салуу, санариптик соодага болгон тоскоолдуктар, санариптик соодага чектөөлөр, электрондук соодага коюлган талаптар.

Цифровая торговля становится все более важной составляющей международной экономики, а международные платформы играют ключевую роль в облегчении глобальной коммерции. В данной статье проводится анализ ведущих международных платформ для цифровой торговли, выявляются их особенности, преимущества и вызовы, а также предлагаются рекомендации для бизнеса и правительств по оптимизации использования этих платформ. Изучить как цифровизация оказывает большое влияние на международную торговлю и есть ли необходимость изменить традиционный способ торговой политики. Во всем мире цифровые платформы предоставляют значительные возможности для компаний, и малого бизнеса для прохождения на новые рынки. Рассылка каких-либо технологий и расчета производства дает возможность росту цифровой торговли потоку физических товаров, направленных в электронный вид.

Ключевые слова: цифровая торговля, регулирование электронной коммерции, барьеры для цифровой торговли, ограничение цифровой торговли, требования к электронной торговле.

Digital trade is becoming an increasingly important part of the international economy, and international platforms play a key role in facilitating global commerce. This article analyzes the leading international platforms for digital commerce, identifies their features, advantages and challenges, and offers recommendations for businesses and governments to optimize the use of these platforms. To study how digitalization is having a big impact on international trade and whether there is a need to change the traditional way of trade policy. Around the world, digital platforms provide significant opportunities for companies and small businesses to enter new markets. Distribution of any technologies and production calculations makes it possible for the growth of digital trade to flow of physical goods sent into electronic form.

Key words: digital trade, regulation of e-commerce, barriers for digital trading, limiting digital trade, electronic trade requirements.

Эл аралык санариптик соода платформалары компанияларга дүйнөлүк рынокко чыгуу жана сатууну көбөйтүү мүмкүнчүлүгүн берет. Бирок, туура платформаны тандоо жана анын функционалдык мүмкүнчүлүктөрүн натыйжалуу пайдалануу бизнес үчүн кыйынга турушу мүмкүн. Санариптештирүү кошумча нарк чынжырын түзөт жана структуралык өзгөрүүлөр үчүн жаңы каналдарды ачат. Дээрлик биринин артынан бири баалуулуктарды түзүлөт жана бардык маалыматтарды чогултуу, сактоо, талдоо жана трансформациялоо мүмкүнчүлүгү туруктуу атаандаштык үчүн кошумча мүмкүнчүлүктөрдү берет. Санариптик трансформациянын темпи ар кандай болгону менен, ал бардык өлкөлөрдө болуп жатат.

Интернеттин жана жаңы бизнес моделдердин тез өнүгүшү товарлардын жана кызмат көрсөтүүлөрдүн рынокторуна кирүүнү жөнгө салуу, маалыматтардын агымын жөнгө салуу, көзөмөлдөө, интеллектуалдык менчик укуктарын коргоо, купуялуулук стандарттары, ошондой эле расмий саясатты жана чараларды өзгөртүү зарылдыгын жаратат. маалымат коопсуздугу жана башка көптөгөн нерселер [1].

Эл аралык платформалардын артыкчылыктары жана көйгөйлөрү:

- *Артыкчылыктары:*

- Аудиторияга глобалдык мүмкүнчүлүк.

- ар кандай төлөм системалары менен колдонуунун жана ишке ашыруунун жөнөкөйлүгү.

- Бизнеси башкаруу үчүн аналитика жана отчеттуулук куралдары.

- *Көйгөйлөр:*

- платформада башка сатуучулар менен атаандаштык.

- Продукциянын тизмесин түзүү жана жөнөкөйлөтүүдөгү кыйынчылыктар.

- Логистика жана жеткирүү көйгөйлөрү, айрыкча эл аралык сатуулар.

иштеп жаткан тармактарды өзгөрткөн көптөгөн санарип платформалары пайда болду. Платформалардын күчүн рыноктук капиталдаштыруу боюнча дүйнөдөгү сегиз ири компаниянын жетөө платформанын негизинде түзүлгөн бизнес моделдерин колдонушунан көрүүгө болот. Интернетте көп сандагы бөлүктөрүнүн ортосунда түзүлгөн байланыш механизмдери менен өз ара аракеттенүү үчүн санариптик платформалар эмне үчүн колдонулат. Ишканага багытталган платформалар бул экономикада чоң артыкчылыктарга ээ. Ортотуу катары да, инфраструктурасы катары да позициясынан улам алар платформанын колдонуучуларынын Интернеттеги ишмердүүлүгүнө, ошондой эле алардын ортосундагы өз ара аракеттенүүгө байланышкан бардык маалыматтарды колдонуп жана жаза алышат [5].

Санарип аянтчаларынын күчтүү өсүшү алардын бардык санариптик маалыматтарды чогултуу жана талдоо жөндөмдүүлүгүнө түздөн-түз байланыштуу, бирок алардын кызыкчылыктары жана жүрүм-туруму белгилүү бир деңгээлде киреше алуу үчүн мындай маалыматтарды кантип чыгарып алганынан көз каранды. Бирок мындай маалыматтар белгилүү бир жарнамаларды онлайн сатуу, электрондук коммерция платформаларын тартуу, салттуу товарларды киреше алып келүүчү кызматтарга айландыруу же булут кызматын ижарага алуу үчүн колдонулушу мүмкүн. Жеке маалымат элементтеринин мааниси аз же такыр жок; баалуулук маалымат чоң көлөмдө чогултулгандан жана өкмөттөр, ишканалар, уюмдар жана адамдар тарабынан маалыматтарга негизделген чечимдерди кабыл алуу үчүн

иштетилгенден кийин пайда болот. Демек, санариптик платформаларга баалуулуктарды түзүүгө мүмкүндүк берүүчү маалыматтарды чогултуу, иштетүү, берүү, сактоо, талдоо жана жарыктандыруу жөндөмү [1].

Кошмо Штаттардагы жана Кытайдагы бир нече ири фирмалар дүйнөдөгү 70 ири санарип платформасынын рыноктук капиталдаштыруусунун 90% түзөт. Европанын үлүшү 4%, Африка менен Латын Америкасынын үлүшү 1%ды түзөт. Жети супер платформа, атап айтканда Microsoft, андан кийин Apple, Amazon.com, Alphabet жана Google, Facebook, Tencent башкы компаниясы. Холдингдер " жана " Alibaba " жалпы рыноктук нарктын үчтөн экисин түзөт. Санариптик революция кыска убакыттын ичинде чоң ийгиликтин рекорддорун түзүүгө алып келиши мүмкүн, бирок ал негизинен белгилүү бир сандагы өлкөлөрдүн, компаниялардын жана жеке адамдардын арасында топтолгон экен. Демек, саясаттын негизги максаты наркты түзүү гана эмес, аны сактап калуу же санариптик экономиканын мүмкүнчүлүктөрүн ар бир адам колдоно ала тургандай кылып бөлүштүрүү [2].

Экономикалык жана социалдык өз ара аракеттенүүдөгү маалыматтардын өзгөрүп жаткан күчү өкмөттөр, ишканалар жана адамдар пайда болгон мүмкүнчүлүктөрдү пайдаланып, кыйынчылыктар менен тобокелдиктерден качууга ыңгайлашуусу керек дегенди билдирет. Өлкөлөрдүн жана ар кандай кызыкдар тараптардын санариптик трансформациядан өтүү жөндөмдүүлүгү олуттуу түрдө өзгөрүп турат жана алардын өнүгүү деңгээлине жана санариптик даярдыгына жараша болот. Өнүккөн өлкөлөр ресурстары жана мүмкүнчүлүктөрү төмөн өлкөлөргө караганда санариптик платформаларга кызыгуунун өсүшүнөн улам келип чыккан көйгөйлөрдү чечүүгө көп жагынан жакшыраак жабдылган. Даярдыктын аздыгы коммуникациялардын жетишсиз өнүккөндүгүнөн, ошондой эле адистердин же технологиялык, финансылык же материалдык-техникалык сапаттардын жетишсиздиги менен гана эмес, жергиликтүү контентти түзүүдөгү көйгөйлөр жана укуктук жана институционалдык базанын алсыздыгы менен да аныкталышы мүмкүн. Санариптик төңкөрүш, негизинен, санариптик доордо баалуулуктарды түзүү жана сактап калуу үчүн жакшы жабдылган адамдар үчүн артыкчылыктарды жаратат деген коркунуч ар дайым бар.

санариптештирилген өлкөлөрдүн ортосундагы ачык ажырым менен мүнөздөлөт. Мисалы, начар өнүккөн өлкөлөрдө ар бир бешинчи адам гана интернетти колдонсо, өнүккөн өлкөлөрдө ар бир бешинчи адам интернетти колдонот. Ошентип, кырдаал айкын болуп баратса да, көптөгөн өнүгүп келе жаткан өлкөлөрдө дагы эле жеткиликтүү жана ишенимдүү санариптик байланыш жок. Мындан тышкары, өнүгүп келе жаткан өлкөлөрдө, айрыкча азыраак өнүккөн өлкөлөрдө көптөгөн чакан бизнес ээлери санариптик экономиканын мүмкүнчүлүктөрүн толук пайдалануу үчүн белгилүү бир мүмкүнчүлүктөр, тажрыйба жана билимдерге жетишпейт. Бирок күтүлбөгөн жерден алар уюлдук телефондорго же интернетке кирүү мүмкүнчүлүгүнө ээ болуп калышат, алар бизнесин өнүктүрүү үчүн мындай жеңилдиктерди кантип туура колдонууну билбей калышы мүмкүн. Башка аймактарда, санариптик маалыматтардын жана алдыңкы технологиялардын потенциалын кантип колдонуу керек, бул кыйла чоң бузулуу. Мисалы, Африка жана Латын Америкасы биргелешип дүйнөдөгү маалымат борборлорунун 5% дан азына ээ. Мындан тышкары, өлкөлөр ортосунда жана өлкөлөрдүн ичинде электрондук соодага өтүүдө чоң айырмачылыктар бар, бул электрондук коммерциядан түшкөн кирешенин ыраатсыз бөлүштүрүлүшү коркунучун жогорулатат. Санарип экономикасынын экономикалык географиясы Түндүк менен Түштүктүн ортосундагы салттуу ажырымды чагылдыра албайт: ага бир өнүккөн өлкө жана бир өнүгүп келе жаткан өлкө, тагыраагы АКШ менен Кытай үстөмдүк кылат. Ошентип, жогоруда белгиленген санарип платформасынын гүлдөшүнүн башында Америка Кошмо Штаттарынын жана Кытайдын лидерлигинен тышкары, алар маалымат базасынын алдыңкы технологияларына байланыштуу бардык патенттердин 75%, нерселердин интернетине ири өлчөмдөгү чыгымдардын 50%, жана жөнөкөй булут эсептөө үчүн дүйнөлүк рыноктун 75% ашуун. Ошондуктан, санариптик технологияларды өнүктүрүүдө көптөгөн тармактарда айрым өлкөлөр, өзгөчө Африка жана Латын Америкасы АКШ менен Кытайдан кыйла артта калууда [2].

Негизги санариптик технологиялар өнүгүп келе жаткан өлкөлөрдө көп жарыяланган эмес. Бул өлкөлөр технологиялык мүмкүнчүлүктөрдү андан ары өнүктүрүү керек, бирок көптөгөн өнүгүп келе жаткан өлкөлөр биринчи кезекте санариптик баалуулуктарды түзүү жана колдоо үчүн негизги ресурс катары болгон маалыматтарды колдонууга көңүл бурууну көздөп жатышат. Бирок, мындай маалыматтар санариптик интеллектке жана экономикалык мүмкүнчүлүккө которуу үчүн керектүү санариптик технологиялар жана билимсиз иш жүзүндө эч кандай роль ойнобойт. Белгилүү бир өлкө санариптик экономикада ишти натыйжалуу жүргүзүп, андагы маанини жаратышы үчүн жетиштүү күчтүү, туруктуу санариптик тармактарды жана потенциалды түзүү зарыл. Өндүрүмдүүлүктү жана өндүрүштүн натыйжалуулугун жогорулатуу үчүн окуу мүмкүнчүлүктөрүн жана толуктоолорун түзүү үчүн программалык камсыздоо индустриясы жакшы өнүккөн өлкөлөрдө ылайыкташтырылган чечимдерди ишке ашыруу үчүн жагымдуу шарттар бар [3].

Көптөгөн өнүгүп келе жаткан өлкөлөрдө санариптик ишкерлер өлкөнүн ичинде негизги санариптик технологияларды иштеп чыгуу мүмкүнчүлүгү чектелүү жана ар кандай кыйынчылыктарга туш болушат, өзгөчө өз иштерин кеңейтүүгө умтулууда. Ишкердиктин жана инновациянын санариптик экосистемасын өнүктүрүүдөгү негизги көйгөйлөр болуп ишкердик билимдин жана тажрыйбанын жетишсиздиги, квалификациялуу жана жеткиликтүү жумушчу күчтүн жетишсиздиги, финансыга жеткиликтүүлүктүн чектелүү болгон кубаттуулугу төмөн жана суроо-талап аз болгон рынок саналат. Өнүгүп келе жаткан өлкөлөрдө түзүлгөн фирмалар санариптик кызматтарды колдонуудан пайда көрүшү мүмкүн, бирок көлөмдүү платформалар менен камсыз кылынат. Кээ бир учурларда да, айталы, издөө адаттары, трафиктин көлөмү же жумуштун нюанстары жөнүндө өзүнүздүн билимиңиз санариптик платформада базасы барларга артыкчылыктарды берип, башкаларга кардарлардын суроо-талабынын өзгөчөлүктөрүн эске алган кызматтарды сунуштоого мүмкүндүк берет. . Кээ бир өнүгүп келе жаткан базар платформалары күчтүү өсүштү көрсөтүп жатат, мисалы Индиядагы Ola Cabs , Индонезиядагы Goek жана Пакистандагы Карим, Түркия, Жакынкы Чыгыш жана Түндүк Африкадагы көп жылдардан бери түзүлгөн транспорттук бизнеске салыштырмалуу минималдуу активдер менен да атаандаштыкты камсыз кыла алат. Бирок өнүгүп келе жаткан өлкөлөрдүн көбүндө мындай өсүш үчүн олуттуу тоскоолдуктар бар. Жергиликтүү жана аймактык платформалардын кеңейиши жана чоң атаандаштар менен атаандашуусу кыйын. Мындан тышкары, глобалдык санариптик атаандаштар санарип продуктулар рыногунун келечектүү топторун мурунтан эле билишкендиктен, санариптик продуктыларды өнүгүп келе жаткан өлкөлөрдүн рыногуна жеткирүү ар дайым аралаш аналогдук-санариптик процесстерди көзөмөлдөөнү талап кылат, алар жөнөкөй санариптик платформа стратегияларына караганда көбүрөөк активдерди талап кылат. өнүккөн өлкөлөр Жергиликтүү экосистеманын алсыздыгынан улам , алар кардарлардын жана кызматкерлердин техникалык билиминин төмөндүгүнөн же көптөгөн өнүгүп келе жаткан өлкөлөрдө байланыш логистикасындагы көйгөйлөрдөн улам, санариптик платформалар жигердүү болуу үчүн көп учурда бир катар инновациялык бизнес моделдердин долбоорлорун колдонушат [4]. Бул күчтөрдүн татаал жана түйшүктүү өнүгүшүн, камсыздоо процесстерин жана тармактардын артындагы логистикалык инфраструктураны чечүүгө жардам берет. Мындай аянтчалар көбүнчө чоң кыйынчылыктарга туш болушат, анткени алар кардарлар жогорку бааны төлөөгө даяр жана эң негизгиси, салыштырмалуу төмөн сатып алуу жөндөмдүүлүгүнө ээ болгон чөйрөдө кирешенин жогору болушуна умтулушу мүмкүн. Бирок, негизинен, бул сиздин колдонуучу базаңызды өстүрүүнү кыйындатат.

Монополияга каршы органдар түзүлгөн кыйла өнүккөн өлкөлөрдө алар салыштырмалуу жаңы жана чакан болуп, барган сайын концентрацияланган дүйнөлүк экономикада атаандаштык маселелерин чечүү үчүн чектелген ресурстарга ээ. Ири санариптик платформаларга адилет салык салуу өнүгүүнүн ар кандай деңгээлиндеги өлкөлөр үчүн кыйынчылык болуп саналат , ал өнүгүп келе жаткан өлкөлөрдө, өзгөчө начар өнүккөн өлкөлөрдө андан да актуалдуу болушу мүмкүн, анткени ички ресурстарды мобилизациялоо

муктаждыгы азыраак өнүккөн жана алардын салык органдарынын потенциалы салык чогултуу үчүн чектелген. Алардын жана ири санариптик платформалардын ортосундагы күч балансы да жоготууга учурады. Кошумчалай кетсек, өнүгүп келе жаткан өлкөлөрдүн көпчүлүгүндө санариптик программалар жок, бирок алар санариптик платформалар үчүн рынок катары колдонуучунун баалуулугуна жакшы салынган. Эмгек рыногу өнүккөн системалары бар ийгиликтүү өлкөлөр эмгек жана социалдык коргоо курстарын же окутууну жеңилдетет. Өнүгүп келе жаткан өлкөлөрдө социалдык коргоо үчүн зарыл болгон ресурстар жетишсиз болушу мүмкүн. Бирок көптөгөн өнүгүп келе жаткан өлкөлөр санариптик трансформациянын артыкчылыктарын пайдалануу үчүн саясатты иштеп чыгууга жана мониторинг жүргүзүүгө түздөн-түз тиешеси бар айрым бөлүктөрүндө ишенимдүү далилдердин жана статистиканын жоктугунан улам кризиске дуушар болушат [3].

Демек, санариптик маалыматтарды жана платформаларды киргизүү өнүгүү үчүн көптөгөн жаңы мүмкүнчүлүктөрдү түзүшү мүмкүн. Санариптик маалыматтар максаттарды ишке ашыруу жана социалдык көйгөйлөрдү чечүү үчүн, ошондой эле туруктуу өнүгүүгө жетишүү үчүн колдонулушу мүмкүн. Бул экономикалык жана социалдык натыйжаларды жакшыртууга жана жумушчу күчүнүн инновациясын жана өндүрүмдүүлүгүн жогорулатууга жардам берет. Платформалар тарабынан берилген алкак байланышта, операцияларда, маалымат алмашууда жана кызматташууда натыйжалуулуктун жакшы жетишкендиктерин камсыздайт. Өнүгүп келе жаткан өлкөнүн фирмаларынын жумушчулары глобалдык платформалар тарабынан берилген санариптик кызматтарды колдоно алышса, пайда көрүшөт. Электрондук коммерция программалары мындай ишканаларга ички рыноктордон тышкары кеңейүүгө жардам берүү, ишкерлер үчүн тоскоолдуктарды азайтуу, кесипкөй эмес адамдарды жана аларды чакан уюмдар үчүн каржылоо булактары менен камсыз кылуучу бизнести тартуу аркылуу экспорттук мүмкүнчүлүктөрдү камсыздайт [5]. Учурдагы электрондук коммерциялык төлөм аянтчаларын колдонуу кичи жана чакан жана орто ишканаларга сатууну көбөйтүүгө мүмкүндүк берет, айрыкча алар белгилүү бир рынокко кызмат кылса. Ошентип, мындай ишканалар жаңы кардарларга жетүү үчүн чоң электрондук соода аянтчаларын колдоно алышат, бирок алар платформалар менен атаандашпайт. Жүгүртүүнүн аркасында мындай фирмалар өз ишин өркүндөтүп, керектөөчүлөрдүн суроо-талабын жакшы түшүнүп, ошол товарларды жана кызматтарды сунуштай алышат, ошондой эле ылайыкташтырылган өнүмдөрдү андан ары өнүктүрө алышат. Котормо жана издөө чыгымдарын, ошондой эле рыноктун иштөөсүндөгү тоскоолдуктарды азайтуу менен санариптик платформалар активдерди же кызматтарды сунуштагандарга кардарларына тезирээк жетүүгө мүмкүнчүлүк берет. Бул санариптик товарлардын, кызмат көрсөтүүлөрдүн жана милдеттердин соодасынын жаңы түрүнүн пайда болушуна гана алып келбестен, ошондой эле кадимки соодага онлайн режимине өтүүгө жана ар кандай санариптик аянтчаларды колдонууга мүмкүндүк берет, ошондой эле сатып алуучулар менен сатуучуларды натыйжалуу туташтыруу үчүн алардын продукциясына суроо-талапты жогорулатуу. Өнүгүп келе жаткан өлкөлөрдүн компаниялары жана керектөөчүлөрү үчүн негизги артыкчылыктар натыйжалуулукту жогорулатуудан баштап, окутуунун жана эмгекти бөлүштүрүүнүн көбөйүшүнө чейин, көп түрдүүлүктөн түшкөн кирешеге чейин жана бардык жумушчулар үчүн кирүүчү материалдарга жана акыркы продукцияга чыгымдарды жана бааларды төмөндөтүү мүмкүнчүлүктөрүн камтыйт. Кардарлар үчүн санариптик платформа өнүмдөрдүн жана кызматтардын кеңири спектрин жана тандоосун арзаныраак баада алууга мүмкүнчүлүк берет жана ыңгайлуу функцияларды жана жекелештирилген же жекелештирилген өнүмдөрдү жана кызматтарды камсыз кылат. Сатып алуучулар ортомчулардын жоктугуна байланыштуу товарларды жана кызматтарды тезирээк алуу менен кошумча пайда ала алышат [1].

Өнүгүп келе жаткан өлкөлөр масштабдуу платформалар тарабынан сунушталган санариптик кызматтардан толук пайдалануу үчүн, ишкерлер сатып алуучулар жана сатуучулар сыяктуу кызматтарга оңой жетүү мүмкүнчүлүгүнө ээ болушу керек. Көптөгөн платформаларга кирүү бардык жерде бирдей эмес. Чектелген мүмкүнчүлүктүн негизги

себеби - эл аралык төлөм чечимдеринин жоктугу. Глобалдык электрондук соода платформалары жалпы төлөм чечимдерин камсыздай алат, бирок көптөгөн өнүгүп келе жаткан өлкөлөрдө компаниялар талап кылынган чет элдик банк эсеби же филиалы болбосо, аларды колдоно алышпайт. Мындай асимметриялар, мисалы, Сахаранын түштүгүндөгү Африкадагы мобилдик тиркемелерди сатууга байланыштуу масштабдуу соода аянтчаларында да байкалат. Африканын өзүндө эң ири жарнамалык платформалар англис, араб, португал жана француз тилдеринде гана жарнамаларды кабыл алышат, бул жаңы кызматтарды алуу мүмкүнчүлүгүн чектейт. Мындан тышкары, тобокелдиктерге байланыштуу тынчсыздануулар өсүп жаткан рынокту уюштуруу жана глобалдык санариптик платформаларга тийгизген таасири, адилетсиз бизнес практикасы жана пайда табуу багытын камтыйт. Негизги маселе рынокту уюштуруу динамикасына байланыштуу.

Санариптик коммерция үчүн алдыңкы эл аралык платформалардын анализи:

1. Amazon : Дүйнөдөгү эң чоң платформалардын бири катары Amazon өнүмдөрдүн жана кызматтардын кеңири спектрин, ошондой эле интеграцияланган логистиканы жана төлөм чечимдерин сунуштайт. Анын күчтүү сунуш алгоритмдери сатып алуучуларга аз аракет менен өнүмдөрдү табууга жана сатып алууга жардам берет.

2. Alibaba : Alibaba кытай рыногунда негизги оюнчу болуп саналат жана Кытайда жана анын чегинен тышкары керектөөчүлөрдүн зор аудиторияга мүмкүнчүлүк берет. Платформа ошондой эле булактарды табуу жана камсыздоону башкаруу үчүн куралдар менен камсыз кылат.

3. eBay : eBay аукциондук модели жана сатып алуучулар менен сатуучулардын түздөнтүз өз ара аракеттенүү мүмкүнчүлүгү менен белгилүү. Бул колдонуучулар уникалдуу өнүмдөрдү жана келишимдерди табууга мүмкүндүк берет.

4. AliExpress : AliExpress Alibaba бир бөлүгү болуп саналат Group жана Кытайдан жүктөрдү эл аралык жеткирүү боюнча адистешкен. Платформа дүйнө жүзү боюнча керектөөчүлөргө арзан бааларды жана өнүмдөрдүн кеңири тандоосун сунуштайт. [2]

Санариптик трансформацияга инвестиция салган өнүгүп келе жаткан өлкөлөрдүн бардык аракеттери тиешелүү натыйжаларга жетишүү үчүн эл аралык колдоого ээ. Андыктан өнүгүү коомчулугу санарип экономикада иштеп жаткан өлкөлөрдү толук колдоонун бардык жолдорун табышы керек . Мындан ары өнүктүрүү боюнча өнөктөштөр санариптик аныктоону стратегияларына жана кызматтарына киргизүүсү керек. Колдоо санариптик ажырымды кыскартууга, баалуулуктарды түзүү үчүн жагымдуу чөйрөнү бекемдөөгө, катышуу үчүн тийиштүү укуктук инструменттерди кабыл алууну жана ишке ашырууну колдоо аркылуу жеке жана мамлекеттик сектордо потенциалды өнүктүрүүгө жана ишенимди бекемдөөгө багытталышы керек. Эл аралык санариптик соода платформалары компанияларга бизнесин чек арадан кеңейтүү үчүн уникалдуу мүмкүнчүлүктөрдү берет. Бул платформалардын өзгөчөлүктөрүн түшүнүү жана алардын функционалдуулугун натыйжалуу пайдалануу компанияларга дүйнөлүк рынокто ийгиликке жетишүүгө мүмкүндүк берет.

Демек, санариптик эл аралык соода ири корпорациялардын да, чакан бизнестин да көңүлүн өзүнө буруп, заманбап дүйнөлүк экономиканын ажырагыс бөлүгү болуп калат. Бул илимий макалада биз эл аралык соода процесстерин жеңилдетүү жана оптималдаштыруу үчүн иштелип чыккан ар кандай чет элдик платформаларды карап чыктык. Биз ошондой эле алардын өзгөчөлүктөрүн, артыкчылыктарын жана кемчиликтерин талдап чыктык, ошондой эле бул платформаларды өз максаттары үчүн колдонууну каалаган ишкерлер үчүн сунуштарды бердик. Санариптик эл аралык соода үчүн чет элдик платформалар чек арадан бизнести кеңейтүү үчүн күчтүү курал болуп саналат . Платформаны туура тандоо жана анын мүмкүнчүлүктөрүн натыйжалуу пайдалануу дүйнөлүк рынокто компаниянын ийгилигине жана гүлдөп-өсүшүнө салым кошо алат.

Адабияттар тизмеси

1. Гущин Е.С. и др. Требования к регистрации национальных доменных имен // Мониторинг актуальных событий в области международной торговли. № 31. 19.06.2019. С. 7. [Электронный ресурс] Режим доступа: [https://www.vavt.ru/%20materials/site/b4986f24c2565a974325841e003cf4ce/\\$file/Monitoring_31.pdf](https://www.vavt.ru/%20materials/site/b4986f24c2565a974325841e003cf4ce/$file/Monitoring_31.pdf)
2. Темпы роста мировой экономики будут замедляться до конца 2023 года, повышая риск «жесткой посадки» экономики развивающихся стран [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.vsemirnyjbank.org/ru/news/press-release/2022/01/11/global-recovery-economics-debt-commodity-inequality>
3. Смирнов, Е.Н. Стратегии развития международного менеджмента в условиях глобализации: коллективная монография [Текст] / Е.Н. Смирнов и др. - Ставрополь: Логос, 2019. - 301 с.
4. Екимова К.В. Цифровая экономика и искусственный интеллект: новые вызовы современной мировой экономики: монография [Текст] / К.В.Екимова и др. - М.: Издательский дом ГУУ, 2019. - 180 с.
5. Осипов, Ю.М. Цифровая платформа как институт эпохи технологического прорыва [Текст] /Ю.М. Осипов, Т.Н. Юдина, И.З. Гелисханов // Экономические стратегии. - 2018. - № 5 (155). - С. 22—29.

УДК: 004.67

DOI:10.56634/16948335.2024.3.815-825

Young-Sang Choi¹, Samara Abdieva²

¹ Kyrgyz national university n.a.J.Balasagyna, Bishkek, Kyrgyz Republic
² Kyrgyz state technical university n.a. I. Razzakov Bishkek, Kyrgyz Republic
e-mail: a_sama09@mail.ru

Йонг Санг Чо¹, Самара Абдиева²

¹Ж.Баласагын атындагы кыргыз улуттук университети ²И. Раззаков атындагы КМТУ
Бишкек, Кыргыз Республикасы
¹ Кыргызский национальный университет им. Ж. Баласагына
² Кыргызский Государственный технический университет им. И. Раззакова
Бишкек, Кыргызская Республика

IMPLEMENTATION OF ADVANCED LEVEL DATA VISUALIZATION PROGRAM USING PYTHON FOR UNIVERSITY STUDENTS TO BECOME DATA SCIENTISTS

ЖОГОРКУ ДЕҢГЭЭЛДЕГИ МААЛЫМАТТАРДЫ ВИЗУАЛДАШТЫРУУ ПРОГРАММАСЫН СТУДЕНТТЕР ҮЧҮН PYTHON МЕНЕН ИШКЕ АШЫРУУ

ВНЕДРЕНИЕ ПРОГРАММЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ ПРОДВИНУТОГО УРОВНЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ PYTHON ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Бул макала маалымат илимпозу болгусу келген студенттер үчүн жазылган, макала үч бөлүктөн турат.

Биринчи бөлүгүндө маалыматтарды визуалдаштыруунун аныктамасы, иштеп чыгуу процесси, принциптери жана маалыматтарды визуалдаштыруунун көрсөтмөлөрү кыскача сүрөттөлгөн.

Экинчи бөлүгүндө кеңири колдонулган эки өлчөмдүү графиктер сүрөттөлөт.

Үчүнчү бөлүгүндө өнүккөн деңгээлдеги ар кандай визуалдаштыруу программалары, мисалы, тексттер жана символдор менен графиктерди аннотациялоо, 3D графиктерди ишке ашыруу, географиялык карталар боюнча маалыматтарды ишке ашыруу, акыры тексттик маалыматтарды жана сүрөттөрдү визуалдаштыруу программалары сүрөттөлгөн.

Экинчи жана үчүнчү бөлүктөрдө киргизилген программалар python программасында ишке ашырылган, программанын мазмунунун маанилүү бөлүктөрү гана алынган.

Түйүндүү сөздөр: маалымат илими, маалыматтарды визуалдаштыруу, маалымат илимпозу, визуалдаштыруу принциби, маалыматтардын тарыхын айтуу.

Эта статья написана в трех частях для студентов, которые хотят стать специалистами по обработке данных.

В первой части было кратко описано определение визуализации данных, процесс разработки, принципы и рекомендации по визуализации данных.

Во второй части описаны различные двухмерные графики, которые широко используются.

В третьей части были описаны различные программы визуализации продвинутого уровня, такие как аннотирование графиков текстами и символами, реализация 3D-графиков, реализация данных на географических картах и, наконец, программы визуализации текстовых данных и графических данных.

Программы, представленные во второй и третьей частях, были реализованы на python, были извлечены только важные части содержимого программы.

Ключевые слова: наука о данных, визуализация данных, data scientist , принцип визуализации, рассказывание историй данных.

This article is written in three parts for college students who want to become data scientists.

In the first part, the definition of data visualization, development process, principles and guidelines of data visualization were briefly described.

In the second part, various two-dimensional graphs that are popularly used are described.

In the third part, various advanced-level visualization programs, such as annotating graphs with texts and symbols, implementing 3D graphs, implementing data on geograph maps, and finally text data and image data visualization programs were described.

The programs introduced in the second and third parts were implemented in python, only important parts of the program contents were extracted.

Key words: data science, data visulization, data scientist , visualization principle , data storytelling.

1. Introduction

1.1 Introduction to Data Science and Data Scientists

Data science is a multidisciplinary approach to finding, extracting, and surfacing patterns in data through a convergence of analytical methods, domain expertise, and technology. This approach typically includes the fields of data mining, forecasting, machine learning, predictive analytics, statistics, and text analytics.

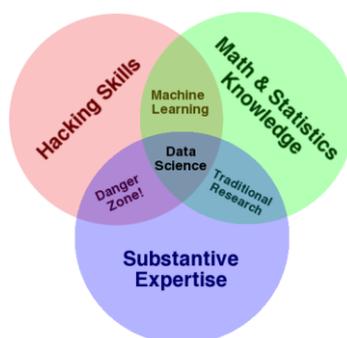


Fig1 : The Data Science Venn Diagram

The best existing definition of data science is a data science Venn diagram first published by Drew Conway on his blog in September 2010.

A data scientist is a profession that requires a range of technical and domain-based skills to manage and analyze data to solve business problems. A good data scientist can spot trends and patterns in data and knows how to use data to produce useful and actionable results.

1.2 Definition of Data Visualization and Data Storytelling

(1) What is Data Visualization?

Data visualization is the graphical representation of information and data. By using visual elements like charts, graphs, and maps, data visualization tools provide an accessible way to see and understand trends, outliers, and patterns in data.

In the world of Big Data, data visualization tools and technologies are essential to analyze massive amounts of information and make data-driven decisions

(2) Data visualization and Big data

Big data visualization is becoming an invaluable tool for making sense of the trillions of rows of data generated daily. Data visualization helps to tell stories by curating data into a form easier to understand, highlighting the trends and outliers.

Effective data visualization is a delicate balancing act between form and function.

The data and the visuals need to work together, and there's an art to combining great analysis with great storytelling

(3) What is data storytelling?

Data storytelling is translating data analyses into understandable terminologies in order to influence a business decision or action. Data analysis does focus on creating valuable insights from data to give further context and understanding to an intended audience.

Data storytelling is a skill often associated with data science and business analytics in the rise of digital business and data-driven decision-management. This is to connect the dots between sophisticated data analyses and decision-makers who might not have the skills to interpret the data.

1.3 Stages of Visualization Development

(1) Early 20th Century

- . Popularity known as the modern dark ages for data visualization.
- . Statisticians were increasingly concerned with exact numbers and considered the image to be overly inaccurate.

(2) Mid and Late 20th Century : Modern Day Data Visualization

- . The rebirth of data visualization' brought on by the emergence of computer processing

(3) Current Trends with a View to The Future

- . The Science and art of data visualization are being refined continuously with modern platforms such as R , Python and Tableau
- . At the same time, consumers are knowledgeable about designs.
- . Computer scientists also use it to explore advancements in AI(artificial intelligence)
- . VR data visualization opens the door to several possibilities in AI and smartphones

1.4 Big data processing steps

Big data processing steps are different for each data scientist or company, but this article cites the 6 steps defined as follows.

| Step 1 | Step 2 | Step 3 | Step 4 | Step 5 | Step 6 |
|-----------------------------|------------------------|-------------------|------------------------|----------------------|---------------------------|
| Definition of Big data sets | Collection of Big data | Store of Big data | Processing of Big data | Analysis of Big data | Visualization of Big data |

1.5 Visualization principles

(1) Visualization principles

The following are visualization principles excerpted from 'Better data visualization'

a) Five Guidelines For Better Data Visualization

Practical visualization can be achieved by following the five guidelines below.

- | | | |
|------------------------------|-----------------------|------------------------------------|
| 1) Show the Data | 2) Reduce the Cluster | 3) Integrate the Graphics and Text |
| 4) Avoid the Spaghetti Chart | 5) Start with Gray | |

b) Developing a Data Visualization Style

A comprehensive data visualization style guide breaks down the parts of graphs, charts, and tables to demonstrate best practices and strategies to design and style your charts. Elements like font and color, the widths of lines and style gridlines, and the use of tick marks are all choices that determine whether a graph is clear, engaging, and consistent or whether it is not.

- | | | |
|---------------------------|---|---------------------------------------|
| 1) The Anatomy of a Graph | 2) Color Palettes | 3) Defining Fonts for the Style Guide |
| 4) Exporting Images | 5) Accessibility, Diversity & Inclusion | 6) Putting it All Together |

1.6 Data Visualization Solutions

(1) Commercial Visualization Solutions

The following is a list of 12 Best Data Visualization commercial tools in 2023.

- | | | | | |
|---------------|----------------|-----------------------|--------------|-------------------------|
| 1. Tableau | 2. Looker | 3. Zoho Analytics | 4. Sisense | 5. IBM Cognos Analytics |
| 6. Qlik Sense | 7. Domo | 8. Microsoft Power BI | 9. Klipfolio | 10. SAP Analytics Cloud |
| 11. Yellowfin | 12. Whatagraph | | | |

(2) Python and libraries

The listed below are various libraries that support the Python language.

| |
|---|
| Matplotlib, Seaborn, Plotnine(ggplot), Bokeh, pygal, Plotly, geoplolib, Gleam, missingno, Leather, Altair, Folium |
|---|

(3) Introduction to major libraries with Python

a) Matplotlib [<https://matplotlib.org/>]

Matplotlib is a comprehensive library for creating static, animated, and interactive visualizations in Python. Matplotlib makes easy things easy and hard things possible.

- . Create publication quality plots.
- . Make interactive figures that can zoom, pan, update.
- . Customize visual style and layout.

b) Seaborn [<https://seaborn.pydata.org/>]

Seaborn is a Python data visualization library based on matplotlib. It provides a high-level interface for drawing attractive and informative statistical graphics.

c) Basemap [<https://matplotlib.org/basemap/>]

The matplotlib basemap toolkit is a library for plotting 2D data on maps in Python. Basemap provides the facilities to transform coordinates to one of 25 different map projections. Matplotlib is then used to plot contours, images, vectors, lines or points in the transformed coordinates. Shoreline, river and political boundary datasets are provided, along with methods for plotting them.

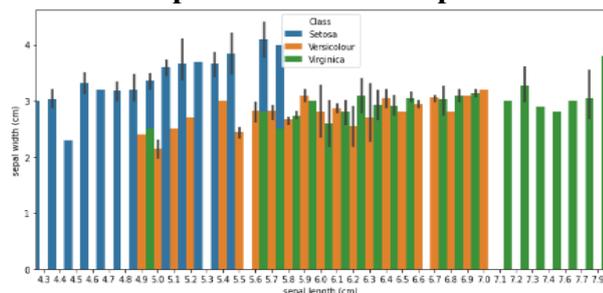
2. Implementing the useful used 2 Dimensional Graphs

2.1 Overview

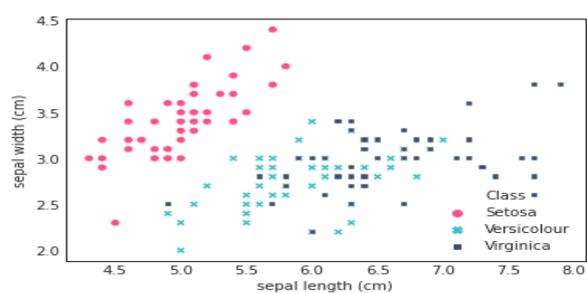
The following contents introduce graphs and used libraries that are popularly used in 2D visualization, and are described by extracting only the main parts of the program.

| | |
|--|---|
| <pre>. import numpy as np . import pandas as pd . import matplotlib.pyplot as plt . import matplotlib as mpl</pre> | <pre>. import plotly.express as px . import plotly.graph_objects as go . import seaborn as sns . from sklearn.datasets import load_iris</pre> |
|--|---|

2.2 Bar Graph and Scatter Graph



[Fig2 : Barplot Graph]



[Fig3 : Scatterplot Graph]

(1) Barplot Graph

[Abbreviated Contents]

```
sns.barplot(data=iris,x='sepal length (cm)', y='sepal width (cm)', hue="Class", width=1.5)
```

(2) Scatter Graph

[Abbreviated Contents]

sns.scatterplot(x='sepal length (cm)', y='sepal width (cm)', data=iris, hue='Class', style='Class')

2.3 Pie Graph and Waterfall Graph



[Fig4 : Pie Graph]

[Fig5 : Waterfall Graph]

(1) Pie Graph

This pie graph is a visualization chart showing the proportions of each part to the whole fruit.

[Abbreviated Contents]

```
colors = ['#ff9999', '#ffc000', '#8fd9b6', '#d395d0', '#d0bbff', '#fffea3']
```

```
wedgeprops={'width': 0.7, 'edgecolor': 'w', 'linewidth': 5}
```

```
fruit_pie = df_fruit.plot.pie(figsize = (6,6), autopct = '%.1f%%', startangle = 90, counterclock = False,
```

```
explode=explode_value, colors=colors, wedgeprops=wedgeprops)
```

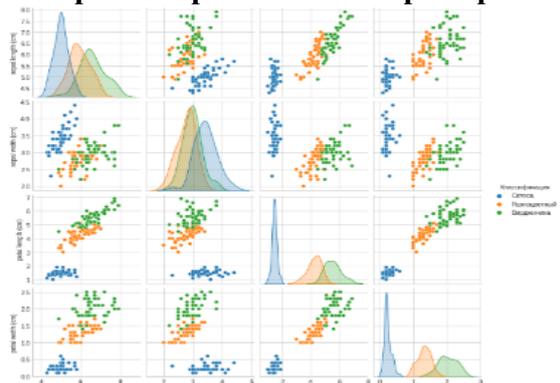
(2) Waterfall Graph

This waterfall chart shows how fruit values can be affected by the cumulative effect of sequential positive and negative values for payout.

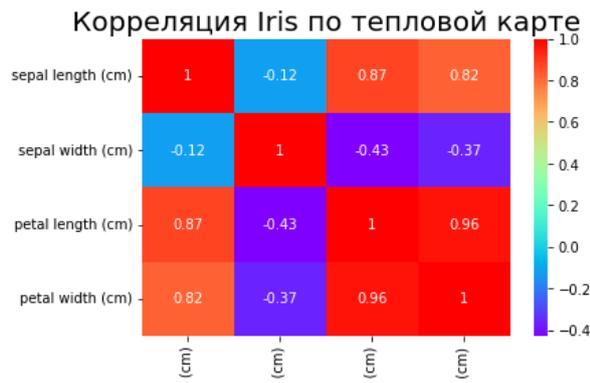
[Abbreviated Contents]

```
fig = go.Figure(go.Waterfall( name = "20", orientation = "v",
    measure = ["relative", "relative", "relative", "relative","relative", "relative","total", "relative",
"relative","relative", "relative", "total"],
    x = ["яблоко", "банан", "арбуз", "клубника", "Виноград", "Мандарин","Сумма Продаж",
"Покупки","арендовать","расходы на персонал","Транспортные расходы","выгода"],
    textposition = "inside",
    text = ["+25", "+10","+20","+23", "+10", "+12", "", "-40", "-20","-10","-10", ""],
    y = [25, 10, 20, 23, 10, 12, 0, -40, -20, -10, -10, 0] ))
fig.update_layout(title = "Продажи и расходы фруктового магазина")
```

2.4 Pairplot Graph and HeatmapGraph



[Fig6 : Pairplot Graph]



[Fig7 : Heatmap Graph]

(1) Pairplot Graph

This is a 2-dimensional graph visualization using pairplot (a function that can draw a graph that shows the relationship between columns at once).

[Abbreviated Contents]

```
iris = pd.DataFrame(iris.data, columns=iris.feature_names)
iris['Классификация'] = load_iris().target
iris['Классификация'] = iris['Классификация'].map({0: 'Сетоса', 1: 'Разноцветный',
                                                2: 'Вирджиника'})
sns.pairplot(iris, diag_kind = 'auto', hue = 'Классификация')
```

(2) Heatmap Graph

This is a 2-dimensional graph visualization using the IRIS data set as a base and a heatmap (this is a word that combines heat and map, a method that outputs visual graphics in the form of heat distribution on a certain image).

[Abbreviated Contents]

```
iris = pd.DataFrame(iris.data, columns=iris.feature_names)
iris['Class'] = load_iris().target
iris['Class'] = iris['Class'].map({0:'Setosa', 1:'Versicolour', 2:'Virginica'})
iris_corr = iris.drop(columns='Class').corr(method='pearson')
sns.heatmap(iris_corr, xticklabels = iris_corr.columns, yticklabels = iris_corr.columns,
            cmap = 'rainbow', annot = True)
plt.title('Корреляция Iris по тепловой карте', fontsize=20)
```

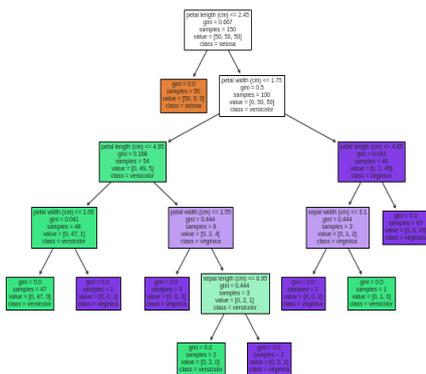
3. Implementing advanced level graphs

3.1 Overview

These are advanced data visualization programs and are graphs implemented using the following various functions and libraries.

| | |
|---|--|
| <pre>. import numpy as np . import pandas as pd . import seaborn as sns . import matplotlib.pyplot as plt . import matplotlib as mpl . from mpl_toolkits import mplot3d . from mpl_toolkits.mplot3d import Axes3D . from mpl_toolkits.basemap import Basemap . import plotly.express as px . from sklearn.tree import DecisionTreeClassifier . from wordcloud import WordCloud, STOPWORDS . from skimage.filters import difference_of_gaussians</pre> | <pre>. from sklearn import tree . from PIL import Image . import wikipedia . import plotly.graph_objects as go . import networkx as nx . import skimage.data . from sklearn import datasets . from sklearn.metrics import accuracy_score . import re, io . from skimage import data, color, feature . from skimage import exposure, filters . from skimage.data import astronaut</pre> |
|---|--|

3.2 Decision Tree Graph and Various Annotations on Graphs



[Fig8 : Decision Tree Graph]

(1) Decision Tree Graph

This is based on the 'IRIS' data set and displayed in 3D using DecisionTreeClassifier of sklearn.tree.

[Abbreviated Contents]

X = iris.data

Y = iris.target

clf = DecisionTreeClassifier(random_state=1234)

model = clf.fit(X, Y)

text_representation = tree.export_text(clf)

with open("decision_tree.log", "w") as fout:

 fout.write(text_representation)

fig = plt.figure(figsize=(10,8))

tree.plot_tree(clf, feature_names=iris.feature_names, class_names=iris.target_names, filled=True)

(2) Graph with annotations and arrows attached

The title ("День нового года"), date, value, shape and direction of the arrow to be displayed on the graph are programmed.

[Abbreviated Contents]

```
ax.annotate("День нового года", xy=(date, value), xycoords='data',
           xytext=(50, -30), textcoords='offset points', arrowprops=dict(arrowstyle="->",
           connectionstyle="arc3,rad=-0.2"))
```

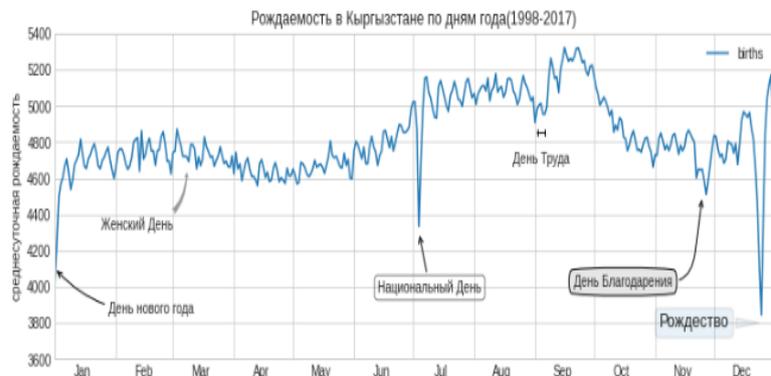
```
ax.annotate("НАЦИОНАЛЬНЫЙ День", xy=(date, value), xycoords='data',
           bbox=dict(boxstyle="round", fc="none", ec="gray"), xytext=(10, -40),
           textcoords='offset points', ha='center', arrowprops=dict(arrowstyle="->"))
```

```
ax.annotate('День Труда', xy=(date,value), xycoords='data', ha='center',
           xytext=(0, -20), textcoords='offset points')
```

```
ax.annotate(' ', xy=(date, value), xytext=(date, value),
           xycoords='data', textcoords='data', arrowprops={'arrowstyle': '|-|',
           widthA=0.2,widthB=0.2, })
```

```
ax.annotate("Женский День", xy=(date, value), xycoords='data',xytext=(-80, -40),
           textcoords='offset points', arrowprops=dict(arrowstyle="fancy", fc="0.6", ec="none",
           connectionstyle="angle3,angleA=0,angleB=-90"))
```

```
ax.annotate('День Благодарения', xy=(date, value), xycoords='data', xytext=(-120, -60),
           textcoords='offset points', bbox=dict(boxstyle="round4,pad=.5", fc="0.9"),
           arrowprops=dict(arrowstyle="->", connectionstyle="angle,angleA=0,angleB=80,rad=20"))
```

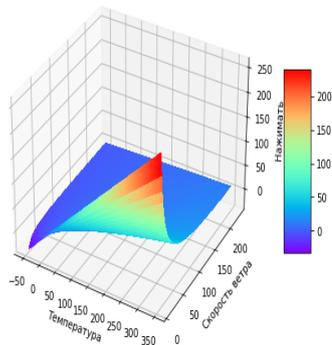


[Fig9 : Graph with annotations and arrows attached]

```
ax.annotate('Рождество', xy=(date, value), xycoords='data', xytext=(-30, 0),
            textcoords='offset points', size=13, ha='right', va="center", bbox=dict(boxstyle="round",
            alpha=0.1), arrowprops=dict(arrowstyle="wedge,tail_width=0.5", alpha=0.1));
ax.set(title='Рождаемость в Кыргызстане по дням года(date-date)',
       ylabel='среднесуточная рождаемость')
```

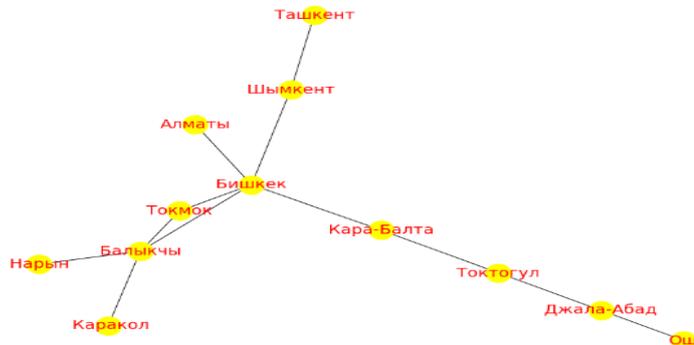
3.3 3D Graph using Meshgrid and Network Graphs

[Анализ среды эксперимента с использованием meshgrid]



[Fig10 : 3D Graph using Meshgrid]

[ОСНОВНАЯ ДОРОЖНАЯ КАРТА КЫРГЫЗСТАНА]



[Fig11 : Main Road in Kyrgyz]

(1) 3D Graph using laboratory data with Meshgrid

This is a 3D graph using the MESH function and laboratory data.

[Abbreviated Contents]

```
constant=??
```

```
x=np.linspace(-200, 200, 221)
```

```
x=x+????
```

```
y=np.linspace(10,231,221)
```

```
x,y=np.meshgrid(x,y)
```

```
z=constant*x/y
```

```
ax = fig.add_subplot(111,projection='3d')
```

```
surf = ax.plot_surface(x,y,z,rstride=2, cstride=2, cmap='rainbow', linewidth=0.5, antialiased=False)
```

```
ax.set_xlabel('Температура')
```

```
ax.set_ylabel('Скорость ветра')
```

```
ax.set_zlabel('Нажимать')
```

```
plt.title('[ Анализ среды эксперимента с использованием meshgrid ]', color = 'r', size=20)
```

```
fig.colorbar(surf,shrink=0.5,aspect=5)
```

(2) Visualize a Main Road in Kyrgyz using Network Graphs

This is a map of Kyrgyzstan's main roads using 'import networkx as nx'.

[Abbreviated Contents]

```
plt.rcParams["figure.autolayout"] = True
```

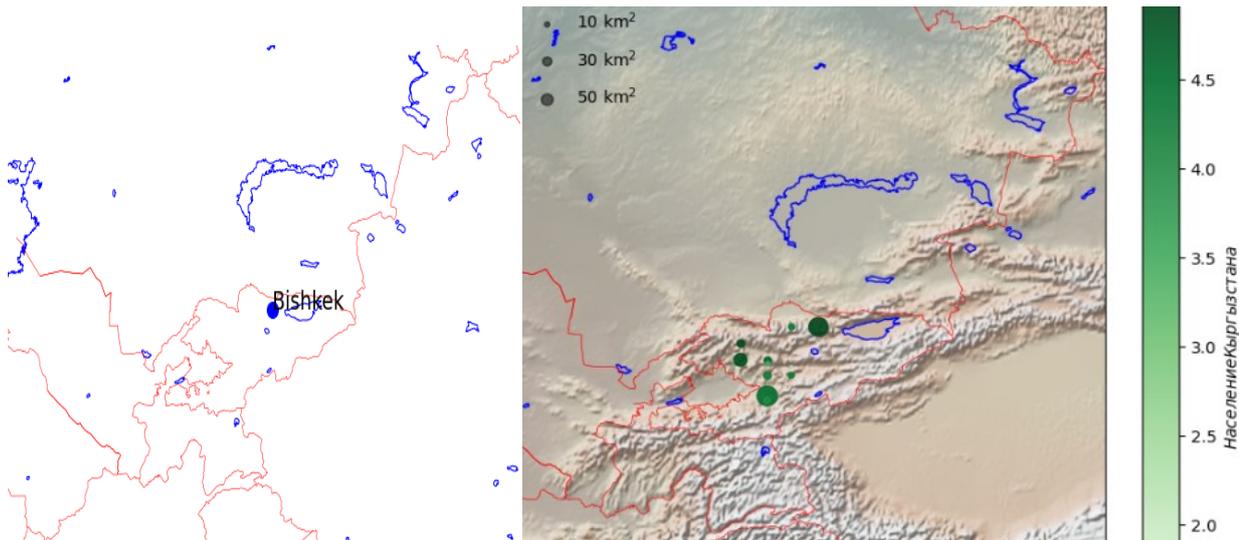
```
df = pd.DataFrame({'from': ['Бишкек', 'Токмок', 'Каракол', 'Бишкек', 'Бишкек', 'Шымкент', 'Бишкек', 'Балыкчы', 'Бишкек', 'Токтогул', 'Джала-Абад', 'Ош'],
                  'to': ['Токмок', 'Балыкчы', 'Балыкчы', 'Алматы', 'Шымкент', 'Ташкент', 'Балыкчы', 'Нарын', 'Кара-Балта', 'Кара-Балта', 'Токтогул', 'Джала-Абад']})
```

```
G = nx.from_pandas_edgelist(df, 'from', 'to')
```

```
nx.draw(G, with_labels=True, node_size=400, alpha=1, linewidths=10, font_size = 20, font_color = 'r', node_color = 'Yellow')
```

```
plt.title('[ ОСНОВНАЯ ДОРОЖНАЯ КАРТА КЫРГЫЗСТАНА ]', color = 'Blue', size=20)
```

3.4 Map Graph and Statistics Data Combined Map Graph



[Fig12 : White & Black map of Kyrgyzstan] [Fig13 : Kyrgyzstan Population on Color map]

(1) White & Black map of Kyrgyzstan

It also indicated the location of Kyrgyzstan and Bishkek by marking the boundaries and lakes with neighboring countries and setting the latitude and longitude of Kyrgyzstan.

[Abbreviated Contents]

```
map = Basemap(projection='merc', lat_0=42.00, lon_0=73.00, resolution = 'i',  
              urcrnrlat=50, llcrnrlat=35, llcrnrlon=60.0, urcrnrlon=90.0)
```

```
map.drawcoastlines(color='blue')
```

```
map.drawcountries(color='red')
```

```
map.drawmapboundary()
```

```
lon = 75.50
```

```
lat = 42.50
```

```
x,y = map(lon, lat)
```

```
map.plot(x, y, 'bo', markersize=12)
```

```
label = 'Bishkek'
```

(2) Kyrgyzstan Population on Color map

This is to distribute the population of Kyrgyzstan by major cities on a color map.

Demographics were made fictitious.

[Abbreviated Contents]

```
lat = cities['latd'].values
```

```
lon = cities['longd'].values
```

```
population = cities['population_total'].values
```

```
area = cities['area_total_km2'].values
```

```
fig = plt.figure(figsize=(8, 8))
```

```
m = Basemap(projection='lcc', resolution='i', lat_0=42, lon_0=75, width=1.8E6, height=2.20E6)
```

```
m.shadedrelief()
```

```
m.drawcoastlines(color='blue'), m.drawcountries(color='red'), m.drawstates(color='gray')
```

```
m.scatter(lon, lat, latlon=True, c=np.log10(population), s=area, cmap='Greens', alpha=0.5)
```

```
plt.colorbar(label=r'$Население Кыргызстана$')
```

```
plt.clim(1, 5)
```

3.6 Text graph and Image Data Visualized Graph



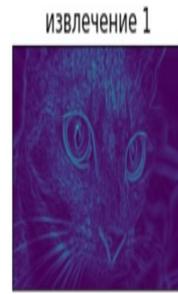
[Fig14 : Text Visualized Graph]



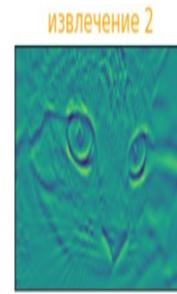
кошек



кошачьи черты



извлечение 1



извлечение 2



извлечение 3

[Fig15: Image Visualized Graph]

(1) Text Visualized Graph

This is a visualization of characters by web crawling with the theme of 'Kyrgyzstan'.

[Abbreviated Contents]

```
wiki = wikipedia.page('Kyrgyzstan')
```

```
text = wiki.content
```

```
text = re.sub(r'==.*?==+', '', text)
```

```
text = text.replace('\n', '')
```

```
def plot_cloud(wordcloud):
```

```
    plt.figure(figsize=(40, 30))
```

```
    plt.imshow(wordcloud)
```

```
wordcloud = WordCloud(width = 2000, height = 1000, random_state = 1,  
                      collocations = False, stopwords = STOPWORDS).generate(text)
```

```
plot_cloud(wordcloud)
```

(2) Image Data Visualized Graph

This involves extracting features and transforming images using various filters.

[Abbreviated Contents]

```
image = color.rgb2gray(data.chelsea())
```

```
hog_vec, hog_vis = feature.hog(image, visualize=True)
```

```
cat_chg1 = filters.sobel(image) #data.chelsea()
```

```
cat_chg2 = difference_of_gaussians(image, 2, 10, channel_axis=-1)
```

```
cat_hist = data.chelsea()
```

```
v_min3, v_max3 = np.percentile(cat_hist, (0.1, 10.0))
```

```
cat_chg3 = exposure.rescale_intensity(cat_hist, in_range=(v_min3, v_max3))
```

```
v_min4, v_max4 = np.percentile(cat_hist, (10.0, 30.8))
```

```
cat_chg4 = exposure.rescale_intensity(cat_hist, in_range=(v_min4, v_max4))
```

```
fig, ax = plt.subplots(1, 5, figsize=(18, 30), subplot_kw=dict(xticks=[], yticks=[]))
```

```
ax[0].imshow(image, cmap='gray'), ax[0].set_title('кошек', color = 'Green', size=15)
```

```
ax[1].imshow(hog_vis), ax[1].set_title('кошачьи черты', color = 'blue', size=15);
```

```
ax[2].imshow(cat_chg1), ax[2].set_title('извлечение 1', color = 'black', size=15);
```

```
ax[3].imshow(cat_chg2), ax[3].set_title('извлечение 2', color = 'orange', size=15);
```

```
ax[4].imshow(cat_chg3), ax[4].set_title('извлечение 3', color = 'red', size=15);
```

4. Research Results

This article described the principles of data visualization, and implemented various graphs handled at an advanced level using libraries such as seaborn, matplotlib, Basemap, sklearn, plotly, WordCloud, and network based on the Python language.

The main contents of a program are 3D graphs, arrows and text annotations on graphs, visualizing numerical data on color maps, visualizing the unstructured text data, and image data. This will be a helpful guideline for students who will become data scientists.

References

1. Python Data Science Handbook, by Jake VanderPlas, Released November 2016
2. Deep Learning for Vision Systems, Mohamed Elgendy
October 2020 ISBN 9781617296192 480 pages printed in black & white
3. Better Data Visualizations: A Guide for Scholars, Researchers, and Wonks,
by Jonathan Schwabish (Author)
4. Storytelling with Data: A Data Visualization Guide for Business Professionals 1st Edition
by Cole Nussbaumer Knaflic (Author)
5. A thorough introduction to Python for data analysis
by Eunseok Choi , Wikibooks, February 25, 2021
6. Visual Miscellaneum: The Bestselling Classic, Revised and Updated: A Colorful Guide to the
World's Most Consequential Trivia Flexibound – October 23, 2012, Wiley
7. Big data visualization method and visualization process
Oh Jae-hoon. Kim Doo-jin. Kim Jong-dal, Korean Multimedia Society Journal
8. <https://matplotlib.org/>
9. <https://seaborn.pydata.org/>
10. <https://matplotlib.org/basemap/>

УДК 004.383.3

DOI:10.56634/16948335.2024.3.826-833

А.Ш. Карабеков¹, Э.Ж. Бирисманов²

¹Кыргыз Республикасынын Улуттук Илимдер Академиясы

²И.Раззаков ат. КМТУ

Бишкек, Кыргыз Республикасы

¹Национальная Академия Наук Кыргызской Республики

²КГТУ им. И.Раззакова

Бишкек, Кыргызская Республика

A.Sh. Karabekov¹, E.Zh. Birismanov²

¹National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic

²I. Razzakov KSTU

Bishkek, Kyrgyz Republic

Altynbek-karabekov@mail.ru ebirismanov@mail.ru

ЭЛЕКТРОННОЕ НАБЛЮДЕНИЕ КАК ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРАВООХРАНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

ЭЛЕКТРОНДУК БАЙКОО КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН УКУК КОРГОО ОРГАНДАРЫ ҮЧҮН КӨМӨКЧҮ КУРАЛЫ

ELECTRONIC SURVEILLANCE AS AN AUXILIARY TOOL FOR LAW ENFORCEMENT AGENCIES OF THE KYRGYZ REPUBLIC

Макалада жазык-процессуалдык, ыкчам-издөө жана жазыктык-укуктук таасир көрсөтүүнүн башка чараларында электрондук байкоону колдонуудагы критерийлери камтылып, ал укук коргоо органдарынын ишинин натыйжалуулугун жогорулатууга, Кыргыз Республикасынын финансылык бюджетин үнөмдөөнү камсыз кылууга жана коррупциялык көрүнүштөрдү жоюуга өбөлгө түзөт. Электрондук байкоо жүргүзүү ыкчам-тергөө иш-чаралары жүргүзүлүүдө жана коомдон обочолотуу менен байланышпаган кылмыштык жазалардын жана кылмыш-жаза укуктук таасир көрсөтүүнүн мажбурлоо чараларынын аткарылышын көзөмөлдөөнүн жана контролдоонун милдеттүү элементи болуп калышы мүмкүн, алар өлкөнүн укук коргоо органдарынын ишин бир кыйла жеңилдетүүгө алып келет.

Түйүндүү сөздөр: электрондук байкоо, укук коргоо органдары, ыкчам-издөө иш-чаралары, программалык камсыздоо, электрондук-техникалык түзүлүш, атайын тергөө аракеттери, мыйзамдар, геолокация, аралыктан байкоо жүргүзүү, мобилдик тиркемелер.

Данная статья содержит ориентиры применения электронного наблюдения в уголовно-процессуальных, оперативно-розыскных и иных мерах уголовно-правового воздействия, которая способствует к повышению эффективности работы правоохранительных органов, обеспечит значительную экономию финансового бюджета Кыргызской Республики и исключит коррупционные проявления. Электронное наблюдение в будущем может стать обязательным элементом надзора и контроля за подозреваемыми и осужденными, в отношении которых проводятся оперативно-следственные мероприятия, исполняются наказания, не связанные с изоляцией от общества, ощутимо облегчающие деятельность правоохранительных органов страны.

Ключевые слова: электронное наблюдение, правоохранительные органы, оперативно-розыскные мероприятия, программное обеспечение, электронно-техническое устройство, специальные следственные действия, законодательство, геолокация, дистанционное отслеживание, мобильные приложения.

This article contains criteria for the use of electronic surveillance in criminal procedural, operational investigative and other measures of criminal legal impact, which contributes to improving the efficiency of law enforcement agencies, to ensure savings in the financial budget of the Kyrgyz Republic and to eliminate corruption manifestations. Electronic surveillance can become an obligatory element of supervision and control over suspects and convicts, in respect of whom operational investigative measures are being carried out, punishments are being carried out that are not related to isolation from society and facilitate the activities of law enforcement agencies in the country.

Key words: *electronic surveillance, law enforcement agencies, operational investigative measures, software, electronic technical device, special investigative actions, legislation, geolocation, remote tracking, mobile applications.*

Основной задачей, стоящей перед правоохранительными органами Кыргызской Республики, является охрана общественного порядка, борьба с преступностью, предупреждения деструктивных проявлений, а также исполнение уголовных наказаний и принудительных мер уголовно-правового воздействия в отношении обвиняемых и осужденных.

Законодательством Кыргызской Республики предусмотрены различные нормативно-правовые и подзаконные акты, регламентирующие деятельность правоохранительных органов.

Однако на сегодняшний день у сотрудников правоохранительных органов периодически возникают трудности при проведении некоторых уголовно-процессуальных, оперативно-розыскных, надзорных и иных мероприятий в отношении потенциальных преступников. Это связано с тем, что на вооружении соответствующих органов и ведомств не имеются надлежащих вспомогательных специальных средств для полноценного предупреждения и отслеживания преступности.

В целях усовершенствования правоохранительных функции, а также процесса цифровизации, современный мир требует вооружить все правоохранительные органы Кыргызской Республики инновационными средствами электронного дистанционного наблюдения, путем применения электронно-технических устройств.

Так, осуществление уголовно-процессуальных, оперативно-розыскных и иных принудительных мер уголовно-правового воздействия может облегчить нагрузку на силовые органы и ведомства нашей страны.

Под электронным средством наблюдения понимается применение соответствующими подразделениями правоохранительных органов и ведомств электронно-технических устройств в качестве дополнительного способа надзора и контроля за соблюдением общественной безопасности.

С какой бы целью ни велось наблюдение, оно заключается в скрытом сборе информации. В настоящее время область электронного слежения можно разделить на две категории: прослушивание, служащее для регистрации речи, и видеослежение, позволяющее также регистрировать изображение.

В свою очередь устройства прослушивания подразделяются на два семейства: прослушивающие устройства, устанавливаемые в определенном помещении, и устройства телефонного прослушивания, служащие для перехвата переговоров конкретного лица.

Устройства видеонаблюдения предназначены для передачи изображений наблюдаемых помещений и это весьма непростая задача.

Помимо основных имеются и вспомогательные задачи, в частности, такие, как наблюдение за перемещением транспортного средства, человека или предмета.

Несмотря на разнообразие, все формы слежения решают общие задачи. Когда речь заходит о наблюдении, сразу представляется прослушивание бесед окружающих вас людей

либо разговоров по телефонным линиям, либо скрытое наблюдение при помощи видеокамеры. Но этим не исчерпывается данная область.

Все более актуальным становится наблюдение за информационными каналами, или определенным объектом, или транспортным средством.

Система наблюдения за объектом или транспортным средством состоит из передатчика и приемника, позволяет следить за удалением предмета, человека или транспортного средства и работает следующим образом. Передатчик закрепляется на предмете или человеке, приемник находится в распоряжении человека, ведущего наблюдение. Через определенные запрограммированные вами интервалы передатчик передает приемнику закодированный сигнал. Как только приемник перестает принимать сигнал из-за увеличивающегося расстояния до передатчика или по каким-то другим запрограммированным вами причинам, он подает звуковой и/или световой тревожный сигнал.

Несмотря на свои богатые возможности, как передатчик, так и приемник имеют несложную конструкцию. Одна часть схемы используется дважды благодаря функции переключения режима работы.

Согласно техническим характеристикам, электронное наблюдение включает в себя:

1) дистанционное отслеживание реального географического местоположения электронного устройства (геолокация), закрепленного за отдельными лицами в режиме реального времени;

2) визуальную и голосовую идентификацию;

3) контрольные звонки от правоохранительных органов;

4) контроль несанкционированного снятия и вскрытия корпуса технического устройства;

5) тревожная сигнализация о помощи и многие другие функции необходимые для охраны общественного порядка или защите интересов общества.

Также под техническим средством понимаются программные и технические средства, предназначенные для электронного наблюдения, обеспечивающие бесперебойную связь с лицами за которыми закреплены устройства и дистанционное наблюдение за их передвижением в течение установленного законом времени.

Данный механизм является абсолютно новым в Кыргызской Республике, но в тоже время успешно используется во многих странах мира. Одним из главных достоинств данного контроля является возможность круглосуточного отслеживания перемещений объектов наблюдения. В случае нарушения ограничений, обязательств или других требований, а также в случаях необходимости подачи сигнала о помощи сотрудники правоохранительных органов смогут моментально реагировать, отслеживать и проводить другие сопутствующие мероприятия, тем самым предупреждать заблаговременно потенциальные нарушения закона, снизить уровень криминогенности, предупредить совершения новых преступлений, а также сопроводить процессуальные и оперативно-розыскные мероприятия до логического завершения.

В этой связи, имеется необходимость внести изменения в действующие нормативно-правовые акты Кыргызской Республики в части применения электронного наблюдения не только за обвиняемыми или осужденными, но и в качестве вспомогательного инструмента в решении задач, поставленных перед правоохранительными органами.

Одним из эффективных средств электронного наблюдения является электронно-технические средства в виде браслета или устройства (датчик, маячок) подачи сигнала о местонахождении объекта. Применение электронного наблюдения является эффективным средством сдерживания преступного поведения и послужит хорошим инструментом снижения совершения повторного преступления и повышения общественной безопасности.

Электронный браслет - электронное устройство, используемое полицией для подконтрольного лица, находящегося под домашним арестом, либо осужденного к наказанию в виде ограничения свободы с целью его дистанционной идентификации и

отслеживания его местонахождения, предназначенное для длительного ношения на теле и имеющее встроенную систему контроля несанкционированного снятия и вскрытия корпуса.

Конструкционно электронный браслет состоит из герметичного корпуса с электронными компонентами, двух ремней и комплекта замка. В большинстве случаев носится на голени, поэтому по-английски - ankle monitor.

Через определённые интервалы времени подобный браслет посылает сотрудникам правоохранительных органов, следящим за деятельностью носящего браслет правонарушителя, радиочастотный сигнал, содержащий информацию о его перемещениях; если границы разрешённой ему для посещения зоны будут нарушены, контролирующие органы получают сигнал. Электронные браслеты также всегда снабжаются специальной защитой, предупреждающей представителей власти о попытке снять его самостоятельно.

Если посмотреть историю, то электронный браслет впервые был опробован на преступнике в 1983 году. Большинство случаев его применения на территории США, также он приобрёл относительную популярность в Великобритании.

В целях реализации, утвержденной ФСИН России 28 августа 2010 года, «Концепцией создания и внедрения системы электронного мониторинга лиц, подконтрольных учреждениям уголовно-исполнительной системы» было создано ФГУП ЦИТОС ФСИН России. Для решения поставленной задачи специалистами предприятия был детально изучен мировой опыт и проведены консультации со специалистами ФСИН России, что позволило в кратчайшие сроки наладить производство устройств, входящих в СЭМПЛ, их доставку в территориальные органы, проведение пусконаладочных работ и введение в эксплуатацию. В настоящее время СЭМПЛ эксплуатируется в 80 субъектах РФ и осуществляется надзор в отношении 11 229 подконтрольных лиц.

На сегодня органами внутренних дел Кыргызской Республики практикуют охранный ордер для жертв семейного насилия, который дает право жертве на физическую защиту от нарушителя за счет возможности вызова через телефонную (мобильную) связь на дом или другое место пребывания уполномоченных сотрудников правоохранительных органов. Использование электронного наблюдения за счёт электронно-технических устройств с встроенным датчиком тревоги или сигнале о помощи мог бы решить задачу с моментального оповещения и координации действий сотрудников.

Технические возможности электронно-технических устройств имеют доступность оповещать жертву о возможном приближении нарушителя и принятие заблаговременных мер по безопасности, за счёт отдаления от места возможной встречи. Также, вышеуказанные устройства имеют осуществимость удаленного определения по потоку потенциального носителя устройства употребления наркотических и психотропных средств или алкогольных напитков.

Кроме этого, электронное наблюдение можно результативно использовать в осуществлении оперативно-розыскных мероприятий.

К примеру, проведения оперативного наблюдения за лицом, отслеживание перемещения объекта или вещи (автомобили, посылки, грузы), проведения контролируемых поставок (проверочные поставки), проверочные закупы и многие другие оперативно-розыскные мероприятия необходимые для сбора доказательной базы о причастности лиц к правонарушению или преступлению.

При этом, электронное наблюдение просто необходимо для осуществления программы государственной защиты свидетелей, оперативное внедрение агентурного аппарата в преступную среду и многие другие специальные следственные действия, которые не обходятся без применения электронно-технических устройств. Все вышеуказанные критерии, также относятся ко всем правоохранительным органам страны, спектр применения электронного наблюдения весьма значителен.

Вместе с тем, нельзя не отметить сферу исполнения наказаний в отношении осужденных, отбывающих наказания не связанных с изоляцией от общества, лиц, освободившихся по условно-досрочному освобождению, осужденных, отбывающих

наказания в колониях-поселения, а также при конвоировании и других мероприятий уголовно-правового воздействия (контроль выездов осужденных за пределы исправительных учреждений и другие).

Современные электронно-технические средства значительно зарекомендовали себя в части вспомогательного инструмента для правоохранительных органов и ведомств, буквально недавно Службой по борьбе с незаконным оборотом наркотиков при Министерстве внутренних дел Кыргызской Республики принят на вооружение беспилотный летательный аппарат способный осуществлять поиск мест произрастания наркотик-содержащих культур с высоты полета птиц, осуществления оперативного наблюдения за объектами, а также дистанционная съемка происходящих процессов без возможного подозрения преступников.

В сравнении с правоохранительной деятельностью, гражданский сектор уже довольно длительное время успешно практикует электронное наблюдение для облегчения жизни гражданам, созданы программные обеспечения и мобильные приложения позволяющие отслеживать перемещения общественного транспорта (Мой город – Мэрия города Бишкек), также муниципальными предприятиями планируют отслеживать маршруты вывоза мусора и место нахождения дворников, осуществляющих уборку на закрепленной территории. Следует отметить, что все службы такси и курьерские службы работают на платформах электронного наблюдения.

Зарубежный опыт показывает, что электронное наблюдение активно использовалось во время пандемии коронавирусной инфекции COVID-19 в периоды с 2019 по 2021 годы, где лица, зараженные инфекцией, находились под присмотром врачей в удаленном режиме. Почти у каждого современного родителя имеется мобильное приложение, которое позволяет отслеживать место нахождения и передвижение ребенка.

Вместе с тем, полученная информация в ходе проведения электронного наблюдения может, служит как доказательство и документирование образа жизни, поведения в обществе, создание психологического портрета поднадзорного лица, формирование законопослушного образа жизни, где привычные методы, как проведения профилактической беседы, осмотр, наблюдение, сравнение уходят в прошлое.

Кроме этого, практика все больше показывает, что тюремное заключение может быть не лучшим решением для обвиняемых по менее тяжким преступлениям. В местах лишения свободы они могут подвергнуться негативному влиянию со стороны спецконтингента, совершивших более серьезные преступления.

Электронное наблюдение может способствовать к исправлению преступникам или обвиняемым низкого риска, предупредить их от повторного правонарушения по сравнению с пребыванием в местах заключения. Помимо сохранения у обвиняемых и осужденных социальных связей, электронное наблюдение рассматривается как решение проблемы переполненности тюрем, следственных изоляторов и других мест содержания обвиняемых, подсудимых и осужденных.

Также, нельзя не отметить лиц ошибочно заключенных под стражу, виновны они или нет, но примерно от 1000 до 1500 человек постоянно находятся в следственных изоляторах Кыргызской Республики.

Некоторые лица, в действительности являются опасны для общества и должны быть изолированы, однако среди них имеются и лица, попавшие в заключение по преступлениям не большой тяжести, где зачастую в результате постоянного контактирования с преступными элементами возникает агрессия к обществу и государству в целом.

Потенциал электронного наблюдения может значительно зарекомендовать себя и в сфере здравоохранения, на сегодня многие пожилые люди проживают в одиночестве, социальное сопровождение всего сектора на значительном уровне почти невозможно, однако использование электронного наблюдения позволяет отслеживать дистанционно состояние потенциально больного или наблюдаемого лица. Инновационные технологии имеют исключительную возможность контроля жизненных показателей наблюдаемого, такие как:

- артериальное давление;
- частота сердечных сокращений;
- температура тела и многое другое.

Следует отметить, что лечащий врач может регулировать частоту проверки, назначения или предупреждения, рекомендация действий поднадзорного лица.

В общем электронно-технические средства контроля могут стать большим помощником в осуществлении дистанционного контроля за всеми поднадзорными лицами (обвиняемые, подсудимые, осужденные и другие), в связи с тем, что нагрузка на инспекторов, следователей, врачей в среднем варьируется от 50 до 100 человек на 1 одного сотрудника, которые физически не могут осуществлять контроль за всеми одновременно.

Уголовное судопроизводство требует контроль за поднадзорными лицами 24 часа в сутки непрерывно, соответственно контроль за более 100 лицами физически одновременно без использования значительных сил и средств невозможно, некоторые проверки включает в себя ночные и другие периоды жизнедеятельности, что может вызывать дискомфорт у поднадзорного лица, где применение электронно-технических средств контроля весомо облегчает контроль, становясь альтернативой лишения свободы, уменьшение затрат республиканского бюджета на горюче-смазочные материалы, задействование отдельных сотрудников и многое другое.

Одним из весомых преимуществ электронно-технических устройств, поднадзорное лицо начинает заниматься домашними делами, почти полностью отходит от криминального влияния, занятие оздоровлением, привыкание к самообслуживанию, поднятие интеллектуального уровня, совершенствования физической формы.

Однако, применение электронного наблюдения как мера пресечения может способствовать развитию коррупционного механизма судебных органов, перехода на вторичные позиции мер как: залог, домашний арест, подписка о невыезде, что является единственным минусом электронного наблюдения.

На практике все задержанные лица, предпринимают усиленные меры чтобы остаться на свободе, для решения вопросов с потерпевшими, поиска доказательной базы, сбора средств для возмещения ущерба, что может отразиться на коррупционной составляющей судебных органов.

В этой связи, при избрании меры пресечения должны быть четкие разграничения между статьями уголовных кодексов, кому может применяться, а кому нельзя применять дистанционное электронное наблюдение.

Также, одним из бюджетных и альтернативных вариантов электронного наблюдения может осуществляется за счет мобильных приложений установленные в смартфоны поднадзорного лица. На сегодня почти у каждого гражданина имеется гаджет с встроенными датчиками GPS-позиционирования, но сразу надо заметить большой недостаток, поднадзорное лицо может физически оставить гаджет дома, а сам находится в другом месте.

Министерство юстиции Кыргызской Республики проводит активную работу по анализу и оценке методологии использования электронных браслетов, которые предназначены для отслеживания местонахождения человека.

Ранее, Кабинетом министров Кыргызской Республики был инициирован соответствующий законопроект и внесен в Жогорку Кенеш Кыргызской Республики для рассмотрения.

В случае принятия парламентариями законопроекта о внедрении электронных браслетов в уголовный процесс, будут созданы условия цифровизации и оптимизации целого ряда аспектов в уголовном процессе и судопроизводстве, а именно:

- использования на практике электронных браслетов;
- меньше граждан будут содержаться под стражей (в т.ч. по менее тяжким делам и делам, не связанным с угрозой или применением насилия и т.д.);
- минимизируются последствия незаконного задержания при оправдании судом;
- снизится нагрузка на соответствующую инфраструктуру.

Стоит отметить, что электронные браслеты очень эффективны в противодействии семейному насилию, так как могут ограничить радиус приближения соответствующих лиц к определенным субъектам\лицам\территориям.

В случае принятия законопроекта, электронные браслеты и другие аналогичные электронные средства могут быть использованы на практике уже в 2024 году, не только в рамках реализации уголовно-исполнительного законодательства (в рамках электронного надзора через институт пробации), но также уже и в форме новой меры пресечения «электронное наблюдение».

При этом, согласно действующему законодательству электронные браслеты могут использоваться в уголовно-исполнительном производстве к уже осужденным лицам, так «электронный надзор – это надзор, осуществляемый органом пробации за соблюдением надзорных требований и исполнением пробационных обязанностей, возложенных судом на клиентов пробации, с применением электронно-технических устройств».

Тем не менее, применение электронного наблюдения требование времени, не использование современных технологий грозит деградации системы уголовного правосудия в последующем.

Применение электронного наблюдения может успешно реализовать себя во всех сферах жизнедеятельности, однако использование в деятельности правоохранительных органах оно первостепенно.

Подводя итоги, электронное наблюдение может помочь в решении многих задач, стоящих перед правоохранительными органами, сэкономить колоссальные финансовые средства республиканского бюджета, исключить человеческий фактор, при этом предупредить возможные коррупционные проявления. Жизненные реалии показывают, что современное общество зависит от электронно-технического прогресса, позволяющего облегчить жизнедеятельность человечества.

Список литературы

1. Уголовно-процессуальный кодекс Кыргызской Республики от 28 октября 2021 года №129 (В редакции Законов КР от 22 января 2024 года № 24). Режим доступа: <https://cbd.minjust.gov.kg/3-37/edition/2086/ru>
2. Уголовно-исполнительный кодекс Кыргызской Республики от 31 января 2017 года №17 (В редакции Закона КР от 28 октября 2021 года № 126). Режим доступа: <https://cbd.minjust.gov.kg/111528/edition/1285936/ru>
3. Закон Кыргызской Республики “Об оперативно-розыскной деятельности” от 16 октября 1998 года № 131 (В редакции Законов КР от 7 июля 2023 года № 134). Режим доступа: <https://cbd.minjust.gov.kg/138/edition/1288868/ru>
4. Лазарева, В.А. Доказывание в уголовном процессе: учебник для вузов / В.А. Лазарева. - 8-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2024. – 302 с. – ISBN 978-5-534-15772-7. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/535462> (дата обращения: 14.03.2024).
5. Кристиан Тавернье. Электронные средства для наблюдения и контрнаблюдения / К.Тавернье; Пер. с фр. Комарова М.А. – М.: НТ Пресс, 2007. – 192 с. – ISBN 978-5-477-00143-9.
6. Правила внутреннего распорядка исправительных учреждений уголовно-исполнительной системы Кыргызской Республики утвержденные Постановлением Правительства Кыргызской Республики от 22 августа 2018 года №379 (В редакции постановлений Правительства КР от 7 октября 2022 года № 545). Режим доступа: <https://cbd.minjust.gov.kg/12302/edition/1201174/ru>
7. Инструкция о порядке и условиях отбывания наказания в колониях-поселениях уголовно-исполнительной системы Кыргызской Республики утверждена постановлением Правительства Кыргызской Республики от 27 марта 2013 года №154

(В редакции постановлений Правительства КР от 7 октября 2022 года № 545). Режим доступа: <https://cbd.minjust.gov.kg/93762/edition/1201098/ru>

8. Оперативно-розыскная деятельность: учебник / К.К. Горяинов, В.С. Овчинский, Г.К. Синилов, А.Ю. Шумилов. – Москва, ИНФРА-М, 2004. – 848 с.
9. <https://ru.sputnik.kg/20230904/kyrgyzstan-mvd-konoplya-bespilotniki-1078332736.html>
10. <https://ru.sputnik.kg/20230603/bishkek-tazalyk-otslezhivanie-musorovozy-1075909777.html>
11. <https://bishkek.gov.kg/ru/post/26095>
12. <https://www.advgazeta.ru/ag-expert/advice/novaya-sistema-otslezhivaniya-kontaktov-zabolevshikh-covid-19-privedet-k-narusheniyu-prav-rossiyan/>
13. <http://minjust.gov.kg/ru/news/view/id/3457/>

ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 339.924: (075.8)

DOI:10.56634/16948335.2024.3.834-837

К.А. Ажекбаров, Т.К. Камчыбеков, Д.Дж. Амангельдиев

М. Рыскулбеков атындагы Кыргыз экономикалык университети, Бишкек,
Кыргыз Республикасы

Кыргызский экономический университет им. М. Рыскулбекова, Бишкек,
Кыргызская Республика

K.A. Azhekbarov, T.K. Kamchybekov, D.J. Amangeldiev

Kyrgyz Economic University named after. M. Ryskulbekov, Bishkek, Kyrgyz Republic
ajekbarov@gmail.com almazkr@mail.ru mail@mineconom.gov.kg

РОЛЬ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ В АКТИВИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЕВРАЗИЙСКОГО СЕТЕВОГО УНИВЕРСИТЕТА В РАМКАХ ЕАЭС

ЕАЭСТИН АЛКАГЫНДА ЕВРАЗИЯЛЫК ТАРМАКТЫК УНИВЕРСИТЕТТИН ИШМЕРДҮҮЛҮГҮН АКТИВДЕШТИРҮҮДӨ ТЕХНИКАЛЫК ЖОЖДОРДУН РОЛУ

THE ROLE OF TECHNICAL UNIVERSITIES IN THE ACTIVATION OF THE EURASIAN NETWORK UNIVERSITY WITHIN THE FRAMEWORK OF THE EAEU

Макалада Евразия тармактык университетинин ишмердүүлүгү каралган. Евразия тармактык университети 2022-жылы уюшулган, кыска убакыттын аралыгында университеттин уюштуруучулары жакшы натыйжаларга жетишкен. “Евразия экономикалык интеграция: теориясы менен практикасы” аттуу окуу куралын басып чыгарышты, Окуу куралында ЕАЭСтин интеграциялык процесси баяндалган. “Стратегиялык пландаштыруу жана макроэкономикалык прогноздоо: ЕАЭСтин теориялык негиздери жана иш тажрыйбасы” аттуу квалификацияны жогорутауу курсунун программасы иштелип чыкты. Азыркы учурда Евразия экономикалык союзунун жарандары үчүн “ЕАЭСтин экономикалык интеграциялык процесстери” аттуу магистрдик программа ишке кирүүдө.

***Түйүндүү сөздөр:** Евразиялык тармактык университет, окуу куралы, магистрдик программа, евразиялык интеграция, консорциум, жогорку окуу жайлары, борборлор, Евразия экономикалык комиссиясы.*

В работе рассмотрена деятельность Евразийского сетевого университета. Несмотря на то, что Евразийский сетевой университет создан в 2022 году, учредители Евразийского сетевого университета добились конкретных результатов. Издано учебное пособие «Евразийская экономическая интеграция: теория и практика», детально описывающее интеграционные процессы в ЕАЭС. Разработана программа повышения квалификации «Стратегическое планирование и макроэкономическое прогнозирование: теоретические основы и практика ЕАЭС». В настоящее время реализуется первая модельная магистерская программа «Экономика интеграционных процессов в Евразийском экономическом союзе» для граждан Евразийского экономического союза.

***Ключевые слова:** евразийский сетевой университет, учебное пособие, магистерская программа, евразийская интеграция, консорциум, высшие учебные заведения, центры, Евразийская экономическая комиссия.*

The paper examines the activities of the Eurasian Network University. Despite the fact that the Eurasian Network University was established in 2022, the founders of the Eurasian Network

University have achieved concrete results. The textbook "Eurasian Economic Integration: Theory and Practice" has been published, describing in detail the integration processes in the EAEU. A professional development program "Strategic planning and macroeconomic forecasting: theoretical foundations and practice of the EAEU" has been developed. Currently, the first model master's program "Economics of Integration Processes in the Eurasian Economic Union" is being implemented for citizens of the Eurasian Economic Union.

Key words: *Eurasian Network University, textbook, master's program, Eurasian integration, consortium, higher education institutions, centers, Eurasian Economic Commission.*

Международная практика показывает, что по мере углубления интеграционного взаимодействия, важное значение для развития рынка труда приобретают вопросы сопоставимости стандартов подготовки кадров в странах одного интеграционного блока, в том числе в рамках Евразийского экономического союза (далее –ЕАЭС).

Формирование общего образовательного пространства в ЕАЭС является важной стратегической задачей на перспективу. Это было подчеркнуто Президентом Российской Федерации В.В. Путиным во время заседания Высшего Евразийского экономического совета 25 мая 2023 г., который выступил с инициативой о расширении горизонта сотрудничества стран, предложив в рамках Союза добавить к четырем известным свободам, пятую - свободу знаний, которая могла бы реализована на основе общих принципов и стандартов образования.

Высокую значимость развития сферы профессионального образования в ЕАЭС обозначил в своем выступлении Президент Кыргызской Республики С.Н. Жапаров на заседании Высшего Евразийского экономического союза 25 декабря 2023 г., отметив необходимость уделить внимание развитию среднего профессионального образования в Союзе. Так как именно профессиональное образование и подготовка кадров по среднетехническим специальностям сейчас востребована на рынке труда Союза.

Необходимость реализации инициатив глав государств является задачей на перспективу, которая требует достаточно длительного времени для дальнейшего совершенствования правового поля Союза и дополнения действующей нормативной базы ЕАЭС в сфере профессионального образования.

Одним из возможных способов реализации V-свободы «свободы знаний» стало формирование научно-образовательных консорциумов вузов по областям специализации, которые могли бы стать фундаментом для сотрудничества научно-образовательных учреждений стран ЕАЭС для разработки совместных образовательных программ, направленных на совершенствование системы подготовки кадров в ЕАЭС.

Успешными примерами применения этой идеи стали созданные по инициативе вузов государств – членов ЕАЭС научно-образовательные консорциумы «Евразийский сетевой университет» (ЕСУ) и «Евразийская профессиональная школа» (ЕПШ), на базе которых продвигаются вопросы подготовки кадров для рынка труда Союза.

Инициатива создания ЕСУ получила одобрение в рамках Первого Евразийского экономического форума, который состоялся 26 мая 2022 г. в г. Бишкек. Ректоры ведущих вузов стран Союза признали значимую роль сетевых форм образования в развитии образовательного пространства ЕАЭС, подписали Меморандум о взаимопонимании по созданию Евразийского сетевого университета.

ЕСУ как инновационная форма эффективной организации сетевого взаимодействия научно-образовательных учреждений ЕАЭС представляет собой перспективный проект интеграции национальных образовательных систем высшего образования. Особенность ЕСУ заключается в его ориентации на профессиональную подготовку кадров для рынка трудовых ресурсов ЕАЭС на основе права Союза.

В соответствии с Положением о ЕСУ целью создания университета является утверждение его в качестве научно-образовательного и методического центра в области экономического, управленческого и технического образования.

В настоящий момент в состав ЕСУ входят более 30 ведущих вузов из всех государств Союза. За относительно короткое время ЕСУ проведена большая организационная и содержательная работа - сформирован состав Координационного совета ЕСУ, в который вошли ректора вузов, образован Секретариат ЕСУ на базе Государственного университета управления, обеспечивающий повседневную деятельность ЕСУ. В ЕСУ организованы следующие структурные подразделения, которые закреплены за образовательными организациями:

Центр научного сотрудничества - Армянский государственный экономический университет (г. Ереван, Армения);

Центр IT-технологий - Белорусский государственный университет (г. Минск, Беларусь);

Центр компетенций ЕСУ (депозитарий) - Кыргызский экономический университет им. М. Рыскулбекова (г. Бишкек, Кыргызстан);

Центр образовательных программ и методического обеспечения - Университет при Межпарламентской ассамблее ЕврАзЭС (г. Санкт – Петербург, Россия);

Центр стратегического развития и международного сотрудничества - Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова (г. Москва, Россия);

Центр цифровой энергетики и инженерии - Национальный исследовательский университет «МЭИ» (г. Москва, Россия).

Необходимо отметить, что Первый форум ЕСУ проведен в 2023 году в МГУ им. М.В. Ломоносова, посвященный концептуальным и практическим вопросам развития ЕСУ.

С точки зрения содержательной работы при поддержке вузов - участников ЕСУ в 2023 г. издано учебное пособие «Евразийская экономическая интеграция: теория и практика», детально раскрывающее вопросы интеграционных процессов в ЕАЭС. Учебное пособие предназначено для бакалавров, магистрантов, аспирантов, а также преподавателей вузов по направлениям: международные экономические отношения, государственное и муниципальное управление, международное право.

На базе ЕСУ в 2024 г. была запущена программа дополнительной профессиональной подготовки «Стратегическое планирование и макроэкономическое прогнозирование: теоретические основы и практика ЕАЭС», направленная на повышение квалификации специалистов государственных органов ЕАЭС.

Кроме того, вузами-участниками ЕСУ разработана модельная магистерская программа «Экономика интеграционных процессов Евразийского экономического союза». Реализация программы начнется в 2024 году на базе Государственного университета управления России по схеме двухлетней подготовки магистров в соответствии с самостоятельно устанавливаемым стандартом по направлению подготовки «Экономика».

Для подготовки специалистов по программам среднего профессионального образования в 2023 г. основан научно-образовательный консорциум «Евразийская профессиональная школа». Инициаторами создания Консорциума выступили Научно-исследовательский университет «Кыргызский экономический университет им. Мусы Рыскулбекова», Автономная некоммерческая организация высшего образования «Открытый гуманитарный институт» и Ошский государственный университет.

Целью создания консорциума ЕПШ является организационно-методическое сопровождение развития среднего профессионального образования в странах ЕАЭС через использование передовых практик и объединение усилий.

Ближайшие планы ЕПШ включают разработку образовательных программ, в том числе обучение молодежи из Кыргызской Республики в российских учебных заведениях по выделенным квотам, планов научно-исследовательских работ, создание специализированного журнала, работу по повышению финансовой и предпринимательской культуры среди студентов, организацию образовательного туризма на территории ЕАЭС.

По мнению экспертов, прогнозный объем работы для технических вузов-учредителей ЕСУ будет включать программы дополнительного профессионального обучения по

энергетике и искусственному интеллекту, в разработке которых возможно примет участие Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова. В перспективе в структуре ЕСУ на базе технических вузов планируется создать Центр искусственного интеллекта.

Таким образом, организация консорциумов научно-образовательных организаций ЕАЭС может быть эффективным механизмом для подготовки квалифицированных кадров для рынка труда Союза, а Евразийская экономическая комиссия выступит в качестве организатора деятельности Евразийского сетевого университета.

Список литературы

1. Евразийская экономическая интеграция: теория и практика: учебное пособие [Текст] / под ред. С.Ю. Глазьева. – М.: Издательство Проспект, 2024. - 643 с.
2. Международный научно-образовательный консорциум «Евразийский сетевой университет» [Текст] / под ред. С.Ю. Глазьева. - 2023, 7-25 стр.
3. Евразийский сетевой университет: возможности для продвижения V- свободы в Евразийском экономическом союзе [Текст] / К.Ажекбаров, Т.К. Камчыбеков, М.В. Сильвестров / Вестник ОшГУ. – 2024. - №2. - с.417-423.

УДК 37.013

DOI:10.56634/16948335.2024.3.838-844

Н.И. Наумкин, В.Ф. Купряшкин, А.В. Безруков

Н.П. Огарев атындагы Мордовия Улуттук илим изилдөөчү мамлекеттик университети,
430005 Саранск, Россия Федерациясы

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет
им. Н.П. Огарева», 430005, Саранск, РФ

N. I. Naumkin, V. F. Kupryashkin A. V. Bezrukov

National Research Mordovian State University named after N.P. Ogarev,
430005 Saransk, Russia

naumn@yandex.ru kupwf@mail.ru bezrukow157@yandex.ru

ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ К ИННОВАЦИОННОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В НАЦИОНАЛЬНОМ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ МОРДОВСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

МОРДОВИЯ МАМЛЕКЕТТИК УНИВЕРСИТЕТИНИН УЛУТТУК ИЗИЛДӨӨЧҮ ИННОВАЦИЯЛЫК ИНЖЕНЕРЛИК ИШМЕРДҮҮЛҮГҮНӨ СТУДЕНТТЕРДИ ДАЯРДООНУН ӨЗГӨЧӨЛҮКТӨРҮ

FEATURES OF PREPARING STUDENTS FOR INNOVATIVE ENGINEERING ACTIVITIES AT NATIONAL RESEARCH MORDOVIA STATE UNIVERSITY

Иште инновациялык инженердик ишмердүүлүктүн аныктамасы көрсөтүлүп, анын структурасы каралган. Ар бир өлкөнүн экономикасын өнүктүрүүдө бул иш-аракеттин мааниси ачылат. Москва мамлекеттик университетинде аткарылган иштердин ретроспективасы баяндалат. Н.П. Огаревдин мындай иштерге келечектеги инженерлерди даярдоо проблемасы боюнча изилдөөлөрү, илимде жана практикада аяктаган изилдөөлөрдү ишке ашыруудагы негизги жетишкендиктер көрсөтүлгөн. Берилген изилдөөлөрдүн натыйжалары боюнча маанилүү тыянактар чыгарылат жана аларды колдонуунун перспективалары белгиленет.

Түйүндүү сөздөр: инженердик инновациялык ишмердүүлүк, инновациялык продукт, компетенттүүлүк, усулдук система, билим берүү чөйрөсү, калыптандыруу.

В работе конкретизировано определение инновационной инженерной деятельности и приведена ее структура. Раскрыто значение этой деятельности в развитии экономики каждой страны. Описана ретроспектива выполненных в МГУ им. Н.П. Огарева исследований по проблеме подготовки будущих инженеров к такой деятельности. Представлены основные достижения по реализации выполненных исследований в науке и практике. Сделаны важные выводы по результатам представленных исследований и обозначены перспективы их использования.

Ключевые слова: инженерная инновационная деятельность, инновационный продукт, компетентность, методическая система, образовательная среда, формирование.

The work specifies the definition of innovative engineering activity and provides its structure. The significance of this activity in the development of the economy of each country is revealed. A retrospective of the work carried out at Moscow State University is described. N.P. Ogarev's research on the problem of preparing future engineers for such activities. The main achievements in the implementation of completed research in science and practice are presented. Important conclusions are drawn based on the results of the presented studies and prospects for their use are outlined.

Key words: engineering innovative activity, innovative product, competence, methodological system, educational environment, formation.

Инновационное развитие экономики каждой страны, включая РФ и ее вхождение в число стран с б технологическим укладом невозможно реализовать без инженерных кадров в полной мере владеющих инновационной инженерной деятельностью (ИИД) – творческой продуктивной деятельностью, результаты которой не только востребованы экономикой страны, но и обязательно приносят экономический, социальный или другой эффект [1]. В связи с этим, проблема подготовки таких специалистов актуальна не только в университетах России, но и за рубежом. Начиная с 2000-х годов, в МГУ им. Н. П. Огарёва проводятся исследования по проблеме организации такой подготовки будущих инженеров и повышения ее эффективности, накоплен определенный опыт по ее реализации, представленный научно-методическими подходами, методами и методиками, педагогическими практиками, созданными инновационными продуктами. Целью настоящего исследования является составление ретроспективы выполненных исследований и синтез на ее основе новых научных идей по их дальнейшему развитию.

Под подготовкой будущих инженеров к ИИД нами понимается формирование у них компетентности в этой деятельности (КИИД), как успешного владения обучающимся кластером компетенций, определяющих КИИД, по получению инновационных продуктов, с готовностью актуализации своих способностей [2, 3]. При этом КИИД имеет свою структуру, включающую знаниевый-когнитивный, деятельностный, способностный, мотивационный и рефлексивный компоненты. Деятельностный, в свою очередь, как результативный компонент, представляется авторами состоящим из 15 инновационных компетенций, разделенных на 4 группы: 1) инструментальные-знаниевые; 2) деятельностные; 3) проектные; 4) рефлексивные (рис. 1) [3, 4].

Для проведения исследований по озвученной проблеме нами было создано научно-образовательная среда, состоящая из двух основных частей – инструментальной и пространственной. Инструментальная часть представлена методологической системой [3], включающей пять компонентов: целевой, концептуальный, содержательный, технологический, контрольно-аналитический, и объединяющей подходы (конвергентный, персонализированный, нитегрированный и др.), методы (общенаучные и специальные) и принципы (общие и специализированные). Пространственная часть, включает субъекты (новаторов и инноваторов) и объекты (инфраструктуру, виды ИИД и получаемые инновационные продукты), с указанием связей между ее элементами и обратной связью между ними.

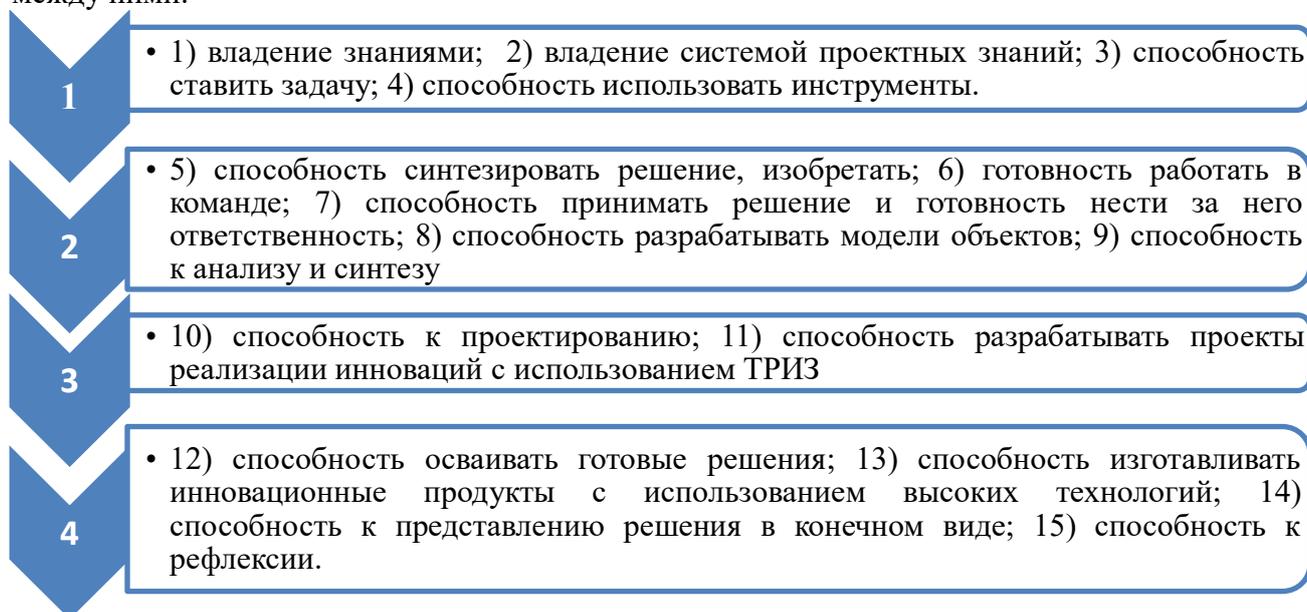


Рисунок 1 - Перечень компетенций, определяющих КИИД

На рис. 2 представлена ретроспектива выполненных и реализуемых в Национальном исследовательском Мордовском государственном университете им. Н. П. Огарёва исследований по рассматриваемой проблеме.



Рисунок 2 - Ретроспектива исследований по подготовке студентов к ИИД в МГУ им. Н.П. Огарева

Начало всех исследований было положено в рамках разработки научной концепции формирования КИИД на основе интеграции всех основных компонентов инженерной подготовки, при обучении студентов интегрированной учебной дисциплине (ИУД) «Механика: сопротивление материалов, теория механизмов и машин, детали машин и основы конструирования» [3], а также обучения в рамках олимпиадной состязательной среды. Следующий этап исследований связан с проектированием специальных дисциплин, непосредственно направленных на обучение студентов ИИД («Основы инженерного творчества и патентоведения» (ОИТиП); «Основы инновационной инженерной деятельности» (ОИИД) и др.) и новых условий обучения (летние научные школы) [3]. С переходом высшего образования в России к стандартам 3 поколения, исчерпала себя возможность включения в учебный план дисциплин по выбору, в связи с этим было предложено использовать интеграцию в модульную структуру уже существующих дисциплин встраиваемого гибкого учебного модуля инновационной подготовки (ВГУМИП) [5, 6].

Следующим важным этапом исследований явилось повышение их эффективности за счет объединения в рамках образовательных сред различных моделей всех имеющихся ресурсов у вузов и их сетевых партнеров (рис. 2) [7, 8, 9]. Считаем необходимым более подробно остановиться именно, на последнем этапе, как наиболее универсальном средстве для решения различных образовательных проблем.

Образовательная среда, по устоявшемуся мнению [10, 11] представляет собой некое виртуальное объединение всех имеющихся ресурсов, необходимых для решения конкретных образовательных задач. Созданию такой среды предшествует разработка ее модели – графической визуализации ее многокомпонентной структуры, с указанием их иерархии, взаимосвязи и взаимовлияния во времени, в пространстве и в действии. На рис. 3 представлена обобщенная нами модель таких сред. Она состоит в общем случае из концептуально-целевого, инфраструктурного, содержательного, психолого-дидактического, методологико-дидактического, релаксационно-диагностического компонентов и вспомогательных интеграционного и цифрового блоков (модулей). Концептуально-целевой компонент модели содержит целе-дедуктивную систему их достижения, посредством

последовательного решения адекватным им задач исследования и отражает концептуальный механизм их реализации. *Инфраструктурный* компонент материален и включает систему объектов (помещения, оборудование, камбузы, территории, средства обучения и др.) и субъектов (ППС, тьюторов, методистов, организаторов, службы и т.п.). *Содержательный* компонент модели основывается на знаниях, усвоенных студентами при изучении всех дисциплин и практик учебного плана, а также других форм занятий. Включая самостоятельную работу. *Психолого-дидактический* компонент призван обеспечить дифференциацию, индивидуализацию и персонализацию обучения. *Методологико-технологический* представляет единую систему методических подходов к обучению, методов и принципов обучения и *релаксационно-диагностический* – самоанализ и самодиагностику обучающегося.

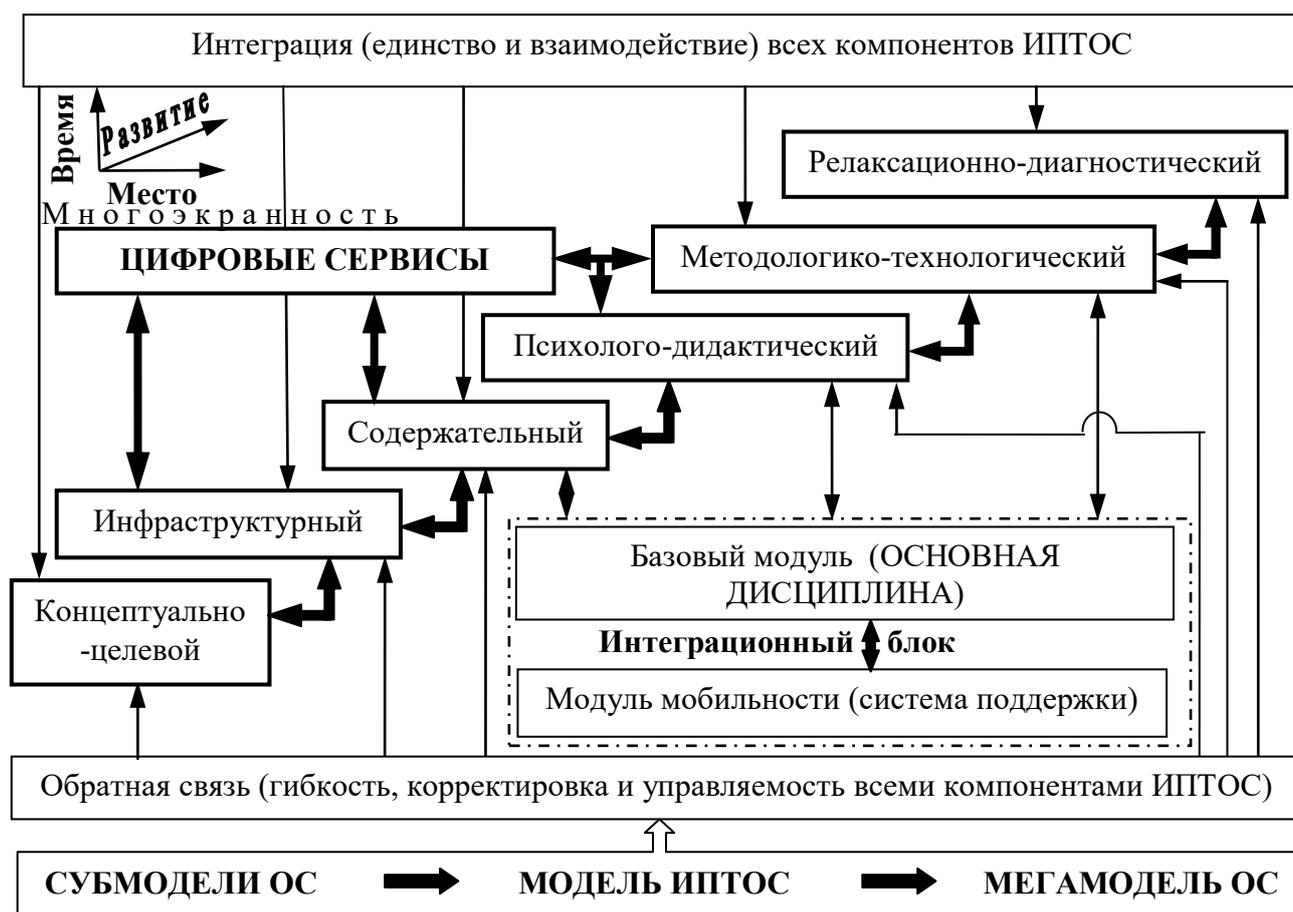


Рисунок 3 - Обобщенная модель образовательной среды

В ходе исследования авторами были созданы и реализованы такие среды, как: олимпиадная, состязательная, инновационная педагогико-технологическая, проектно-деятельностная [12, 13] и др. [3].

На основании выполненных в МГУ им. Н.П. Огарева исследований (рис. 2) было показано, что: 1) инновационная деятельность, как общенаучный подход к любой деятельности человека, всегда определяла развитие человеческого общества; 2) подготовка к инновационной деятельности – одна из основных задач, решаемых каждым учебным заведением; 3) существующие образовательные и профессиональные стандарты предполагают обязательную подготовку специалистов к инновационной деятельности; 4) под обучением инновационной деятельности понимается формирование у обучающихся компетентности в этой деятельности. Эти положения стали определяющими в методологии

проводимых по обозначенной проблеме исследований. Также были получены важные результаты, представленные в табл. 1.

Таблица 1 -Основные научно-методические результаты выполненных исследований

| № п/п | Содержание результата | Степень внедрения |
|-------|---|--|
| 1. | Разработана методика постоянного мониторинга и анализа существующих исследований по проблеме повышения эффективности формирования КИИД, без пропусков и повторов. | Гранты РФФИ (отчеты) |
| 2. | На основе использования гипотетико-дедуктивного метода выдвигаются и развиваются рабочие гипотезы об эффективности формирования у студентов КИИД при различных исходных данных. | Отчеты по г/б НИР |
| 3. | Разработана научная концепция формирования у будущих инженеров КИИД на основе многоуровневой интеграции основных компонентов инженерной подготовки, как система научно обоснованных принципов и идей, предполагающая новое целостное решение проблемы подготовки студентов к ИИД. | Гранты РФФИ (отчеты), 10 вузов РФ |
| 4. | На основе использования субстрактного подхода создана инфраструктура исследований, конкретизированы и доработаны такие понятия, как национальная и региональная инновационные системы, а также образующие их субъекты, объекты и инфраструктура. | Гранты РФФИ (отчеты), МГУ им. Н.П. Огарева |
| 5. | Созданы и реализованы различные методические системы формирования компонентов КИИД, в различных условиях | 10 вузов РФ |
| 6. | Разработаны новые, адаптированы, актуализированы, конкретизированы существующие методики организации и проведения педагогического эксперимента. | 20 вузов РФ |
| 7. | Разработаны новые методические системы формирования КИИД в образовательных средах различных моделей и методики их реализации. | 10 вузов РФ |

В настоящее время в ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет им. Н.П. Огарева», в рамках грантовой поддержки, докторских и кандидатских изысканий, проводятся новые перспективные исследования по повышению эффективности формирования у будущих инженеров КИИД: 1) при многоуровневой и многоэтапной подготовки; 2) при обучении интегрированным дисциплинам («Теория механизмов и машин с элементами инноватики»); 3) при обучении в проектно деятельностной образовательной среде на основе комплексного курсового проектирования, а также: 1) разработка научной концепции формирования инновационного инженерного мышления у студентов национальных исследовательских университетов; 2) подготовка будущих учителей к ИИД при обучении в инновационной педагогико-технологической образовательной среде; 3) подготовка будущих учителей к ИИД при на основе использования принципа состязательности; 4) подготовка школьников к ИИД, при обучении компьютерному проектированию и др. Высокую эффективность выполненных и выполняемых исследований

подтверждают данные (рис. 4) о выигранных реализованных и реализуемых авторами грантов различных правительственных фондов, а также другие полученные количественные и качественные показатели.



Рисунок 4 - Основные количественные результаты проводимых исследований

Выводы и рекомендации

Таким образом, в представленном исследовании была актуализирована проблема подготовки студентов университетов к инновационной инженерной деятельности, конкретизированы определение инновационной инженерной деятельности и ее структура, составлена ретроспектива выполненных в МГУ им. Н.П. Огарева исследований по выше обозначенной проблеме, приведены количественные и качественные результаты этих работ. Это позволяет заключить, что в Мордовском государственном университете им. Н.П. Огарева создана научная школа по подготовке будущих инженеров к инновационной инженерной деятельности, с соответствующими кадровым научно-педагогическим потенциалом, инфраструктурой, научно-методологическим и методическим обеспечением. Основными результатами ее успешного функционирования являются: 1) совокупность разработанных, реализованных и реализуемых методических систем, методик и практик подготовки студентов к инновационной и инновационной инженерной деятельности; 2) разработанные и реализованные системы диагностики, оценки и мониторинга эффективности вышеуказанных методических систем и методик; 3) получение совместно с обучающимися нематериальных, материальных и одушевленных инновационных продуктов, включая организацию опытного производства изделий, в том числе, на основе использования аддитивных технологий. Будущее представленных исследований видится в развитии достигнутых результатов на основе их интеграции с возможностями цифровых ресурсов на основе использования конвергентного подхода, а также реализации проектного обучения с элементами инноватики.

Список литературы

1. Подготовка будущих учителей технологии к инновационной деятельности в педагогико-технологической образовательной среде [Текст] / Н. И. Наумкин, Н. Н. Шекшаева, В. Ф.

- Купряшкин, Е. В. Забродина // Образование и наука. – 2022. – Т. 24 – № 10. – С. 124–164.
2. Бабилова, А. В. Проблемы и перспективы развития инженерного образования в инновационной экономике [Текст] / А. В. Бабилова, А. Ю. Федотова, И. К. Шевченко // Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона». – 2011. – № 2. – URL: <http://pdfwww.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2011/435> (дата обращения: 17.03.2024).
 3. Особенности инновационной подготовки студентов вузов: монография [Текст] / Н. И. Наумкин, З. Х. Абушаева, Н.Н. Шекшаева [и др.] – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2022. – 92 с. –
 4. Солодихина, А. А. Разработка модели инновационной компетенции и ее апробация в курсе «Техно-стартап» [Текст] / А. А. Солодихина, М. В. Солодихина // Интеграция образования. – 2023. – Т. 27. – № 2. – С. 289–308. doi: 10.15507/1991-9468.111.027.202302.289-308
 5. Кондратьева, Г.А., Деловая игра, как метод подготовки студентов инженерных направлений к инновационной деятельности [Текст] / Г.А.Кондратьева, Н.И.Наумкин // Современное машиностроение. Наука и образование. – 2019. – №8. – С. 67-77.
 6. Забродина Е.В. Особенности проектирования рабочих программ дисциплин учебного плана, включающих модуль инновационной подготовки[Текст] / Е.В.Забродина // Современные проблемы науки и образования. – 2023. – № 4. – С. 56.
URL:https://www.elibrary.ru/download/elibrary_60060213_22246682.pdf (дата обращения: 15.01.2021).
 8. Зиятдинова, Ю. Н. Инновационная образовательная среда исследовательского университета [Текст] / Ю. Н. Зиятдинова // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 3. Режим доступа: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=20087> (дата обращения: 15.01.2021).
 9. Эркенова, А. В. Инновационная образовательная среда вуза и ее влияние на формирование готовности будущих педагогов к инновационной деятельности [Текст] / А. В. Эркенова // Вестник Майкопского государственного технологического университета. – 2015. – №3. – 150-157.
 10. Ваганова, В. Г. Информационная образовательная среда технического университета как условие выполнения требования ФГОС ВО 3++ [Текст] / В.Г.Ваганова // Современные проблемы науки и образования. – 2020. – № 2. – URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=29719>. (дата обращения: 15.04.2022).
 11. Журавлева, С. В. Исторический обзор становления понятия «Образовательная среда» в педагогической науке [Текст] / С.В.Журавлева // Научное обозрение. Педагогические науки. – 2016. – № 3. – С. 48–56.
 12. Шекшаева, Н. Н. Проектный метод реализации подготовки студентов к инновационной инженерной деятельности [Текст] / Н.Н.Шекшаева // Вектор науки ТГУ. Серия: Педагогика, психология. – 2020. – № 2. – С. 34-42.
 13. Пикалова, А. А. Сущность и содержание проектной компетентности как предмет педагогического анализа [Текст] / А. А. Пикалова, В. А. Шершнева // Мир науки. Педагогика и психология. – 2019. – №6. – URL: <https://mir-nauki.com/PDF/115PDMN619.pdf>.

УДК 81/ 243:37.026.

DOI:10.56634/16948335.2024.3.845-848

Вольф Дагни Урте

И.Раззаков ат. КМТУ, Кыргыз-Герман техникалык институту
КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызско-Германский технический институт

Wolf Dagny Urte

Kyrgyz state technical university named after I. Razzakov, Kyrgyz-
German technical Institute

email: dagny.wolf@daad-lektorat.de

ЧЕТ ТИЛИН ӨЗ АЛДЫНЧА ҮЙРӨНҮҮ ЫКМАЛАРЫ

МЕТОДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА

METHODS OF SELF-TAUGHT FOREIGN LANGUAGE LEARNING

Чет тилин билүү азыркы эл аралык билим берүү процесстеринин маанилүү элементи болгондуктан, төмөнкү макалада өз алдынча кантип натыйжалуу жол менен чет тилдерин үйрөнө алса болот деген суроо талкууланат. Так кадамдар жана мисалдардын жардамы менен тил курсуна барбай туруп, интернеттин жардамы менен гана жогорку тил деңгээлине кантип жетүүгө болоорун көрсөтүү максаты турат.

Түйүндүү сөздөр: чет тилди өздөштүрүү, өз алдынча үйрөнүү, дидактикалык принциптер, коммуникативдик-практикалык ыкмалар.

Поскольку знание иностранного языка является важным элементом современных международных образовательных процессов, в следующей статье рассматривается вопрос о том, как эффективно выучить иностранные языки самостоятельно. Цель — показать, как достичь высокого уровня языка только с помощью интернета, без посещения языковых курсов, с помощью конкретных шагов и примеров.

Ключевые слова: изучение иностранного языка, самостоятельное обучение, дидактические принципы, коммуникативно-практические методы.

Since knowledge of a foreign language is an important element of modern international educational processes, the following article deals with the question of how to effectively self-taught learn foreign languages. The goal is to show how to achieve a high level of the language only with the help of the Internet, without attending language courses, with the help of concrete steps and examples.

Key words: learning a foreign language, self-study, didactic principles, communicative and practical methods.

Көптөгөн адамдар мектепте же университетте бир нече жылдар бою бир чет тилин үйрөнүп, бирок ушул тилде сүйлөй албаганын айтышат, анткени алар «практикага» же «тил тажрыйбасына» муктаж. Ошондуктан практика көп учурда чет тилинде ийгиликтүү баарлашуунун ачыкчы болуп саналат. Бирок тил тажрыйбасы так эмнени билдирет жана кандай шарттарда натыйжалуу?

Бул суроого жооп берүү үчүн биринчи кезекте дагы бир суроого жооп беришибиз керек. «Практика жок болгондуктан ушул тилде сүйлөй албайм» деген сүйлөмдүн логикасы боюнча, биз көп тил практикасын өткөргөн тилдерде абдан жакшы сүйлөйбүз. А бизде кайсы тилде тил тажрыйбасы көп болчу? Эне тилибизде. А биз бул тилди качан үйрөнүп калганбыз? Кичинекей кезибизде. Анан биз муну кантип үйрөндүк? Практика аркылуу.

Ушул себептен улам, биз тил тажрыйбасынын натыйжалуу жактарын түшүнүү үчүн жаш балдардын эне тилин кантип үйрөнүп жатканын карашыбыз керек.

Бул үчүн, биз азыр биздин тил үйрөнүү жаш балдардын тил үйрөнүүсүнөн эмнеси менен айырмаланарын түшүнүшүбүз керек. Биринчи белгилей кетчү нерсе, жаш балдар грамматиканы такыр үйрөнүшпөйт. Алар «грамматика» деген сөздүн маанисин да билишпейт. Чоңдор, тескерисинче, грамматиканы тил үйрөнүүдөгү эң маанилүү элемент кылып, көбүнчө грамматика менен жаңы тилди үйрөнө башташат.

Мындан тышкары, жаш балдар көбүнчө ката менен сүйлөп, бирок бул каталарды байкашпайт. Кичинекей балдар көбүнчө ката менен сүйлөсө дагы, коркпой, уялбастан сүйлөй беришет. Чоңдор болсо тарбиялоо жана билим алуу процессинде каталар менен коркуу же уялуу ассоциациясын түзүшкөн. Каталар жана ошол каталарды туура оңдоолор тил үйрөнүүдөгү эң маанилүү элементтердин бири болсо дагы, биз көбүнчө каталардан качабыз. Себеби, консервативдүү окуу салттарынан улам, ийгиликсиздик терс нерсе катары эсептелинет, ал адатта кандайдыр жаза менен коштолот. Бул социалдашуудан улам чоңдор каталардан коркушат, жадагалса каталар менен сүйлөшкөндөн көрө, жөн эле унчукпай койгонду жакшы көрүшөт. Муну менен алар тил жөндөмдөрүн тез жана натыйжалуу жакшыртуу үчүн баалуу мүмкүнчүлүктөрдү колдон чыгарышат.

Кийинки негизги айырма суроолордун берилишине байланыштуу. Жаш балдар бир нерсени түшүнбөсө же билбесе, уялбастан, коркпой көп суроолорду беришет. Ушундай жол менен гана сиз мурда сизге белгисиз болгон лексикага ээ болосуз. Демек, билимдеги боштуктарды суроо менен гана толтурса болот. Ал эми чоңдор бир нерсени түшүнбөсө, көп суроо беришпейт. Бул дагы бир нерсени билбегенибизде же түшүнбөгөнүбүздө урушуу же терс реакциялар менен социалдашуунун натыйжасында келип чыккан байланыш менен шартталган. Дагы бир жолу, биз суроолор менен билим боштугун толтуруу үчүн баалуу мүмкүнчүлүктү колдон чыгарыбыз.

Дагы бир олуттуу айырмачылык тилде сүйлөй баштаган убакка байланыштуу. Кичинекей балдар эне тилин энесинин курсагында 9 ай, андан кийин 1,5-2 жыл уга башташат. Убакыт аралыгы баладан балага өзгөрүп турат: кээ бири абдан эрте сүйлөсө, башкалары бир аз кечирээк сүйлөйт. Мунун себеби, бала өзүн даяр сезмейинче сүйлөп баштабайт - бул адамдан адамга өзгөрөт. Ал эми чоңдор дароо эле сөз баштагысы келет. Алардан көбүнчө биринчи сабактан баштап сүйлөмдөрдү айтуу же жөнөкөй суроолорго жооп берүү суралат. Бирок, балдардан айырмаланып, бул учурда алар алдын-ала аз же такыр эле input (угуп же окуп жатканда кирүүчү маалымат) алышат. Мындан улам сөздүн айтылышын, сүйлөмдөрдүн интонациясын үйрөнүүгө, жаңы түзүлүшкө көнүүгө мүмкүнчүлүктөрү жок. Ошентип, биринчи сүйлөөгө аракеттер абдан ыңгайсыз жана көп учурда анча эффективдүү эмес экени түшүнүктүү.

Эми мен тил тажрыйбасы эмнени билдирет жана кандай шарттарда эффективдүү болот деген суроого кайра кайрылышым келет: Жаш балдардын ыкмасын эффективдүү практика деп айтууга болот, анткени эне тилин өздөштүрүү ар дайым тилди абдан жакшы билүүгө алып келет [1].

Чет тилин үйрөнүүчү жана мугалим катары мурунку тажрыйбама таянып, мен тил үйрөнүү процессинде кетирилген эки негизги катаны көп байкадым:

Биринчи жаңылыштык - жетиштүү input ала элек болсок, эрте сүйлөөгө туура келсе, бул бизге жагымсыз болгон нерсе. Бизге өтө эле эрте сүйлөөгө ыңгайсыз. Бирок, тил үйрөнүү процесси тил иш-аракеттери жагымдуу болгондо гана натыйжалуу болот. Жагымсыз оозеки аракеттер эффективдүү боло албайт [1].

Экинчи жаңылыштык - грамматиканы өтө көп үйрөнүү. Грамматика, албетте, ар бир тилдин маанилүү бөлүгү. Бирок, грамматиканы үйрөнүү теориялык эрежелерди үйрөнүү эркылуу эмес, тилди колдонуу аркылуу интуитивдик түрдө ишке ашат [2]; [3].

Чет тилин өз алдынча үйрөнүү кантип натыйжалуу боло аларын конкреттүү кадамдар менен түшүндүрүүдөн мурда, мен интернеттин бизге сунуш кылган ыкмаларына токтолгум келет. Биз эффективдүү ыкмаларды билүү үчүн көбүнчө интернеттеги

маалыматтарды колдонобуз. Бирок бул маалыматты окугандан кийин ал жерде туура эмес маалыматтар жазылганын байкадым; бул тил үйрөнүүдө түшүнбөстүктөргө алып келет.

Мисалы, бир макалада төмөнкү кеңеш жазылган: «Кайсы гана тилди үйрөнгүңүз келбесин баары туура, так, үндү бийик чыгарып окуудан башталат. Бул үчүн бир нече тамгалардын чогуу турганда кандай окулаары тууралуу эрежелерди билип алганыңыз жакшы.» (<https://kyrgyzmedia.kg/2021/11/25/chet-tilin-z-aldyncha-jr-ns-bolobu/>)

Бул ыкма такыр эффективдүү болбой калышы мүмкүн. Себеби, тил үйрөнүү үн чыгарып окуудан эмес, угуу менен башталат. Сөздөрдүн айтылышы жана интонация менен таанышмайынча, айрым сөздөрдү жана сүйлөмдөрдү туура окуй албайбыз. Ал эми туура эмес окусак, туура эмес айтылса көпкө жатталып калат, аны кыйынчылык менен гана оңдосо болот.

Төмөнкү маалыматты да ушул макаладан тапса болот: «Туура окууну үйрөнүп алган соң ошол чет тилинде жазылган аңгеме, жомок китеп сатып алып күнүнө үнүңүздү чыгарып 15-20 мүнөт китеп окуңуз.»

Менин оюмча, жомок, аңгеме окугандын ордуна, башында кичинекей балдардагыдай угуу сезимин алуу үчүн ушул тилде видеолорду, мультфильмдерди же жөнөкөй тасмаларды көрүү керек.

Мен дагы бир аспекти оңдойм:

„Китеп окуп жатканда билбеген сөздөрдүн которуңуз.“

Негизи котормолордун зарылдыгына кошулам. Бирок китеп окуганда эмес, видеолорду көргөндө сөздөрдү которуу керек.

Эмнеден сактануу керектигин түшүндүргөндөн кийин, мен азыр өзүмдүн тажрыйбамда тилди ийгиликтүү үйрөнүүгө алып келген кадамдарды көрсөтөм:

Сизди чындап кызыктырган видеолорду табыңыз.

Эгер мазмуну чындап сиз үчүн кызыктуу болсо гана, сиз үйрөнүп жатканда мотивация жана билимге суусап каласыз. Кайсы теманы тандаганыңыз маанилүү эмес, эң негизгиси сиз бул темага абдан кызыгасыз.

Айтылганды угуп, субтитрлерди окуп билбеген сөздөрдү которуңуз.

Видеолорду көрүп жатканда субтитрлер маанилүү роль ойнойт. Алар YouTube платформасындагы дээрлик ар бир видеодо камтылган. Субтитрлер айтылып жаткан нерсени визуализациялоо керек болсо, угуп жатканыңызды окууга мүмкүндүк берет. Ошол эле учурда, сиз видеону бир нече жолу токтотуп, тааныш эмес сөздөрдү шашпай эле которо аласыз.

Айтылган нерселерди түшүнгөнгө чейин видеону кайталап көрүңүз

Кийинки этапта видеодо айтылгандарды (тааныш эмес сөздөрдү жана сөз айкаштарын которуу үчүн сөздүктүн жардамы менен) сөздүк колдонбой түшүнгүчө угуу маанилүү.

Айтылганды пассивдүү угуу (жолдо, транспортто, жумушка бара жатканда ж.б.у.с.)

Видеодо айтылгандарды кунт коюп угуп, түшүнгөндөн кийин, аны көбүрөөк пассивдүү угуу керек. Бул жерде максат ар бир сөзгө көңүл буруу эмес. Тескерисинче, биз пассивдүү жана аң-сезимсиз түрдө сүйлөмдүн айтылышына жана жаңы структураларына көнүшүбүз керек. Ошол эле учурда узак мөөнөттүү эс тутумга жаңы тил структуралары кирет.

Өзүңүздү даяр сезгенден кийин, видеодо айтылгандар тууралуу өзүңүз айтып бериңиз

Жетиштүү input алгандан кийин биз жаңы эле үйрөнгөнүбүздү өзүбүз колдоно аларыбызды билиш үчүн, кийинки кадамда видеодо айтылгандар жөнүндө өзүбүз айтып беришибиз керек. Бул маектеш менен же өз алдынча сүйлөөдө да болушу мүмкүн.

Жыйынтыктап айтканда, чет тилин эне тилибизге окшоштуруп үйрөнүү үчүн биз кичинекей балдардын тилди өздөштүрүүсүнө багыт алышыбыз керек деп айта алабыз. Бул үчүн тилди татаал тексттердин же көптөгөн грамматикалык көнүгүүлөрдүн жардамы менен эмес, угуу аркылуу интуитивдик түрдө үйрөнүшүбүз керек. Бул интернеттен алынган видеолор менен жакшы иштейт. Биз аларды түшүнгөнгө чейин субтитрлер жана сөздүктүн жардамы менен көрө алабыз. Менин тажрыйбам боюнча, бул жаңы тил структураларына көнүп, анан аларды өзүңүз колдонуунун эң тез жана эң натыйжалуу жолу.

Адабияттар тизмеси

1. «Autonomes Fremdsprachenlernen» (Чет тилин автономдуу үйрөнүү) Тассинари Мария Джованна, Питер Ланг басмаканасы, 2011.
2. «Fremdsprachenlernen an der Hochschule: Ansätze, Rollen, Erfahrungen.» (Университетте чет тилин үйрөнүү: ыкмалар, ролдор, тажрыйбалар.) Jahrbuch Deutsch als Fremdsprache. Intercultural German Studies (Немис тили чет тил катары жылдык китеби. Немис тилин маданияттар аралык изилдөө) деген журналында жарыяланган, Мартос Хавьер; Тассинари Мария Джованна, Мюнхен: iudicium, 2016 (40/2014).
3. «Theorien des Spracherwerbs» (тилди өздөштүрүү теориялары) Кук Николас; Der Deutschunterricht (Немис тили сабагы) деген журналында жарыяланган, Фридрих басмасы, 2021.

УДК 398.221:24-2653:2653

DOI:10.56634/16948335.2024.3.849-853

Орозбек к.Э.

И.Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУим. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

Orozbek k. E.

Razzakov Univeristy, Bishkek, Kyrgyz Republic
e-mail:Elnurkanat2017@mail.ru

“СЕЙТЕК” ЭПОСУНДАГЫ ЭПИКАЛЫК КААРМАНДАР

ЭПИЧЕСКИЕ ПЕРСОНАЖЫ В ЭПОСЕ «СЕЙТЕК»

EPIC CHARACTERS IN THE EPIC "SEYTEK"

Макалада кыргыз элинин оозеки адабиятындагы “Манас” үчилтигинин үчүнчү, жыйынтыктоочу бөлүгү болгон “Сейтек” эпосунун образдар системасындагы баш каармандардын эпикалык мүнөзү конкреттүү мисалдардын негизинде ачылат. Автор аталган эпостун Саякбай Каралаевдин вариантынын негизинде Сейтек баатырдын, Карадөөнүн, Кайыпчал кызы Куялынын жана Сарыбай дөөнүн мифтик-эпикалык образы, эл душманы Кыяздын образдарын айтуучунун сыпаттаганын кенен ачууга аракет жасаган.

Түйүндүү сөздөр: эпос, каарман, көркөм образ, мифтик-эпикалык образ, типтүү образ, Сейтек, Кайыпчал кызы Куялы, Карадөө, Сарыбай, Кыяз.

В статье раскрывается эпическая природа главных героев в системе образов эпоса «Сейтек», заключительной части трилогии «Манас», , на основе конкретных примеров. На основе версии Саякбая Каралаева автор попытался подробно раскрыть описание повествователем характеров героя Сейтека, Карадөө, Куялы, дочери Кайыпчала, а также мифо-эпический образ великана Сарыбая, Кыяз.

Ключевые слова: эпос, персонаж, художественный образ, мифо-эпический образ, типический образ, Сейтек, Кайыпчал кызы Куялы, Карадөө, Сарыбай, Кыяз.

The article reveals the epic nature of the main characters in the system of images of the epic "Seytek", which is the third and final part of the trilogy "Manas", which is the best example of oral literature of the Kyrgyz people. , based on specific examples. Based on Sayakbai Karalaev's version of this epic, the author tried to reveal in detail the narrator's description of the characters of the hero Seytek, KaradeoKaradoo, Kuyaly, the daughter of Kayipchal, as well as the mytho-epic image of the giant Sarybai, the enemy of the people of Kiyaz. **Key words:** epic, character, artistic image, mythic-epic image, typical image, Seitek, Kayipchal kuzu Kuyaly, Karadö, Sarybay, Kiyaz.

Киришүү. Айрыкча түрк тилдүү элдердин эпикалык мурастарында оозеки форматта жаралган адабий мурастардын каармандарынын мифо-эпикалык мүнөз күтүшү салтка айланган. Бир катар элдерге тиешелүү болгон ошол эле Алпамышты, же болбосо, алтайлыктардын Жангарын, же буряттардын Гесерин алалы... Бул каармандар кыргыздын Манасы, Семетейи, Сейтеги сыяктуу мифо-эпикалык мүнөз күтүшөт. Бул, балким, ошол элдердин маданий мурастарга карата мамилесинин окшоштугунан, ары каармандын аракеттериндеги баатырдыктын мотивин ачып берүүдө айтуучулардын окшош принциптерди карманганынан болушу мүмкүн.

Сейтектин образы – типтүү эпикалык баатырдын образы. Эпостук салттарга ылайык, Сейтектин төрөлгөнгө чейин, төрөлгөндөн кийин да ашкан баатыр, келечекте эл камын көргөн адилет башкаруучу, жоокер болоору билинет. Эпостун бузулбас салтына ылайык ал бала кезинен эле балбан, баатыр, акыл-эстүү бала болуп чоңоёт. Ата-энесинин тек-жайын

билгенге ынтызарланып, бул жакка каяктан, эмне болуп келишкенин Сейтек алгач атасы Семетейдин досу Карадөөдөн угат. Балакатка жете элек кезинде эле кыргызга душман чыккан Канчоро, Кыязга каршы баатырдык каары козголуп, бир тууган эли-жерин, абасы Күлчорону, чоң энеси Каныкейди, чоң бабасы Бакайды туткундан бошотууну максат кылып коёт. Күлчорону кулдуктан куткарып, денесиндеги жараатынан айыктыруу үчүн алыстан атайы дарыгер чакыртат. Жаратынан эми эле сакайып, өзүнө келе баштаган Күлчоро токтоосуз Кыязга каршы жөнөйүн десе, жаш болсо да эси бар Сейтек ага мындай дейт:

“Кубатыңыз, күчүнүз,
Чапчыша кирген чамаңыз,
Кандай эле алыңыз?
Алыңызды сынаңыз,
Күчүнүздү билиңиз.
Байыркыдай күч болсо,
Ал-абалың бүт болсо,
Анан жоого тийиңиз...” [1, 189 б.].

Эпостун окуяларынын жүрүшүндө “Кыяз өлүп, анын ордуна Карадөө кан болгону, Сейтектин ой-тилеги, ак эткенден так эткен мүдөөсү ата-бабасынын мекени болгон Таласка кетүү болуп калды. Ал бул оюн энеси Айчүрөк менен абасы Күлчорого айтып, ушуга чейин укпаганы үчүн катуу таарыныч кылат. Ушул эпизоддон Сейтектин алыскы мекенине болгон кусасы, зулум Канчоронун эзүүсүндө калган Бакай бабасына, Каныкей чоң энесине, жалпы карапайым элге болгон сезими, аларды эркиндикке чыгарууга карата болгон аракеттери, буга көшөрүп умтулуусу – анын мекенчилдигин билдирген толгонуусу эпосто даана чагылдырылат. Ал чоң атасындай боорукер, атасындай кайрымдуу адамдын образын алып жүргөн каарман. Таласка бараткан жолдо азапта калган Буурулду көрүп жаны кейип, заманасы куурулат” [1, 190 б.]. Ошондо Сейтек энекеси менен абакасинен чоң энеси Каныкей менен карт Бакайды бошотуп келүүгө уруксат сурайт. Күлчоро Канчоро оңой жоо эмес деп кошо бармакчы болот. Сейтек ага:

«Коконго кол салчудай
Карааны тоодой абасын
Жолдош алды дебейби,
Жоо ушагы жебейби?
Туюктап жолду чала албай,
Төтөлөп жүрөт дебейби,
Күлүстөнү Күлчоро
Жетелеп жүрөт дебейби?»

деп көнбөйт [1, 238 б.]. Мындан Сейтектин намыскөйлүгүн, чечкиндүүлүгүн, эч нерседен кайра тартпаган тайманбас курч мүнөзүн көрөбүз.

Сейтектин эл жоопкерчилигин аркалоого мүмкүнчүлүгү зор баатырдык, балбандык сапаттары, атасы Семетейге, чоң атасы Манаска тете татыктуу уул экенин биз окуянын жүрүшүндө анын Сарыбай дөөгө каршы согушта эпизодунан көрөбүз. Ат согуш Сейтектин биринчи согушу эле, Сейтек тайманбай качырып кирип, Сарыбайга артылта найза сайып, абасы Күлчорону өлүмдөн алып калат. Күлчоро Сейтекти: «Бул өңдөнгөн чоң жоого, ботом, беттешер чагың боло элек!» – деп жемелеп алыс алып кетет. Кийинки күнү Сейтек жекеге чыкты, антсе да Сарыбайга тең келиш кыйын экендиги дароо билинди. Дөө каарын төгүп, айбалтасын шилтейт. Ажалы жокпу, Сейтек анын балтасын араң кайра кагып үлгүрөт. Сарыбай кайрылып найза сайды эле, жаш баатырды өлүмдөн үстүндөгү кийип жүргөн тонунун калыңдыгы сактап калды. Көп өтпөй Куялы келип (ал Айчүрөктүн чакыруусу менен келген эле), Сарыбай менен беттешүү ниетин билдирет. Сейтек ага кайрылып мындай дейт:

«Тагдыр жетсе өлөйүн,
Кутурган экен куу доңуз,
Мен кулжундашып көрөйүн,
Кектүү өчүм алайын.

О, эжеке, Куялы,
Акыл айтсаң угамын.
Бир кезекти бериңиз,
Сарыбай жолун сурадым! [1, 248 б.]»

Бул өтүнүч Сейтектин ажалдан тартпас шер экенин дагы бир жолу айкын далилдеп турат. Корксо, кезекти жаңы келген Куялыга берип, өзү четке чыга бермек. Баатыр кыз каршы болбогон соң, Сейтек атырылган бойдон барып, Сырнайза менен Сарыбайды сайып өтөт. Экөө жан аябай күнү-түнү салгылашат. Оомат Сейтекке ооп, Сарыбайдын шайы бошой баштайт. Ошондо Сарыбай амал ойлоп, Сейтектен жети күн мөөнөт сурайт. Табиятынан ак көңүл Сейтек буга макул болот. Жети күн уктап эс алган Сарыбай мурункусунан да күчтүү, каардуу болуп чыга келет. Эми ага жаш баатыр Сейтектин эле эмес, адамдан чанда кезикчү баатыр Күлчоронун да алы келчүдөй эмес. Сейтектин тигинтип жоого алданышы, энөөлүк, ишенчээктик мүнөзү кайсы бир деңгээлде атасы Семетейди, чоң атасы Манасты эске салат. Бирок акырында элге тынччылыкты, бейкутчулукту алып келүү менен, Сейтек атасы, чоң атасы жетпеген улуу максатка жетип отурат. Сейтектин образы мына ушунусу менен баалуу.

Эпостогу Карадөөнүн образы – баатырга мүнөздүү каармандын типтүү образы. “Сейтек” эпосундагы дагы бир баш каарман, ченде жок баатырлардын бири – Карадөө. Ал достук шертке бекемдиги менен окуялардын башталышында эле көзгө даана урунат. Анын достукка туруктуулугу акыреттик досу Семетейдин артында калган чүрпөсү жаш Сейтектин чоңоюшун чыдамсыздык менен күтүп, ага ата-тегинин жөн-жайын айтып, мындан ары карай бүтүрө турган иштерине багыт бергенинен да байкалат. Качандыр дайынсыз жоголгон досунун кадыры үчүн Карадөө анын жакын чоросу Күлчорону жаратынан айыктырууга болгон мүмкүнчүлүгүн жумшап кызмат кылат. Дегинкиси, эпосто Карадөөнүн Сейтектин душмандарын жеңип, элине ээ болушундагы ролу эбегейсиз. Бул эпостун дээрлик бардык варианттарында ушинтип берилген. Семетейди адеп көргөнүндө анын кубанычы тоодой болуп, токтоосуз Таласка ээрчитип кетүүгө ашыгат. Ички дилинин тазалыгынан өзү сүйүнчүлөп баргандагы жеңеси Айчүрөктүн кубанычы, бактысы анын кубанычына, бактысына айланып, ырыскыга тунушат. Карадөө өзү башында туруп, Семетейдин элге кошулушуна чоң эмгек сиңирет. Мындан биз анын данакерлигин көрөбүз.

Карадөө ошондой эле теңдешсиз баатыр. Сейтектин чоңоюшун күтүп отурбай, Канчорону өлтүрүп, элди эркиндикке чыгарганга анын өз мүмкүнчүлүгү деле жетмек. Бирок, эпостогу окуялардын өнүгүш логикасы боюнча элди зомбулуктан Сейтек гана бошотушу керек эле, Канчорону Күлчоро, же Айчүрөк өлтүрүшү керек эле. Эпикалык салттын тартиби ушундай. Мына ошон үчүн Карадөө ал күндүн келер саатын күтүүгө аргасыз.

Досу Семетейдин баласы, жалпы эл деп күйгөнү үчүн ал «жердин түбү Желпинишке» дейре кайгуулдап, каардуу жоо туурасында Сейтек, Күлчорого кабар айттырып, алар жыйналып келгичекти душманды өткөрбөй кармап турмакчы болот. Карадөөнүн эрдиги, айрыкча мына ушул Желмогуз уулу Сарыбай менен болгон жекеме-жеке беттешүүсүндө даана көзгө урунат. Бирок Сарыбайдай дөө менен кармашуу опурталдуу иш, күч тең эмес эле. Эгер кааласа, Карадөө башында эле урушпай кетип кала алмак, бирок аны жигиттик арнамысы, баатырдык абийири коё бербеди. Акыры ал Сарыбайдын колунан каза болду, артка качпай, чыныгы баатырларча кармашып жатып өлдү. Эпосто салтка ылайык Карадөөнүн мисалында чыныгы, түбөлүктүү дос кандай болушу керек экени жөнүндө элдик түшүнүк берилген.

Кайыпчал кызы Куялынын образы – мифтик-эпикалык каармандын образы. Залкарманасчы Саякбай Каралаевдин варианты окуяларды мыкты сүрөттөгөн вариант деп жүрөбүз. Анын Желмогуз уулу Сарыбай дөөнү согушта жеңгени үчүн биринчи орунга алп кыз Куялыны коёт. Ошенткени менен айтуучу Семетей, Сейтек, Күлчоронун барк-баасын төмөндөтпөйт. Ар бир баатырдын мүнөзүнө карата ар бирин калыс чечмелейт. «Манас» үчилтигинде согуш ишине активдүү катышкан баатыр аялдар аз эмес. Куялы да ошондой жолборс жүрөк, каарман аялдардын бири. Анын эрдиги эпосто күчтүү пафос менен ырдалып,

жогоруда аталган каармандардан да ашкан балбан, баатыр болуп көрсөтүлөт. Ага карата мындай мамиле баатыр уулдардан кем калышпаган мыкты аялдарга болгон элдик сүймөнчүлүктүн өтө тереңдигин далилдейт. Эпостун көпчүлүк варианттарында Куялы кыз согуш үстүндө сүрөттөлгөндүктөн, анын эрдик мүнөзүнө айрыкча күчтүү басым жасалып, аялдарга таандык сулуулугу, назиктиги жөнүндө айтыла бербейт. Куялынын образы көбүнчө мифтик-эпикалык баатыр катары салт боюнча традициялуу мотивдер менен коштолот. Мындай баатыр кыздардын эпикалык образы дүйнө элдеринин адабиятында да кеңири кездешет.

Куялынын мифтик-эпикалык образы эпостун мазмунуна айтуучулар тарабынан атайылап максаттуу түрдө киргизилгендей туюлат. Эпостун окуяларында Сейтек Сарыбай дөөнү жеңбеди беле, ошол боюнча калтырса деле жарашмак. Профессор К.Асаналиевдин пикири боюнча “... бирок, элдик эпостун бирден-бир касиети кандайдыр бир турмуштан тышкары каармандарды мактап, даңазалай берүү эмес. Карапайым адамдардын арасында да не бир баатырлар бар экендигин көргөзүү эпостун элдүүлүгүн күчөтмөк. Дал мына ушундай образга Кайыпчал кызы Куялы кирет. Ал чукулунан гана табыла калган образ эмес, поэманын бүткүл идеялык агымы менен даярдалган образ” [2, 13 б.].

Үчилтиктин экинчи бөлүмүндө Семетейди небактан жактырып жүргөн Куялы жардамга келгенинде: “Сарыбайды жеңсем, Семетей мага үйлөнсүн!” – деп шарт койгону эсибизде. Семетей буга кескин каршы чыгып, акырында Бакай менен Каныкейдин кеңеши, Айчүрөктүн өтүнүчүнөн улам гана макул болгон болчу. Сарыбай өлтүрүлгөн соң, убада боюнча Семетей менен Куялынын кыяматтык никеси кыйылат. Ушундай эле көрүнүштү биз Манас менен кыз Сайкалдын мисалынан да көрөбүз. Мындай учурлардын баатырдык эпостор үчүн салт болуп калышы мыйзам ченемдүү көрүнүш. Окумуштуу А.Жайнакова белгилегендей, “... анткени кыздардын Куялыга окшоп жактырганына турмушка чыгуусу – байыркы матриархаттык мамиленин көркөм чагылышы эле” [3, 47 б.].

Куялынын эпостогу башкы миссиясы Сарыбай сымал адаттан тыш кара күчтү кармашта жеңүү болгондуктан, жомокто анын аялзатына тиешелүү сулуулук, наздуулук сапаттары айтылбайт. Башкы көңүл кыздын баатырдык, балбандык өзгөчөлүктөрүн болушунча толугураак, даанараак ачып берүүгө бурулат. Мындан аны түрү суук, бирок жанда жок баатыр аял катары кабылдаган түшүнүк келип чыкпашы керек. Куялынын портрети жомокчу тарабынан чоң сүймөнчүлүк менен эпосто бери жагы эле беш-алты жолу тартылат. Портреттик сөөлөт-келбеттердин бири экинчисин кайталабай, өз-өзүнчө оригиналдуу, жогорку көркөмдүк деңгээлде сүрөттөлгөнү менен баалуу.

Кыяздын образы – эл душманынын типтүү үлгүсү. Ал “Манас”, “Семетейдеги” Толтойдун иниси, Жедигер уруусунун баатыры, экинчи бөлүмдө Семетей, Күлчоронун сөөк өчтү душманы. Экинчи бөлүмдүн аяккы эпизоддорунда Канчоронун азгыруусу менен чоң чырга аралашып, Семетейдин ордолуу шаарынын бузулушуна себепкер болгон бирден-бир душман ушул Кыяз. Семетей кайып болуп кеткен соң Айчүрөктү олжолоп аялдыкка алып, туткунга түшкөн Күлчоронун далысын оюп туз салып кыйнап, кулдукка айдап кеткен да ушул Кыяз. Түбүнө акыры Айчүрөктүн ичиндеги бала жетерин билип, төрөлгөндө, андан кийин да өлтүрүп салууга көп аракет кылат. Кыяздын каардуулугу, ырайымсыздыгы эпостун көп варианттарында жетишерлик баяндалат. Күлчорону канчалык кордоп кыйнашса да жүрөгү өлбөгөнүн, акыры башына токмок болуп тиерин ал эң сонун билет.

Эпикалык мындай каармандарга мүнөздүү болгон ар кандай мүнөз ушул каарманда да бар, Кыяздын жалтактыгы буга далил. Мүнөзүнүн ошондой жалтактыгынан Айчүрөк кээде ачууланганда, ал алдастап кирээрге жер таппай калат. Балким, анын Айчүрөктү жакшы көргөнү үчүн ошентет, деген маселе чыгышы мүмкүн. Кыяз Манастын, кийин Семетейдин ордолуу шаарын бузуп, күч менен өзүнө олжо аял кылып алганы үчүн, Айчүрөк аны кечире албайт, ага дилин, дитин берген жароокер аял болуп бербейт. Баласы Сейтектин чоңоюшун, эр жеткен убагын күтүп, анын түбүнө жетейин дегенде эки көзү төрт. Кыяз да оңой жоолордон эмес. Кыязды жеңүү кыйын экендигин сезип, туйган Айчүрөк аны амал менен Тоотору атынан ажыратат. Тооторудан ажырап, андан да Кылкүрөң жыгып кетпегенинде,

жөө Күлчоронун андан жеңилери турулуу иш болучу. Күлчоро иши ак болгону үчүн жеңишке жетишти. Демек, эпосто элдик салтка ылайык Кыяз буга чейинки кылмыштары үчүн өлүмгө кириптер кылынып отурат.

Сарыбайдын образы – баатырдыгы жанда жок мифтик-эпикалык душмандын типтүү образы. Ал жердин түбү Желпиништи жердеген дөө Желмогуздун уулу. Майданда Желмогуз Манас колдуу болуп өлтүрүлгөндө, Сарыбай сегиз жашта болчу. Эми эр жетип, Манастын тукумун түгөл кырам деп белсенип отурат. Мифтик доордун алыскы жаңырыгы катары Сарыбайдын өзү да атасы Желмогуз сыяктуу ошол салттык дөөлөргө ылайык адат-мүнөзгө, теңдешсиз күчкө ээ. Ырайымсыз кара күчтүн ур токмогу мисал ал жеке эле Манастын өзүнө жана укум-тукумдарына гана эмес, бүткүл адам баласына кастыгын тигип, түгөл жеп-жутсам дегенде эки көзү төрт.

Сарыбайдын өтө ырайымсыздыгы айрыкча Карадөөнү өлтүргөндөгү эпизоддон даана көрүнөт. Өлтүрө сайганына ыраазы болбой, ал Карадөөнүн башын кесип алып, аккан кара канды кочуштап жутат. Мифтик-эпикалык образ мына ушунусу менен ачылып олтурат. Сарыбай үчүн жекеме-жеке чыгуунун баатырдык салтынын бузулушу кеп эмес. Куялы кезек сураганда, жооп берүүнүн ордуна кара жаак айбалтасы менен камынтпастан карсылдатып жиберет. Эптеп жеңишке жетиш үчүн Сарыбай арамзалыктан, алдамчылыктан да кайра тартпайт. Сарыбайдын көпкөн мүнөзү, оройлугу, Куялыга жасаган айбандык мамилесинен ачык байкалат. Ал беттешээр алдында кызды оозго алгыс сөздөр менен сөгүп, «Кайыпчалдын сетер күң ала турган катыным!» деп дөөгүрсүп төшүн каккылайт. Оюна койсо, Сарыбай Куялыны басынта тебелеп, олжо аял кылып алгысы бар. Сарыбай дөө менен Куялынын кармашы катуу жүрүп, баатыр кыз аны найза менен далысынан чыгара саят, Сарыбай эпостун көпчүлүк варианттарында ушинтип өлөт.

Корутунду. Ошентип, улуу манасчы Саякбай Каралаев “Сейтек” эпосундагы каармандарды жакшы-жаман, душман-өз, аял-эркек экендигине карабай алардын баатырдык мүнөздөрүн ачууда калыстык менен сыпаттаганын көрүүгө болот. Мындайды биз дээрлик бардык манасчылардын варианттарынан көрөбүз.

Адабияттар тизмеси

1. Сейтек [Текст]. / С.Каралаевдин вариантында. – Фрунзе: Кыргызстан, 1990. – 387 б.
2. Асаналиев К. Кириш сөз. Китепте: «Сейтек» [Текст] / К.Асаналиев. – «Манас» эпосунун үчүнчү бөлүгү. 4- китеп. – Ф.: Кыргызмамбас, 1960. – 13-б.
3. Жайнакова А. «Сейтек» – «Манас» трилогиясынын корутунду бөлүгү / А.Жайнакова. – Ф.: Илим, 1984. – 47-б.

Т.Л. Шалабай, Т.Н. Шуракова, Г.Р. Яковлева
И.Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

T.L.Shalabay, T.N. Shurakova, G.R. Yakovleva
Kyrgyz State Technical University n. a. I. Razzakov
Bishkek, Kyrgyz Republic
e-mail: shalabay54@mail.ru efeshina_tatyana@mail.ru gr.yakovleva@mail.ru

ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ КАФЕДРЫ МЕТРОЛОГИИ И СТАНДАРТИЗАЦИИ

МЕТРОЛОГИЯ ЖАНА СТАНДАРТАШТЫРУУ КАФЕДРАСЫНЫН ӨТКӨНҮ ЖАНА АЗЫРКЫ УЧУРУ

PAST AND PRESENT OF THE DEPARTMENT OF METROLOGY AND STANDARDIZATION

Макалада "Метрология жана стандартташтыруу" кафедрасынын тарыхы, анын негизги кадамдары жана жетишкендиктери каралат. Кафедранын курамынын негизги иш-чаралары жана кесиптик деңгээли баяндалат, метрология жана стандартташтыруу жаатында адистерди даярдоодогу ийгиликтер белгиленет.

Түйүндүү сөздөр: "Метрология жана стандартташтыруу" кафедрасы, профессордук-окутуучулук курам, өнүгүү тарыхы.

В статье рассматривается история создания кафедры «Метрология и стандартизация», ее основные шаги и достижения. Описываются основные события и профессиональный уровень состава кафедры, отмечаются успехи в подготовке специалистов в области метрологии и стандартизации.

Ключевые слова: кафедра «Метрология и стандартизация», профессорско-преподавательский состав, история развития.

The article examines the history of the creation of the Department of Metrology and Standardization, its main steps and achievements. The main events and the professional level of the department staff are described, successes in training specialists in the field of metrology and standardization are noted.

Key words: Department of Metrology and Standardization, faculty, history of development

Бережное отношение к прошлому всегда является залогом будущих успехов любого коллектива. Именно в прошлом закладываются основы, традиции и ценности, следуя которым возможно достижение поставленных целей. Кафедра «Метрология и стандартизация» на протяжении 50 лет обучала и воспитывала студентов, готовила специалистов высокого уровня, занималась наукой. В преддверии 70 летия КГТУ им. И. Раззакова особенно важно вспомнить тех, с чьим именем связана кафедра и университет.

Кафедра «Метрология и стандартизация» организована 1 сентября 1974 года [1] из преподавателей механического факультета. Состав кафедры изначально был малочисленным. Так, переводом на эту кафедру был сформирован следующий профессорско-преподавательский состав: с кафедры «Металлорежущие инструменты» - Бабак Валентин Федорович- доцент, к.т.н., зав кафедрой, Закарян Людмила Яковлевна –

старший преподаватель, Полонская Хана Фроимовна – старший преподаватель. С кафедры «Теория механизмов и машин» был переведен преподаватель Лаптев Леонид Егорович.

Бабак Валентин Федорович, д.т.н., профессор – первый заведующий кафедрой «Метрология и стандартизация» с 1974г. Высшее образование он получил в Фрунзенском политехническом институте в 1961г. и после работы начальником цеха на Каджи Сайском Электротехническом заводе в 1964г.- принят на кафедру «Металлорежущие инструменты», с 1974 г. – заведующий кафедрой «Метрология и стандартизация».

С момента образования, кафедре было поручено ведение следующих дисциплин: «Основы взаимозаменяемости, стандартизация и технические измерения» и «Основы патентоведения».

В 1977 г. в состав кафедры были включены: Рунг Рудольф Рудольфович – к.т.н., ст. преподаватель и преподаватель Яковлева Галина Романовна (с кафедры «Детали машин»), лаборанты Есипенко Вера Антоновна, Дегтярева Тамара Анатольевна и Семенова Нина Дмитриевна. В 1978г. из числа молодых специалистов на кафедру преподавателем зачислена Шалабай Татьяна Леонидовна. В 1978г. защитили кандидатские диссертации Закарян Л.Я. и Лаптев Л.Е.

Позднее кафедру дополнили Гершберг Яков Михайлович, Омуралиев Усен Касымович, Ефешина Татьяна Николаевна и другие.



Рисунок 1 - Заведующий кафедрой Бабак В.Ф. и сотрудники кафедры МиС (80-е годы)

На фотографии (Рисунок 1) также можно узнать бессменного секретаря кафедры Есипенко Веру Антоновну, лаборанта Дегтяреву Тамару Анатольевну и других сотрудников кафедры.



Рисунок 2 - Кафедра МиС на демонстрации (1980 год)

А на фотографии (Рисунок 2) можно увидеть знакомые многим лица. На переднем плане – Есипенко Вера Антоновна, Лаптев Леонид Егорович, Шалабй Татьяна Леонидовна, Яковлева Галина Романовна. И конечно многие узнают молодого Дворникова Леонида Трофимовича, Тульчинского Леонида Борисовича, Микитянского В.В. и других сотрудников механического факультета.

С 1977г. Кафедра вела дипломное проектирование для направления «Технология машиностроения» и в 1979 г. стала профилирующей. Много специалистов по направлению технология машиностроения выпустила кафедра. (Рисунок 3) В те годы потребность в таких специалистах была большой, функционировало много предприятий машиностроительной отрасли, в том числе машиностроительный завод имени Ленина, с которым у кафедры был заключен хозяйственный договор. на проведение научно исследовательских работ в области исследования качества зубчатых колес и разработку системы автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП).

На протяжении с 1974г. по 1994г. кафедра «Метрология и стандартизация» сформировала высокопрофессиональный коллектив и организовала 1) метрологическую лабораторию 2) лабораторию технических измерений 3) кабинет стандартов и нормоконтроля. Было создано метрологическое обеспечение кафедры.



Рисунок 3 - После Госэкзамена в группе М-6-88 . Сотрудники кафедры МиС и студенты

Активно велась научная работа студентов. Так, на всесоюзном конкурсе лучших научных студенческих работ в течение ряда лет получили золотые медали работа Шалабай Т.Л. «Динамика кривошипно-ползунного пресса» (руководитель Бабак В.Ф.), работа Ефесиной Т.Н. и Омуралиева У.К. «Влияние технологии обработки на качество зубчатых колес» (руководитель Полонская Х.Ф.), работа Мочаловой И.В. «Динамическая модель пресса» (руководитель Шалабай Т.Л.) Отметим, что и в настоящее время на кафедре уделяется большое значение студенческой научно-исследовательской работе, с высокими результатами.

С 1990г. по 1994г. кафедрой заведовал к.т.н., доцент Аванесов Герман Исаакович, ранее работавший главным технологом машиностроительного завода имени Ленина. Тогда же кафедра начала читать для механиков дисциплину САПР и АЯП (алгоритмические языки программирования), так как имела в своем составе грамотных специалистов в этой области. В рамках статьи невозможно описать всех, кто трудился на кафедре и все ее достижения.

В 1994 году путем объединения кафедр МиС, ТММ и ДМ была образована кафедра «Основы конструирования машин» (ОКМ).

Кафедры ТММ и ДМ – одни из самых старейших в университете и были образованы в 1971 году разделением кафедры «ДМ и ТММ» на две: «Детали машин», ею заведовал Пучинян Григорий Степанович и «Теория механизмов и машин», заведующим которой был Дворников Леонид Трофимович.

В разные периоды кафедрой «Теория механизмов и машин» заведовали Усубалиев Жениш Усубалиевич, а кафедрой «Детали машин» Пучинян Григорий Степанович, Ивин Валерий Иванович и Чиналиев Олег Кожомжарович. С 1992 по 2003 год кафедрой ДМ руководил Алмаатов Мыйманбай Закирович.

С 2003 года кафедру ОКМ возглавлял доктор технических наук, профессор Тургумбаев Женишбек Жумадылович. В составе кафедры ОКМ работали такие высококвалифицированные специалисты как Джаманкулов Кенеш Джаманкулович, Колосов Александр Сергеевич, Фрейз Владимир Николаевич, Туров Владимир Алексеевич, Донченко Валерий Семенович, Цой Ульяна Алексеевна и другие.

В 2001 году после получения лицензии кафедра ОКМ провела набор студентов в группу МиС 1-01, а в 2006 году был первый выпуск инженеров по специальности метрология, стандартизация и сертификация. В результате реорганизации кафедры ОКМ в 2006 году была вновь выделена кафедра «Метрология и стандартизация». И начался новый этап деятельности кафедры «МиС», продолжающей старые традиции кафедры МиС и вобравшую все лучшее от кафедр «ТММ» и «ДМ»

В настоящее время кафедру возглавляет д.т.н., профессор Алмаатов М.З., в составе кафедры также д.т.н., профессор академик Джуматаев Мурат Садырбекович, 3 кандидата технических наук, 4 старших преподавателя, инженер и зав. лабораторией (Рисунок 4).

За последний период кафедра МиС значительно обновила метрологическое оборудование своих лабораторий, оснастила аудитории современными техническими средствами для проведения занятий.

Кафедра является ведущей в Республике по подготовке кадров по направлениям 700600 «Стандартизация и метрология (по отраслям)» и 700400 «Управление качеством (по отраслям)», является разработчиком общеобразовательных стандартов по этим направлениям. Практически все выпускники кафедры трудоустроиваются. Ряд из них занимают высокие руководящие должности (например, Баялиев Алмаз – начальник управления метрологии в Кыргызстандарте, Бейшенкулова А., Айдаралиева К. – ведущие специалисты отделов Кыргызстандарта. Халов Р.Ш. и Мырзалиева Н.О. – старшие преподаватели кафедры «МиС»). Ряд выпускников кафедры работают в России и странах ближнего и дальнего зарубежья.

Кафедра МиС осуществляет набор магистрантов по следующим магистерским программам: Метрология и стандартизация, Управление качеством. В рамках мобильности магистрантов в 2022 году с красными дипломами закончили магистратуру 2 магистранта.



Рисунок 4 - Состав кафедры «Метрология и Стандартизация»

В 2022 году в связи с 95 летним юбилеем Кыргызстандарта зав. кафедрой МиС д.т.н., профессор Алматов М.З. награжден «Нагрудным знаком» и Дипломом за заслуги в области метрологии и стандартизации. Дипломами также награждены Халов Р.Ш и Шалабай Т.Л. (Рисунок 5)



Рисунок 5 - Заведующий кафедрой Алматов М.З., сотрудники кафедры и Кыргызстандарта на юбилейном мероприятии

К сильным сторонам кафедры в настоящее время можно отнести:

- Высокий профессиональный уровень ППС (стажировку за рубежом: прошли Алмаматов М.З. – в Индии, Абдираимов А.А. – в Японии).
- Тесное сотрудничество с работодателями (заключен договор о научно техническом сотрудничестве с Кыргызстандартом и другими предприятиями Республики.(В рамках договора с Кыргызстандартом были откалиброваны эталоны и средства измерений).
- Материально-техническая база (Лаборатории кафедры ауд.3/204 и 3/202 оснащены современными электронными средствами измерений, моделями и макетами).
- Учебно-методическая оснащенность (УМКД кафедры, межгосударственные и национальные стандарты).
- Разработанные Методические материалы (по выполнению курсовых и выпускных квалификационных работ бакалавров, магистерских диссертаций магистрантов и по прохождении производственной и педагогической практики).
- Студенты кафедры МиС неоднократно получали Президентскую стипендию (2020г. – 2 студента, 2021-1 студент, 2022г. – Студент группы ССМ-1-18 Бочкарев Денис внесен в книгу лучших 200 студентов Кыргызстана и награжден медалью) (Рисунок 6).
- Члены кафедры МиС входят в технический комитет ТК6 и постоянно участвуют в международных тренингах (тренинги Альфа групп, Германия).



Рисунок 6 - Награждение медалью студента группы ССМ-1-18 Бочкарева Дениса



Рисунок 7 - Награждение Президентскими стипендиями студентки группы ССМ-1-17 Сушковой Юлии и студентки группы ССМ-1-19 Шестовой Юлии

В 2023 году за выдающиеся достижения в учебе и научной работе Президентскую стипендию получил студент группы ССМб-1-20 Алмаатов Илияз.

На кафедре ведутся научные исследования по направлению «Теория механизмов и машин». Открыта аспирантура. В учебном процессе кафедра ориентируется на применение современных компьютерных технологий.

Кафедра тесно сотрудничает с Кыргызстандартом.. На Рис. 8 Баялиев Алмаз - начальник Управления метрологии Кыргызстандарта (выпускник каф. МиС), проводит экскурсию по метрологическим лабораториям для студентов 1,2,3 курсов кафедры.



Рисунок 8 - Экскурсия студентов в Кыргызстандарте



Рисунок 9 - Сотрудники кафедры МиС и гости из Кыргызстандарта после проведения «Открытого урока» для студентов 1-4 курса

Работу кафедры «Метрология и стандартизация» невозможно описать одной статьей. Нам хотелось лишь напомнить о тех, чьи имена в далекие 70 и 80 годы составляли гордость не только кафедры, но и университета и кто заложил основы преподавания метрологии и подготовки высококвалифицированных специалистов. Надеемся, что у кафедры впереди еще много успехов и достижений.

Список литературы

1. Приказ ФПИ 1/18 от 22 ноября 1974г
2. Приказ ФПИ 3/45 от 27 февраля 1975г
3. Приказ МО 378/4 от 30 октября 1974г
4. <https://kstu.kg/fakultety/inzhenerno-ehkonomicheskii-fakultet/metrologija-i-standartizacija>

ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА, МАТЕМАТИКА И ФИЗИКА

УДК: 620.1.052

DOI:10.56634/16948335.2024.3.861-866

М.З.Алмаматов, Э.У.Асаналиева, Р.М.Мухтарбекова
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

M.Z.Almamatov, E.U.Asanalieva, R.M.Mukhtarbekova
Razzakov Univeristy, Bishkek, Kyrgyz Republic
e-mail: meiman56@mail.ru rio_kstu66@mail.ru winjoker25@mail.ru

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЗМОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВОГО СВОЙСТВА МЕХАНИЗМОВ

МЕХАНИЗМДЕРДИН ЖАҢЫ КАСИЕТТЕРИН КОЛДОНУУ МЕНЕН АЛАРДЫН КИНЕМАТИКАЛЫК ПАРАМЕТРЛЕРИН АНЫКТОО ЫКМАЛАРЫН ИШТЕП ЧЫГУУ

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR CALCULATING KINEMATIC PARAMETERS OF MECHANISMS USING A NEW PROPERTY OF MECHANISMS

Макалада звенолордун белгиленген жаңы касиетин колдонуу менен төрт шарнирдик механизмдердин кинематикалык параметрлерин аныктоонун инновациялык ыкмасы сунушталат.

Түйүндүү сөздөр: төрт шарнирдик механизмдердин кинематикалык параметрлери, инновациялык эсептөө ыкмасы, звенолордун жаңы касиеттери.

В статье предложена инновационная методика расчета определения кинематических параметров четырех шарнирных механизмов, с использованием установленного нового свойства звеньев.

Ключевые слова: инновационная методика расчета, кинематические параметры четырех шарнирные механизмы, новые свойства звеньев.

The article proposes an innovative calculation method for determining the kinematic parameters of four hinge mechanisms, using the established new property of the links.

Key words: Innovative calculation method for determining the kinematic parameters of four hinge mechanisms, new properties of links.

Введение. В настоящее время в науке теория механизмов (ТММ) для определения кинематических характеристик (КП) механизмов, используют метод –векторных контуров кинематических цепей механизмов с использованием которой разработаны учебные пособия известными учеными такими как Артоболевский И. И [1], Левитской О. Н [2] и многими другими учеными в разных странах. При использовании векторных контуров, звенья условно заменяются векторами, и составляется общая система векторных контуров, подобной схеме механизма. Полученная система рассматривается в зависимости от положения ведущего звена. Движение ведущего звена задается в виде тригонометрической функции, соответственно в результатах исследования положения звеньев, в уравнениях их скоростей и ускорений, всегда присутствуют тригонометрические или обратно тригонометрические функции, усложняются решения задачи. В некоторых случаях с целью упрощения задачи по определению кинематических параметров применяют графические методы.

В работе [3] рассмотрено кинематическое исследование сложного механизма групп Бурместера по известной классической методике, принятой в науке ТММ, в результате которой получены сложные нелинейные системы уравнений.

Обобщая обзор существующих методов определения кинематических параметров можно сделать вывод о том, что кинематические параметры подвижных звеньев механизмов третьего уровня, например, механизмы с группой Бурместера, существующая система не решает или решение составляет очень сложную нелинейную систему уравнений с тригонометрическими функциями, решение которой создают отдельные новые математические проблемы.

Отсюда вытекает заключение, что существующая система определения кинематических параметров в науке ТММ, исчерпала все свои возможности, для групп механизмов третьей и более групп сложности, поэтому требуется определить новые свойства механизмов, с целью разработки новых методов решения указанной проблемы.

По этой причине разработка инновационной методики расчета параметров механизмов остается фундаментальной и актуальной задачей.

В работе [4] предложены новые методы кинематические исследования сложного механизма групп Бурместера, с использованием теоремы Пифагора, которая существенно упрощает определение КП устройства.

В работах [5 и 6] этот же метод с использованием теоремы Пифагора рассмотрен при определении КП четырех шарнирного механизма, в котором предложено использование теоремы Пифагора.

На основе выполненного обзора литературы можно сделать вывод, что разработана новая методика расчета КП четырех шарнирных и Бурместеровых механизмов. Возникает задача о необходимости оценки особенностей нового метода расчета КП механизмов с выделением их свойств.

Цель. Предложение новой инновационной методики для расчета кинематических параметров четырех шарнирных механизмов. Авторы статьи исследуют новое свойство подвижных звеньев механизмов, которое позволяет рассматривать каждое звено как автономную систему при расчете его кинематических характеристик. Это свойство обеспечивает возможность значительного упрощения математических моделей и уравнений, используемых для определения параметров движения механизмов.

Задачи. Разработка новой методики расчета кинематических параметров, предполагается новый подход, основанный на использовании установленного нового свойства звеньев механизма. Исследование применимости новой методики, осуществляется сравнение существующих методик и новой разработанной методики.

Решение задачи. В КГТУ имени И. Раззакова группой исследователей установлено не выявленное ранее, существующее новое свойство подвижных звеньев механизмов, которое выражается в виде кинематической системной определенности и автономности звеньев в составе структуры механизма, имеющее постоянные и переменные составляющие и ограничение. Установленное новое свойство звена в системе механизма в настоящее время оформляется на научное открытие (совместно с соавторами неуказанными в данной статье) [7].

Используя установленное новое инновационное свойство разработана методика расчета кинематических параметров механизмов.

Сущность предложенной методики заключается в том, что каждое отдельное подвижное звено рассматривается как отдельная система, с постоянным параметром, длина этого звена и переменные проекции этого звена на оси координат x_i и y_i , и ограничения - учитывается влияние кинематической связи его с другими звеньями в виде суммы координат некоторых групп звеньев по координатным осям x и y . При выполнении вышеуказанных условий и составления общей системы уравнений, для этого подвижного звена (системы) определение его кинематических параметров можно решить в отдельности,

каждая система становится автономной, что является преимуществом предложенной системы [4,5, 6,7].

Рассмотрим новую методику определения кинематических параметров четырех шарнирных механизмов с использованием теоремы Пифагора и взаимосвязи звеньев замкнутых контуров. Схема четырех шарнирного механизма представлена на рис.1.

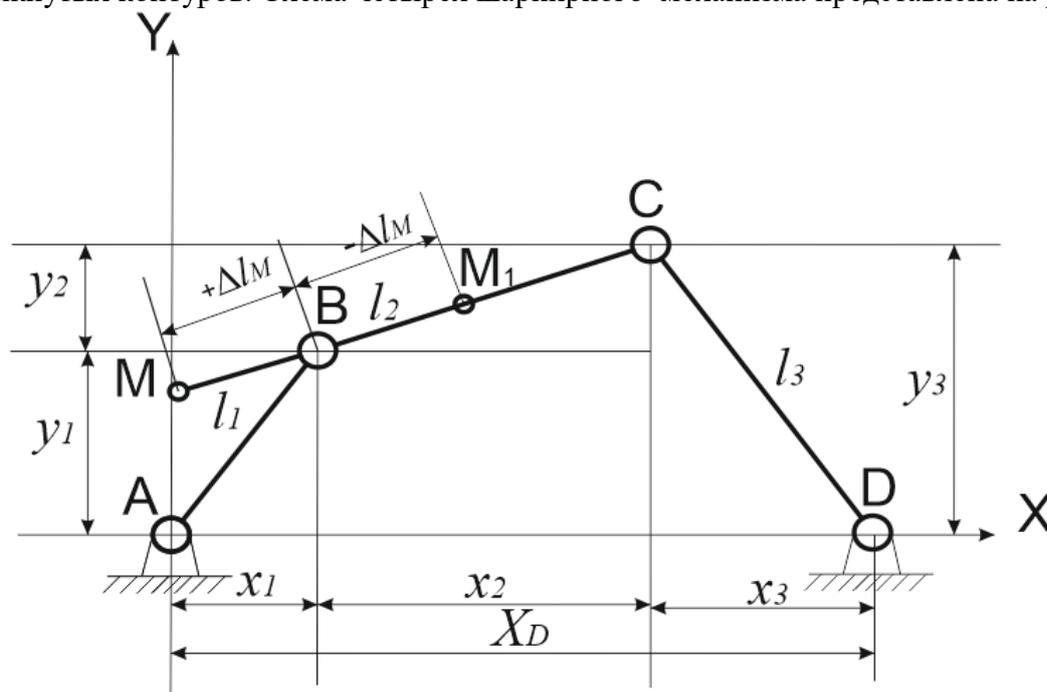


Рисунок 1 - Кинематическая схема четырех шарнирного механизма

l_1, l_2, l_3, l_4 – длины звеньев: первого кривошипа, второго шатуна, третьего коромысла и межопорного расстояния AD условно названного четвертым, $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$, - положение углов наклона соответствующих звеньев.

В указанном четырех шарнирном механизме имеются три подвижных звена, соответственно можно выделить три независимые системы и для каждой системы можно составить уравнения (1).

$$l_i^2 = x_i^2 + y_i^2 \quad (1)$$

где: l_i - длина соответствующего подвижного звена, X_i, Y_i - переменные составляющие соответствующей подвижному звену системы, координаты проекции на соответствующие оси.

Отсюда можно сделать вывод о том, что на каждые подвижные звенья приходятся две неизвестные X_i, Y_i , соответственно для рассматриваемого механизма составляются три уравнения с шестью неизвестными.

Далее рассматриваются ограничения связанные с кинематическими связями всех звеньев.

Для нашего случая, стойка 0, кривошип 1 (AB), шатун 2 (BC), коромысло 3 (CD) и снова стойка 0, последовательно шарнирно соединены между собой, и их движения по оси x ограничиваются межопорным расстоянием шарнирного соединения со стойкой точками A и D. Сумма проекций на оси x кривошипа AB первого звена x_1 , звена BC второго звена x_2 и звена CD третьего звена x_3 равна координате межопорных расстояний AD - x_D (2).

$$x_1 + x_2 + x_3 = x_D \quad (2)$$

Аналогично сумма проекций вышеперечисленных звеньев на оси y первого звена y_1 и второго звена y_2 равна проекции третьего звена y_3 имеет вид (3)

$$y_1 + y_2 = y_3 \quad (3)$$

Таким образом можно получить дополнительные уравнения, в нашем случае получены два уравнения. Как видно из уравнений (1), (2) и (3) в уравнениях отсутствуют тригонометрические функции, из-за чего мы считаем особенностью предложенной методики.

Тригонометрические функции будут присутствовать, только на ведущей системе, так как механизм работает в зависимости от его положения и для точки В первого ведущего звена как для первой отдельной системы можно записать (4, 5).

$$X_1 = l_1 \cos \varphi_1 \quad (4)$$

$$Y_1 = l_1 \sin \varphi_1 \quad (5)$$

где: φ_1 - угол поворота ведущего звена кривошипа.

Данный фактор является первой особенностью предложенной системы от существующей, тригонометрическая функция присутствует только в уравнениях (4) и (5), а в остальных уравнениях (1), (2) и (3) отсутствует.

В существующих методиках определения КП механизмов, тригонометрические функции присутствуют во всех уравнениях.

Второй особенностью предложенной методики является то, что составляется система из нескольких уравнений, например, в нашем случае в составленном первом уравнении (1) присутствуют три системы и соответственно составляются три уравнения (по одной к каждому подвижному звену), и два уравнения составлены по кинематическим связям (2) и (3), а также для ведущего звена составлены два уравнения (4) и (5), в итоге составлена система из семи уравнений. Решение системы уравнений выполняется в любой последовательности, как и принято в стандартных математических уравнениях.

В существующей ГММ классической методике определения КП механизмов, составляется одно общее уравнение искомого параметра с учетом векторных контуров всех звеньев и ведущего звена с тригонометрическими функциями его последовательных положений.

Таким образом, главной второй особенностью в предложенной методике является то, что общая система механизма подразделена на несколько подсистем по количеству подвижных звеньев, и на каждую подсистему составляются свои уравнения, соответственно общее уравнение схемы механизма как бы подразделяется на несколько систем уравнений по количеству подсистем. И здесь главный выигрыш в упрощении сложности уравнений заключается в том, что ведущее звено с тригонометрическими функциями также отделено от остальных подсистем, и рассматривается также как отдельная подсистема, его тригонометрические функции напрямую не влияют на искомые уравнения, так как влияние тригонометрических функций выражено внутри параметров x_1 и y_1 т.е. влияние параметров ведущего звена выражены косвенно через координаты точки В на координатные оси.

Третьей особенностью предложенной методики является то, что из уравнений кинематических связей, в нашем случае (2) и (3), можно выделить и определить любую из неизвестных по парно X_i, Y_i - переменные составляющие любой из систем, возвести их в квадрат, поставить в уравнение (1), тогда эти два неизвестных заменяются одной известной l_i^2 соответственно система уравнений сокращается на два неизвестных.

Решение задачи по определению КП четырех шарнирного механизма по рис. 1 приведены в работах [5,6].

Определены координаты точки С (см. рис. 1).

$$x_3 = x_D - (x_1 + x_2) \quad (6)$$

$$y_3 = y_1 + y_2 \quad (7)$$

Из системы (3) определена координата звена ВС (см. рис. 1) [5,6].

$$y_2 = \frac{l_3^2 - l_1^2 - l_2^2 - x_D^2 + 2x_D(x_1 + x_2) - 2x_1x_2}{2y_1} \quad (8)$$

Введены обозначения для постоянных составляющих и одного переменного x_1 [5,6].

$$E = l_3^2 - l_1^2 - l_2^2 - x_D^2 + 2x_Dx_1 \quad (9)$$

$$K = l_3^2 - l_1^2 - l_2^2 - x_D^2 \quad (10)$$

$$E = K + 2x_Dx_1 \quad (11)$$

$$A = 4(l_1^2 + x_D^2 - 2x_1x_D) \quad (12)$$

$$B = 4E(x_D - x_1) \quad (13)$$

$$C = E^2 - 4l_2^2y_1^2 \quad (14)$$

Определена другая координата звена BC x_2 .

$$x_2 = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A} \quad (15)$$

Таким образом, определены все неизвестные, по которым определяются координаты любой точки.

Радиус вектора связывающее точку C с началом системы координат с точкой A определяется по формуле (16):

$$\rho_C = \sqrt{(x_1 + x_2)^2 + Y_3^2} \quad (16)$$

В процессе исследований четырехшарнирных механизмов часто возникают задачи по определению координаты точки M_1 лежащего во втором звене BC (см. рис.1), в некоторых случаях в точке M_1 может оказаться центром масс звена. Или иногда необходимо определить точку M_1 из условия соединения другими звеньями по технологическому назначению. В этих случаях точка M может размещаться в любом месте внутри точек B и C шатуна, или за их пределами в продолжении шатуна как точка M (см. рис.1). По предложенной методике определим координаты точки M_1 которая размещена на шатуне (звена 2) см. рис. 1.

Длина отрезка BM_1 это - Δl_M размеры точки M_1 она задана по условиям задания, а также известна длина шатуна l_2 , воспользуемся теорией подобия и запишем формулу (17)

$$\frac{l_2}{x_2} = \frac{l_2 \pm \Delta l_M}{x_4} \quad (17)$$

где, x_4 проекция отрезка BM_1 на оси координат. Знаком (+) в уравнении (17) воспользуемся если точка M размещена в продолжении шатуна, в случае размещения как точка M_1 между кинематическими парами B и C, принимаем знак (-).

Неизвестными в уравнении (17) являются x_4 проекция координаты отрезка BM_1 на ось x, для его определения из (17) имеем формулу (18)

$$l_2(x_4) = x_2(l_2 \pm \Delta l_M) \quad (18)$$

Определяем x_4 . Формула (19)

$$x_4 = \frac{x_2}{l_2} (l_2 \pm \Delta l_M) \quad (19)$$

Тогда координата точки M_1 которая размещена между шарнирами B и C определяется по формуле (20):

$$X_{M1} = x_1 + x_4 \quad (20)$$

Аналогичным образом определяется координата точки M_1 по оси y. Формула (21)

$$Y_{M1} = y_1 + y_4 \quad (21)$$

Для случая размещения точки М в продолжении шатуна за шарниром В определяется по формуле (22, 23)

$$X_M = x_1 - x_5 \quad (22)$$

$$Y_M = y_1 - y_5 \quad (23)$$

где, x_5 и y_5 проекция отрезка МВ шатуна на координатные оси, которые определяются также как x_4 и y_4 .

В уравнениях (8), (15), в которых определяются значения X_2 , Y_2 , дифференцируя их находим скорости соответствующих точек.

Эти же уравнения дифференцируя еще раз определяют ускорение соответствующих точек.

Выводы. По результатам выполненных исследований получены результаты:

1. Установлено не выявленное ранее, существующее новое свойство подвижных звеньев механизмов, которое выражается в виде кинематической системной определенности и автономности определения параметров звеньев, имеющее постоянные и переменные составляющие и ограничение. Установленное новое свойство в системе механизма в настоящее время оформляется на научное открытие (совместно с соавторами неуказанными в данной статье).

2. Разработана инновационная новая методика определения кинематических параметров четырех шарнирных механизмов, с использованием нового свойства звеньев.

Список литературы

1. Артоболевский, И. И. Теория механизмов и машин [Текст] / И.И.Артоболевский. – Москва: Издательство Наука, 1988. - 640 с.
2. Левитская, О.Н. Курс теории механизмов и машин [Текст] / О.Н. Левитская, Н.И. Левитский. – Москва: Высшая школа, 1985ю - 279 с.
3. Екшибаров, В.Н. Реализация аналитического метода кинематического анализа рычажного механизма третьего класса на ЭВМ [Текст] / В.Н. Екшибаров // Вестник АГАУ – Алтай, 2004. - №2(14). – с. 246-248.
4. Аналитический метод определения кинематических параметров рычажного механизма, с использованием теоремы Пифагора [Текст] / Сборник научных статей по материалам X Международной научно-практической конференции «Инновационные идеи молодых исследователей» // Вестник науки. – Уфа: Издательство «НИЦ Вестник науки», 2023. - с. 7-12.
5. Новая методика определения кинематических параметров рычажных механизмов с использованием теоремы Пифагора и взаимосвязи звеньев замкнутых контуров [Текст] / Сборник научных статей по материалам X Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы науки и практики». - Вестник науки. – Уфа: Издательство «НИЦ Вестник науки», 2023. - с. 8-13.
6. Алмаматов, М.З. Новая методика определения кинематических параметров рычажных механизмов с использованием теоремы Пифагора и взаимосвязи звеньев замкнутых контуров [Текст] / М.З.Алмаматов, Д.Т. Сонунбеков, Н.К. Токсонбаева // Машиноведение. – Бишкек: 2020. - выпуск 1(11). - с. 3-14.
7. Свидетельство на авторское право № 5971 от 10.06.2024 г. Кыргызпатента Кыргызской Республики.

УДК 621.01

DOI:10.56634/16948335.2024.3.867-875

Л.Н. Гудимова, И.С. Баклушина

Сибир мамлекеттик индустриялык университети, Новокузнецк шаары, Россия
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия

L.N. Gudimova, I.S. Baklushina

Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia
e –mail: luy-gudiova@yandex.ru

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ СТРУКТУРНЫХ СХЕМ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

АР ТҮРДҮҮ МАКСАТТАР ҮЧҮН СТРУКТУРАЛЫК ТҮЗҮЛҮШТӨРДҮН КЕЛЕЧЕКТҮҮ ЫКМАЛАРЫ

PROMISING METHODS FOR CREATING BLOCK DIAGRAMS FOR VARIOUS PURPOSE

СибГИУнун «Механикалык системдердин түзүлүшүнүн теориясы жана аны татаал машиналарды, анын ичинде тоо-кен жана металлургиялык татаал машиналарды түзмөлөөдө колдонуу практикасы» илимий мектебинде чечилген негизги маселелери кыскача каралган. Иштелип чыккан ыкма аткарылбай калган механизмдин кыймылдуулугун чечүүнүн ырааттуулугу, допшолуу калтектүү механизмдердеги ашыкча байланыштарды жоюу жолу менен берилет. Планетардык редукторлорду долбоорлоодо профессор Л. Дворников тарабынан берилген илимий чечимдердин тууралыгы эксперименталдык жактан далилденген. Допшолук структуралык түзүлүштөрдү түзүү үчүн Л.Т. Дворниковдун универсалдуу конструкциялык системасына негизделге алгоритм иштелип чыккан. Фермалар, аркалар жана көп тирөөч устундар сыяктуу. Ал алардын ар түрдүүлүгүн табууга мүмкүндүк берет жана натыйжада технологиялык талаптарга эң ылайыктуу структураны тандоону камсыз кылат.

Түйүндүү сөздөр: механикалык системдин кыймылдуулугу, ашыкча байланыштар, планетардык механизм, нөлдүк жана үчүнчү түзүлүштөгү механизмдер, фермалар, аркалар, устундар.

В кратком изложении рассмотрены основные задачи, решаемые в научной школе СибГИУ «Теория структуры механических систем и практика ее использования при синтезе сложных машин, включая горные и металлургические». Приведена последовательность решения разработанной методики устранения дефицита подвижности, путем исключения избыточных связей в шарнирных рычажных механизмах. Экспериментально доказана правильность научного подхода в проектировании планетарных редукторов, сформулированная профессором Л.Т. Дворниковым. Показан разработанный алгоритм создания конструктивных схем шарнирно-стержневых систем таких как: фермы, арки и многоопорные балки, основанный на универсальной структурной системе Дворникова, позволяющий находить все их многообразие, и как следствие обеспечить выбор структуры максимально соответствующей технологическим требованиям.

Ключевые слова: подвижность механической системы, избыточные связи, планетарный механизм, механизмы нулевого и третьего семейств, фермы, арки, балки.

A brief summary examines the main problems solved at the scientific school of SibGIU “The theory of the structure of mechanical systems and the practice of its use in the synthesis of complex machines, including mining and metallurgical ones.” The sequence of solutions to the developed method for eliminating mobility deficits is given by eliminating redundant connections in hinged

lever mechanisms. The correctness of the scientific approach in the design of planetary gearboxes, formulated by Professor L.T., was experimentally proven. Dvornikov. The developed algorithm for creating structural diagrams of hinged-rod systems such as trusses, arches and multi-support beams, based on Dvornikov's universal structural system, is shown, allowing one to find all their diversity, and as a result ensure the choice of structure that best meets the technological requirements.

Key words: *mobility of the mechanical system, redundant connections, planetary mechanism, mechanisms of the zero and third families, trusses, arches, beams.*

Современные отрасли российской и мировой экономики ставят ряд неотложных задач не только перед производителями, но и учёными. В научной школе СибГИУ под руководством профессора Л.Т. Дворникова разработаны и научно обоснованы: метод синтеза структур многосвязных механизмов способных адаптироваться к изменяющимся нагрузкам при работе машин, т.е. механизмов как с полным исключением дефицита подвижности, так и с частичным, метод проектирования самоустанавливающихся многосателлитных планетарных редукторов и теория шарнирно-стержневых систем строительного назначения.

Известно, что в настоящее время более 70% всех современных механизмов есть шарнирно-рычажные механизмы (см. рис. 1), в которых звенья соединяются либо подшипниками качения, либо скольжения.

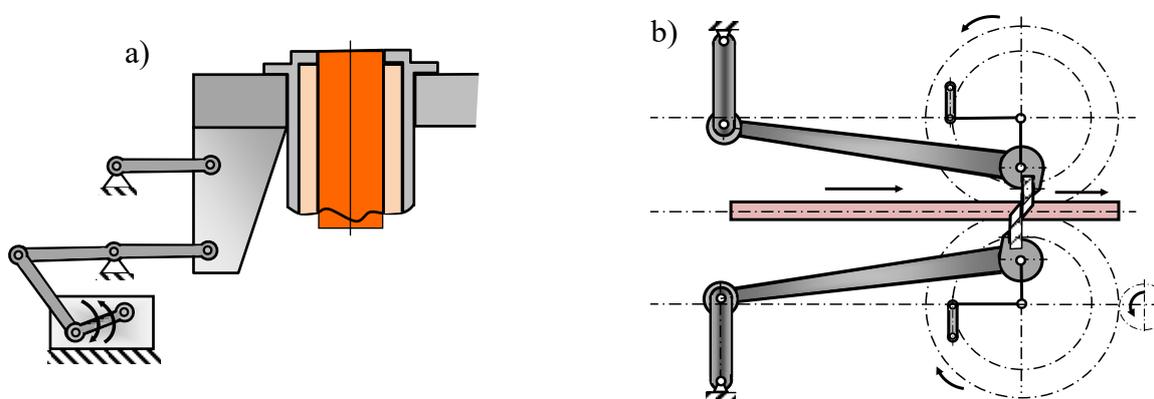


Рисунок 1 - Кинематические схемы шарнирно-рычажных механизмов: качения кристаллизатора (a) и летучих ножниц (b d)

Подобные соединения согласно классификации кинематических пар, в науке теории механизмов и машин, являются парами пятого класса, способными обеспечивать только одно взаимное движение вращательное или поступательное. Такое ограничение движения и при работе, и при сборке механизма приводит к дополнительному силовому нагружению деталей, что увеличивает энергетические затраты на преодоление вредных сил сопротивления и как результат уменьшает производительность, приводя к быстрому их износу в местах соединений [1]. В механизмах, используемых, например, в металлургической промышленности где детали дополнительно подвергаются воздействию высоких температур, вызывая температурные деформации, выше обозначенная проблема является наиболее значимой, т.к. становится причиной, приводящей к более частым поломкам и остановкам машины на ремонт [2, 3].

Отметим, что еще в восьмидесятых годах прошлого века ряд ученых металлургов [4] связывали дальнейшее развитие технологического оборудования с созданием машин нового поколения, рациональных (адаптивных), в которых отсутствует дефицит подвижности. Одним из первых ученых указавшим на вредное влияние недостатка подвижности в соединениях деталей были профессора В.В. Добровольский и Н.И. Колчин [5]. В

дальнейшем профессор Л.Н. Решетов большую часть своей научной деятельности посвятивший созданию структур механизмов без избыточных связей, предложил новое более удачное название – самоустанавливающиеся механизмы [6]. Им был разработан метод контуров, который позволил создать многие реальные технические решения для транспортных и сельскохозяйственных машин, однако в силу определенных причин, подробно рассмотренных в работе [7], метод не получил широкого применения, а, следовательно, создание метода синтеза адаптивных структур является актуальной задачей.

Основой метода синтеза структур самоустанавливающихся механизмов, разработанного в научной школе под руководством Л.Т. Дворникова, является формула А.П. Малышева, т.е. если обеспечить равенство соотношению $6n - 1 = \sum k p_k$, то любая кинематическая цепь будет одноподвижной и безыбыточной по связям. При нарушении равенства, разность между правой и левой частями $q = \sum k p_k - (6n - 1)$, указывающая на неправильность проектирования и принимающая значение больше нуля, определяет число избыточных связей.

Объяснить с точки зрения теории механизмов и машин наличие избыточных связей в структурах механизмов, не относящихся к нулевому семейству, можно используя принцип Даламбера. Учитывая, что возникающие в кинематических парах реакции опор имеют нормальное направление к поверхностям соприкасающихся звеньев и проходят через центр шарнира, составленные уравнения равновесия и графоаналитический метод решения, дают возможность найти численные значения реакций и их направления. Однако, собирая механизм, состоящий из кинематических пар только пятого класса, приходится прикладывать определённые усилия для соединения звеньев, которые приводят к смещению точки приложения реакций. Это означает, что число уравнений будет меньше, чем число неизвестных параметров.

Рассматривая Ассуров способ создания механизмов, когда на ведущее звено насаиваются группы нулевой подвижности, можно утверждать, что это звено, шарнирно установленное на стойку, является безыбыточным по связям, т.к. $W = 6n - 5p_5 = 6 \cdot 1 - 5 \cdot 1 = 1$. Значит дефицит подвижности будет наблюдаться при сборке звеньев, образующих группы нулевой подвижности. Подтвердим это утверждение, рассмотрев самый простой четырехзвенный шарнирный механизм. Число избыточных связей в нем $q = \sum k p_k - (6n - 1) = 5 \cdot 4 - (6 \cdot 3 - 1) = 3$. К ведущему звену в этом механизме присоединяется диада, которая состоит из двух звеньев $n = 2$ и трех пар пятого класса $p_5 = 3$, число возможных уравнений равновесия $H = 6n = 6 \cdot 2 = 12$, при этом число связей $S = 5p_5 = 5 \cdot 3 = 15$. Разница между этими параметрами составляет три единицы, что совпадает с числом избыточных связей в механизме. Таким образом, избыточные связи в шарнирных механизмах третьего семейства возникают при несоответствии между числом уравнений равновесия и числом неизвестных сил, т.е. $S - H = q$.

В работе [7] подробно описан метод, позволяющий полностью исключать избыточные связи. Метод основан на совместном решении системы, состоящей из двух уравнений, описывающих механизм как пространственный (безыбыточный) и как плоский, и содержит семь последовательных этапов решения, представленных на рисунке 2.

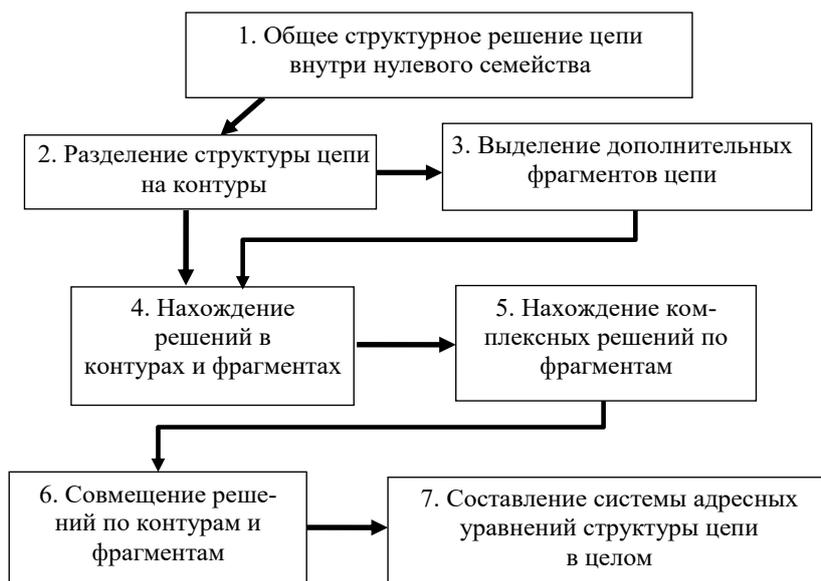


Рисунок 2 - Алгоритм исключения избыточных связей в механизмах

В работах [8, 9] приведены структуры исполнительного механизма прессы и механизма ножниц для резки металла с портальными ножами без избыточных связей, полученные на основании разработанного метода.

Широкое применение наравне с шарнирными механизмами получили планетарные редуктора, они применяются не только в металлообрабатывающей промышленности, но и транспортной, сельскохозяйственной, а также в военной технике как наземной, так и морской. Одним из недостатков в работе которых является невозможность передачи мощности через все сателлиты в многосателлитных механизмах. При проектировании приходится вести расчет на прочность с учетом передачи движения только через один сателлит, что существенно сказывается не только на габаритных размерах, но и на распределении нагрузки между сателлитами. Профессором Л.Т. Дворниковым сформулирован новый подход к синтезу многосателлитных механизмов, суть которого заключается в следующем: «таким образом, чтобы обеспечить определенность движения всех звеньев планетарной зубчатой передачи при увеличении числа сателлитов в ней, необходимо в ее кинематическую цепь вводить дополнительные рычаги числом, равным числу дополнительных сателлитов» [10]. Для научного подтверждения теории Л.Т. Дворникова была создана трехсателлитная планетарная передача по одному из патентов (см. рис. 3, а) и стенд (см. рис. 3, б) для изучения передачи движения через все сателлиты.

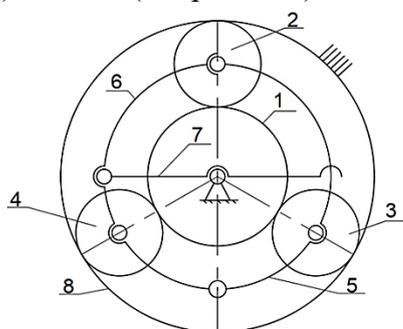


Рисунок 3 - Кинематическая структура одноподвижного планетарного редуктора (а) испытательный стенд (б). 1 – солнечная шестерня, 2, 3, 4 – сателлиты, 5, 6 – звенья-рычаги, 7 – водило, 8 – неподвижное колесо.

Планетарный механизм содержит семь подвижных звеньев ($n = 7$), которыми являются солнечная шестерня 1, три сателлита 2, 3, 4, два трехпарных промежуточных звеньев - рычагов, выполненных в виде полуколец 5, 6 и водила 7. Соединение осуществляется семью шарнирами ($p_5 = 7$) и шестью кинематическими парами четвертого

класса ($p_4 = 6$), по структурной формуле П.Л. Чебышева подвижность $W = 3n - 2p_5 - p_4 = 21 - 14 - 6 = 1$, что подтверждает его полную работоспособность.

Для фиксирования передаваемой мощности (напряжения) создана электрическая цепь постоянного тока, в которую встраивается мультиметр, лампа накаливания, переходник Мастер КИТ ВМ 8050 и персональный компьютер (ПК). Регистрируемый параметр напряжения отображается на экране ПК и сохраняется в формате excel. Испытания проводились при режимах: подаваемое напряжение $U = 42$ В, частоты вращения электродвигателя $n = 55$ мин⁻¹; 107,5 мин⁻¹; 120 мин⁻¹; 265 мин⁻¹ и 440 мин⁻¹. На рисунке 4 представлены результаты, полученные в течение времени равной одной минуте при $n = 55$ мин⁻¹

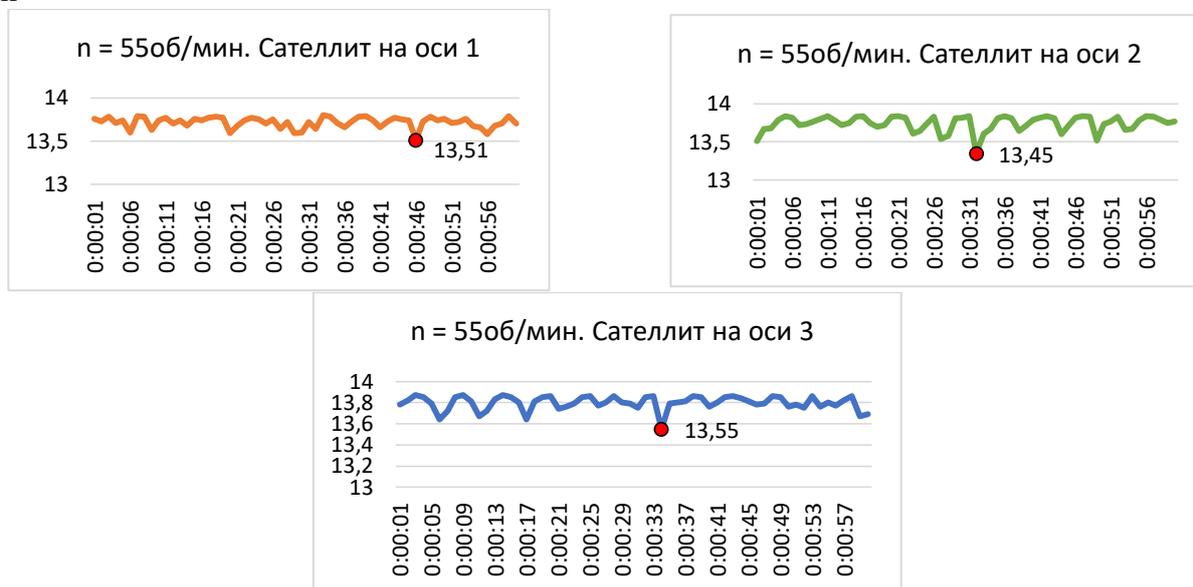


Рисунок 4 - Графики распределения напряжения между сателлитами

Приведенные параметры ограничены возможностью лабораторного испытательного стенда. Анализ полученных данных позволяет утверждать, что в работе участвуют все три сателлита, передаваемое напряжение, равномерно распределяется между ними.

С 1998г. основателем научной школы, профессором Л.Т. Дворниковым была показана связь плоских кинематических цепей нулевой подвижности и строительных ферм, дающая возможность идентификации методов теории машин к синтезу неподвижных механических систем и шарнирно-стержневых конструкций. Разработанный и запатентованный «Способ создания конструктивных схем строительных ферм» [11] позволил синтезировать новые структуры сложного типа. Под фермами сложного типа, согласно курсу строительной механики [12] следует понимать конструкции, к которым нельзя применить метод наращивания узлов с двумя стержнями, шарнирно соединенными и не лежащими на одной прямой. Ярким примером сложной фермы служит известная ферма Шухова сетчатого покрытия, которая является частным оригинальным решением ученого, т.к. не имеет описания метода построения схемы. Особенность способа заключается в построении сложной фермы путем связывания кинематических пар групп Ассур (кинематические цепи нулевой подвижности) в узлы строительной конструкции. Группы Ассур, пригодные для синтеза ферменных конструкций создаются многозвенными, имеющие в своем составе два свободных выхода, т.е. два нереализованных шарнира для организации соединения со стойкой.

Апробация результатов исследований прошла в 2003г успешной защитой кандидатской диссертации в Омском государственном техническом университете, где было показано получение конструктивных схем разного уровня сложности, включая девятнадцати стержневых ферм. Наряду с непосредственным синтезом структур ферменных конструкций была решена задача нахождения всего многообразия их конструктивных схем, применяя процедуры развязки и перевязки узлов. Полученные схемы, отличающиеся геометрической

компактностью схем, обладают повышенной несущей способностью, чем доказывают новизну и практическую значимость исследований. Обоснованная актуальность разработок с точки зрения обеспечения народного хозяйства механическими системами нового поколения дала толчок к формированию в научной школе направления теории шарнирно-стержневых систем строительного назначения. Наряду с фермами, к объектам исследования были отнесены арки, рамы и многопролетные балки. Большое внимание было уделено структурному синтезу арочных конструкций, имеющих внутреннее шарнирное соединение стержней. В арсенале строительной механики имеются четыре схемы: бесшарнирная, двух- и трехшарнирная балки и балка трехшарнирная с затяжкой [13]. Все перечисленные виды арок можно охарактеризовать как стержневые конструкции контурного типа. Разработка метода организации строительных арок из плоских шарнирных кинематических цепей нулевой подвижности позволила получить значимые результаты, новизна которых подтверждена патентами РФ. В основе метода лежит теория кинематических цепей, которая дает возможность осуществлять структурный синтез групп Ассур с замкнутыми изменяемыми контурами. Переход от кинематической цепи к строительной конструкции, т.е. организация арки происходит путем преобразования звеньев группы в линейные дугообразные стержни, шарнирно соединенные между собой. Конструктивные схемы арок симметричного исполнения, показанные на рисунке 5, имеют внутреннее соединение стержней, которое дает дополнительную жесткость арки к ее элементам внешнего контура и позволяет увеличить пролет. В процессе организации арочной конструкции общее количество звеньев группы и стержней арки, как и число одноподвижных вращательных пар группы и узлов арки сохраняются.

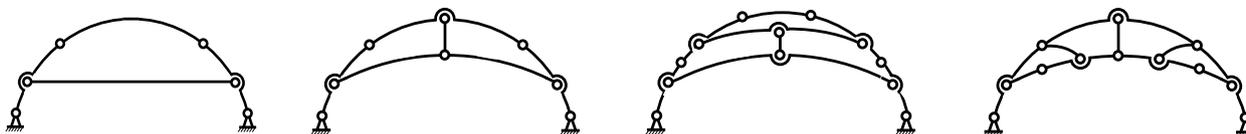


Рисунок 5 – Конструктивные схемы сложных арок

Стоит отметить, что в новых структурных схемах могут быть использованы, как простые шарнирные соединения, так и двух-, трех- и т.д. шарнирные узлы. Более того, возможно получение несимметричных арочных систем, а также трех- и более опорных конструкций. Учитывая вышесказанное, становится очевидным решение задач о нахождении всего многообразия схем арок.

Сегодня в научной школе профессора Л.Т. Дворникова разработан структурный синтез многопролетных балочных систем. Построение элементарных многоопорных балок ведется с использованием открытых (нормальных по Ассур) кинематических цепей, не имеющих в своем составе замкнутых изменяемых контуров.

Дадим краткое описание к обоснованию методов построения стержневых конструкций строительного назначения. Условное разделение последовательности действий на пять этапов, как показано в форме блок-схемы на рисунке 6, включает аналитическое и графическое решения.

К общим положениям, объединяющим задачи структурного синтеза строительных шарнирно-стержневых систем разного типа, относятся независимые параметры, характеризующие кинематические цепи, а именно группы Ассур. Прежде всего отметим, что речь идет о плоских цепях, следовательно, число общих наложенных связей равняется трем ($m = 3$). Рассматриваются неподвижные системы, т.е. кинематические цепи нулевой подвижности ($W = 0$), называемые группами Ассур. Применяются одноподвижные вращательные кинематические пары (p_5), т.е. шарниры. Определение начальных параметров включает нахождение количества кинематических пар с учетом исходных данных в контексте поставленных задач. Применяется известная формула подвижности П.Л. Чебышева, преобразованная к виду $p_5 = 3n_{zp} / 2$. На данном этапе необходимо задаться количеством подвижных звеньев группы Ассур (n_{zp}). Обратим внимание, что при синтезе

ферменной конструкции группа Ассура должна имеет на один структурный элемент больше, т.к. при выходе на стойку одно звено со свободным выходом реализуется в шарнирно подвижную опору фермы ($n_{zp} = n_{\phi} + 1$). В случае синтеза многопролетных балок необходимо учитывать, что один поводок представлен опорным стержнем, а два поводка образуют неподвижную шарнирную опору ($n_{zp} = n_{\phi} + 3$).

Второй этап начинается с определением сложности базисного звена – самого сложного звена группы. Минимальная сложность базисного звена согласно теории кинематических цепей [13] - это треугольник, а максимальная зависит от количества звеньев группы.

| | | ФЕРМЫ | АРКИ | БАЛКИ |
|-----------------------|--|--|---|---|
| Аналитические решения | Этап 1 | Определение независимых параметров $(m = 3, W = 0, p_5)$ Определение начальных параметров $p_5 = n_{rp} / 2 + 1$ | | |
| | | $n_{rp} = n_{\phi} + 1$ | $n_{rp} = n_a$ | $n_{rp} = n_{\phi} + 3$ |
| | Этап 2 | Нахождение величин параметров и установление диапазонов существующих значений | | |
| | | Сложность базисного звена $3 \leq \tau \leq \tau_{max} (n/2 + 1)$ | | |
| | | Решение универсальной структурной системы $\begin{cases} p_5 = \tau + (\tau - 1) \cdot n_{\tau-1} + \dots + i \cdot n_i + \dots + 2n_2 + n_1; \\ n = 1 + n_{\tau-1} + \dots + n_i + \dots + n_2 + n_1. \end{cases}$ | | |
| | | Параметр γ – цепи, количество замкнутых изменяемых контуров и свободных выходов $\gamma = p_5 - (n - 1)$ и $\gamma = \alpha + \delta$. $\delta = 2, \alpha = \gamma - \delta$ $\delta_{min} = 2, \alpha = \gamma - \delta$ $\delta = \gamma, \alpha = 0$ | | |
| | Общее количество сторон цепи $\lambda = \tau + \sum_{i=1}^{\tau} i \cdot n_{(\tau-1)}$ | | | |
| | Установление диапазонов значений числа внутренних и наружных сторон группы $\lambda_{Hmin} \leq \lambda_H \leq \lambda_{Hmax}, \lambda_{Bmin} \leq \lambda_B \leq \lambda_{Bmax}$ | | $\lambda = \lambda_H, \lambda_B = 0$ | |
| Графические решения | Этап 3 | Построение группы Ассура | | |
| | Этап 4 | Создание строительной конструкции | | |
| | | Организация фермы путем связки кинематических пар в узлы | Организация арки путем преобразования звеньев в дугообразные стержни | Организация балки путем перехода от звеньев группы к линейным элементам конструкции |
| | Этап 5 | Нахождение многообразия конструктивных схем | | |
| | | Получение вариантов схем путем чередования процедур развязки и перевязки узлов | Получение вариантов схем путем перебора шарнирных соединений стержней | Получение вариантов схем путем комбинаторики элементарных структур |

Рисунок 6 - Блок-схема метода структурного синтеза шарнирно-стержневых систем

Решение универсальной структурной системы профессора Дворникова Л.Т. дает количественную и качественную характеристику составляющих звеньев. Далее находится параметр γ цепи, показывающий наличие свободных поводков (нереализованных шарниров),

что позволяет определиться с количеством замкнутых изменяемых контуров (α) при наличии заданного числа свободных выходов (δ). Обратим внимание на балки, где замкнутые изменяемые контуры отсутствуют ($\alpha = 0$), так как рассматриваются открытые кинематические цепи. Именно поэтому в группах, пригодных к построению многопролетных балок, оперируют только общим количеством сторон равным числу наружных сторон ($\lambda = \lambda_H$). В случае ферм и арок находятся количества наружных и внутренних сторон, которые представляются суммами чисел с возможными их вариациями.

Третий этап подразумевает непосредственное построение групп по полученным результатам блока аналитических решений. Построение начинается с базисного звена с последующим шарнирным соединением составляющих звеньев.

На четвертом этапе проводится организация шарнирно-стержневой конструкции по соответствующим правилам построения конструктивных схем строительных конструкций.

Целью пятого заключительного этапа является нахождение всего многообразия схем, отличающихся структур. Применение компьютерных технологий существенно облегчит работу исследователей по созданию каталога блочных металлоконструкций на основе структурных схем.

В заключении хотелось отметить, что разработанная теория шарнирно-стержневых систем строительного назначения дает возможность получения абсолютно новых конструктивных схем, которые могут быть использованы при проектировании каркаса уникальных зданий и строительных сооружений. Кроме того, приведенный алгоритм решения убедительно доказывает, что задачи структурного синтеза шарнирно-стержневых конструкций являются вполне разрешимыми и, имея практическую значимость, представляют большой интерес для инженеров-строителей при проектировании сейсмостойчивых и быстровозводимых сооружений.

Исключение избыточных связей в шарнирно-рычажных механизмах позволит снизить энергетические затраты любого производственного процесса, уменьшить причину износа деталей в местах соединений, что позволит увеличить коэффициент полезного действия, а также снизить точность изготовления ответственных деталей за счет возможности звеньям самоустанавливаться при отсутствии дефицита подвижности. Проектирования планетарных редукторов с условием введения в структуру дополнительных рычагов числом равным числу сателлитов, даст возможность равномерно распределить нагрузку между ними, уменьшить габаритные размеры и увеличить производительность за счет обеспечения условия одноподвижности механизма

Список литературы

1. Nesmeyanov I.A. Structural synthesis of self-aligning gears of industrial robots with parallel kinematics. *Vestnik Bryanskogo GTU* [Bulletin of Bryansk State Technical University], 2019, no. 4, pp. 4–13, doi: https://doi.org/10.30987/article_5cb58f4ed2c444.85435034 (in Russ.).
2. Пожбелко, В.И. Общая теория структурного синтеза нормальных и парадоксальных самоустанавливающихся рычажных механизмов и практика их создания в машиностроении для работы в разных h – пространствах [Текст] / В.И. Пожбелко / Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. - 2023. - № 6(759). С. 12 – 29.
3. Бычков, И.В., Дворников Л.Т., Жуков И.В.А. К исследованию кинематики металлургических ножниц с параллельными ножами [Текст] / И.В. Бычков, Л.Т. Дворников, И.В.Жуков / Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. - 2019. - Том 62. - № 4. - С. 308 – 314.
4. Машины и агрегаты металлургических заводов. В 3-х томах, Т. 3. Машины и агрегаты для производства и отделки проката: учебник для вузов [Текст] / А.И. Целиков, П.И. Полухин, В.М.Гребеник и др. 2-е изд., перераб. и доп.. – М.: Металлургия, 1988. 680 с.

5. Колчин, Н.И. Опыт построения расширенной структурной классификации механизмов и основанной на ней структурной таблицы механизмов. Анализ и синтез механизмов: В кн.: Труды Второго всесоюзного совещания по основным проблемам теории машин и механизмов [Текст] / Н.И.Колчин. – М.: Машгиз, 1960. – с. 85-97.
6. Решетов, Л.Н. Самоустанавливающиеся механизмы: Справочник, – 2 – е изд., перераб. и доп. [Текст] / Л.Н.Решетов. – М.: Машиностроение, 1985. – 272 с.
7. Гудимова, Л.Н. Основы теории избыточных связей в механизмах [Текст] / Л.Н. Гудимова, Л.Т. Дворников. – Новокузнецк: ООО Полиграфист, 2019. – 174 с.
8. Гудимова, Л.Н. Совершенствование структуры исполнительного механизма пресса [Текст] / Л.Н.Гудимова. –Черные металлы. – 2019 - №6 (1050). – С. 39 – 44.
9. Гудимова, Л. Н. Создание самоустанавливающейся структуры механизма металлургических ножниц с параллельными ножами [Текст] Черные металлы. – 2023. - №10 (1102). – С. 42 – 49.
10. Дворников, Л. Т. Принципиальные проблемы многосателлитных планетарных зубчатых передач и возможные пути их разрешения [Текст] / Л. Т. Дворников, С. П. Герасимов // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 12-1. – С. 44-51.
11. Дворников Л.Т, Климова И.С (Баклушина И.С), патент РФ №2148133. Способ создания конструктивных схем строительных ферм. Оpubл. 27.04.2000г БИ№12.
12. Дарков, А.В. Строительная механика [Текст] / А.В. Дарков, Н.Н. Шапошников. - М. Изд-во «Высшая школа» 1986.- 602 с.
13. Дворников Л.Т. Начало структуры механизмов: учебное пособие [Текст] / Л.Т.Дворников. – Новокузнецк:1994.- 102с.

А.Т.Маруфий, А.В.Цой, М.М. Жалалдинов

М.Адышов атындагы Ош технологиялык университети, Ош, Кыргыз Республикасы
Ошский технологический университет им. М.Адышева, Ош, Кыргызская Республика

A.T.Marufiy, A.V.Tsoy, M.M.Jalaldinov

M.Adyshev State Technical University, Osh, Kyrgyz Republic
e-mail: m.jalaldinov@mail.ru

СЫЗЫКТУУ ТРАНСПОРТТУК КУРУЛМАЛАРДЫН ЖЕРПАЙЫНДАГЫ ТОПУРАКТЫН НЫМДАЛЫШЫНЫН ЛОКАЛДЫК ЗОНАЛАРЫН ЭСЕПКЕ АЛУУ

УЧЕТ ЛОКАЛЬНЫХ ЗОН УВЛАЖНЕНИЯ ГРУНТОВ В ОСНОВАНИИ ЛИНЕЙНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

ACCOUNTING FOR LOCAL SOIL MOISTURE ZONES AT THE BASE OF LINEAR TRANSPORT STRUCTURES

Жол курулушунун сызыктуу курулманы анын базасында нымдалган топурактын пайда болушун эске алуу менен эсептөө усулу баяндалган, анда курулманын жерпай менен тийишкендеги өз ара аракеттенүүсү жарым-жартылай жоголгон.

Сунушталган графиктер, алардын жерпайында топурактын түрүнө жана физикалык мүнөздөмөлөрүнө жараша, структура менен анын пайдубалынын ортосундагы байланышты жоготуу даражасын аныктоого болот.

Түйүндүү сөздөр: *сызыктуу жол курулмасы, топурак жерпайы, нымдалган топурактын локалдуу участогу, серпилгич жерпайдагы тилке.*

Изложена методика расчета дорожнолинейного сооружения с учетом появления в его основании локального участка замоченного грунта, на котором произошла частичная потеря контактного взаимодействия сооружения с основанием.

Предложены графики, по которым в зависимости от вида и физических характеристик грунтов основания можно определить степень потери контакта между сооружением и его основанием.

Ключевые слова: *линейное дорожное сооружение, грунтовое основание, локальный участок замоченного грунта, полоса на упругом основании.*

The technique of calculation of a road linear structure is explained taking into account the appearance of a soaked ground in its base, on which a partial loss of contact interaction of the structure with the base occurred.

The graphs are proposed, according to which, depending on the type and physical characteristics of the foundation soils, it is possible to determine the degree of loss of contact between the structure and its base.

Key words: *linear road structure, ground base, local area of soaked soil, strip on elastic foundation.*

Актуалдуулугу. Жол курулмалардын сызыктары жана конструкциядагы жаракалар аркылуу суу жеп кеткен жерлерде нымдалган топурактын локалдуу участоктору пайда болот, анын чегинде жерпайдын курулма менен байланышын толук же жарым-жартылай жоготуу болушу мүмкүн. Жол плиталарынын тесттик эсептөөлөрүнүн натыйжалары көрсөткөндөй, нымдалган топурактын локалдуу участокторунун аянты структуранын негиз менен байланышын толугу менен жоготуу менен плитанын жалпы аянтынын 5% гана түзсө дагы,

бул плитадагы $M_{изг}$ дин толук ийкемдүү пайдубалына ээ болгон $M_{изг}$ менен салыштырганда плитадагы кошумча ийилүүчү моменттердин 20% га көбөйүшүнө алып келет. Жол курулмалардын сызыктарынын реалдуу иштөө шарттарында нымдалган топурактын локалдуу участокторунун аянты (пайдубал менен курулманын жок жана толук эмес байланышы менен) 30-40% га чейин жетиши мүмкүн, бул конструкцияларда $M_{изг}$ нын 50-60% га чейин көбөйүшүнө жана максималдуу туурасынан кеткен күчтөрдүн таасирине дуушар болгон участоктордун аянтынын олуттуу кеңейишине алып келет. Жогоруда баяндалган кыртыштар менен контактта болгон жол курулмалардын сызыктарынын конструкцияларын долбоорлоодо нымдалган топурактын локалдуу участокторунун таасирин эске алуу зарылдыгын көрсөтүп турат.

Изилдөөнүн максаты. Усулдарды иштеп чыгуу:

- нымдалган топурактын локалдуу участоктору анын базасында берилген өлчөмдөрдөгү пайда болушун эске алуу менен, жер астындагы базага жайгаштырылган жол курулмалардын сызыктарын эсептөө, анын чегинде нымдануу менен кыртыштын катуулугунун төмөндөшү, натыйжада, нымдуулук даражасынын төмөндөшү байкалган, түзүмү менен базанын ортосундагы контакттык өз ара аракеттенүү;

- фундаменталдык топурактын түрүнө жана физикалык өзгөчөлүктөрүнө жараша нымдуулуктан улам нымдалган топурактын локалдуу участоктору боюнча кыртыштын катуулугунун төмөндөшүнүн даражасын баалоо.

Нымдалган топурактын локалдуу участокторунун негизинде жол курулмалардын сызыктарын эсептөө ыкмасы.

Топурак фундаментиндеги жол курулмалардын сызыктарынын конструкциялык диаграммасын ийкемдүү Винклер пайдубалына таянган бирдей калыңдыктагы жүктөлгөн тилке катары көрүүгө болот.

Тилкени чексиз, жарым учтуу, чейрек учтуу же чектүү узундук катары кароого болот.

Келгиле, үч эсептөө схемасы боюнча базада пайда болгон нымдалган топурактын локалдуу участоктору менен жүктөлгөн тилкенин ишин талдап көрөлү:

Эсептөө схемасы 1. Базада нымдалган топурактын локалдуу участоктору жок - тилке база менен толук байланышта;

Эсептөө схемасы 2. Тилкенин астында нымдалган топурактын локалдуу участоктору бар, негиздин реактивдүү кайтаруулары жарым-жартылай азайган аянты боюнча, салыштыруу боюнча, 1-схема боюнча тилке иштеп жаткан (сүрөт. 1 в);

Эсептөө схемасы 3. Тилкенин астында нымдалган топурактын локалдуу участокторунун аянты бар, анын аянты конструкциялардын жерпай менен байланышын толук жоготкон, ошондуктан жерпайдын реактивдүү кайтарылышы 0гө барабар (сүрөт. 1 в).

Тилкени бүгүү маселесин чечүү, 1 жана 3-схемалар боюнча иштеген, ченемсиз координаттарда жана функцияларда эркин жүктөмдөн, $q_0(x,y)$ чексиз жана жарым-жартылай учтуу тилкелерди бүгүүнүн дифференциалдык теңдемесин чечүү жолу менен ишке ашырылат:

$$\nabla\nabla W(x, y) + \theta(x - a)W(x, y) = q(x, y) \quad (1)$$

мында: $\theta(l)$ – хевисайд функциясы, анын киргизилиши тилкенин бөлүгүнүн астында базанын жоктугун эске алат,

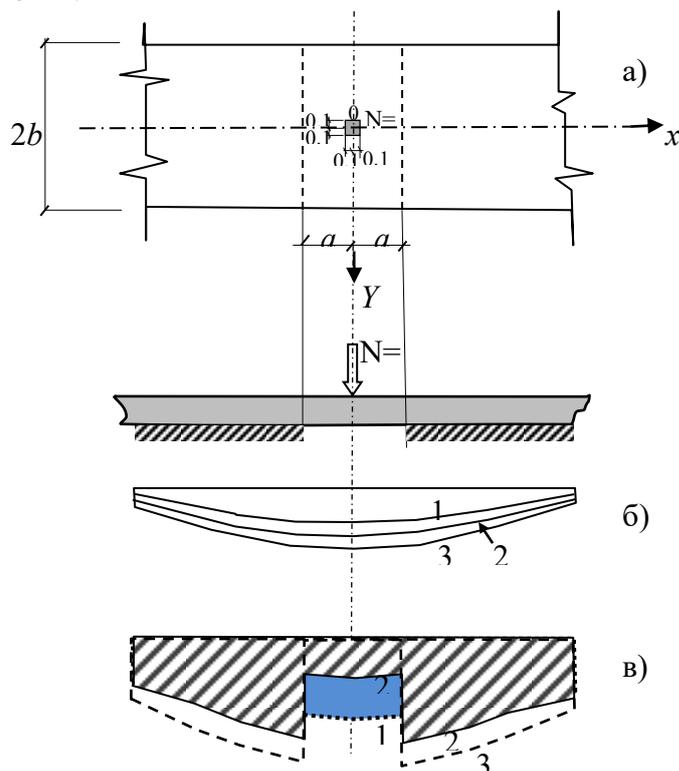
$2a$ – негизи менен байланышсыз тилке менен участоктун узундугу (сүрөт 1 а).

1- схема боюнча эсептелген тилке үчүн a мааниси 0гө барабар деп кабыл алынат.

(1) ар түрдүү кесилиштеги чексиз жана жарым-жартылай учтуу тилкелерди ийүү маселелери үчүн Фурье интегралдык өзгөрүүлөрүн пайдалануу менен жалпыланган чечимдер ыкмасы менен теңдеменин аналитикалык чечимдери иштерде жүргүзүлгөн [3,4,5], эсептөөлөрдүн натыйжалары таблицалар жана графиктер түрүндө жарыяланган.

Мисал, катары төмөндө келтирилген 1-таблицаны келтирсек болот, анда тилкенин орто сызыгынын $W(x, y)$ чекиттеринин (октук огу боюнча чекиттер) бири-биринен 0.1 (өлчөмсүз бирдиктерде) аралыкта жайгашкан ченемсиз ийилиши келтирилген, өлчөмсүз бирдик

топтолгон жүктүн таасири астында чексиз тилкени жарым туурасы $b = 1$ менен ийилүү маселеси үчүн ($N = 1$) жерпай менен толук эмес байланыш зонасынын өлчөмсүз жарым узундугу 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6 (бул таблица төмөндөгү армобетон тилкесин эсептөө мисалы үчүн колдонулат).



1- сүрөт: а) Ченемсиз бирдик топтолгон жүктүн таасири астында нымдалган топурактын локалдуу участоктору менен чексиз тилкени бүгүүнүн болжолдуу схемасы $N = 1$.

б) тилкенин орто сызыгы боюнча ийилүү сызыктары: 1 - тилке эсептик схема боюнча иштегенде - 1, 2 - тилке эсептик схема боюнча иштегенде - 2, 3 - тилке эсептик схема боюнча иштегенде - 3. в) тилкенин орто сызыгын бойлото негиздин реактивдүү кайтарууларынын эпюралары: 1 - эсептик схема боюнча тилке иштегенде - 1, 2 - эсептик схема боюнча тилке иштегенде - 2,3 - тилке эсептик схема боюнча иштегенде - 3.

1 – таблица. Өлчөмсүз кыйшаюулар $W(x, y)$ чекиттерин ортоңку сызыгы тилкелери үчүн милдеттери чексиз ийилип тилкесин жарым кең $b = 1$ аракеттер бирдиктүү борбордоштурулган жүгүн $N = 1$ учурлар үчүн өзгөртүү полудлины аймагын толугу менен контакт негиз $a = 0, 0.1, \dots, 0.6$

| a/x | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 0.10 |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0.0 | 0.1887 | 0.1872 | 0.1836 | 0.1787 | 0.1728 | 0.1661 | 0.1588 | 0.1510 | 0.0901 | 0.1346 | 0.1262 |
| 0.1 | 0.2057 | 0.2040 | 0.2002 | 0.1949 | 0.1885 | 0.1812 | 0.1733 | 0.1648 | 0.0961 | 0.1470 | 0.1378 |
| 0.2 | 0.3214 | 0.2196 | 0.2156 | 0.2100 | 0.2031 | 0.1953 | 0.1868 | 0.1778 | 0.1016 | 0.1586 | 0.1487 |
| 0.3 | 0.2391 | 0.2372 | 0.2330 | 0.2271 | 0.2198 | 0.2114 | 0.2023 | 0.1925 | 0.1078 | 0.1719 | 0.1612 |
| 0.4 | 0.2590 | 0.2571 | 0.2526 | 0.2463 | 0.2386 | 0.2297 | 0.2198 | 0.2093 | 0.1145 | 0.1870 | 0.1755 |
| 0.5 | 0.2812 | 0.2792 | 0.2745 | 0.2679 | 0.2597 | 0.2502 | 0.2397 | 0.2284 | 0.1220 | 0.2043 | 0.1918 |
| 0.6 | 0.3059 | 0.3037 | 0.2989 | 0.2919 | 0.2832 | 0.2731 | 0.2619 | 0.2498 | 0.1302 | 0.2238 | 0.2103 |

2 - эсептик схема боюнча иштеген y_2 тилкесинин ийилгенин аныктоо үчүн болжолдуу эсептөө ыкмасын колдонуу сунушталат, ал эми y_2 ийилүүсү формула боюнча аныкталат:

$$y_2 = y_1 + k_r \cdot (y_3 - y_1) \quad (2)$$

мында: u_3 - эсептөө схемасы боюнча тилкени эсептөөдө аныкталган конструкциянын ийилиши 3 (нымдалган топурактын локалдуу участокторунун негиздин реактивдүү кайтарылышы 0, сүрөт. 1б),

u_1 - схемасында 1 боюнча тилкесин эсептөөдө ийилүү структурасы (тилке жок, сүрөт астында нымдалган топурактын локалдуу участоктору 1б),

k_r – Одөн 1ге чейинки өзгөрүү чектери менен чылоодон топурактын катуулугунун коэффициентин жеңилдетүү.

Формуладан көрүнүп тургандай (2) $k_r = 0, 1$ - эсептөө схемасы боюнча тилкенин иштешине туура келет (базада нымдалган топурактын локалдуу участокторунун жоктугу).

$k_r = 1$ болгондо тилке 3-долбоордук схема боюнча иштейт (тилке астында нымдалган топурактын локалдуу участоктору бар, анын ичинде конструкция менен негиздин ортосунда эч кандай байланыш жок).

k_r ($0 < k_r < 1$) аралык маанилерин топурактын түрүнө жана анын физикалык мүнөздөмөлөрүнө жараша ыйгаруу сунушталат, алар үчүн атайын графиктер иштелип чыккан (2-сүрөт).

Маанилерин аныктоо үчүн графиктер k_r түргө жана базалык топурактардын физикалык өзгөчөлүктөрүнө жараша

Графиктерди чийүү үчүн Б. 3 таблицасы колдонулган (стандарттын Б тиркемеси [1], анын фрагменти төмөндө келтирилген:

Б. 3 таблицасынын фрагменти (стандарттын Б тиркемеси [1]). “МПа, чополуу эмес топурактардын деформация модулуна стандарттык маанилери”.

2-таблица.

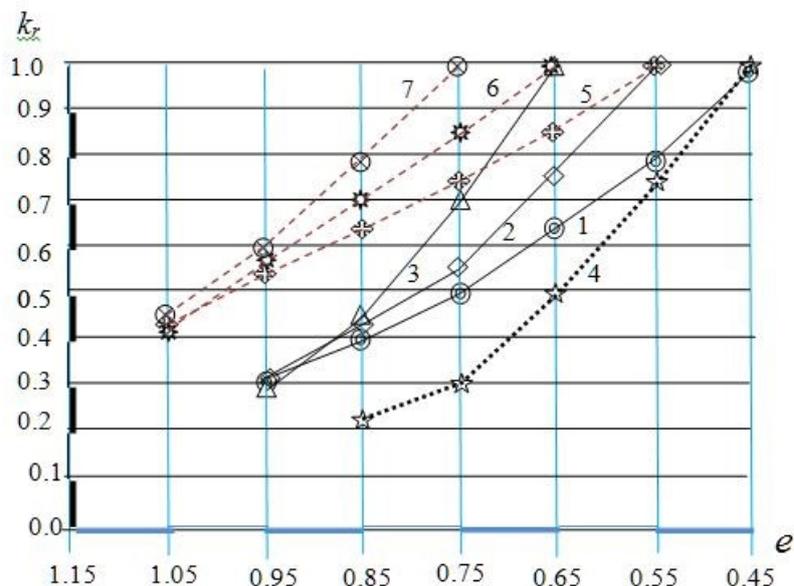
| Келип чыгышы жана жашы | | Топурактардын аталышы жана алардын кирешелүүлүк индексинин ченемдик маанилеринин чектери I_L | | Топурак, МПа деформация модулу, пороздуулук коэффициентинде, парк барабар | | | | | | |
|------------------------|--------------------------------------|--|--------------------------|---|----------|------|------|----------|------|------|
| | | | | 0,4 5 | 0,5 5 | 0,65 | 0,75 | 0,8 5 | 0,95 | 1,05 |
| Төртүнчүлүк кендер | Аллювий, делювий, көл, көл - аллювий | Кумдуу чопо | $0 \leq I_L \leq 0,75$ | 32 | 24 | 16 | 10 | 7 | - | - |
| | | Чопо | $0 \leq I_L \leq 0,25$ | 34 | 27 | 22 | 17 | 14 | 11 | - |
| | | | $0 \leq I_L \leq 0,25$ | | 25 | 19 | 14 | 11 | 8 | |
| | | | $0,5 \leq I_L \leq 0,75$ | - | - | 17 | 12 | 8 | 6 | 5 |
| | | Чопо | $0 \leq I_L \leq 0,25$ | - | 28 | 24 | 21 | 18 | 15 | 12 |
| | | | $0,25 \leq I_L \leq 0,5$ | - | - | 21 | 18 | 15 | 12 | 9 |
| | | | $0,5 \leq I_L \leq 0,75$ | - | - | - | 15 | 12 | 9 | 7 |

Таблицадан көрүнүп тургандай, кыртыштын катуулугу деформация модулу E , нымдуулук - агып кетүү көрсөткүчү I_L , тыгыздык – көзөнөктүүлүк коэффициенти e менен мүнөздөлөт.

Графике k_{ri} , көзөнөктүүлүк коэффициенти жана агып кетүү көрсөткүчү менен таблицада келтирилген e_i деформация модулуна маанисин таблицада көзөнөктүүлүк коэффициентинин минималдуу маанисине туура келген E , деформация модулуна бөлүү менен аныкталды.

Ош шаарынын айрым райондорунун топурагы чөгүп кетүүчү чополору үчүн « $k_r \div e$ » графикасы ишке киргизилүүдө [2,6,7,8].

Нымдалган топурактын локалдуу участокторудан тыгыздалган чопо топуракта жайгашкан армобетон тилкесин эсептөөнүн мисалы



2 – сүрөт. « $k_r \div e$ » көз карандылык диаграммалары:

1, 2, 3 – чополор үчүн баштапкы (аны нымдалган топурактын локалдуу участкаларын койгонго чейин) агуу көрсөткүчүндө, I_L тиешелүүлүгүнө жараша: $0 < I_L \leq 0,25$, $0,25 < I_L \leq 0,5$, $0,5 < I_L \leq 0,75$, 4 - суюктуктун баштапкы көрсөткүчүндөгү кумдуу чопо үчүн $0 < I_L \leq 0,75$, 5,6,7 - баштапкы кирешелүүлүк көрсөткүчүндөгү чопо I_L , тиешелүүлүгүнө жараша: $0 < I_L \leq 0,25$, $0,25 < I_L \leq 0,5$, $0,5 < I_L \leq 0,75$,

k_r - топурактын нымдан катуулугунун жумшартуу коэффициенти,

e - топурактын негиздеринин көзөнөктүүлүк коэффициенти.

Узундугу чексиз армобетон тилкесинин туурасы $2b_0 = 1,572\text{м}$ (туурасы $2b=2$ өлчөмсүз бирдиктерге туура келет), калыңдыгы $\delta = 0.2$ м. Тилкенин негизи суюктук көрсөткүчү $I_L = 0.625$ жана көзөнөктүүлүк коэффициенти $e = 0.75$ болгон чопо болуп саналат. Топурактын коэффициенти $k = 6000 \text{ т / м}^3$. Куурду иштетүүдө анын түбүндө узундугу $2a_0 = 0.943\text{м}$ болгон чыланган топурактын (нымдалган топурактын локалдуу участкалары) локалдуу участкага пайда болушу мүмкүн (бул өлчөмсүз бирдиктерде $2a = 1.2$ узундугуна туура келет).

Тилке топтолгон жүктүн таасири астында турат, $N_0 = 10\text{т}$, башында колдонулган ($x = 0, y = 0$). Өлчөмсүз бирдиктерде бул жүк $N = N_0 / k = 0.0017$ формуласы боюнча аныкталат.

Тилке материалынын катуулугунун эсептелген мүнөздөмөлөрү: бетондун ийкемдүүлүк модулу $E_\sigma = 3300000 \text{ т/м}^2$, Пуассон коэффициенти $\mu = 0.2$, $D = E \delta^3 / 12 (1 - \mu^2)$ - цилиндрик тилкенин катуулугу, тм, δ - тилкенин калыңдыгы (м),

$$D = E \delta^3 / 12 (1 - \mu^2) = 3300000 * 0.2^3 / 12 * (1 - 0.2^2) = 4584 \text{ тм}$$

$$\text{Серпилгич тилке мүнөздөмөсү } l = \sqrt[4]{\frac{D}{k}} = \sqrt[4]{\frac{4584}{6000}} = 0.786 \text{ м} = 78.6 \text{ см.}$$

Өлчөмдүк маанилерден өлчөмсүз маанилерге өтүү формула боюнча жүргүзүлөт:

$$W(x, y) = W_0(x, y) / l, \quad x = x_0 / l, \quad y = y_0 / l, \quad b = b_0 / l, \quad a = a_0 / l, \quad N = N_0 / k$$

Тилкенин кыйшаюулары (2) формула боюнча аныкталат. $y_2 = y_1 + k_r \cdot (y_3 - y_1)$

3 - Сүрөт боюнча жана график боюнча. 2 чопо үчүн k_r маанисин аныктоо $e = 0.75$ жана $I_L = 0.625$. $k_r = 0.7$.

1 - таблица боюнча ченемсиз бирдиктүү топтолгон жүктүн таасиринен тилкенин өлчөмсүз ийилишин аныктайбыз ($N = 1$). $x = 0$ жана $y = 0$ координаттары менен чекиттин ийилиши барабар болот:

- тилкенин астында нымдалган топурактын локалдуу участкалары жок болгон учурда $y_1 = W_{00}(0, 0) = 0.1887$,

- тилкенин астында узундугу $2a_0 = 0.943\text{м}$ болгон нымдалган топурактын локалдуу участокторунун болгон учурда (узундугу $2a = 1.2$ өлчөмсүз бирдиктерде), реактивдер нөлгө барабар $y_3 = W_{06}(0,0) = 0.3059$

Бурулуштардын айырмасы.

$$(y_3 - y_1) = W_{06}(0,0) - W_{00}(0,0) = 0.3059 - 0.1887 = 0.1178$$

мында: ℓ (м) – тилкенин негизги каршылык ийкемдүү мүнөздөмөлөрү,

$$\ell = \sqrt[4]{D/k}, k - \text{негиздин топурак төшөлмө коэффициенти (т/м}^3\text{)}.$$

$$\text{Өлчөмүн аныктоо } K_r * [W_{06}(0,0) - W_{00}(0,0)] = 0.7 * 0.1178 = 0.0824.$$

Ошол эле учурда колдонулган бирдиктүү өлчөмсүз жүктөмдүн координаттары $W(0,0)$ менен чекитте $(0,0)$ тилкенин өлчөмсүз ийилүүсү барабар болот ($N=1$).

$$W_0(0,0) = 0.1887 + 0.0824 = 0.4280, \text{ ал эми метрдеги ийилүү болот.}$$

$$W_0(0,0) = 0.4280 * \ell = 0.4280 * 0.786 \text{ м} = 0.336 \text{ м}.$$

Ошондо топтолгон өлчөмсүз жүктөмдөн метрлердеги ийилүү $N_0=0.0417$ (жүккө туура $N=10\text{т}$) барабар болот.

$$y_2 = W_0(0,0) = 0.336 * 0.0017 = 0.00057 \text{ м} = 0.05 \text{ см}.$$

Ошо сыяктуу эле, $y=0$, x координаттары менен башка чекиттер үчүн четтөөлөрдү аныктоого болот $y=0$, $x=(0.1, 0.2, 0.3 \dots 1.0) * \ell$ (м).

Жыйынтыктар

1. Сзыктуу жол курулмасын жайгашкан жер пайында белгиленген өлчөмдөрдө нымдалган топурактын пайда болуусун эске алуу менен жерпай менен байланышын жарым жартылай жоготкон аралыктын эсептөөнүн усулу иштелип чыкты.
2. Топурактын түрүнө жана физикалык өзгөчөлүктөрүнө жараша жергиликтүү аймакта нымдоодон топурактын катуулугун азайтуу даражасын баалоо үчүн графиктер түзүлдү.

Адабияттар тизмеси

1. СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений. СНиП 2.02.01-83*Актуализированная редакция.
2. Маруфий, А. Т. Методика проектирования линейных транспортных сооружений на деформируемом основании с локальным участком ослабленного контактного взаимодействия между ними [Текст] / А.Т.Маруфий, А.В.Цой, М.М.Жалалдинов // Инновации в науке: сб. ст. по матер. LVI междунар. науч.- практ. конф. СибАК, - 2016. - № 4(53). - Часть II. – Новосибирск: – С. 28-37.
3. Травуш, В.И. Об одном методе решения задач изгиба конструкций, лежащих на винклеровском основании [Текст] / В.И.Травуш // Сб. трудов «Вопросы архитектуры и строитель-ства зданий для зрелищ, спорта и учреждений культуры», М., 1976, №4. – С. 83-89.
4. Маруфий, А.Т. Расчет плит на упругом основании при отсутствии основания под частью плиты [Текст] / А. Т. Маруфий // Основания, фундаменты и механика грунтов. - М.: 1999. - №4. – С. 27-31.
5. Маруфий, А. Т. Методика расчета дорожного линейного сооружения с локальным участком замоченного грунта в основании [Текст] / А. Т. Маруфий, А. В. Цой, М. М. Жалалдинов // г. Бишкек, посвященной дню Снижения рисков бедствий в Кыргызской Республике, - 2018. – С. 108-112.
6. Маруфий, А. Т. Численная реализация задачи об изгибе водоотводных лотков автомобильных дорог с учетом неполного контакта с грунтом [Текст] / А. Т. Маруфий, М. М. Жалалдинов, Ч. А. Капаров // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. – 2016. – № 3-1(39). – С. 417-422
7. Абдужабаров, А.Х. Влияние неполного контакта фундамента и основания на сейсмостойкость транспортных сооружений. [Текст] / А.Х. Абдужабаров, А.Т.Маруфий, М. М. Жалалдинов // Вестник КГУСТА. – 2014. – № 3 (45). – С. 32-36.

С.А. Маслова, А.Э. Самохвалов, А.Г. Филин

Д.Ф. Устинов атындагы «ВОЕНМЕХ» Балтика мамлекеттик техникалык университети,
Санкт-Петербург, Россия Федерациясы
Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

S.A. Maslova, A.E. Samokhvalov, A.G. Filin

Baltic State Technical University "VOENMEH" named after D.F. Ustinov,
St. Petersburg, Russia

maslova_sa@voenmeh.ru, e701b15@voenmeh.ru, filin_ag@voenmeh.ru

СОВРЕМЕННЫЕ ПРИНЦИПЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОГО СОСТОЯНИЯ КРУПНЫХ СИНХРОННЫХ НЕЯВНОПОЛЮСНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

ПРИ СИНХРОНДУУ УЮЛДУК ЭЛЕКТР МАШИНАЛАРЫНЫН ЖЫЛУУЛУК АБАЛЫН МАТЕМАТИКАЛЫК МОДЕЛДӨӨНҮН ЗАМАНБАП ПРИНЦИПТЕРИ

MODERN PRINCIPLES OF MATHEMATICAL MODELING OF THE THERMAL STATE OF LARGE NON-SILENT-POLE SYNCHRONOUS ELECTRIC MACHINES

Макалада ири уюлдук синхрондуу машиналардын конструкцияларына сереп берилет, берилген температуралык чектөөлөр, ошондой эле алардын жылуулук абалын математикалык моделдөөнүн актуалдуу принциптери каралат.

Түйүндүү сөздөр: *электр машинасы, ротор, статор, муздатуу тутуму, жылуулук абалы, температура, алмаштыруу схемасы, желдетүү, жылуулукка туруштук берүү, газ динамикасы, гибридик мамиле.*

В статье представлен обзор конструкции крупных неявнополюсных синхронных машин, рассмотрены предъявляемые температурные ограничения, а также актуальные принципы математического моделирования их теплового состояния.

Ключевые слова: *электрическая машина, ротор, статор, система охлаждения, тепловое состояние, температура, схема замещения, вентиляция, нагревостойкость, газодинамика, гибридный подход.*

The article provides an overview of the design of large non-silent-pole synchronous electric machines, considers the imposed temperature restrictions, as well as the current principles of mathematical modeling of their thermal state.

Key words: *electric machine, rotor, stator, cooling system, thermal state, temperature, ventilation path, heat resistance, aerodynamics, hybrid approach.*

Введение. Электрическая машина (ЭМ) — это устройство, которое преобразует механическую энергию в электрическую (генератор) или электрическую - в механическую (двигатель).

Во время работы ЭМ выделяются потери, которые необходимо отводить посредством организации системы охлаждения с целью обеспечения надлежащего температурного состояния.

Математическое моделирование тепловых процессов позволяет проверить работоспособность выбранной конструкции ЭМ и возможность эксплуатации с учетом класса нагревостойкости применяемых электроизоляционных материалов. Данная работа

является обзором актуальных современных методов определения теплового состояния активной части крупной электрической машины.

Конструкция крупной синхронной неявнополюсной электрической машины (НЯСМ)

Крупная синхронная неявнополюсная электрическая машина конструктивно состоит из ротора, статора и элементов, непосредственно не участвующих в преобразовании энергии (корпус, подшипники, крепёжные элементы и соединения). Данные составные части конструктивно обеспечивают производство электрической энергии и надёжную работу системы электроснабжения (в случае генератора), либо заданный момент на вращающемся валу и привод различных технических устройств (в случае двигателя).

Сердечник неявнополюсного ротора изготавливают из цельной стальной поковки. Обмотка возбуждения вращающегося ротора уложена в пазы, выполненные в бочке ротора и удерживается от действия центробежных сил посредством заклиновки. Для защиты лобовых частей обмотки ротора от разрушения той же природы сил с двух сторон ее удерживают металлическими бандажными кольцами, посаженными с натягом на вал, изготавливаемыми обычно из немагнитной стали [1].

Одним из важных элементов с точки зрения преобразования энергии является статор, который представляет собой неподвижную часть крупной НЯСМ. Активная часть статора состоит из сердечника и обмотки. Сердечник статора изготавливается из листов электротехнической стали с низкими магнитными потерями. Обмотка состоит, как правило, из стержней, конструктивно включающих в себя медные проводники и электроизоляционные материалы (проводники находятся под высоким электрическим напряжением).

Статор, как правило, является термически нагруженным узлом. Основные области возникновения потерь:

1. Проводники обмотки статора. При возникновении тока через обмотку статора возникают электрические потери, вызванные сопротивлением материалов обмоток при протекании по ним электрического тока (Джоулево тепло), а также добавочные потери. При большой мощности величина тепловыделений в обмотке заставляет применять более совершенные способы охлаждения.

2. Сердечник, находящийся в переменном магнитном поле, что приводит к его нагреву.

Температура охлаждающей среды также может влиять на тепловую нагрузку статора. В комплексе, указанные факторы требуют создания эффективной системы охлаждения. По принципу циркуляции теплоносителя (хладагента) системы охлаждения подразделяются на замкнутую (газ циркулирует в замкнутом контуре и отдает свое тепло вторичному теплоносителю в теплообменнике) и разомкнутую (в данном случае охлаждающий газ, отводящий потери, выбрасывается в окружающую среду). Замкнутая система, чаще применяемая в крупных НЯСМ, предполагает наличие нагнетательных элементов на валу ротора: центробежные или осевые вентиляторы обеспечивают циркуляцию охлаждающего газа. При этом вытяжная схема вентиляции, когда поток газа проходит через активный объем электрической машины без подогрева в вентиляторе, является более предпочтительной. Преимуществом замкнутой системы является поддержка давления в корпусе машины выше атмосферного, например, при охлаждении водородом. При этом возникает необходимость в газоплотном корпусе и надёжных газовых уплотнениях, чтобы не допустить утечки водорода и развития аварийной ситуации.

В целом, при работе НЯСМ возникают значительные тепловыделения, поэтому её важно тщательно проектировать и эксплуатировать в соответствии с рекомендациями завода-изготовителя, чтобы не допустить его перегрева и снижения срока службы. Благодаря системе охлаждения, которая может включать в себя вентиляторы, охладители, насосы и др., обеспечивается приемлемая температура узлов электрической машины.

Требования к тепловому состоянию. Различные типы электрических машин, будь то генераторы или двигатели, имеют особые требования к тепловому состоянию. Основное

требование к системе охлаждения состоит в том, что она должна обеспечить допустимый уровень нагрева составных частей электрической машины (обмоток, сердечника, подшипников и т. д.) [2].

Применение электроизоляционных материалов с обоснованно выбранным классом нагревостойкости и высоким коэффициентом теплопроводности обеспечивают надёжную работу машины и эффективный теплоотвод.

Теплопроводность изоляции обмоток НЯСМ играет важную роль, что демонстрируется в работах [3, 4]. Авторы данных статей применяют различные методы оценки эквивалентной теплопроводности обмотки статора. Эксперименты проводились на промышленных индукционных моторах двух разных производителей с различной номинальной мощностью, а расчётные исследования осуществлялись на базе численных полевых расчётов в средах ANSYS и Elcut.

Экспериментальное исследование включает в себя короткие тепловые тесты для определения эквивалентной тепловой проводимости обмотки статора. Результаты экспериментов позволяют выделить влияние материалов изоляции, используемых разными производителями, на тепловые характеристики статора.

Наиболее существенным фактором, влияющим на использование электроизоляционных материалов и систем изоляции обмоток электрических машин, является температура. Для оценки уровня допустимых температур в работе ЭМ применяются специальные классы нагревостойкости (табл. 1).

Таблица 1 – Классы нагревостойкости

| Класс | Y | A | E | B | F | H | C |
|----------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|
| Допустимая температура, °C | 90 | 105 | 120 | 130 | 155 | 180 | более 180 |

Как правило, в современных конструкциях обмоток НЯСМ, применяются электроизоляционные материалы с классом нагревостойкости F.

Температуру нельзя измерить напрямую, но можно судить об изменениях по другим физическим свойствам объекта, таким как объем, давление, электрическое сопротивление, термо-ЭДС, интенсивность излучения и других. Для измерения температуры в электромашиностроении применяются основные контактные (термометрия) и бесконтактные (пирометрия или термометрия излучения) методы.

Подходы к проектированию и расчету теплового состояния крупных НЯСМ. Тепловой расчет позволяет получить картину распределения температурного поля внутри ЭМ или оценить температуру в отдельных её точках, что помогает идентифицировать участки с повышенными нагревами и проектировать эффективные системы охлаждения, а также он помогает прогнозировать поведение ЭМ в различных режимах работы. Это позволяет оптимизировать их конструкцию и предотвратить возможные аварийные ситуации.

Существуют различные подходы к расчету теплового состояния крупных НЯСМ:

1. Аналитический метод. Данный подход позволяет наглядно изучить и понять все закономерности изучаемого процесса, а также его можно использовать как первоначальный анализ проектируемой модели. Основной недостаток такого метода можно наблюдать при сложной геометрии расчётной области. В таком случае рациональным видится применение метода конечных элементов.

2. Метод конечных элементов (МКЭ) в задачах стационарной и нестационарной теплопередачи. Данный подход занимает важное место в инженерной практике благодаря возможности аппроксимации функций, решению дифференциальных уравнений большинства задач. С помощью МКЭ достаточно эффективно решаются задачи со сложной пространственной геометрией, однако это требует высокой производительности компьютерной техники. Данный метод разбивает сложную геометрию на более простые элементы. Программное обеспечение, разработанное на базе МКЭ, применяется в работах

[5, 6, 7, 8, 9] для решения уравнений теплопередачи в активной зоне турбогенераторов. Исходными данными для проведения соответствующего расчета НЯСМ могут быть получены на базе применения вентиляционных схем замещения [10], с помощью которых можно вычислить расходы и скорости на всех участках вентиляционного тракта машины.

В работе [11] авторы решают задачу сильного перегрева ЭМ с помощью новой конструкции внутренней вентиляции, для разработки которой также необходимо изначально провести вентиляционный расчёт. В статье [12] авторы рассматривают современные подходы к проектированию систем вентиляции, применяемых в турбогенераторах с воздушным охлаждением, их основные особенности. В работе продемонстрированы способы повышения интенсивности охлаждения сердечника и обмотки статора с косвенным охлаждением.

Результатом решения задач стационарной и нестационарной теплопередачи посредством МКЭ служит картина температурного поля в каждой точке расчётной области модели.

3. Тепловые схемы замещения. Сущность метода заключается в том, что машину или ее часть разделяют на составные тела или сегменты, близкие или по материалу, или по характеру контакта с соседними элементами или средой [13]. По аналогии с электрической схемой вводятся тепловые сопротивления, при протекании по которым теплового потока образуется перепад температуры. В работе [14] авторы с помощью тепловой схемы замещения смогли провести анализ методик определения температур различных узлов и найти уравнение теплового равновесия, несмотря на то, что речь идет про асинхронный двигатель, подход справедлив для всех ЭМ.

Расчёт, основанный на тепловых схемах замещения, позволяет оперативно получить достоверные сведения об усреднённых температурах расчётных областей ЭМ.

4. Газодинамический расчёт. Газодинамический подход включает в себя анализ движения потоков воздуха в тракте вентиляции ЭМ. Анализ данных характеристик помогает скорректировать конструкцию системы для эффективного отвода тепла охлаждающей средой. В работе [5] такой подход применяется для расчета пространственного распределения поля скоростей и давления в каналах пазовой части статора, используя систему уравнений в частных производных - Навье-Стокса и уравнение неразрывности. Выполнено исследование эквивалентной теплопроводности промежутка между медными проводниками стержня и сердечником статора. Также проанализирован и выбран оптимальный минимальный эквивалентный коэффициент теплопроводности. Статья [5] демонстрирует применение газодинамического метода лишь к одному узлу НЯСМ. Авторы работы [15] представили модель всей ЭМ. Они спроектировали систему вентиляции для турбогенератора с воздушным охлаждением мощностью 350 МВт. Тепловой расчет на основе вычислительной газодинамики был выполнен для оптимизации системы охлаждения. Проведенная работа является очень трудозатратной, но при этом наглядной для понимания распределения воздушных потоков по всей ЭМ.

5. Гибридный подход. Гибридный подход к проектированию и расчету теплового состояния предполагает интеграцию различных методов и подходов для эффективного достижения результатов заданной точности. Такой подход может включать в себя сочетание аналитических и численных методов. Гибридная методика расчета теплового состояния активных частей турбогенератора [16], заключается в объединении преимуществ вентиляционных схем замещения (скорость расчета, низкие требования к ресурсам, универсальность) и численного моделирования движения жидкости (повышенная детализация, возможность анализа характера течения потока в разветвленной системе каналов, возможности газодинамической оптимизации узлов и элементов вентиляционного тракта).

Заключение. Рассмотрев несколько методов проектирования теплового состояния ЭМ, можно сказать о том, что для достижения указанных целей гибридный подход представляется преимущественным по сравнению с другими, так как выбранный способ

объединяет в себе различные методы, что позволяет использовать преимущества каждого из них. Например, аналитические методы могут быть ориентированы на быстрое достижение результата при принятии ряда упрощающих допущений, в то время как численные обеспечивают получение результатов заданной точности при сложной геометрии расчётной области. Объединение преимуществ вентиляционных схем замещения и численного моделирования движения жидкости позволяет при снижении трудозатрат получить детальную картину теплового состояния машины в интересующих областях. Это помогает оптимизировать работу узлов и элементов вентиляционного тракта для повышения эффективности и надёжности работы крупных НЯСМ.

Но не стоит недооценивать остальные подходы к проектированию теплового состояния. Ярким примером является ранее рассмотренная работа [15], где авторы умело применили газодинамическую постановку задачи во всём вентиляционном тракте мощного турбогенератора. Это позволяет выявить и проанализировать взаимосвязи геометрических параметров канала, газодинамических параметров потока, а также их влияние на технико-экономические показатели ЭМ.

Список литературы

1. Синхронные машины: учеб. пособ. [Текст] / Ю.А. Макаричев, В.Н. Овсянников. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2011
2. Хуторецкий, Г.М. Проектирование турбогенераторов [Текст] Г.М. Хуторецкий, М.И. Токов, Е.В. Толвинская. - Л. : Энергоатомиздат, 1987. - 255 с.
3. Оценка теплопроводности статорной обмотки: оценка промышленного производства [Текст] / А. Боглетти, Э. Карпането, М. Коссале, С. Вашетто, М. Попеску и Д. Стейтон // *Конгресс и выставка IEEE Energy Conversion (ECCE)*. - 2015.
4. Тепловое состояние электрической изоляции статорных обмоток турбогенераторов с воздушным охлаждением Э.Р. Маннанов, А.Г. Филин // *Материаловедение. - Энергетика*. 2021. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/teplovoye-sostoyanie-elektricheskoy-izolyatsii-statornyh-obmotok-turbogeneratorov-s-vozdushnym-ohlazhdeniem/viewer>
5. Трёхмерное математическое моделирование статорной части паза турбогенератора, включая тепловое моделирование и гидродинамику [Текст] / В.В. Рыжов, О.Н. Молоканов, П.А. Дергачев, С.В. Осипкин, Е.П. Курбатова, П.А. Курбатов // *17-я конференция по электрическим машинам, приводам и гидродинамике. - Энергетические системы (ELMA)*, 2021
6. Трёхмерная модель теплового статора турбогенератора с полным воздушным охлаждением [Текст] / В. Рыжов, П. Дергачев, П. Курбатов // *27-й международный семинар по электроприводам: Кафедра электропривода МЭИ «90 лет» (ИВЭД)*. – Москва: 2020.
7. Исследование тепловой проблемы в конечной области большого турбогенератора [Текст] / Ю. Чжан, Р. Цюй и Д. Ли // *9-я Международная конференция IEEE по силовой электронике и управлению движением*. – 2020.
8. Анализ характеристик поля жидкости и оптимизация структуры внутри статора турбогенератора с воздушным охлаждением [Текст] / С. Дин и З. Ли // *12-я Азиатско-Тихоокеанская конференция по энергетике и энергетике*. – 2020.
9. Повышение эксплуатационной надёжности турбогенераторов с воздушным охлаждением для газотурбинной установки [Текст] Э.Р. Маннанов, А.М. Костельов, А.Г. Филин, В.Н. Железняк // *Глобальная энергия*. – 2023.
10. Основы аэродинамических и тепловых расчетов в электромеханике: учеб. пособие [Текст] / Ю.Г. Бухгольц, В.А. Тюков, Т.В. Честюнина. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2008.
11. Вентиляция – тепловой расчет синхронной машины мощностью 40 МВт. [Текст] /

Дж. Франк, Р. Печанек // *XIII Международная конференция по электрическим машинам (ICEM)*. – 2018.

12. Современные подходы к разработке системы охлаждения турбогенераторов с воздушным охлаждением [Текст] / Т.Н. Карташова, А.Ю. Прокофьев, А.Г. Филин // *Глобальная энергия*. – 2024.
13. Теплообмен в электрических машинах [Текст] / И.Ф.Филиппов. – Ленинград: Энергоатомиздат, Ленингр. отд-ние, 1986.
14. Обзор тепловых схем замещения линейного асинхронного двигателя [Текст] / И.Р. Кафиев, Р.Р. Нугуманов // *Тенденции развития науки и образования*. – 2017.
15. Проект вентиляционного охлаждения для нового турбогенератора с воздушным охлаждением мощностью 350 МВт. [Текст] / Г.-Х. Чжоу и др., в *IEEE Access*. – 2018.
16. Оптимизация расчетных алгоритмов определения теплового состояния активных частей турбогенератора / А.Г. Филин, В.Д. Голубков, И.А. Шишкина // *Глобальная энергия*. - Санкт-Петербург: - 2024. – Том 30. - №1[Электронный ресурс] – Режим доступа:
[https://engtech.spbstu.ru/userfiles/files/volume/GE-30-\(01\)-2024.pdf](https://engtech.spbstu.ru/userfiles/files/volume/GE-30-(01)-2024.pdf)

С.В. Расчупкин, Т.В. Расчупкина, И.Н. Титух

Д.Ф. Устинов атындагы «ВОЕНМЕХ» Балтика мамлекеттик техникалык университети,
Санкт-Петербург, Россия Федерациясы
Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

S.V. Raschupkin, T.V. Raschupkina, I.N. Titukh

Baltic State Technical University "VOENMEH" named after D.F. Ustinova
St. Petersburg, Russia
ve7m8106@voenmeh.ru, raschupkina_tv@voenmeh.ru, intituch@yandex.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМЫ СПУСКА-ПОДЪЁМА ГЛУБОКОВОДНОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА

ТЕРЕҢ СУУ АЛДЫНДАГЫ КЕМЕЛЕРДИ ТҮШҮРҮҮ-КӨТӨРҮҮ СИСТЕМАСЫНЫН ЭЛЕМЕНТТЕРИНЕ БОЛГОН ДИНАМИКАЛЫК ЖҮКТӨМДӨРДҮ АНЫКТОО

DETERMINATION OF DYNAMIC LOADS ON THE ELEMENTS OF THE DESCENT- ASCENT SYSTEM OF A DEEP-SEA UNDERWATER VEHICLE

Макалада терең суу астындагы аппараттын түшүү-көтөрүү системасынын элементтерин жүктөөнүн динамикалык режимдери каралган. Мүмкүн болушунча максималдуу ылдамдык менен баратып бир заматта токтогондо пайда болгон жүктөм, тереңдеги объект чайкалган аргасыз термелүүсүнүн кинематикалык козголушу талданды, толкунданганда системанын аркандарында жулкунуу мүмкүндүгү изилденди.

Түйүндүү сөздөр: суу алдындагы башкарылуучу аппарат, терең сууга чөмүлүүчү түзүлүш, түшүрүүчү-көтөрүүчү аппарат, муз тосмосу, курсор системасы.

В статье рассмотрены динамические режимы нагружения элементов системы спуска-подъёма глубоководного подводного аппарата. Проанализированы нагрузки, возникающие при мгновенном останове с максимально возможной скоростью, кинематическое возбуждение вынужденных колебаний спущенного объекта при качке, исследована возможность образования рывка в канатах системы при волнении.

Ключевые слова: управляемый подводный аппарат (УПА), устройство глубоководного погружения (УГП), спускоподъемное устройство (СПУ), ледовое ограждение, курсорная система.

The article considers the dynamic loading modes of the elements of the descent-ascent system of a deep-sea underwater vehicle. The loads arising from an instantaneous stop at the maximum possible speed, the kinematic excitation of forced vibrations of a deflated object during rolling are analyzed, and the possibility of a ropes shock of the system during agitation is investigated.

Key words: guided underwater vehicle (GUV), deep-sea diving device (DDD), descent lifting device (DLD), ice fence, cursor system.

Для выполнения работ различного назначения в морских акваториях используются автономные и неавтономные объекты исследования Мирового океана, буксируемые гидроакустические комплексы, спасательные глубоководные аппараты, водолазные колокола

и т.п. Такие функции в условиях открытого моря и базировании на судах-носителях явились причиной создания специализированных судовых грузовых устройств, получивших название спускоподъемных (СПУ) ([1]).

Проектирование СПУ должно решать вопросы выбора их параметров, оценку соответствия функциональных свойств эксплуатационным требованиям, обоснование таких требований непосредственно связано с решением разных динамических задач спускоподъемных операций.

Внешние условия определяются степенью волнения, при которой должны работать эти объекты, следовательно, и проводиться спускоподъемные операции. Очевидно, что устройство, рассчитанное на работу в условиях волнения 4-5 баллов, будет сложнее, чем устройство для работы при 1-2 балла, а значит и дороже. Эти соображения определяют актуальность исследования динамики судовых СПУ.

Из всей совокупности режимов спускоподъемных операций, можно выделить четыре основные динамические проблемы:

проблема максимальных динамических нагрузок связана с необходимостью обеспечения прочности конструкции СПУ, механических приводов различных систем, устройств снижения этих нагрузок на объекты и т.п;

проблема первоначального контакта захватных органов СПУ с обслуживаемыми объектами вызвана особой сложностью соединения СПУ с объектом в условиях колебаний судна и подводного аппарата на волнении;

проблема учета раскачивания объектов при проведении спускоподъемных операций является актуальной, так как интенсивность обусловлена погодными условиями и размером судна-носителя;

проблема слежения за колебаниями судна и объекта обусловлена возможностью обеспечения следящих режимов работы механизмов, входящих в состав устройств.

Конструкция комплекса обеспечивает спуск и подъем управляемого подводного аппарата на заданную глубину (рисунок 1). Устройство глубоководного погружения (УГП) с аппаратом внутри (1) подвешено на центральном неподвижном блоке большого диаметра (2). Спуск и подъем выполняется с помощью лебедки, тяговое усилие которой приложено через канат под углом 53 градуса к вертикали.

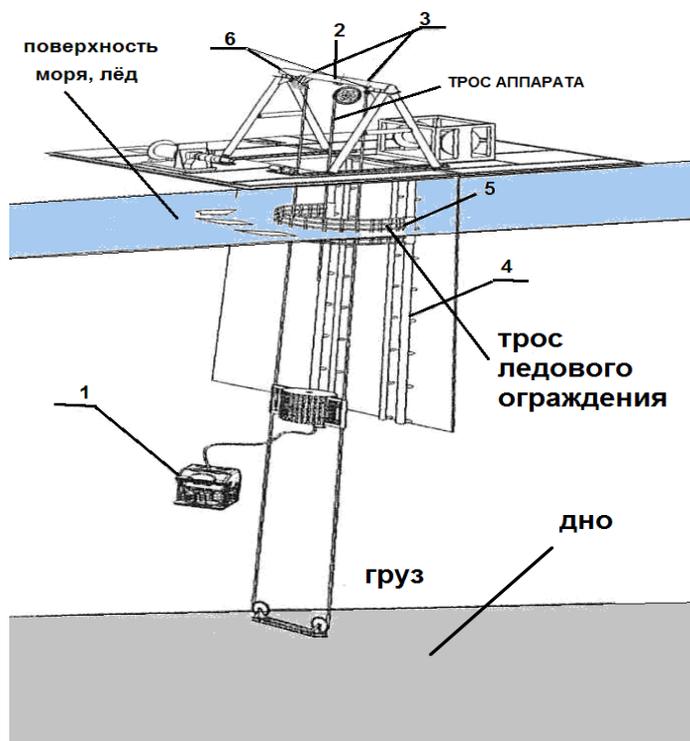


Рисунок 1 - Схема работы комплекса

На рисунке 1 обозначены аппарат (1); неподвижный блок большого диаметра (2); направляющая система (3); рельсы (4); ледовое ограждение (5); лебедка с двумя блоками на краях козловой балки (6). Для ограничения горизонтальных перемещений и колебаний и для контроля за спуском и снижением нагрузки на несущий канат применяется направляющая курсорная система (3). Она состоит из двух тросов с грузом внизу, закрепленных на козловой балке с двух сторон от УГП. Один конец троса закреплен жестко, а другой через блок идет к лебедке, которая выполняет спуск и подъем груза.

УГП с помощью специальных зажимных устройств двигается по тросам как по рельсам вниз и вверх соответственно. Груз курсорной системы создает достаточное натяжение тросов, требуемое для скольжения УГП и аппарата. Иногда на платформах есть жесткие рельсы (4) вдоль вертикальной стены по которым обеспечивается контролируемый спуск.

На северных широтах используется ледовое ограждение (5), с небольшой лебедкой и двумя блоками на краях балки (6). Тяга лебедки приложена под углом 34 градуса к вертикали. Ледовое ограждение предварительно опускается на уровень воды и остается там до конца проведения работы, защищая УГП и аппарат от крупных кусков льда.



Рисунок 2 - Внешний вид конструкции

Внешний вид элементов системы спуска-подъема подводного аппарата показан на рисунке 2.

Рассмотрим методику расчета динамических усилий в канатах курсорной системы.

Курсор представляет собой плиту размерами 4,5x1,0x0,27м с вертикальными сквозными отверстиями, вес – 5000кгс, вес в воде – 4300кгс.

Канат поперечного сечения $F_k = 3,725\text{см}^2$, погонный вес $m_0 = m_k g / l = 3,4 \frac{\text{кгс}}{\text{м}}$,

погонный вес в воде $3,0 \frac{\text{кгс}}{\text{м}}$, гарантированное разрывное усилие не менее 506,5кН.

Максимальная глубина спуска – 1000м, высота от точки подвеса до уреза воды – 40м.

Максимальная скорость курсора $v = 0,225\text{м/с}$.

Амплитуда вертикальных смещений точки подвеса при максимальном волнении составляет $R_0=1,8\text{м}$, период 30-60с (круговая частота $\omega=0,21-0,1\text{с}^{-1}$).

Модуль продольной упругости каната принят (согласно [1]) $E = 8 \cdot 10^4 \text{МПа}$.

В качестве режимов динамического нагружения были рассмотрены следующие:

- мгновенный останов при спуске или мгновенное начало подъема курсора с максимальной скоростью;
- кинематическое возбуждение вынужденных колебаний курсора при волнении;
- возможность образования рывка в канате при волнении.

Для определения жесткости козловой балки в вертикальном направлении в местах крепления канатов курсорной системы были приложены усилия по 500 кгс. По результатам численного расчета вертикальное смещение в центре козловой балки составило 0,0432мм.

Таким образом, жесткость козловой балки при нагружении в местах крепления канатов курсорной системы по вертикальному направлению составила

$$C_B = \frac{2 \cdot 500}{0,00432} = 2,3 \cdot 10^5 \frac{\text{кгс}}{\text{см}}$$

Жесткость двух параллельных канатов C_K определяется из соотношения $C_K = 2 \frac{EF_k}{l}$,

где l -длина каната (расстояние от точки подвеса до груза-курсора), при $l=1\text{м}$

$C_K = 2 \frac{8 \cdot 10^5 \cdot 3,725}{100} = 5,96 \cdot 10^4 \frac{\text{кгс}}{\text{см}}$; при $l=40\text{м}$ $C_K = 1,49 \cdot 10^3 \frac{\text{кгс}}{\text{см}}$; при максимальной глубине

погружения $l=1040\text{м}$ $C_K = 57,3 \frac{\text{кгс}}{\text{см}}$.

Таким образом, в заданном диапазоне глубин погружения жесткость козловой балки более чем на 2 порядка превышает жесткость канатов, что позволяет принять ее абсолютно жесткой и в качестве колебательной системы рассматривать «сосредоточенная масса – невесомый канат удвоенной жесткости» (рисунок 3).

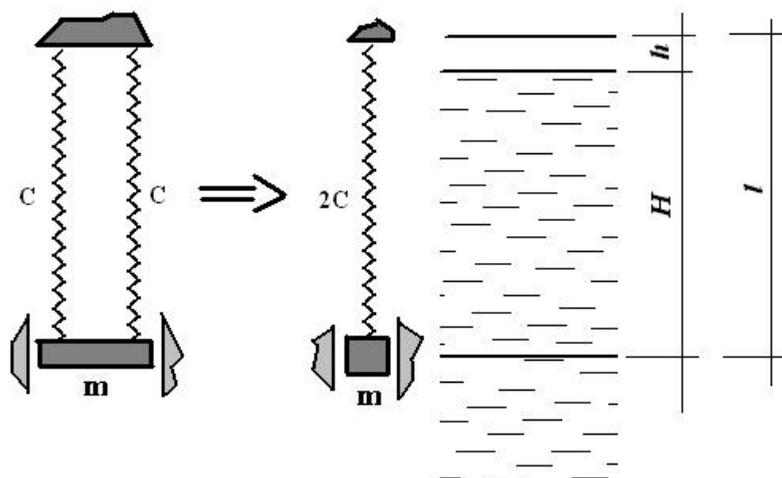


Рисунок 3 - Динамическая модель курсорной системы

Сосредоточенная масса m одноступенной колебательной системы включает массу груза-курсора m_z , присоединенную массу жидкости $m_{жс}$ и часть массы каната am_k , приведенную к грузу-куратору: $m = m_z + m_{жс} + am_k$ (2).

Присоединенная масса жидкости, задействованная в вертикальных колебаниях, точно может быть определена лишь из экспериментальных данных по определению частоты колебаний системы «канат-курсор» на воздухе и в жидкости. Используя ориентировочные оценки, приведенные в [2], примем $m_{жс} = 4,5 \cdot 1 \cdot 0,25 \cdot \rho_{жс} = 1125 \text{ кгс}$ (здесь $\rho_{жс} = 1000 \frac{\text{кгс}}{\text{м}^3}$ - удельный вес воды)..

Приведенная к грузу-куратору масса каната am_k определялась следующим образом. Сначала для различных глубин погружения искалась низшая частота вертикальных собственных колебаний системы «груз-присоединенная масса жидкости – канат удвоенной площади (обладающий своими реальными инерционными свойствами)». Затем масса каната принималась равной нулю и расчетным путем определялась дополнительная сосредоточенная масса (помещенная в характерную точку-груз), которая приводит к рассматриваемой моде колебаний на найденной на предыдущем этапе частоте.

Результаты расчетов сведены в таблицу 1.

Таблица 1 - Динамические характеристики курсорной системы на различных глубинах погружения

| № п/п | $l, \text{м}$ | $m_k, \text{кг}$ | $C_K, \frac{\text{кгс}}{\text{см}}$ | $m_z + m_{жс}, \text{кг}$ | $\nu, \text{Гц}$ | $m, \text{кг}$ | a |
|-------|---------------|------------------|-------------------------------------|---------------------------|------------------|----------------|-------|
| 1 | 20 | 136 | $2,98 \cdot 10^3$ | 5000 | 3,866 | 5040 | 0,294 |
| 2 | 40 | 272 | $1,49 \cdot 10^3$ | 5000 | 2,721 | 5086 | 0,316 |
| 3 | 140 | 952 | 425,7 | 6125 | 1,292 | 6434 | 0,325 |
| 4 | 340 | 2312 | 175,3 | 6125 | 0,800 | 6930 | 0,348 |
| 5 | 540 | 3672 | 110,4 | 6125 | 0,6139 | 7415 | 0,351 |
| 6 | 740 | 5032 | 80,5 | 6125 | 0,5078 | 7900 | 0,353 |
| 7 | 940 | 6392 | 63,4 | 6125 | 0,4369 | 8400 | 0,356 |
| 8 | 1040 | 7072 | 57,3 | 6125 | 0,4092 | 8650 | 0,357 |

Анализируя полученные результаты, можно принять с достаточной степенью приближения коэффициент приведения массы каната $a = const = 1/3$ во всем диапазоне рабочих глубин (что соответствует упрощенным инженерным подходам).

Таким образом, $m \approx m_z + m_{жс} + \frac{1}{3}m_k$.

Мгновенный останов или мгновенное начало подъема курсора со скоростью

$\nu_0 = 0,225 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ приводит к возникновению свободных затухающих колебаний в

рассматриваемой одноступенной динамической системе с массой $m \approx m_z + m_{жс} + \frac{1}{3}m_k$ и

жесткостью $C_K = 2 \frac{EF_k}{l}$. Максимальное растягивающее усилие в канате может быть определено из энергетических соотношений.

Кинетическая энергия движущейся массы m уравнивается потенциальной ёамплитудное динамическое растяжение каната при возникающих свободных колебаниях.

Откуда, $\Delta_D = v_0 \sqrt{\frac{m}{C_K}}$, соответствующее усилие в канате $P_D = C_K \Delta_D$.

Воспользовавшись вышеприведенными выражениями, получим

$$P_D = v_0 \cdot 2 \frac{EF_K}{l} \sqrt{(m_z + m_{жс} + \frac{1}{3}m_K) \frac{l}{2EF_K}} = v_0 \sqrt{2 \frac{EF_K}{l} (m_z + m_{жс} + \frac{1}{3}m_0 l)}$$
 или

$$P_D = v_0 \sqrt{2 \frac{EF_K}{l} (m_z + m_{жс}) + \frac{2}{3} m_0 EF_K}$$
 -динамическое растягивающее усилие на 2

каната.

Полученная зависимость свидетельствует о уменьшении динамической составляющей растягивающего усилия с ростом длины каната l .

Суммарное растягивающее усилие (на 2 каната) $P_\Sigma = P_{CT} + P_D$, P_{CT} -вес груза и двух канатов длиной l .

Результаты расчетов P_{CT} , P_D , P_Σ помещены в таблицу 2.

Таблица 2 – Усилия в канатах курсорной системы на различных глубинах погружения

| № п/п | $l, м$ | $P_{CT}, кгс$ | $P_D, кгс$ | $P_\Sigma, кН$ |
|-------|--------|---------------|------------|----------------|
| 1 | 1 | 5007 | 12400 | 2·85,35 |
| 2 | 10 | 5068 | 3926 | 2·44,12 |
| 3 | 40 | 5272 | 3926 | 2·36,54 |
| 4 | 100 | 4932 | 1385 | 2·30,98 |
| 5 | 540 | 7572 | 619,4 | 2·40,18 |
| 8 | 1040 | 10572 | 464,8 | 2·54,14 |

В наихудшем случае ($l=1м$, аварийный останов в начале спуска) коэффициент запаса по разрывному усилию в канате составляет $k = \frac{506,5}{85,35} = 5,9$.

Расчетная схема, соответствующая кинематическому возбуждению вынужденных колебаний груза при волнении, приведена на рисунке 4.

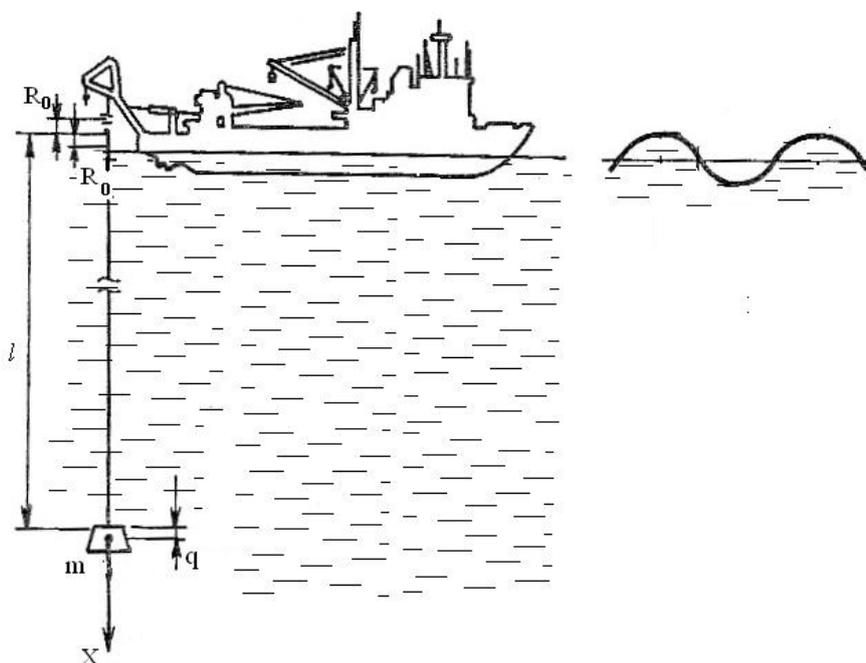


Рисунок 4 - Расчетная схема вынужденных колебаний курсора при волнении

При перемещении на волнении точки подвеса по закону $R_0 \sin \omega t$ вертикальные смещения $q(t)$ массы m опишутся уравнением

$$m \ddot{q} + d(\dot{q} - R_0 \omega \cos \omega t) + C_K(q - R_0 \sin \omega t) = 0 \text{ или}$$

$m \ddot{q} + d \dot{q} + C_K q = C_K R_0 \sin \omega t + d R_0 \omega \cos \omega t$, где d -эквивалентный коэффициент линейного (пропорционального скорости) демпфирования. В случае закона квадратичного сопротивления $F_{сопр} = \frac{1}{2} \rho_{жс} C_X S_M (\dot{q})^2$ из равенства работ реальной и условной (линейно связанной со скоростью) силы сопротивления за один период установившихся колебаний ([1],[3]) $d = \frac{4}{3\pi} \rho_{жс} C_X S_M R_0 \omega$, здесь C_X -коэффициент лобового сопротивления (далее принят для курсора, как прямоугольной пластины, $C_X = 1,2$ [2]); $S_M = 4,5 \text{ м}^2$ - площадь мидела курсора.

Таким образом, при частоте возбуждения $\omega = 0,1 \text{ с}^{-1}$

$$d = \frac{4}{3\pi} \cdot \frac{1000}{9,81} \cdot 1,2 \cdot 4,5 \cdot 1,8 \cdot 0,1 = 42,07 \frac{\text{кгс} \cdot \text{с}}{\text{м}};$$

при частоте возбуждения $\omega = 0,21 \text{ с}^{-1}$ $d = 88,35 \frac{\text{кгс} \cdot \text{с}}{\text{м}}$.

Связь массы m и жесткости C_K одноступенной колебательной системы с глубиной погружения (длиной упругой связи-каната) приведена в таблице 1.

Результаты численного решения уравнения вынужденных колебаний в виде смещения груза относительно точки подвеса каната (то есть динамической составляющей удлинения каната) для различных расчетных случаев приведены на рисунках 5-7.

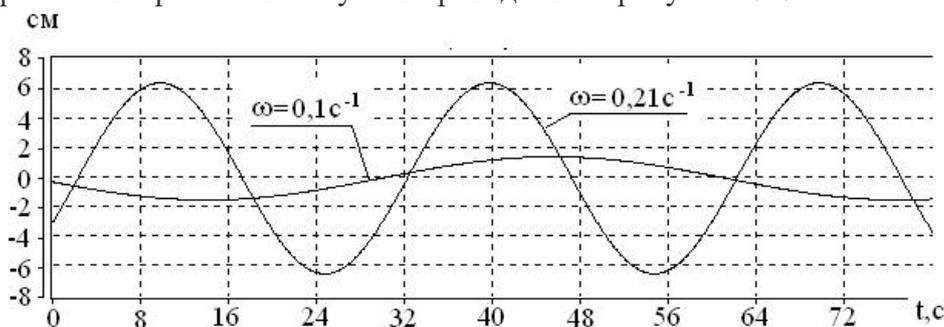


Рисунок 5 - Смещение курсора относительно точки подвеса каната. Глубина погружения курсора 100м

Таким образом, при частоте возбуждения $\omega = 0,1 \text{ с}^{-1}$ амплитудное динамическое усилие на 2 каната $P_D = 766,3 \text{ кгс}$; при частоте возбуждения $\omega = 0,21 \text{ с}^{-1}$ - $P_D = 2724,5 \text{ кгс}$.

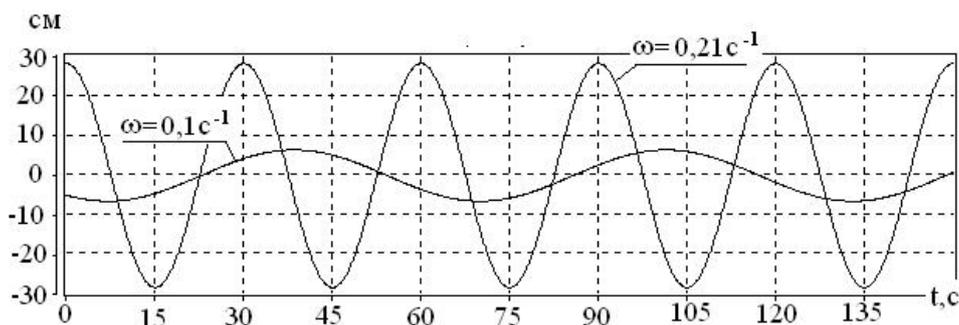


Рисунок 6 - Смещение курсора относительно точки подвеса каната. Глубина погружения курсора 500м

При частоте возбуждения $\omega=0,1\text{c}^{-1}$ амплитудное динамическое усилие на 2 каната $P_D=772,8\text{кгс}$; при частоте возбуждения $\omega=0,21\text{c}^{-1}$ - $P_D=3201,6\text{кгс}$.

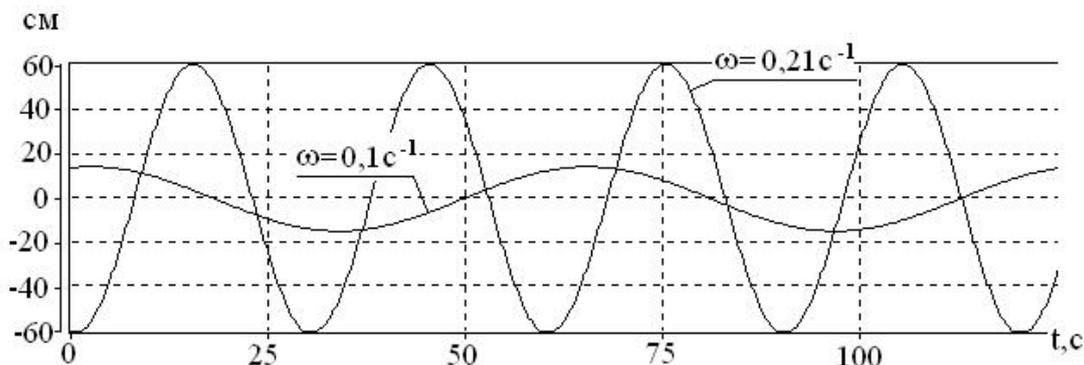


Рисунок 7 - Смещение курсора относительно точки подвеса каната. Глубина погружения курсора 1000м

При частоте возбуждения $\omega=0,1\text{c}^{-1}$ амплитудное динамическое усилие на 2 каната $P_D=916,8\text{кгс}$; при частоте возбуждения $\omega=0,21\text{c}^{-1}$ - $P_D=3438\text{кгс}$.

Суммарное растягивающее усилие (на 2 каната) $P_\Sigma = P_{CT} + P_D$, P_{CT} -вес груза и двух канатов длиной l .

Результаты расчетов P_{CT} , P_D , P_Σ для различных глубин погружения и режимов волнения помещены в таблицу 3.

Волнение с меньшим периодом (30с) (как более близким к периоду собственных колебаний курсора) приводит к большим динамическим нагрузкам в канате.

Рост глубины погружения курсора приводит также (из аналогичных соображений) к росту динамических усилий в канате.

Таблица 3 – Усилия в канатах курсорной системы при волнении на различных глубинах погружения

| № п/п | $l, \text{м}$ | $P_D, \text{кгс}$ | | $P_{CT}, \text{кгс}$ | $P_\Sigma, \text{кН}$ | |
|-------|---------------|---------------------------|----------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------------|
| | | $\omega=0,1\text{c}^{-1}$ | $\omega=0,21\text{c}^{-1}$ | | $\omega=0,1\text{c}^{-1}$ | $\omega=0,21\text{c}^{-1}$ |
| 1 | 140 | 616,4 | 2724,5 | 5172 | 2·28,39 | 2·38,73 |
| 2 | 340 | 664,6 | 2922,3 | 6372 | 2·34,51 | 2·45,59 |
| 3 | 540 | 711,5 | 3107,8 | 7572 | 2·40,53 | 2·52,38 |
| 4 | 740 | 758,3 | 3271,5 | 8772 | 2·46,75 | 2·59,07 |
| 5 | 940 | 805,8 | 3413,5 | 9972 | 2·52,87 | 2·65,66 |
| 6 | 1040 | 829,7 | 3448,0 | 10572 | 2·55,93 | 2·68,77 |

Скорость распространения волн упругих деформаций в канате составляет

$$\sqrt{\frac{E}{\rho}} = \sqrt{\frac{8 \cdot 10^5 \cdot 3,725 \cdot 981}{3,4 \cdot 10^{-2}}} = 2,93 \cdot 10^3 \frac{\text{м}}{\text{с}}, \text{ то есть время прохождения ими 1км каната – } 0,34\text{с},$$

что \sim на 2 порядке меньше периода заданного волнового возбуждения. Ввиду изложенного, распространение упругих деформаций целесообразно считать мгновенным на всех глубинах погружения курсора.

Условие возникновения рывка в канате (образование слабины в нагруженной гибкой связи), - скорость свободного падения груза в воде $v_{сп}$ должна быть меньше, чем максимальная скорость перемещения точки подвеса $v_{подв}$ в сторону перемещения груза.

Максимальная скорость подвеса $v_{подв_{max}} = R_0 \omega = 1,8 \cdot 0,21 = 0,38 \text{ м/с}$.

Минимальная скорость свободного падения груза в воде определится из равенства веса

курсора в воде и силы сопротивления $F_{сопр} = \frac{1}{2} \rho_{ж} C_X S_M (v_{сп_{min}})^2$.

Откуда $v_{сп_{min}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 4300 \cdot 9,81}{1000 \cdot 1,2 \cdot 4,5}} = 15,62 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Таким образом, при установившихся

вынужденных колебаниях с заданными параметрами возмущения рывок в канатах курсорной системы не возникает.

Изложенная методика была также использована для анализа уровня динамических усилий в элементах систем спуска-подъема устройства глубоководного погружения (УГП) и ледового ограждения.

Список литературы

1. Справочник по расчетам при судоподъеме [Текст] / под ред. И.А.Братишкина. - Москва: Воениздат, 2005. - 480 с.
2. Бугаенко, Б. А. Динамика судовых спускоподъемных операций [Текст] / Б.А.Бугаенко. – Киев: Наукова Думка, 2004. – 320 с.
3. Тимошенко, С. П. Колебания в инженерном деле [Текст] /С.П. Тимошенко, Д.Х. Янг, У. Уивер. – М.: Машиностроение, 1985. – 472 с.

А.Э.Садиева¹, У.У.Кокоева², М.А.Душенова³, Н.Маратбек кызы⁴
И.Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им.И.Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика
ORCID¹ 0000-0001-8117-7315
ORCID² 0000-0002-2797-7490
ORCID³ 0000-0002-5820-9777

A.E. Sadieva, U.U. Kokoeva, M.A. Dushenova, N. Maratbek kyzy
KSTU named after I. Razzakov, Bishkek, Kyrgyz Republic
e-mail: sadieva45@mail.ru, kularkan@mail.ru, mari6707@mail.ru

МУШТУМЧАЛУУ МЕХАНИЗМДЕРДИН КАДАСТРЫН ТҮЗҮҮ

СОСТАВЛЕНИЕ КАДАСТРОВ КУЛАЧКОВЫХ МЕХАНИЗМОВ

COMPILATION OF INVENTORIES OF CAM MECHANISMS

Бул макалада базистик тогоосу $\tau = 2$ жана $\tau = 3$ болгондогу муштумчалуу механизмдердин кадастрын түзүү маселелери каралат. Изилдөөдө универсалдык түзүлүштүк системи колдонулат. Профессор Л. Т. Дворниковдун универсалдык түзүлүштүк системин чечүүнүн негизинде үч тогоолуу, беш тогоолуу жана жети тогоолуу муштумчалуу механизмдердин көрсөткүчтөрү алынган. Алынган чечимдердин негизинде муштумчалуу механизмдердин түзүлүшү келтирилген. Универсалдык түзүлүштүк системди чечүү менен кинематикалык жуптардын ар кандай жайгашуусуна карата муштумчалуу механизмдердин түзүлүштүк схемаларынын бардык мүмкүн болгон варианттары каралган. Бул макалада муштумчалуу механизмдерди түзмөлөө ыкмасы, кадастрын түзүү иштелип чыккан жана ал үч тогоолуу, беш тогоолуу, жети тогоолуу муштумчалуу механизмдердин түзүлүштөрүн түзмөлөөгө мүмкүндүк берет.

Түйүндүү сөздөр: механизм, кинематикалык чынжыр, кинематикалык жуптук, муштум, муштумчалуу механизм, түрткүч, таяк, алга умтулмалуу жуптук, айланма жуптук.

В этой статье рассматриваются вопросы составления кадастров кулачковых механизмов при $\tau = 2$ и $\tau = 3$. При исследовании использована универсальная структурная система. На основании решения универсальной структурной системы профессора Л.Т.Дворникова получены параметры трехзвенных, пятизвенных и семизвенных кулачковых механизмов. На основании полученных решений построены структуры кулачковых механизмов. Все возможные варианты структурных схем кулачковых механизмов с разными расположениями кинематических пар получены решением универсальной структурной системы. Разработана методика синтеза позволяющая синтезировать структурные схемы трехзвенных, пятизвенных и семизвенных кулачковых механизмов и составлена кадастр кулачковых механизмов.

Ключевые слова: механизм, кинематическая цепь, кинематическая пара, кулачок, кулачковый механизм, толкатель, стержень, поступательная пара, вращательная пара.

This article discusses the issues of compiling inventories of cam mechanisms at $\tau = 2$ and $\tau = 3$. A universal structural system was used in the study. Based on the solution of the universal structural system of Professor L.T.Dvornikov, the parameters of three-link, five-link and seven-link cam mechanisms were obtained. Based on the solutions obtained, the structures of cam mechanisms

are constructed. All possible variants of the structural schemes of cam mechanisms with different arrangements of kinematic pairs are obtained by solving a universal structural system. A synthesis technique has been developed that allows synthesizing block diagrams of three-link, five-link and seven-link cam mechanisms and an inventory of cam mechanisms has been compiled.

Keywords: mechanism, kinematic chain, kinematic pair, cam, cam mechanism, pusher, rod, translational pair, rotational pair.

Ар бир мамлекеттин экономикасынын өнүгүүсү өндүрүштүн машина куруу тармагын өркүндөтүү менен тыгыз байланышта. Азыркы убакта машина куруунун практикасында тегиздиктеги механизмдердин ичинен тиштүү жана муштумчалуу механизмдери кеңири колдонулуп жүрөт. Акыркы жылдары Кыргыз Республикасында жеңил жана тамак-аш өнөр жайы алгылыктуу өнүгүүдө. Жаңы механизмдерди түзүү жана ишке ашыруу, өндүрүштө колдонулган машиналарды жакшыртуу азыркы учурдун талабы. Өндүрүштө колдонулган машинелерди жакшыртуу максатында жаңы механизмдер түзүлүп жана ишке киргизилип жатат. Демек, жаңы машинелерди жана механизмдерди түзүү машине куруунун, заманбап тенденциялары олуттуу илимий изилдөө иштеринин негизинде ишке ашат.

Техникада колдонулган муштумчалуу механизмдер муштумчанын айлануу же алга умтулма кыймылын кайталанма - айланма же кайталанма - алга умтулма же түрткүчтүн татаал кыймылына айландыруу үчүн колдонулат. Муштумчалуу механизмдердин артыкчылыгы катары чыгуу тогоосунун токтолуусун так камсыздоо мүмкүнчүлүгү эсептелет. Бул артыкчылык кайталануучу автоматиканын жөнөкөй түзүлүштөрүндө жана механикалык эсеп чечүүчү түзүлүштөрүндө (арифмометрлерде, календардык механизмдерде) кеңири колдонулат. Мындан тышкары муштумчалуу механизмдер унаа курууда, ичинен күйүүчү кыймылдаткычтарда, темир кесүүчү станоктордо, полиграфиялык жабдууларда, токуу станогунда, түрдүү технологиялык жабдууларда колдонулат. Бизге маалым болгон муштумчалуу механизмдердин анализден жана карап чыгып муштумчалуу механизмдер алга умтулма жана айланма кыймылды камсыз кылбастан, түрткүчтүн татаал кыймылын жарата ала тургандан артыкчылыка ээ экендигин айтып кетсек болот.

Окмуштуулар А. И. Тайновдун, А. И. Тимошкиндин жумуштарында түзүлүштүк түзмөлөө учурунда муштумча механизмдери тогоонун бүтүндөй топторунун жыйындысы катары каралган, башкача айтканда Ассур топторунун жыйындысы катары, мамыга жана баштапкы тогоого катмарлоо жолу менен муштумча механизмдеринин туруктуу сөлөкөттөрү түзүлгөн. Муштумча механизмдеринин көрсөткүчтөрүн аныктоо үчүн академик П. Л. Чебышевтин жана В. В. Добровольскийдин түзүлүштүк формуласы колдонулган.

1994 - жылы механизмдердин түзүлүшүн изилдөөнүн, анын ичинде төртүнчү жана бешинчи класстагы кинематикалык жуптуктар камтылган муштумчалуу механизмдердин түзмөлөө мүмкүнчүлүгүн берүүчү универсалдык түзүлүштүк систем профессор Л. Т. Дворников тарабынан иштелип чыккан.

Ар кандай кинематикалык чынжыр үчүн профессор Л. Т. Дворниковдун универсалдык түзүлүштүк системасы [1] төмөндөгүдөй көрүнүшкө ээ:

$$\begin{cases} \sum p_k = \tau \cdot n_\tau + (\tau - 1)n_{\tau-1} + \dots + in_i + \dots + 2n_2 + n_1, \\ n = n_\tau + n_{\tau-2} + \dots + n_i + \dots + n_2 + n_1 + n_0, \\ W = (6 - m)n - \sum_{k=5}^{m+1} (k - m)p_k. \end{cases} \quad (1)$$

бул жерде p_k – k – класстагы кинематикалык жуптуктардын саны, τ – чынжырдагы эң татаал тогоонун кинематикалык жуптарынын саны, n_τ – чынжырга τ кинематикалык жуптуктарды кошуучу тогоолордун саны, n_i – чынжырга i кинематикалык жуптуктарды кошуучу тогоолордун саны, n – кыймылдуу тогоолордун саны, W – кинематикалык чынжырдын кыймылдуулугу, m – үй – бүлөлүк механизмдердин тобун

аныктоочу В. В. Добровольскийдин көрсөткүчү, тегиздиктеги механизмдер үчүн $m=3$, k – кинематикалык жуптуктардын классы.

Төртүнчү жана бешинчи класстагы кинематикалык жуптуктары бар тегиздиктеги кинематикалык чынжырлар үчүн универсалдык түзүлүштүк систем профессор А. Э. Садиеванын диссертациялык ишинде каралган [2] жана ал төмөндөгүдөй көрүнүшкө ээ:

$$\begin{cases} p_5 + p_4 = \tau + (\tau - 1)n_{\tau-1} + \dots + in_i + \dots + 2n_2 + n_1, \\ n = 1 + n_{\tau-1} + \dots + n_i + \dots + n_2 + n, \\ W = 3n - 2p_5 - p_4. \end{cases} \quad (2)$$

мында p_4 жана p_5 - төртүнчү жана бешинчи класстагы кинематикалык жуптардын саны.

Муштумча механизмдин башка бир тогоосу менен төртүнчү класстагы бир кинематикалык жуптука кирген муштумча механизмдин карайбыз. Бул муштумчалуу механизмдин түзүлүшү үчүн төмөндөгүдөй шартты кабыл алсак туура болот:

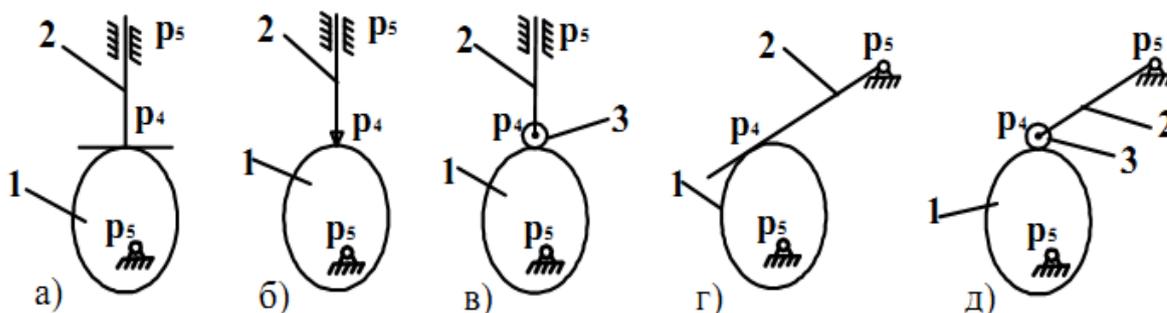
$$p_4 = 1. \quad (3)$$

$\tau = 2$ болгон учурга муштумча механизмдин түзүлүшүн табабыз, демек бул учурда эн татаал тогоо сызыктуу же «эки бурчтук» болот.

Эгерде механизмдин кыймылдуулугу $W = 1$ кылып алсак, анда кинематикалык жуптуктардын саны p_5 (2) теңдемелер системасынан төмөндөгүдөй көрүнүшкө ээ болот:

$$\begin{cases} p_5 = 2 + n_1 - 1, \\ n = 1 + n_1. \end{cases} \quad (4)$$

(4) системден $n = 2$, $p_5 = 2$, $n_1 = 1$ деген чечимди алабыз. Бул чечимди канааттандырган муштумча механизмдеринин схемасы 1 а, б, в, г, д – сүрөттөрүндө көрсөтүлгөн.



1 – муштумча, 2 - түрткүч, 3-чыгырык.

1-сүрөт - $\tau = 2$ болгон p_5 и p_4 жуптуктары менен үч тогоолуу муштумча механизмдеринин схемасы: жалпак түрткүч менен а); учу учтуу алга умтулма кыймылындагы түрткүч менен б); алга умтулма кыймылга ээ болгон түрткүч чыгырык менен в); айланма кыймылдагы түрткүч менен г); айланма кыймылга ээ болгон түрткүч жана чыгырык менен д).

Эгерде $\tau = 3$, болсо негизги тогоону – үч бурчтук тогоо деп алсак анда (2) система төмөндөгүдөй көрүнүшкө ээ болот:

$$\begin{cases} p_5 + p_4 = 3 + 2n_2 + n_1, \\ n = 1 + n_2 + n_1, \\ W = 3n + 2p_5 + p_4. \end{cases} \quad (5)$$

Системдин экинчи теңдемесинен n_1 ди чыгарабыз, бул тогоо чынжырга бир кинематикалык жуптукту кошуучу тогоо болуп эсептелет:

$$n_1 = n - 1 - n_2. \quad (6)$$

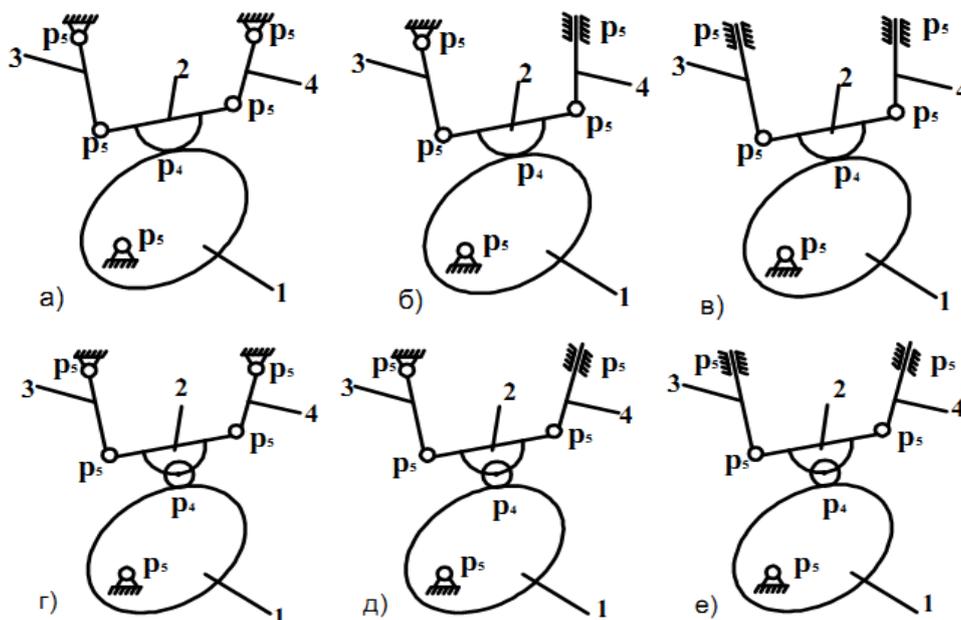
n_1 дин маанисин (4) системдин биринчи теңдемесине коюп, төмөнкү туюнтмага ээ болобуз

$$n = p_5 + p_4 - n_2 - 2. \quad (7)$$

Андан ары (7) формуладан n дин маанисин (2) системдин үчүнчү теңдемесине коюп, $W = 1$ болгондо, төмөнкү теңдемени алабыз

$$p_5 + 2p_4 - 3n_2 = 7. \quad (8)$$

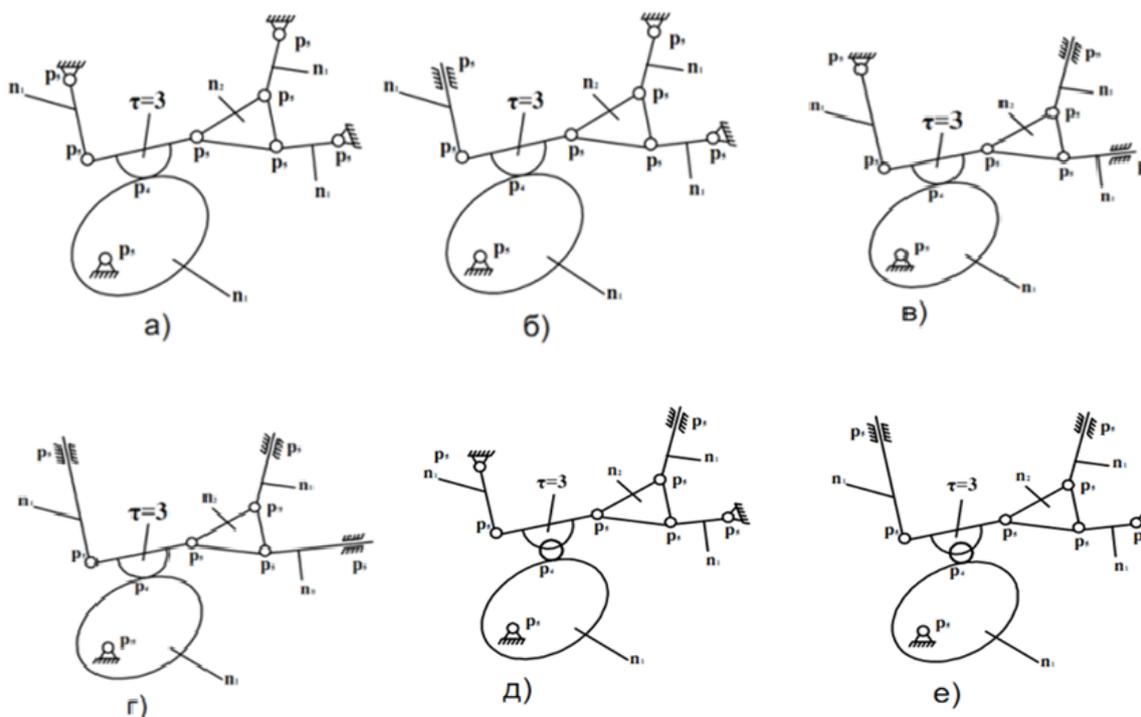
$p_4 = 1, n_2 = 0$ болсун, анда (6), (7), (8) жана (3) формулалар төмөндөгү маанилерди берет $n_2 = 0, n_1 = 3, n = 4, p_5 = 5, p_4 = 1$. 2 а, б, в, г, д, е сүрөттөрүндө берилген чечимди канааттандырган муштумча механизмдердин схемасы келтирилген. Алар татаал түрткүчтүү беш тогоолуу муштумчалуу механизмдер болуп эсептелет. Төртүнчү тогоодогу (2а - сүрөт) бир айланма кинематикалык жуптукту алга умтулуучу кыймыл менен алмаштырсак, 2б сүрөтүндө көрсөтүлгөн муштумча механизмдин түзүлүшүн [4] алабыз.



1 – муштумча, 2 – аралыктагы тогоо, 3, 4 – термелгичтер.

2 – сүрөт - $\tau = 3, p_5 = 5, p_4 = 1, n_2 = 0, n_1 = 3, n = 4$ көрсөткүчтөрү менен беш тогоолуу муштумчалуу механизмдердин схемасы: айланма жуптуктары менен а); бир умтулма жуптугу менен б); эки умтулма жуптугу менен в); эки айланма жуптугу жана чыгырык менен г); айланма жуптуктары жана чыгырык менен д); эки умтулма жуптугу жана чыгырык менен е).

Муштумчалуу механизмдердин түзүлүшүн түзмөлөөдө (6), (7), (8) жана (3) формулаларын пайдалануу менен кыймылдуу тогоолордун саны n , жана n_1, p_5, p_4 муштумчалуу механизмдердин көрсөткүчтөрүн аныктайбыз. Анда кинематикалык чынжыр төмөндөгү $\tau = 3, p_5 = 5, p_4 = 1, n_2 = 0, n_1 = 3, n = 4$ көрсөткүчтөргө ээ болот. Бул чечимди канааттандырган муштумча механизмдердин схемасы 3а, б, в, г, д, е сүрөттөрүндө көрсөтүлгөн. Алар татаал түрткүчтүү жети тогоолуу муштумчалуу механизмдер болуп эсептелет.



3– сүрөт - $\tau = 3$, $p_5 = 8$, $p_4 = 1$, $n_2 = 1$, $n_1 = 4$, $n = 6$ көрсөткүчтөрү менен жети тогоолуу муштумчалуу механизмдердин түзүлүшү:

a) айланма жуптуктары менен; б) бир алга умтулуу жуптугу менен; в) эки алга умтулуу жуптугу менен; г) айланма жуптуктары чыгырык менен; д) бир умтулма жуптугу жана чыгырык менен; е) эки умтулма жуптугу жана чыгырык менен

Ошентип, муштумчалуу механизмдердин негизги тогоосунун татаалдыгына жана чыгуучу тогоонун кыймылынын түрүнө жараша механизмдердин түзмөлөөнүн иреттелген тизмесин иштеп чыгууга болот деген тыянак чыгарабыз жана биз базистик тогоосу $\tau = 2$ жана $\tau = 3$ болгондогу муштумчалуу механизмдердин кадастрын түздүк деп эсептесек болот.

Адабияттар тизмеси

1. Дворников, Л. Т. Начала теории структуры механизмов [Текст] / Л. Т. Дворников. - Новокузнецк: СибГГМА, 1994. - 101 с.
2. Садиева, А. Э. Разработка методов структурного синтеза сложных зубчатых механизмов [Текст] / дис. доктор тех. наук: 05.02.18 / А. Э. Садиева. - Бишкек, 2011. – 280 с.
3. Дворников, Л. Т. Методика синтеза плоских групп нулевой подвижности с кинематическими парами пятого и четвертого классов [Текст] / Л. Т. Дворников, А. Э. Садиева, У. У. Кокколова // Материалы Первой Международной заочной научно - практической конференции «Современные проблемы теории машин». - Новокузнецк: ИЦ СибГИУ, 2013. - С.57 - 60.
4. Патент №1665 КР. Пятизвенный кулачковый механизм со сложным толкателем [Текст] / [Л. Т. Дворников, А. Э. Садиева, У. У. Кокколова, и. др] // заявл. 13.06.2013; опубл. 29.08.2014, Бюл. №8. - 6 с.
5. Дворников, Л. Т. Опыт структурного синтеза механизмов [Текст] / Л. Т. Дворников // Теория механизмов и машин. - 2004. - № 2(4). - С. 3 - 17.
6. Садиева, А. Э. Кинематический синтез кулачкового механизма со сложным толкателем [Текст] / А. Э. Садиева, У. У. Кокколова, М. А. Душенова // Материалы международной научно- технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «Инновация – вектор для молодежи», - Бишкек: ИЦ Техник, 2014. - С. 168 - 170.

УДК 621.952.8

DOI:10.56634/16948335.2024.3.902-909

В.А. Санников

Д.Ф.Устинов атындагы «ВОЕНМЕХ» Балтика мамлекеттик техникалык университети,
Санкт-Петербург, Россия Федерациясы

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

V.A. Sannikov

Baltic State Technical University "VOENMEH" named after D.F. Ustinov,
St. Petersburg, Russia
sannikov_vla@voenmeh.ru

РАСЧЕТ УРОВНЯ СТРУКТУРНОГО ШУМА, ОБРАЗОВАННОГО ВИБРАЦИЕЙ ЭЛЕМЕНТОВ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

ТРАНСПОРТТУК МАШИНАЛАРДЫН ТЕРМЕЛҮҮСҮНӨН ПАЙДА БОЛГОН СТРУКТУРАЛЫК ЫЗЫ - ЧУУНУН ДЕҢГЭЭЛИН ЭСЕПТӨӨ

CALCULATION OF THE LEVEL OF STRUCTURAL NOISE GENERATED BY VIBRATION OF ELEMENTS OF TRANSPORT VEHICLES

Термелүүгө дуушар болгон транспорт каражаттарынын элементтерин долбоорлоо милдети күч маселелерин да, бул элементтер чыгарган ызы-чуунун деңгээлин да талдоону камтыйт. Иште структуралык ызы-чуунун деңгээлин эсептөөнүн компьютердик технологияларын колдонуу методикасы келтирилген, анын ишенимдүүлүгү эсептөөнүн ар кандай этаптарында аналитикалык жана эксперименталдык маалыматтар менен салыштыруу менен ырасталат. Иштелген методика боюнча калган панелдердин жыштыктары бар. Жабык аба мейкиндигине панелдердин титирөө таасиринин биргелешкен чечими кабинадагы структуралык ызы-чуунун үн басымынын бөлүштүрүү схемасы менен аныкталат. Динамикалык коэффициенттин жана резонанстык кубулуштардын байланышы көрсөтүлгөн. Чектүү элемент ыкмасы, программалык камсыздоо ANSYS, ар кандай чөйрөлөр үчүн SHELL93 жана FLUID30 элементтери колдонулат. Методиканын колдонулушу жөнүндө корутунду жана аны колдонуу чөйрөлөрү боюнча сунуштар берилет.

Түйүндүү сөздөр: *структуралык ызы-чуу, курулуш-жол машиналары, термелүүнүн өздүк жыштыгы, тосмо элементтери, панелдердин термелүүсү, динамикалык коэффициент.*

Задача проектирования элементов транспортных машин подверженных вибрации включает анализ, как прочностных вопросов, так и уровней шума, создаваемого этими элементами. В работе приводится методика применения компьютерных технологий расчетов уровня структурного шума, достоверность которой на разных этапах вычислений подтверждается сопоставлением с аналитическими и экспериментальными данными. Тестирование задачи вибрации выполняется для отдельной панели ограждения. По отработанной методике находятся частоты остальных панелей. Совместным решением вибрационного воздействия панелей на замкнутое воздушное пространство определяется характер распределения звукового давления структурного шума в салоне. Показана взаимосвязь коэффициента динамичности и резонансных явлений. Используется метод конечных элементов, программное обеспечение ANSYS, элементы SHELL93 и FLUID30 для разных сред. Дается заключение о применимости методики и рекомендации по областям её применения.

Ключевые слова: структурный шум, строительно-дорожные машины, собственные частоты колебаний, элементы ограждения, вибрация панелей, коэффициент динамичности.

The task of designing elements of transport vehicles subject to vibration includes an analysis of both strength issues and noise levels generated by these elements. The paper presents a methodology for using computer technologies for calculating the level of structural noise, the reliability of which at different stages of calculations is confirmed by comparison with analytical and experimental data. The features of the sound pressure distribution of structural noise in a closed air space are considered.

Key words: structural noise, road construction machines, natural oscillation frequencies, fencing elements.

Особенностью структурного шума является пограничное состояние явления. Так для частоты $f=300$ Гц и скорости звука в воздухе $c=343$ м/с при температуре $+20^{\circ}\text{C}$, длина волны составляет $\lambda_{300} = \frac{c}{f} = \frac{343}{300} \approx 1,14$ метра. С понижением частоты длина волны возрастает и становится соизмеримой с размерами многих элементов ограждения конструкций, имеющих закрытые объемы пространства (табл. 1).

Таблица 1 – Длина звуковой волны структурного диапазона шума

| Частота f , Гц | 300 | 200 | 100 | 50 | 25 | 12,5 |
|---------------------------|------|------|------|------|-------|-------|
| Длина волны λ , м | 1,14 | 1,71 | 3,43 | 6,86 | 13,72 | 27,44 |

Характеристики шума, его уровни и спектр в отсеках технических конструкций показан на рис. 1 [1].

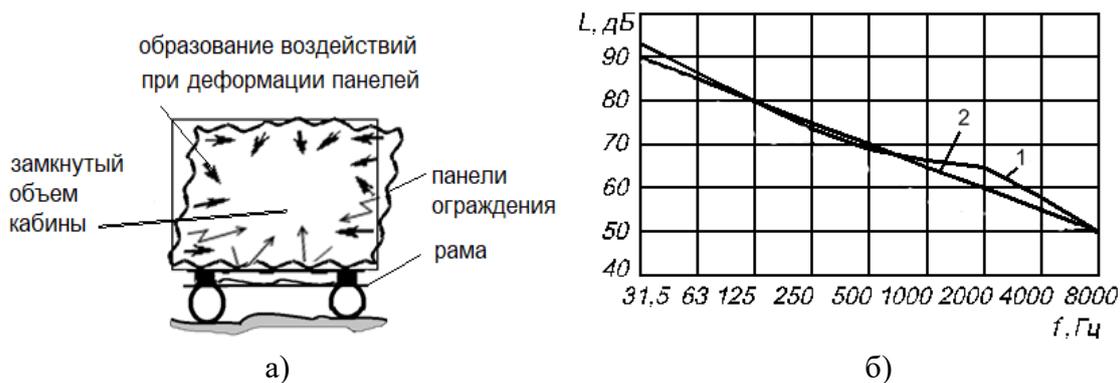


Рисунок 1 - а – формирование шума в отсеках технических конструкций;
 б – спектр структурного шума в кабинах строительно-дорожных машин:
 1 – усредненный; 2 – аппроксимация.

Процесс образования шума в кабине происходит по цепочке: вибрирующие элементы двигателя внутреннего сгорания, его выпуск, виброизоляторы, рама, элементы ограждения кабины (панели), действующие на воздушный объем кабины и шум от внешних источников.

Общее условие распространения звуковых волн в среде заключается в пульсации плотности среды в пространстве, когда скорость движения излучающей поверхности тела V_T превышает C - скорость звука в среде, т.е. $V_T > C$ [2].

Таким образом, если снижение частот колебаний приводит к падению скорости движения поверхности, излучение не выполняется, однако деформирование среды происходит. При этом энергия деформирования среды, находящейся в замкнутом объеме (отсеке технической машины) создает вклад в звуковое давление (структурной компоненты)

в общий уровень шума, повышение которого обусловлено явлением резонанса по мере приближения частоты воздействия панели к одной из собственных частот объема (Рисунок 2).

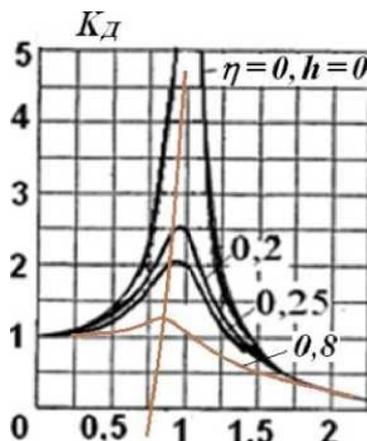


Рисунок 2 - Изменение коэффициента динамичности K_D в зависимости от отношения частот $\bar{\xi} = \bar{\omega}/\omega$; $\bar{\omega}$, ω – частоты воздействия и собственных колебаний

Достоверность явления распространения низкочастотных волн деформирования в ограниченное пространство выполнялось тестированием излучения от панели - геометрической модели пластины представленной на Рисунок 2 [3-5].

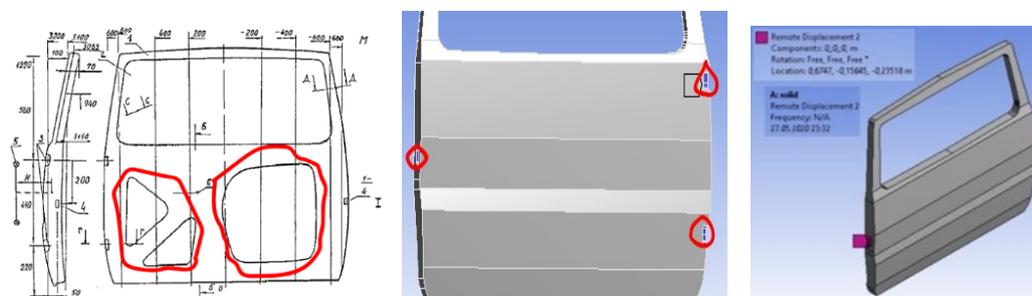


Рисунок 3 - Чертеж панели и её модель для расчетов. Выделены зоны заделки и повышенной жесткости

Модель для тестирования массой 19,0 кг состоит из прямоугольной пластины с размерами 1,22×1,32×0,0013 м (Рисунок 3, слева), изготовленной из стали 08КПЮ. Физико-механические характеристики стали, стекла и воздуха взяты из справочников и приводились ранее в работах [3-5].

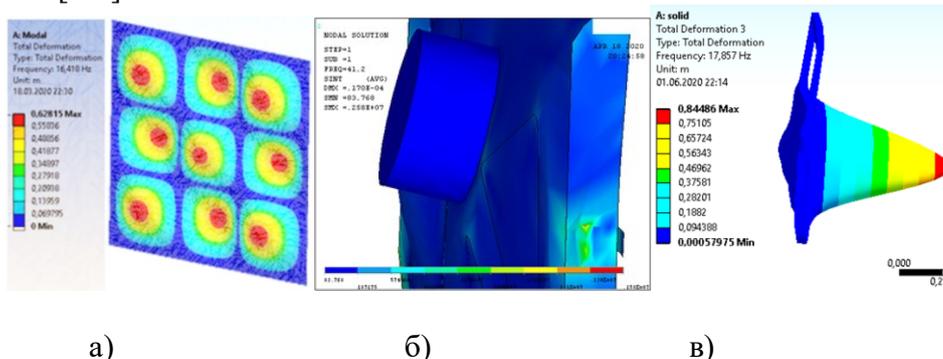


Рисунок 4 - Моды частот собственных колебаний: а) – пластины ANSYS; б) – панели с колесом; в) – 3-я частота колебаний

Проведение динамических расчётов основано на анализе собственных частот колебаний для исключения возможности резонансных режимов. Процесс вычисления необходимых величин

(собственных частот и форм) является итеративным. Пространственная расчетная модель в ANSYS и низшие моды колебаний показаны на Рисунок 4. Ниже на Рисунок 5 приведены формы колебаний элементов ограждения салона (панелей) в составе его полной конфигурации.

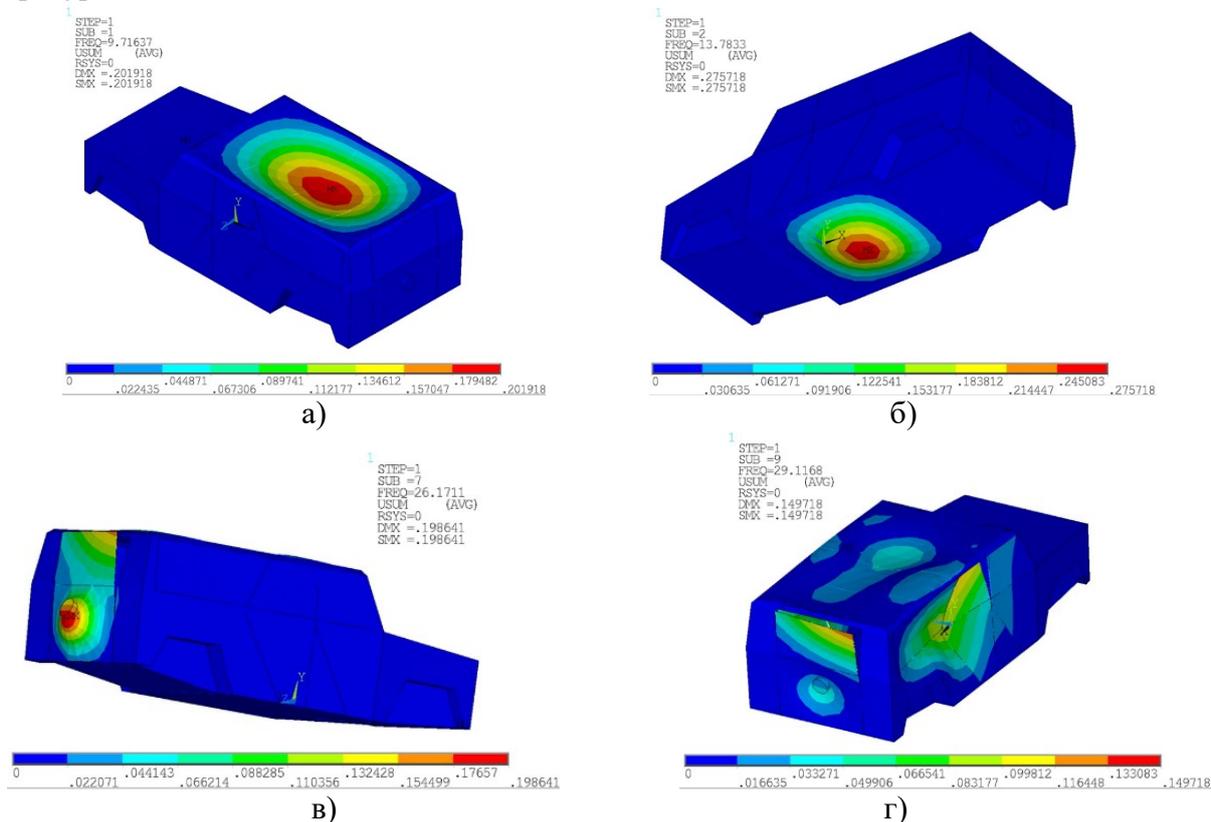


Рисунок 5 - Первые формы колебаний: а – крыши 20,39; б – пола 13,78; в – задней двери 26,17; г – боковой части 29,12 Гц в составе кузова (выделены).

Проверка полученных значений частот и форм колебаний выполнялась подтверждением результатов для аналитической модели (пластины), заземлённой по контуру приближенным решением [6,7] по формуле Рэлея-Ритца (1):

$$\omega^2 = \frac{D}{\rho h} \cdot \frac{\iint_{00}^{a_1 a_2} \left\{ (\Delta \omega)^2 + 2(1-\nu) \left[\left(\frac{\partial^2 \omega}{\partial x_1 \partial x_2} \right)^2 - \frac{\partial^2 \omega}{\partial x_1^2} \frac{\partial^2 \omega}{\partial x_2^2} \right] \right\} dx_1 dx_2}{\iint_{00}^{a_1 a_2} \omega^2 dx_1 dx_2} \quad (1)$$

Сравнение этих аналитических значений с данными расчётов, полученных численно приведены в (табл. 2).

Таблица 2 – Сравнение аналитических значений с численными

| № формы колебаний и частота в Гц | Mathcad по [7] | ANSYS (МКЭ) |
|----------------------------------|----------------|-------------|
| 1-я | 5.479 | 5.464 |
| 2-я | 16.486 | 16.418 |
| 3-я | 33.465 | 33.37 |

Мода колебаний воздушного объема (Рисунок 6) демонстрирует зоны повышенной концентрации (с боков), расположенные в верхней части салона в его середине, а частота колебаний начинается от достаточно высокой по сравнению с частотами колебаний панелей. Знание конфигурации высоконагруженных зон позволяет доработать геометрию, форму панелей, организовать поверхности стока уточнением совместных АЧХ.

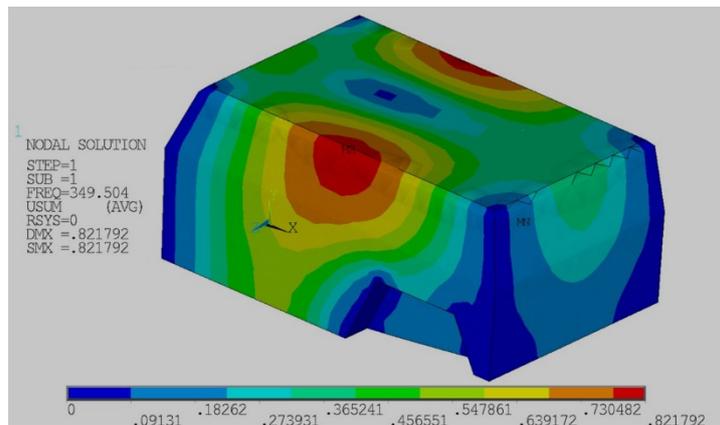


Рисунок 6 - Первая мода колебаний воздушного пространства 349,5 Гц

Решение совместной задачи, выполненное с использованием конечных элементов пространств деформируемого тела и акустического (Рисунок 7) позволяет изменяя конфигурацию, жесткость и кинематические условия панелей добиться требуемой конфигурации уровней звукового давления в отсеке [9].

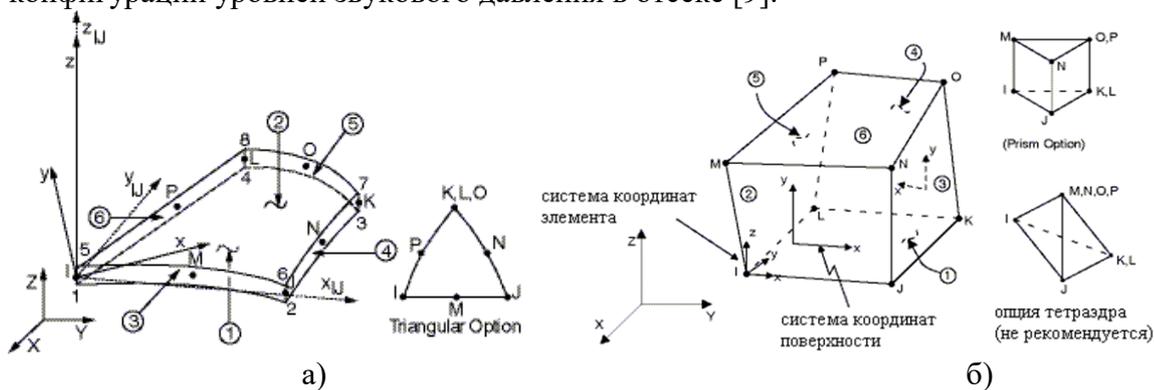


Рисунок 7 - Геометрия конечных элементов: а - SHELL93; б - FLUID30

В качестве нагрузок задаётся вибрация – осреднённая по 2-м точкам (Рисунок 8) виброскорость, одновременно прикладываемая к узлам крепления панели, как при расчётах сеймики. При этом используется её пороговое значение $v_0 = 5 \cdot 10^{-8}$ м/с и виброперемещение.

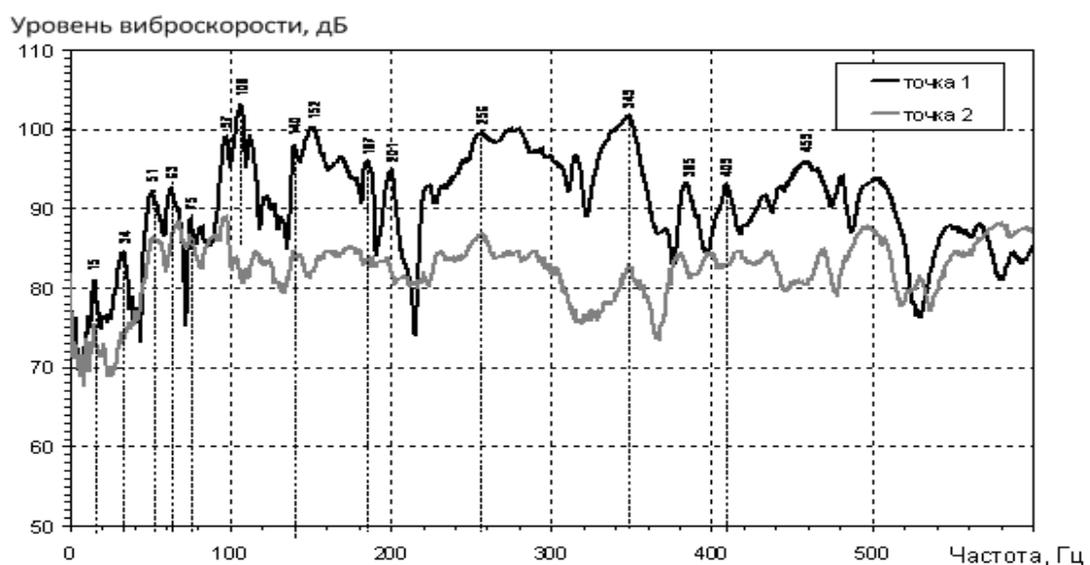


Рисунок 8 - Экспериментальная спектрограмма частот вынужденных колебаний основания кабины

Нагрузки вибрации основания формировались последовательностью команд в программе ANSYS: Define Loads>Apply>Structural>Displacement>On Areas. Назначались панели, относящаяся к основанию. В поле Value осуществлялся ввод амплитуды вибрации основания по вертикали для моделирования по гармоническому закону. Для этого в Analysis Options вместо Real+Imaginary (действительная и мнимая части решения*) выбиралось Amplitude+Phase (амплитуда и фаза).

Расчётные значения уровней звукового давления (Рисунок 10) определялись по формулам (2) с использованием элементов FLUID29 (Рисунок 7) и выполнения модального и гармонического анализа.

$$L_{\text{сумм}} = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0.1L_i} \quad (2)$$

Таблица 3 – Значения виброперемещений для соответствующих частот

| Частота, Гц | Виброперемещение, м |
|-------------|----------------------|
| 16 | $2.75 \cdot 10^{-6}$ |
| 33 | $2.3 \cdot 10^{-6}$ |
| 52 | $3.75 \cdot 10^{-6}$ |
| 63 | $3.36 \cdot 10^{-6}$ |
| 77 | $2.08 \cdot 10^{-6}$ |
| 100 | $2.8 \cdot 10^{-6}$ |
| 140 | $2.46 \cdot 10^{-6}$ |
| 184 | $1.52 \cdot 10^{-6}$ |
| 200 | $1.37 \cdot 10^{-6}$ |
| 257 | $1.73 \cdot 10^{-6}$ |

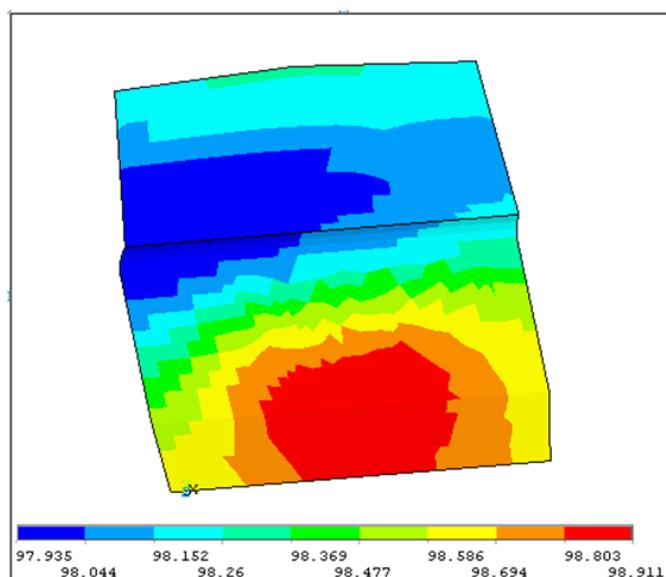


Рисунок 9 - Поле распределения перемещений поверхности панели задней двери (дБ) при колебаниях с частотой 41,2 Гц

Гармонический анализ применяется для определения отклика системы от частот возбуждения, например, диапазона 30 - 140 Гц с шагом приращения – 1. На шаге прикладывается требуемая нагрузка (STEPPED Loading). Расчет отклика на вынужденные колебания выполняется последовательностью: Solution>Solve>From LS Files. В появившемся окне вводятся значения MIN=1, MAX=<№ последнего шага>, INC=1. Это определяет последовательность действия векторов нагружения, во времени с указанной частотой.

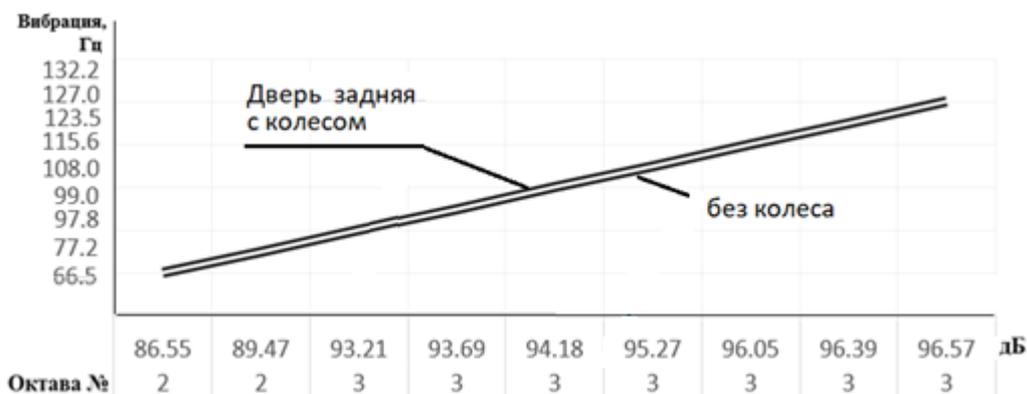


Рисунок 10 - Расчетные уровни звукового давления от вибрации панели в диапазоне от 31.5 до 140 Гц на рабочем месте водителя

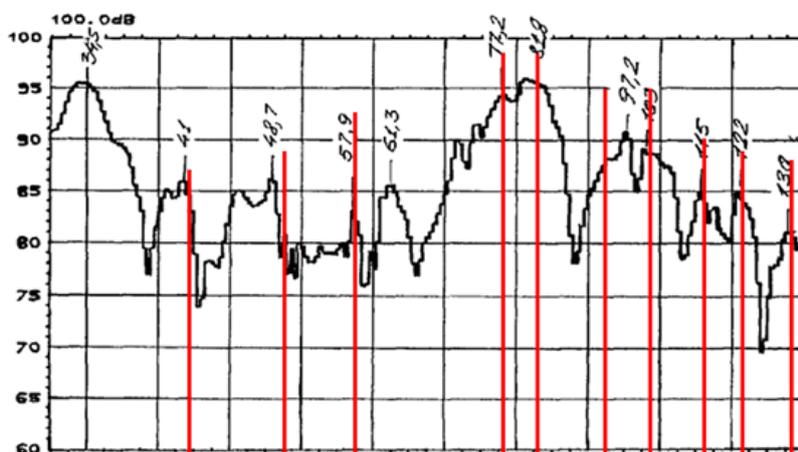


Рисунок 11 - Спектрограмма опытных значений звукового давления, дБ, рабочей зоны водителя диапазона 31,5 - 140 Гц. Расчетные данные обозначены вертикальными прямыми

Заключение. Результаты решения совместной задачи взаимодействия деформируемого твердого тела и замкнутой воздушной среды позволяют получить:

1. Данные по распределению зон акустического давления при действии вибрации в различных диапазонах частот.
2. Отработать инерционно-жесткостные характеристики элементов конструкции (панелей, элементов основания салона, условия их крепления).
3. Выявить контактные зоны передачи вибрации.
4. Подобрать оптимальные характеристики амортизаторов с целью снижения амплитуд в требуемом диапазоне вибраций.

Список литературы

1. Иванов, Н. И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: учебник / [Текст] / Н.И. Иванов. – М.: Университетская книга. Логос, 2008. – 424с.
2. Физический энциклопедический словарь [Текст] / Гл. ред. А.М. Прохорова // Ред. кол. Д.М. Алексеев, А.М. Бонч-Бруевич и др. - М.: Сов. энциклопедия, 1984. - 944с.

3. Санников, В.А. Численное моделирование физических процессов в ограниченных средах: учебное пособие [Текст] / В.А. Санников. - СПб.: БГТУ, 2008. – 175с.
4. Санников, В.А. Численно-экспериментальное обоснование методики расчёта структурного шума как колебаний связанных сред [Текст] / В.А. Санников, С.П. Яковлев / Мат. докл. междунар. конф. «Восьмые Окуневские чтения» 25-28 июня 2013г.: –СПб.: БГТУ, 2013, –466с., с. 267-269.
5. Сахапов, А.Р. Компьютерные технологии анализа НДС элементов конструкций из композиционных материалов [Текст] / А.Р. Сахапов, В.А. Санников, С.П. Яковлев // Молодежь. Техника. Космос: труды X Общероссийской молодежной науч.-техн. конф. Т.1. - Балт. гос. техн. ун-т. – СПб.; 2018. – 467 с. С. 278-281. (Библиотека журнала «Военмех. Вестник БГТУ», № 49).
6. Биргер, И.А. Прочность, устойчивость, колебания. Справочник в трех томах. Том 3 [Текст] / И.А.Биргер, Я.Г. Пановко. - М.: Машиностроение, 1968. – 567с.
7. Тимошенко, С.П. Колебания в инженерном деле [Текст] / С.П. Тимошенко, Д.Х. Янг, У.М. Уивер. – М.: Машиностроение, 1985. - 472 с.
8. Самойлов, В.О. Низкочастотная биоакустика [Текст] /В.О. Самойлов, Г.Н. Пономаренко, Л.Д. Енин. - СПб.: Реверс, 1994. – 215 с.
9. Техническая акустика транспортных машин: Справочник [Текст] / Л. Г. Балишанская, Л. Ф. Дроздова, Н. И. Иванов и др. // Под ред. Н. И. Иванова. — СПб.: Политехника, 1992. — 365 с.

ТЕХНОЛОГИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УДК 637

DOI:10.56634/16948335.2024.3.910-917

Ш.Ы. Кененбай¹, А.Д. Джамакеева², А.Э. Өмірхан¹

¹Алматинский технологический университет, Алматы, Республика Қазақстан
²КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

Sh.Y. Kenenbay¹, A.D. Dzhamakeyeva², A.A. Omirkhan¹

¹Almaty Technological University, Almaty, Republic of Kazakhstan
²Razzakov Univeristy, Bishkek, Kyrgyz Republic

sh.kenebai@atu.edu.kz anara-5.65@mail.ru aidaomirkhan@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ ВЕРБЛЮЖАТИНЫ

ТӨӨ ЭТИНЕН ЖАРЫМ ЧИЙКИ АЗЫКТАРДЫН ТЕХНОЛОГИЯСЫН ИШТЕП ЧЫГУУДА ӨСҮМДҮК АЗЫКТАРЫН КОЛДОНУУ

USE OF PLANT PRODUCTS IN THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR SEMI- FINISHED CAMEL MEAT PRODUCTS

Учурда төөнүн этин дүйнөнүн көптөгөн өлкөлөрүндө пайдаланышат. Төөнүн этин туурап даярдалган жарым чийки азыкка дигидрохверцетинди кошуу азыктын перексистик жана кислоттук санын төмөндөтүү менен кычкылдануу процессин жайлатат. Биологиялык активдүү кошулма дигидрохверцетин кошулган азыктын органолептикалык сапаты оң жыйынтык көрсөтүүдө. Дигидрохверцетин табигый антиоксидант жана адамдын ден соолугуна зыяны жок.

Түйүндүү сөздөр: төө эти, дигидрохверцетин, антиоксидант, перексистик саны, кислоттук саны, органолептикалык көрсөткүчтөр.

Сейчас мясо верблюда употребляют во многих странах мира. Добавление дигидрохверцетина на рубленную полуфабрикату из верблюжатины замедляет процесс окисления снижая уровень перекисных и кислотных чисел в продукте. Органолептические качества продукта с добавлением биологическую активную добавку дигидрохверцетина показывает положительный результат. Дигидрохверцетин является натуральным антиоксидантом который не безопасно для человека.

Ключевые слова: мясо верблюда, дигидрохверцетин, антиоксидант, перекисное число, кислотное число, органолептический показатель.

Now camel meat is consumed in many countries around the world. The addition of dihydroquercetin to chopped semi-finished camel meat slows down the oxidation process, reducing the level of peroxide and acid levels in the product. The organoleptic qualities of the product with the addition of the biologically active additive dihydroquercetin show a positive result. Dihydroquercetin is a natural antioxidant that is not safe for humans.

Key words: camel meat, dihydroquercetin, antioxidant, peroxide value, acid value, organoleptic indicator.

К слову, в мире общее количество верблюдов составляет около 2 миллионов двугорбых и 15 миллионов одногорбых. Они являются характерными представителями дикой природы и обычно образуют стада. В Африке встречается много верблюдов, которые разделены на разнообразные популяции. Заинтересованным наблюдателям стоит обратить

внимание на Австралию, где можно найти самое большое стадо верблюдов в мире. Австралийская глубинка известна своей обширностью и опасностями, при этом там обитает стадо, которое оценивается примерно в 750 тысяч верблюдов [1].

Двугорбые верблюды (также известные как бактрианские верблюды) обитают в Центральной Азии, особенно в Казахстане, Монголии, Китае и Иране. Они отличаются наличием двух горбов и покрыты двойной шерстью, что помогает им сохранять тепло в холодные периоды и защищать от жары в жаркие дни. Одногорбые верблюды (или дромедары) распространены в Африке и Юго-Западной Азии. Они имеют один горб и более легко переносят пустынные условия.

В Казахстане наблюдается стабильный рост верблюдоводства. За год численность стада выросла на 4,4% и составляет 282,3 тысячи голов.

Согласно данным от компании Energygron, самое большое количество верблюдов было зарегистрировано в Мангистауской области, где их численность составила 89 тысяч, что на 4,2% больше, чем годом ранее. На втором и третьем местах расположились Кызылординская область с 63,7 тысячами верблюдов и Туркестанская область с 42,7 тысячами верблюдов. Все эти три региона вместе составляют 69,2% от общего числа перегонных животных в стране.

В течение полугода количество гибели верблюдов сократилось на 16,3% и составило 374 особи. В текущем году падеж зарегистрирован только в 7 регионах, причем больше половины всех случаев гибели пришлось на Мангистаускую область.

Однако рождаемость верблюжат выросла на 1,5% и составляет 46,9 тысячи голов. На каждые 100 самок приходится 34 верблюжонка, так же, как и в предыдущем году. В текущем году в хозяйстве было забито или реализовано на убой 6,3 тысячи тонн верблюдины, что на 3,3% больше, чем в прошлом году. В убойном весе было реализовано 3,3 тысячи тонн, что также является приростом в 3,1%.

Наибольшее количество живой и убойной верблюдины было реализовано в Атырауской, Кызылординской и Мангистауской областях.

Ранее фермеры Западно-Казахстанской области выразили недовольство отсутствием субсидий в отрасли верблюдоводства. Данный регион является одним из ведущих в разведении двугорбых верблюдов и производстве шубаты и верблюжатины. В то время как общее поголовье этих животных в стране превышает 270 тысяч, большая часть из них приходится на Западно-Казахстанскую область. Интересно, что в Западно-Казахстанской области наблюдается некоторое снижение численности верблюдов.

По данным Бюро национальной статистики АСПиР РК, в этом регионе насчитывается всего 2,6 тысячи верблюдов, что на 1,6% меньше, чем годом ранее. Однако, несмотря на это, общий тренд в Казахстане всё же указывает на стабильный рост верблюдоводства.

А ещё по данным на первое полугодие 2023 года, инвестиции в основной капитал в сфере разведения верблюдов и других представителей семейства верблюжьих в Казахстане сократились на 33,5% и составили 78,4 млн тенге. Возможно, это связано с различными факторами, влияющими на сельское хозяйство и животноводство в стране [2].

Научно-технический прогресс привел к значительным изменениям в образе жизни людей. Механизация, автоматизация и компьютеризация проникли в нашу повседневность и производство, сократив энергозатраты в два раза. В результате изменился ассортимент и объем потребляемой пищи, а рацион современного человека страдает от дефицита белка, антиоксидантов, витаминов группы В, макро- и микроэлементов. Чтобы поддерживать здоровье организма, необходимо быть осторожными с питательными веществами, получаемыми из повседневной пищи. Исследования часто изучают положительное влияние отдельных продуктов питания на организм человека. Мясо является источником необходимых для жизни минералов, микроэлементов, витаминов и питательных веществ. Мясная промышленность имеет большие возможности для увеличения производства пищевых продуктов, благодаря наличию резервов жирового и белкового сырья с высокой биологической ценностью и эффективностью. Это позволяет регулировать энергетическую

ценность и содержание аминокислот и жирных кислот в пище, учитывая особенности метаболизма питательных веществ в организме человека.

Объекты и методы исследований. Мясо верблюда богато железом, хорошо усваивается организмом и способствует повышению уровня гемоглобина, защите от болезней и укреплению иммунитета. Также верблюжье мясо содержит значительное количество калия, которого часто не хватает людям, а цинк, входящий в его состав, благотворно влияет на обновление клеток, нервную систему и ускоряет рост.

Мясо верблюда является диетическим продуктом с низкой калорийностью (160 ккал на 100 г) и низким содержанием влаги. Эти показатели значительно ниже, чем у свинины, благодаря меньшему содержанию жира и холестерина в верблюжьем мясе. По качественным характеристикам мясо верблюда не уступает традиционным видам мяса и может использоваться в пищевой промышленности.

Сравнение химического состава мяса верблюда с говядиной показывает его потенциал в качестве основного или дополнительного компонента в производстве пищевых продуктов. Белки мяса верблюда имеют сбалансированное содержание аминокислот, и его содержание лейцина превосходит говядину. Также мясо верблюда отличается высоким содержанием триптофана, гистидина, аспарагиновой кислоты и оксипролина в 2-4 раза превышающим говядину. Высокое содержание коллагена в мясе верблюда, особенно оксипролина, придает ему прочные характеристики.

Мясо верблюда является ценным источником белка с низким содержанием жира и холестерина, что делает его подходящим для функционального питания. Передние и задние предплечья из верблюжьего мяса с минимальным содержанием жира между ними могут использоваться для производства функциональных продуктов. Химический состав и содержание аминокислот в мясе верблюда аналогичны говядине, поэтому его можно рекомендовать в качестве основного источника сырья для производства пищевых продуктов.

По своим качественным и количественным показателям верблюжатина может успешно конкурировать с традиционными видами мяса убойных животных [3].

Дигидрокверцетин, который является биофлавоноидом и антиоксидантом, обладает активными антиоксидантными свойствами и имеет высокую антиоксидантную активность, что делает его одним из наиболее эффективных веществ с подобным действием.

Дигидрокверцетин оказывает положительное влияние на обменные процессы и динамику различных патологических процессов благодаря своей высокой биологической активности. Множеством исследований было подтверждено, что дигидрокверцетин является безопасным продуктом для организма человека, не имеющим токсического действия, и обладает высокой антиоксидантной и биологической активностью при низких концентрациях. Он не изменяет вкус и запах пищевых продуктов. Главной проблемой для производителей различных продуктов питания, включая молочные, кисломолочные, мясные, рыбные, птицеводческие, масложировые и кондитерские изделия, является сохранение качества и сроков годности. Продукты питания подвержены гидролитическим и окислительным изменениям при хранении, которые не только снижают их качество, но и могут иметь токсическое воздействие на организм человека. Было установлено, что дигидрокверцетин способен значительно увеличить срок годности жиросодержащих продуктов, прерывая процессы самоокисления пищевых компонентов. Он также обладает свойством подавлять рост микроорганизмов в продуктах, которые уже подверглись окислительному процессу.

Антиоксиданты играют важную роль в пищевой промышленности, обеспечивая защиту продуктов от окислительного разложения и сохраняя их свежесть. Дигидрокверцетин, один из таких антиоксидантов, показал потенциал в улучшении качества пищевых продуктов. В данном исследовании мы провели анализ воздействия добавления дигидрокверцетина в различных дозировках на рубленую верблюжатину [3].

Методика и технология приготовлений полуфабриката с добавлением дигидрокверцетина. Рубленая верблюжатина была обработана добавлением

дигидрокверцетина в дозах 0.50, 0.75 и 1 кг на каждые 100 кг мяса. Производился анализ для определения химического состава продукта, органолептических характеристик, таких как вкус, запах, текстура и цвет, а также изучалось влияние на срок годности мяса. Полуфабрикат из верблюжатины приготовлен по традиционному рецепту ТТК6932. Технологическая схема приготовления мясных рубленых полуфабрикатов с добавлением дигидрокверцетина показана в схеме 1. После добавления дигидрокверцетина произошло изменение кислотного и перекисного числа в модельном фарше полуфабриката [4].

Исследование проводилось с целью изучения влияния добавления дигидрокверцетина в различных дозах на химический состав продукта, его органолептические свойства (вкус, запах, текстура, цвет) и срок годности. Полуфабрикат из верблюжатины приготовлен в соответствии с традиционным рецептом ТТК6932. Технологическая схема приготовления мясных рубленых полуфабрикатов с добавлением дигидрокверцетина представлена на схеме 1. В результате добавления дигидрокверцетина наблюдалось изменение кислотного и перекисного числа в модельном фарше полуфабриката.

Производство мясных полуфабрикатов с добавлением дигидрокверцетина является сложным процессом, требующим использования специализированных технологий. Дигидрокверцетин, как биоактивное вещество, применяется в качестве антиоксиданта и консерванта, обеспечивая улучшенную стабильность и удлинение срока годности продукта[5].



Схема 1 – Технологическая схема производства мясных рубленых полуфабрикатов

Производственная технология включает в себя следующие этапы:

1. Приготовление мясной основы: отбор высококачественного мясного сырья, его рубка, смешивание с пряностями и прочими ингредиентами.
2. Добавление дигидрохверцетина: точное дозирование соединения в соответствии с рецептурой, а также тщательное перемешивание для равномерного распределения по всей массе.
3. Формование и обработка: формование мясной смеси в определенные формы, а также термическая обработка для обеспечения безопасности и сохранения вкусовых качеств.
4. Упаковка: упаковка готовых полуфабрикатов в соответствии с требованиями безопасности и гигиены.

Результаты и обсуждение. Согласно результатам исследований содержания окислительных продуктов в модельных образцах рубленых полуфабрикатов, установлено, что при использовании дигидрохверцетина в количестве 0,5 кг на 100 кг фарша из верблюжатины через 7 дней хранения уровень кислотности снизился на 32%. При добавлении 0,75 кг антиоксиданта на 100 кг сырья уровень кислотности снизился на 41%, а при 1,0 кг на 100 кг сырья - на 62% по сравнению с контрольным образцом. Точно также, через 28 дней хранения уровень кислотности сократился на 26%, 46% и 71% соответственно для указанных концентраций дигидрохверцетина. Результаты показано в таблице 1.

Таблица 1 – Изменение кислотного числа в модельных фаршах полуфабрикатов

| Срок хранения | Контроль | Концентрация дигидрохверцетина кг/100кг | | |
|---------------|-----------|--|-----------|-----------|
| | | 0,50 | 0,75 | 1 |
| 7 дней | 0,30±0,03 | 0,20±0,01 | 0,19±0,03 | 0,11±0,04 |
| 14 дней | 0,32±0,04 | 0,22±0,03 | 0,19±0,03 | 0,11±0,04 |
| 21 дней | 0,38±0,01 | 0,28±0,03 | 0,20±0,04 | 0,12±0,03 |
| 28 дней | 0,04±0,03 | 0,31±0,03 | 0,21±0,03 | 0,12±0,03 |

При добавлении дигидрохверцетина в количестве 0,50 кг на 100 кг фарша, через 7 дней хранения, уровень перекисного числа в образце был ниже практически в 1,9 раза по сравнению с контролем. При наличии дигидрохверцетина в образцах в количестве 0,75 и 1,00 кг на 100 кг сырья, уровень перекисного числа оказался еще ниже, соответственно, в 3 и 4,1 раза. Через 28 дней хранения данный показатель в опытных образцах оказался ниже относительно контроля в 1,9; 3 и 3,5 раза соответственно. Наименьшая интенсивность накопления пероксидов была отмечена в опытном образце с концентрацией антиоксиданта 0,75 кг на 100 кг сырья. Результаты показаны в таблице 2.

Таблица 2 – Изменение перекисного числа в модельных фаршах полуфабрикатов

| Срок хранения | Контроль | Концентрация дигидрохверцетина кг/100кг | | |
|---------------|-----------|--|-------------|-------------|
| | | 0,50 | 0,75 | 1 |
| 7 дней | 0,02±0,01 | 0,01±0,004 | 0,007±0,001 | 0,005±0,001 |
| 14 дней | 0,02±0,01 | 0,01±0,003 | 0,009±0,003 | 0,006±0,003 |
| 21 дней | 0,03±0,02 | 0,01±0,01 | 0,01±0,003 | 0,008±0,003 |
| 28 дней | 0,03±0,01 | 0,02±0,01 | 0,01±0,007 | 0,009±0,009 |

Исследования показывают, что добавление антиоксидантов, таких как дигидрокверцетин, в фарш из верблюжатины может значительно улучшить его качество и продолжительность хранения. Это открывает новые возможности для использования антиоксидантов в пищевой промышленности, особенно в области переработки мяса.

Повышенная стойкость к окислительным процессам помогает сохранить свежесть продукта и предотвратить его порчу. Такие инновационные подходы могут быть ключевыми в повышении эффективности производства и улучшении качества пищевых продуктов на рынке.

Таким образом, использование антиоксидантов, таких как дигидрокверцетин, в фарше из верблюжатины является перспективным направлением развития пищевой промышленности, обеспечивая не только сохранность продукта, но и повышение его питательной ценности и потребительских свойств.

А так же определен химический состав образцов. В данном исследовании был проведен анализ химического состава фаршей полуфабрикатов из верблюжатины с целью определения содержания белка, жира, углеводов, золы и калорийности продукта. Для этого были использованы стандартные методы анализа пищевых продуктов. Результаты исследования показали, что фарш из верблюжатины содержит высокий уровень белка, что делает его ценным источником питательных веществ. Жир и углеводы также присутствуют в продукте, но в меньших количествах. Содержание золы указывает на наличие минеральных веществ в составе фарша. Кроме того, была проведена оценка калорийности продукта. Результаты показаны в таблице 3.

Таблица 3 – Химический состав фаршей полуфабрикатов, % к массе сырья

| Показатель | Контроль | 1 вариант | 2 вариант | 3 вариант |
|--------------|----------|---|-----------|-----------|
| | | Концентрация дигидрокверцетина кг/100кг | | |
| | | 0,50 | 0,75 | 1 |
| Белок | 24,8 | 23,3 | 23,2 | 22,1 |
| Жир | 15,1 | 14,3 | 13,2 | 12,8 |
| Углеводы | 1,4 | 1,8 | 2,1 | 2,3 |
| Зола | 1,3 | 1,2 | 1,1 | 1,1 |
| Калорийность | 241,7 | 232,1 | 233,7 | 234,9 |

Добавление антиоксиданта дигидрокверцетина способствует уменьшению окислительных процессов в мясе, что в свою очередь снижает риск порчи продукта и сохраняет его свежесть на протяжении более длительного периода времени. Это открывает новые перспективы для применения антиоксидантов в пищевой промышленности, особенно в области переработки мяса.

На основе проведенного исследования оптимальной дозой добавления дигидрокверцетина для рубленой верблюжатины оказалась доза 0.75 кг на каждые 100 кг мяса. Эта дозировка не только значительно улучшила органолептические качества продукта, делая его более аппетитным и приятным для потребителя, но также продлила срок годности мяса. Оценка органолептических качеств образцов показано в рисунке 1.

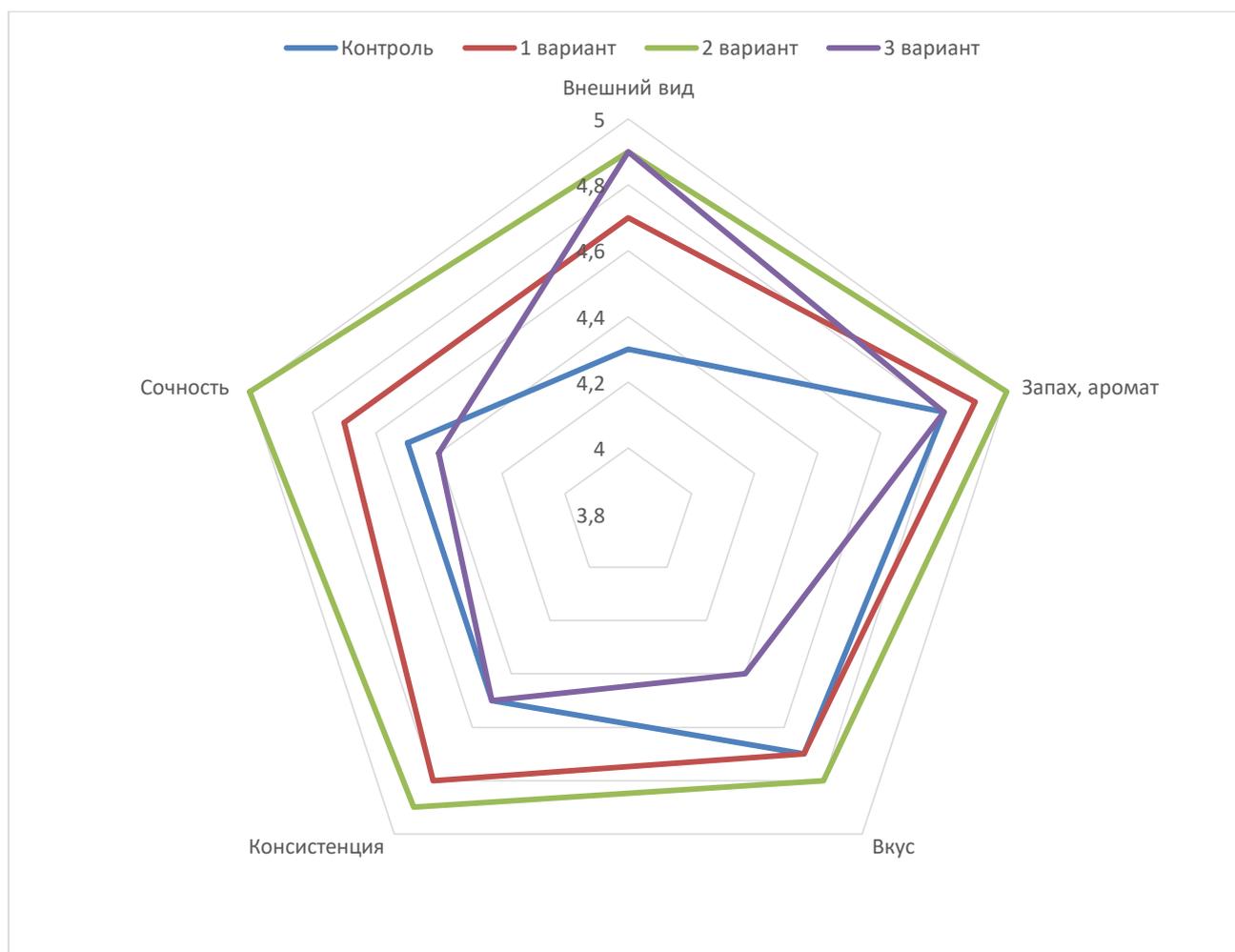


Рисунок 1 - Органолептические показатели готовых продуктов

Вывод. По результатам оценки органолептических качеств образцов показало что добавление дигидрокверцетина хорошо влияет на полуфабриката из рубленый верблюжатины, самым оптимальным вариант оказался 0,75 кг на 100 кг сырья.

Исследование показало, что добавление дигидрокверцетина в определенной дозировке является эффективным способом улучшения качества рубленой верблюжатины. Этот результат может быть использован для разработки новых методов консервации мяса с целью увеличения его срока годности и улучшения его органолептических свойств.

А также мясорастительные котлеты Казахстан и в целом положительно скажется на мировом рынке мясных полуфабрикатов. К обработанному мясу включение растительной пищи помогает предотвратить экологической катастрофы, заявленной Всемирной организацией здравоохранения.

Важно отметить, что мясорастительные котлеты из Казахстана могут стать конкурентоспособными на мировом рынке мясных полуфабрикатов. Переход к более экологически устойчивым продуктам, таким как котлеты с добавлением растительных компонентов, может помочь предотвратить негативное воздействие на окружающую среду, о чем предупреждает Всемирная организация здравоохранения.

Таким образом, эксперименты с добавлением дигидрокверцетина в рубленую верблюжатины показали обещающие результаты в плане улучшения органолептических качеств продукта. Оптимальная дозировка добавления этого компонента составляет 0,75 кг на 100 кг сырья, что может быть ключевым фактором для достижения желаемых характеристик мясного полуфабриката.

Эти выводы могут послужить основой для дальнейших исследований в области улучшения качества и срока годности мясных продуктов, а также для разработки новых методов консервации мяса. Потенциальное применение дигидрокверцетина в мясной промышленности может привести к созданию более качественных и долговечных продуктов, что будет важным шагом в развитии пищевой промышленности и удовлетворении спроса потребителей на высококачественные продукты.

Список литературы

1. Одинокий верблюд. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.kamieli.lv/ru/vienkupra-kamielis-ru/>
2. Бюро национальной статистики АСПиР РК. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://stat.gov.kz/ru/>
3. Узаков Я.М., Кененбай Ш.Ы., Ыкыласова Е.К. и др. Использование растительных компонентов в технологии рубленых полуфабрикатов из верблюжатины, ФНЦ Пищевых систем им.В.М.Горбатова, РАН, журнал «Все о мясе», №5,2023,с.24-28. ISSN 2071-2499
4. КАТАЛОГ ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://tekhnolog.com/2021/04/06/kotlety-iz-govjadiny-zharenye-ttk6932/>
5. ГОСТ 33504-2015 Добавки пищевые. Дигидрокверцетин. Технические условия. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293758/4293758365.pdf>

ТРАНСПОРТ И МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК: 62-352:621.85-52

DOI:10.56634/16948335.2024.3.978-923

А.П. Муслимов¹, Д.К. Абдыкеримова²

И.Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И.Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

¹ORCID 0000-0002-1115-8650

²ORCID 0000-0002-9669-1525

A.P. Muslimov, D.K. Abdykerimova
I.Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
e-mail: medinyr@mail.ru.

ГИДРОПРЕСС С ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ РАБОТ

ИШТӨӨ ТАРТИБИН АВТОМАТТЫК ТҮРДӨ БАШКАРУУ ҮЧҮН ЭЛЕКТР- ГИДРАВЛИКАЛЫК КАЙТАРЫМ БАЙЛАНЫШ ГИДРОПРЕССИ

HYDRAULIC PRESS WITH ELECTROHYDRAULIC FEEDBACK FOR AUTOMATIC OPERATION CONTROL

Белгилүү болгондой, бардык тармактардагы негизги көйгөй-бул жогорку өндүрүмдүүлүккө жана арзан баага ээ болгон сапаттуу продукцияны өндүрүү. Бул өзгөчө курч машина куруу маселеси болуп саналат.

Машина курууну өнүктүрүүнүн азыркы этабында маанилүү орунду металлды басым менен иштетүү ыкмасы менен буюмдарды даярдоо технологиясы ээлейт, анткени мындай технологияда анын физикалык-механикалык касиеттери олуттуу жогорулатылат: материалдын катуулугу, буюмдардын туруктуулугу гидропрессдин жумушчу органы тарабынан даярдалган тетиктин деформация ылдамдыгынын туруктуулугун камсыз кылуунун эсебинен.

Түйүндүү сөздөр: *гидропресс, автоматтык башкаруу, процесс процесси, тескери электр-гидравликалык байланыш, электр менен башкарылуучу агымды жөнгө салуучу, рулду башкаруу, штаммды өлчөөчү басым сенсору, элементтердин өткөрүп берүү функциясы, структуралык схема, автоматтык тутумдун туруктуулугу.*

Известно, что основной проблемой во всех отраслях промышленности является изготовления качественной продукции с высокой производительности и меньшей себестоимостью. Особенно остро стоит это проблема в машиностроении.

На современном этапе развития машиностроения важное место занимает технология изготовления изделий методом обработки металлов давлением, поскольку при такой технологии существенно повышаются его физико-механические свойства: твердость материала, износостойкость изделий за счет обеспечения постоянства скорости деформирования заготовки рабочем органом гидропресса.

Ключевые слова: *гидропресс, автоматическое управление, технологический процесс, обратная электрогидравлическая связь, регулятор расхода с электрическим управлением, гидроусилитель, тензометрический датчик давления, передаточные функции элементов, структурная схема, устойчивость автоматической системы.*

It is known that the main problem in all industries is the manufacture of high-quality products with high productivity and lower cost. This problem is especially acute in mechanical

engineering.

At the present stage of the development of mechanical engineering, an important place is occupied by the technology of manufacturing products by metal pressure treatment, since with such technology its physico-mechanical properties are significantly increased: the hardness of the material, the wear resistance of products by ensuring the constancy of the deformation rate of the workpiece by the working body of the hydraulic press.

Keywords: hydraulic press, automatic control, technological process, reverse electrohydraulic coupling, flow regulator with electric control, hydraulic booster, strain gauge pressure sensor, transfer functions of elements, block diagram, stability of the automatic system.

Для исследования разработанная автоматической системы необходимо построение структурной схемы гидропресса, имеющего обратную электрогидравлическую связь, что позволяет провести динамические исследования.

Следует отметить, что в автоматической системе управления инерционными элементами являются силовой цилиндр гидропресса и регулятор расхода электромагнитным управлением, а остальные элементы по сравнению с ними: датчик давления, усилители обладают малой инерционностью и можно их считать безинерционными [1].

Структурная схема управления гидроприводом пресса строится по элементам системы.

Определив передаточные функции элементов, которые входят в систему, можно определить передаточную функцию всей системы.

На рисунке 2 показана структурная схема автоматической системы гидропресса.

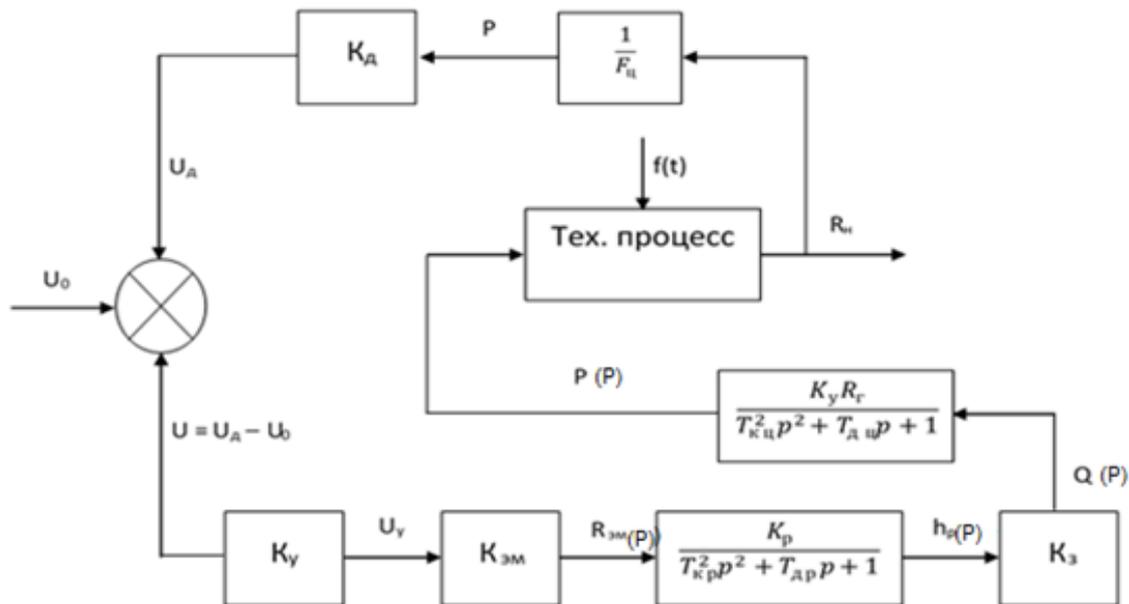


Рисунок 2 - Структурная схема автоматической системы гидропресса

Первым элементом, от которого зависит качественная работа всей системы, в схеме является датчик давления, установленный в рабочей полости цилиндра. Входной параметр датчика-это давление в рабочей полости гидроцилиндра, а выходной параметр-напряжение.

Передаточная функция имеет вид:

$$W_1(P) = \frac{U_d(P)}{P(P)} = K_d, \quad (1)$$

где U_d – напряжение от датчика;

K_d – коэффициент чувствительности датчика.

Чувствительность датчика зависит от материала, из которого сделан проводник и определяется как [1]:

$$K_d = \frac{\Delta R/R}{\Delta l/l}, \quad (2)$$

где R – электрическое сопротивление недеформированного проводника;

ΔR – приращение электрического сопротивления проводника при его деформации;

l – исходная длина проводника;

Δl – приращение длины проводника при деформации.

Передаточная функция второго элемента. На ход технологического процесса оказывает влияние внешнее возмущающее воздействие, способствующее к повышению давления жидкости в рабочей полости гидроцилиндра.

$$W_2(P) = \frac{P(P)}{R_H(P)} = \frac{1}{F_{ц}} \quad (3)$$

Полезная нагрузка R_H находится по формуле:

$$R_H = P * F_{ц}, \quad (4)$$

где $F_{ц}$ – площадь поршня.

Передаточная функция третьего элемента. Входной величиной данного элемента является разность напряжений полученных при сравнении сигналов от датчика и задающего устройства, а выходным - усиленное напряжение. Изменение выходной величины будет прямо пропорционально входной т.е линейно.

$$U_y = K_y * U, \quad (5)$$

где U_y – усиленное напряжение, подаваемое на вход электромагнита;

K_y – коэффициент усиления.

Передаточная функция данного элемента определяется:

$$W_3(P) = \frac{U_y(P)}{U(P)} = K_y \quad (6)$$

Четвертым элементом в схеме является электромагнит, к которому подается усиленный управляющий сигнал от усилителя. Сила, прикладываемая электромагнитом на золотник, определяется по формуле [2]:

$$R_{эм} = K_{эм} * I, \quad (7)$$

где I – ток, подводимый к электромагниту.

Передачная функция имеет вид:

$$W_4(P) = \frac{R_{эм}}{U_y} = K_{эм}, \quad (8)$$

где $K_{эм}$ – коэффициент электромагнита.

Электромагнит перемещает золотник регулятора расхода на определенную величину, зависящую от управляющего сигнала поступившего с усилителя. Перемещение золотника изменяет пропускное отверстие, при увеличении пропускного отверстия увеличивается расход поступающий в силовой цилиндр и тем самым увеличивается давление в рабочей полости цилиндра. Увеличение давления приводит к стабилизации процесса деформации материала.

Из дифференциальное уравнение регулятора расхода определяем передачную функцию пятого элемента [3]:

$$W_5(P) = \frac{h_p(P)}{R_{эм}(P)} = \frac{K_p}{T_k^2 p^2 + T_d p + 1}, \quad (9)$$

где h_p – величина открытия проходной щели;

T_k^2 – постоянная времени, способствующая колебанию золотника в переходном режиме;

T_d – постоянная времени, способствующая демпфированию колебания золотника в переходном режиме.

Входным параметром пятого элемента является величина открытия проходной щели регулятора расхода, а выходным параметром – расход, поступающий в силовой цилиндр. Так как перепад давления на регуляторе расхода является постоянными из-за параллельного подключения редукционного клапана к нему, то коэффициент усиления расхода золотника равен:

$$K_3 = \mu * \pi * d \sqrt{\frac{2g}{\gamma}} \Delta p, \quad (10)$$

При этом $K_3 = const$.

Следовательно передачная функция шестого элемента:

$$W_6(P) = \frac{Q(P)}{h_p(P)} = K_3, \quad (11)$$

Седьмым элементом в схеме является силовой цилиндр, входным параметром которого является расход поступающий от регулятора расхода, а выходным давлением, создаваемое в рабочей полости для совершения полезной работы.

Передачная функция определяется [3]:

$$W_7(P) = \frac{P(P)}{Q(P)} = \frac{K_y * R_\Gamma}{T_{кц}^2 p^2 + T_{дц} p + 1}, \quad (12)$$

где $T_{кц}^2$ - постоянная времени, способствующая колебанию силового цилиндра в переходном режиме;

$T_{дц}$ - постоянная времени, способствующая демпфированию колебания силового цилиндра в переходном режиме;

R_r – гидравлическое сопротивление гидросистемы.

Давление в полости гидроцилиндра определяется по формуле:

$$P = Q * R_r, \quad (13)$$

где P – давление в гидроцилиндре;

Q – расход, подводимый в силовой цилиндр

Найдем передаточную функцию разомкнутой системы, она будет определяться путем отключения обратной связи перед сумматором и имеет вид:

$$W_p(P) = W_1(P) * W_2(P). \quad (14)$$

Передаточная функция замкнутой системы определяется [4]:

$$W_3(P) = \frac{W_1(P) * W_2(P)}{1 \pm W_1(P) * W_2(P) * W_3(P) * W_3(P) * W_5(P) * W_6(P) * W_7(P)} \quad (15)$$

Подставив в полученное уравнение (15) передаточные функции элементов получим:

$$W_3(P) = \frac{K_d * \frac{1}{F_{ц}}}{K_d * \frac{1}{F_{ц}} * K_y * K_{эм} * \frac{K_p}{T_{кр}^2 p^2 + T_{др} p + 1} * K_3 * \frac{K_y * R_r}{T_{кц}^2 p^2 + T_{дц} p + 1}} \quad (16)$$

или:

$$W_3(P) = \frac{\frac{K_d}{F_{ц}}}{a_4 P^4 + a_3 P^3 + a_2 P^2 + a_1 P + a_0}, \quad (17)$$

где $a_4 = T_{кр}^2 T_{кц}^2$;

$a_3 = T_{кр}^2 T_{дц} + T_{др} T_{кц}^2$

$a_2 = T_{кр}^2 + T_{др} T_{дц} + T_{кц}^2$

$a_1 = T_{др} + T_{дц}$

$a_0 = K_d K_y K_{эм} K_p K_3 R_r$

Анализ устойчивости автоматической системы регулирования. Для определения устойчивости системы используется критерий Рауса-Гурвица. Составляется характеристическое уравнение замкнутой системы, путем приравнивания к нулю знаменателя передаточной функции замкнутой системы:

$$a_4 P^4 + a_3 P^3 + a_2 P^2 + a_1 P + a_0 = 0 \quad (17)$$

Для определения устойчивости системы необходимо, чтобы она отвечала следующим условиям [4]:

$$\begin{cases} a_0 > 0; & a_1 > 0; & a_3 > 0; & a_4 > 0 \\ a_1 a_2 a_3 - a_1^2 a_4 - a_0 a_3^2 > 0 \end{cases} \quad (18)$$

Так как все коэффициенты при переменных положительны, а под ними понимаются физические величины, то они не могут быть отрицательными, следовательно первое условие неравенства выполняется.

При правильном подборе параметров автоматической системы, будет выполнено второе условие неравенства (18) т.е. оно выполняется правильным подбором и расчетами параметров постоянных времен $T_{кр}, T_{др}, T_{кц}, T_{дц}$ и коэффициентами усиления $K_d, K_y, K_{эм}, K_p, K_z, R_r$.

Выводы:

1. Разработана двухконтурная автоматическая система управления режимами работ гидропресса при обработке металлов давлением, обеспечивающая качественное изготовление изделий, новизна которой подтверждена Патентом КР №2338 от 28.04.23г.

2. Построена структурная схема и выведены передаточные функции автоматической системы управления режимами работ гидропресса.

3. По полученной замкнутой передаточной функции определяется устойчивость всей систем управления.

4. Система является простой для схемной реализации и в основном содержит стандартные элементы из гидроаппаратур, а универсальность системы в том что, с помощью задающего программного устройства гидропресс можно настроить на обработку заготовок с различными размерами и материалами;

5. Равномерная скорость деформации заготовки при применении данной системы обеспечивает качественное изготовление изделий с высокими физико-механическими свойствами;

6. Разработанная автоматическая система может быть эффективно применена и в других отраслях промышленности: в строительно-дорожных, подъемно-транспортных машинах, а также в тормозных системах автомобилей.

Список литературы

1. Муслимов А. П., Абдыкеримова Д.К. Гидропресс с электрогидравлической обратной связью для автоматического управления режимами работ, Патент № 2338 Бишкек,
2. Муслимов, А.П. Автоматическое управление технологическими процессами в машиностроении [Текст] / А.П. Муслимов, В.Б. Васильев. –Бишкек: Изд-во КРСУ, 2018. –256 с.
3. Муслимов, А. П. Автоматические системы управления режимами работ гидропривода машин [Текст] / А. П. Муслимов, В. И. Нифадьев, П. И. Пахомов. – Бишкек: Изд-во КРСУ, 2009. – 130с.
4. Бессекерский, В.А. Теория систем автоматического управления [Текст] / В.А.Бессекерский. - СПб.: Изд-во “Профессия”, 2003, 752с.

А.А. Самсалиев¹, Э.Н. Омуралиев

И. Раззаков ат. КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы,
¹ORCID 0000-0002-0007-2413,
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

A.A. Samsaliev, E.N. Omuraliev

Razzakov Univeristy, Bishkek, Kyrgyz Republic
e-mail: asamsaliev@kstu.kg omuraliev.erlan666@gmail.com

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРИНЦИПА СОЗДАНИЯ МАЗЕРА-ЛАЗЕРА НА СВЧ ПЛАЗМАТРОНЕ

МИКРОТОЛКУНДУУ ПЛАЗМАТРОНДО МАЗЕР-ЛАЗЕРДИ ЖАРАТУУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖАНА ПРИНЦИБИН ӨНУКТҮРҮҮ

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY AND PRINCIPLE OF CREATION OF A MASER-LASER ON A MICROWAVE PLASMATRON

Стимулдаштырылган эмиссияны колдонуу менен мазерлерди жана лазерлерди түзүүнүн принциптери каралат. Микротолкундуу плазматронду колдонуу менен мазер-лазерди түзүү схемасы сунушталган. Сунушталган схеманы негиздөө үчүн ар кандай заттардын реакциялык камерасындагы температуранын өзгөрүшүн изилдөө боюнча маалыматтар келтирилген. Реакция камерасынан чыкканда заттардын стимулдаштырылган эмиссиясын спектрометрдик приборлор аркылуу аныктоого болот. Ар түрдүү спектрлердин бул нурлануулары ар кандай технологиялык максаттарга багытталышы мүмкүн.

Түйүндүү сөздөр: мазер, лазер, стимулдаштырылган эмиссиялар, микротолкундуу плазматрон, реакция камерасы, фокустоочу түзүлүштөр, температура жана спектрдик өзгөрүүлөр.

Рассмотрены принципы создания мазеров и лазеров с помощью вынужденного излучения. Предложена схема создания мазера – лазера на СВЧ плазматроне. В обоснование предлагаемой схемы приведены данные по исследованию температурных изменений в реакционной камере различных веществ. Вынужденные излучения от веществ можно фиксировать на выходе реакционной камеры спектрометрическими приборами. Эти излучения различных спектров возможно фокусировать для различных технологических целей.

Ключевые слова: мазер, лазер, вынужденные излучения, СВЧ плазматрон реакционная камера, фокусирующие устройства, температурные и спектральные изменения.

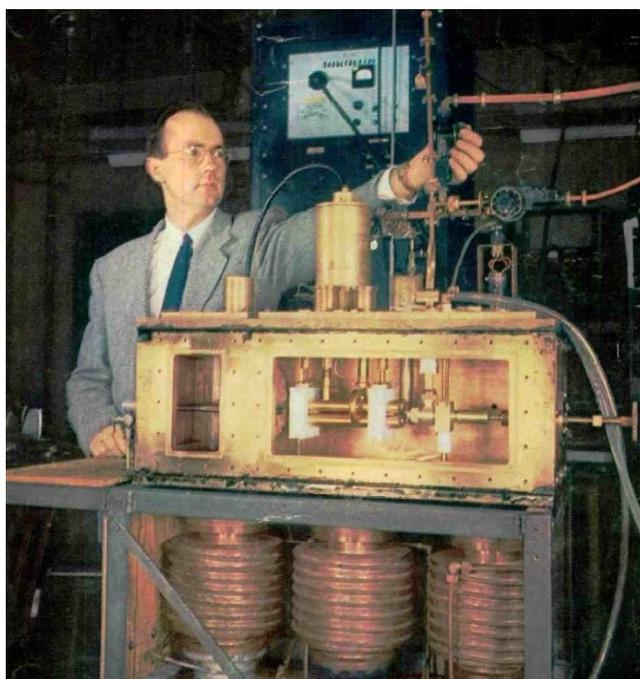
The principles of creating masers and lasers using stimulated emission are considered. A scheme for creating a maser-laser using a microwave plasmatron is proposed. To justify the proposed scheme, data are provided on the study of temperature changes in the reaction chamber of various substances. Stimulated emissions from substances can be detected at the exit of the reaction chamber by spectrometric instruments. Radiation data of various spectra can be recorded for various technological purposes.

Key words: maser, laser, stimulated emissions, microwave plasmatron, reaction chamber, focusing devices, temperature and spectral changes.

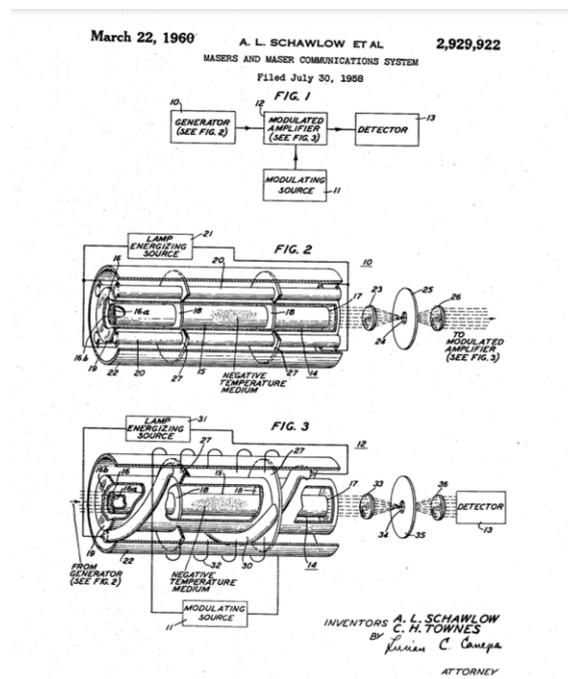
Лазерная техника в последние годы широко применяется в различных отраслях промышленности. Распространены такие технологические операции как лазерная резка, гравировка, пайка и т.д., широкое применение находит в измерительной и медицинской технике.

Как мы знаем первые лазеры появились в начале 20-х годов прошлого столетия. С этим открытием связано развитие квантовой электроники. Многие физики заинтересовались открытием элементарной порции энергии – кванта. Началось применение на практике полученных знаний в этой области. Так в далеком 1951 году профессор Чарльз Таунс представляет миру действующий лазер, воплотивший идею вынужденного излучения. Такие приборы тогда назывались «мазер-maser» - слово происходит от Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation, что в переводе с английского означает «усиление микроволн с помощью вынужденного излучения». Ниже на рисунках 1 а,б приведен Чарльз Таунс с прибором и патентом на «Maser».

Многие физики и инженеры работают над конструкциями квантовых генераторов для перехода на оптический диапазон излучения. Успешно решает такую задачу Теодор Майман, который создает первый лазер из кристалла рубина. На следующем рисунке 2 а,б приведен лазер и патент на нее американского физика Теодора Маймана.



а



б

Рисунок 1 - а – профессор Чарльз Таунс с своим устройством; б – патент на устройство Мазера.

В 1961 году в Physical Review Letters выходит статья Али Джавана, Уильяма Беннета и Дональда Хэрриота из Bell Telephone Laboratories о запуске первого в мире лазера непрерывного действия (то есть не импульсного, как у Маймана) с рабочим телом из смеси газов — неона и гелия. Bell Labs успела подать патентную заявку на «Газовый оптический мазер» на имя Беннета и Джавана, которые получили патент США № 3149290 с их приоритетом от декабря 1960 года. А изобретатели и физики, работавшие в этой области, эти два года ссылались в своих научных публикациях и патентных заявках на более раннюю работу Али Джавана в PRL 1959 года, в которой он пока теоретически обосновал возможность создания такого лазера. Эти работы положили фундамент под исследования в

области мазерной и лазерной техники. На рис.3 приведен патент на лазер непрерывного действия Али Джавана, Уильяма Беннета и Дональда Хэрриота.

Далее публикации и патентные заявки на лазеры сыпались, как из рога изобилия, и в дальнейшем вплоть до наших дней их поток не ослабевает, что вполне закономерно: началась лазерная эпоха. Сейчас только на перечисление разновидностей лазеров по их рабочему телу, источникам «накачки», предназначению и т.п. места не хватит в нашей статье

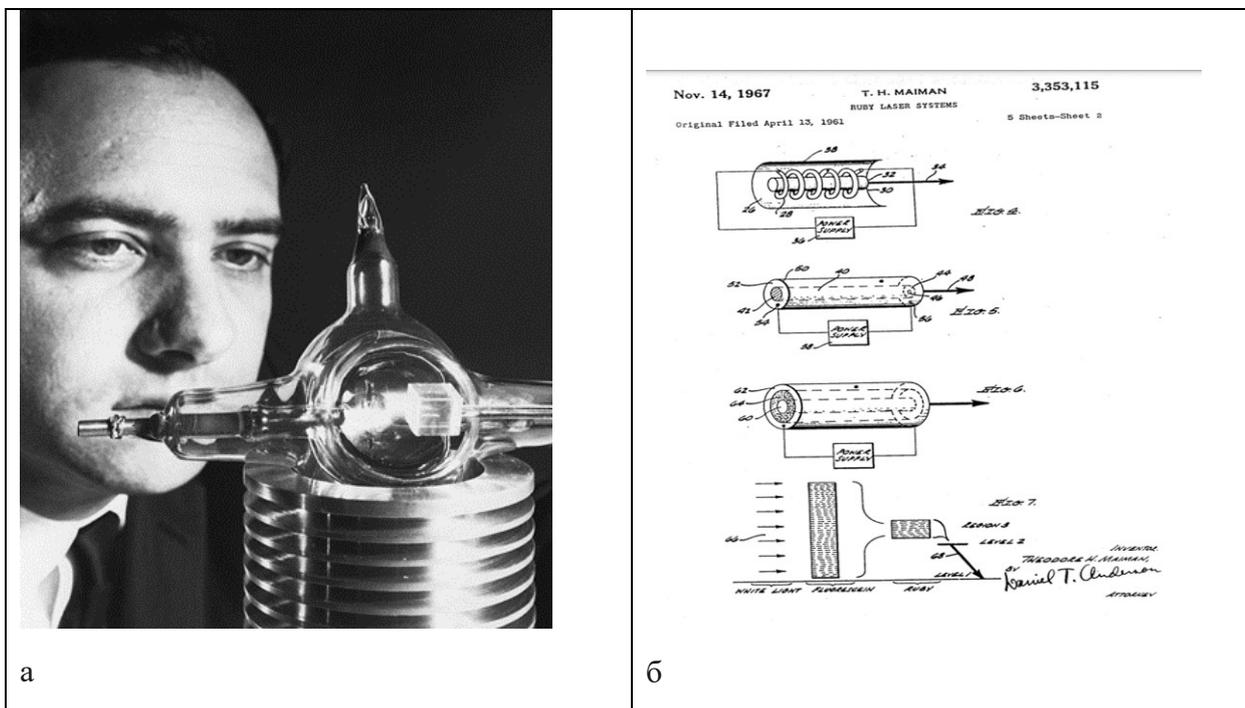


Рисунок 2 - Импульсный рубиновый лазер американского физика Теодора Маймана и его патент.

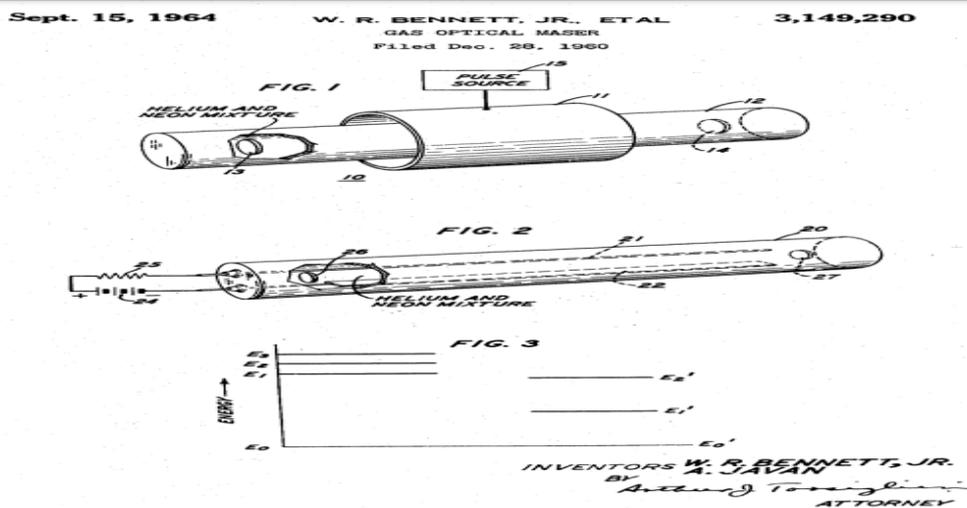


Рисунок 3 - Лазер непрерывного действия Али Джавана, Уильяма Беннета и Дональда Хэрриота с рабочим телом из смеси газов — неона и гелия.

А начальный период лазерной эпохи — рождения и младенчества лазера — завершает в 1965 году еще одно знаковое открытие.

Радиоастрономами зафиксировано мощные потоки когерентных радиоволн высоких частот, исходящие от Туманностей Ориона и Стрельца. Поначалу в этих излучениях даже заподозрили радиопослания нам от разумных инопланетян. Дальше — больше, были зарегистрированы десятки подобных космических мазеров и сверхмощные космические

мазеры, связанные с активными ядрами галактик. По большому счету все они работают по принципу газового мазера, открытого профессором Фабрикантом и запатентованного Шавлоу и Таунсом в 1958 году. То есть приоритет на мазер принадлежит Вселенной или ее Создателю (это как кому больше нравится), значит в природе данные явления существуют.

Претендовать на приоритет изобретения мазера, изобрести его в принципе невозможно, точно также, как нельзя изобрести ДНК. Их можно только открыть. А вот лазера в природе пока не нашли, его там скорее всего просто нет, как нет, например, колеса телеги и многих других вещей, которые Homo sapiens вынужден изобретать. И если ученые спорили, кто из них изобрел лазер, то это была вполне осмысленная деятельность [1], [2].

К сведению с 1968 г по сегодняшний день в нашей галактике открыто более тысячи мазеров, в которых измерены излучение более чем 36 молекул и почти 200 переходов. Среди этих молекул, кроме OH, такие как вода, метанол, аммиак и SiO.

На сегодня предполагают, что космические мазеры находятся в областях пространства, где формируются или где заканчивается жизненный цикл звезды. Например, большинство SiO мазеров находятся во внешней атмосфере звезд-гигантов и супергигантов, сильно эволюционирующих звезд. Звезды этого типа теряют большую часть своей атмосферы в виде ветра, который обогащает межзвездное вещество галактики. Пологают что во время этого сильного ветра молекулы SiO могут быть возбуждены за счет столкновений с другими молекулами, которые обладают высокими скоростями, будучи веществом ветра. Изучение этих мазеров, интересное само по себе, обещает быть полезным для понимания астрофизических процессов эволюции звезд [2].

Рассмотренные выше материалы показывают основные сложности с которыми столкнулись ученые и инженеры при разработке мазеров и постепенный переход исследований в область лазерной техники и технологий. Но исследования распространения радиоволн показывает, что в природе можно наблюдать излучения от космических мазеров. Поэтому остается поле для исследований по созданию мазерного излучения и фокусировки их для лазерных целей. Основной принцип при создании таких технологий и устройств мне кажется должен заключаться в следующем: магнетронное излучение сверхвысоких частот или микроволновое излучение можно перевести в излучение оптического диапазона когда мы подвергаем магнетронному излучению вещества располагаемые в резонаторной камере и осуществляется переход от твердого состояния в плазменное состояние, излучаемый при таком переходе фотонное излучение определенного спектра можем сфокусировать, передавать или трансформировать для различных технологических целей.

Для реализации данного подхода предлагается: разработать технологию и принцип создания мазера-лазера на СВЧ плазматроне. Принцип поясним на следующей схеме (рис.4).

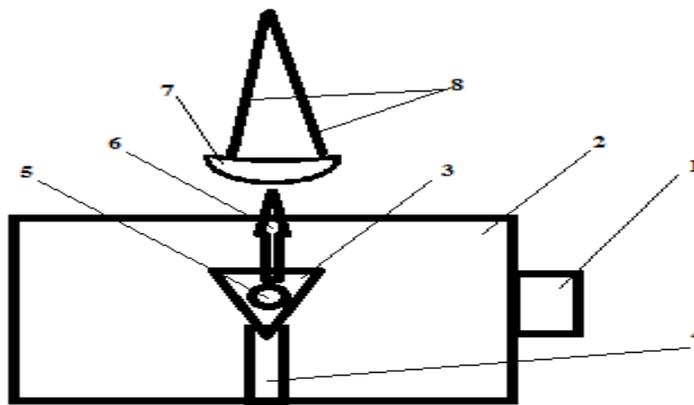


Рисунок 4 - Схема создания мазера – лазера на СВЧ плазматроне:

- 1 – магнетрон, 2 – резонаторная камера, 3 – реакционная камера, 4 – подставка реакционной камеры, 5 – индуцированные вещества, переходящие в плазменное состояние, 6 – вынужденное или индуцированное излучение, 7 – фокусирующие системы, 8 – сфокусированные пучки энергии излучения.

Принцип работы мазера – лазера на СВЧ плазматроне следующий: Магнетрон 1 излучает электромагнитное излучение сверхвысокой частоты 2,45 ГГц с длиной волны около 12 см в резонаторную камеру 2 где в реакционной камере 3 удерживаемой на подставке 4 вещества облучаясь переходят в плазменное состояние и начинается вынужденное или индуцированное излучение в оптическом диапазоне волн которое можем собрать в пучок энергии 8 фокусирующей системой 7 и в дальнейшем это излучение применять в различных областях лазерной техники и технологии.

Физическую реализацию предлагаемой схемы покажем на следующем рисунке 5 а,б.

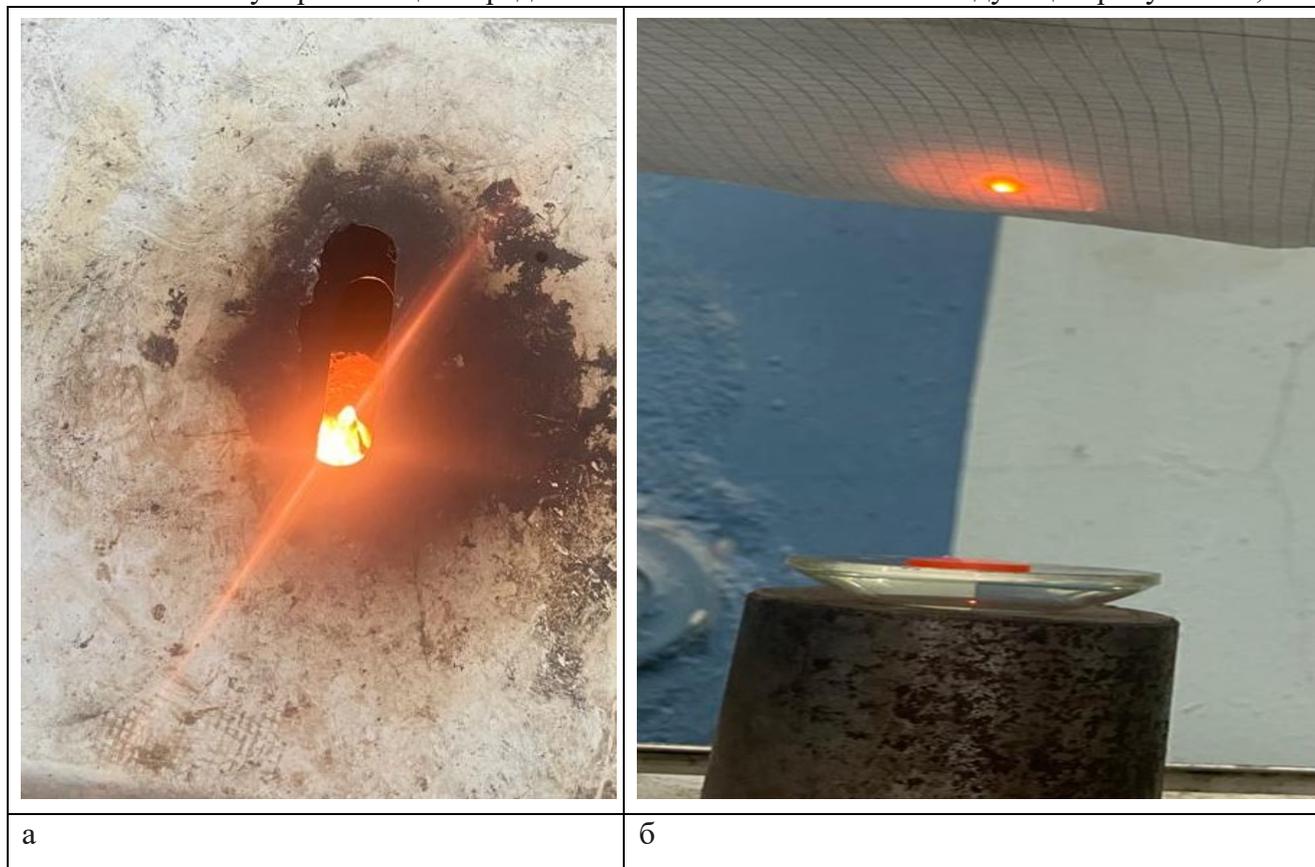


Рисунок 5 - а – фотография вынужденного излучения в реакционной камере СВЧ плазматрона; б – фото сфокусированного пучка излучения.

На рис. 5 а приведена фотография вынужденного или индуцированного излучения SiO в СВЧ плазматроне, а в рис.5 б применение фокусирующих линз и фиксация пучка излучения.

Как показано в описании предлагаемой схемы создания устройства мазера – лазера на СВЧ плазматроне реализованы следующие принципы: квантовый генератор - «мазер -maser» –Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation - усиление микроволн с помощью вынужденного излучения, с переходом на оптический диапазон, то есть от усиления микроволн к усилению света, или другими словами – от мазера к лазеру Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation – «усиление света посредством вынужденного излучения»). Перевод магнетронной энергии в лазерное излучение происходит с переходом различных веществ в плазменное состояние в реакционной камере, с последующей фокусировкой вынужденного излучения.

Техническую осуществимость данной идеи продемонстрируем фотографиями излучений в оптическом диапазоне от различных веществ, располагаемых в реакционной камере СВЧ плазматрона. Снимки сделаны тепловизором FLIR T1020 с диапазоном

измерения от -40 до 2000°C и чувствительностью $0,02^{\circ}\text{C}$. Подобные данные исследований нами опубликованы в работах [3].

Дата и время: 28.01.2022 14:36:00

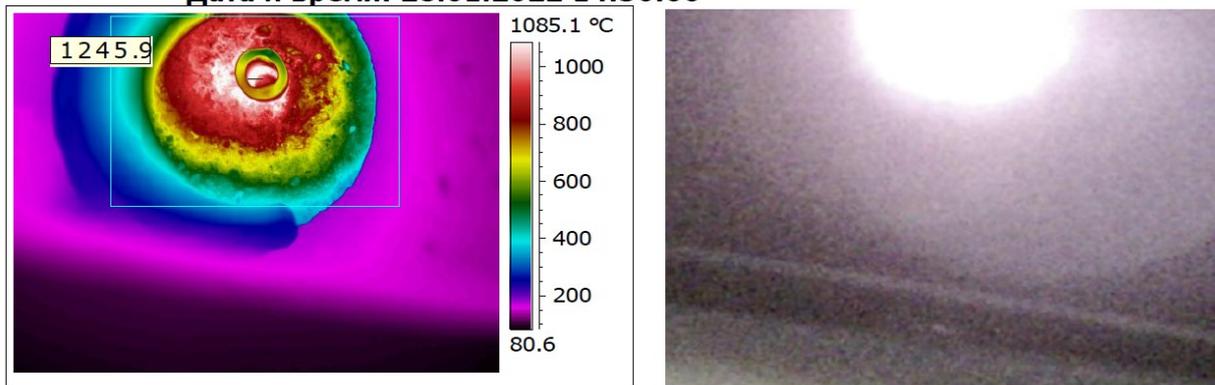


Рисунок 5 - Вынужденные излучения плазменного вещества состоящего из смеси древесного угля и песка SiO

Дата и время: 28.01.2022 14:11:31

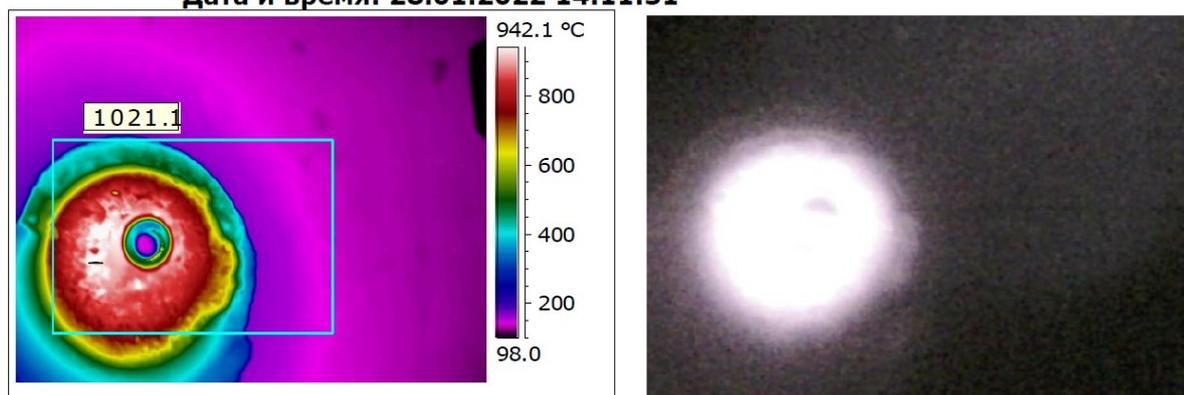


Рисунок 6 - Вынужденные излучения плазменного вещества, состоящего из бурого угля Каракечинского месторождения

Дата и время: 28.01.2022 14:34:18

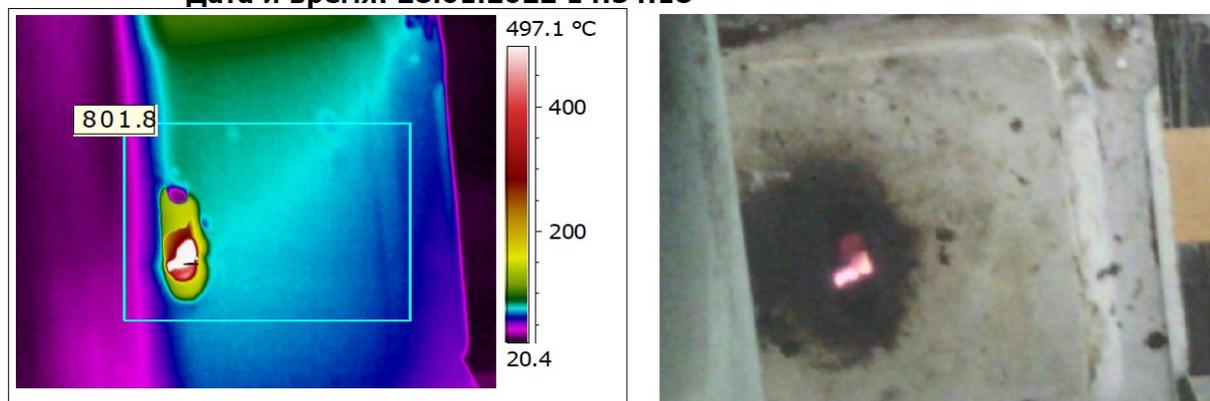


Рисунок 7 - Вынужденные излучения плазменного вещества, состоящего из древесного угля

В предыдущих работах мы показали, что данное излучение можно зафиксировать с помощью разработанной нами лабораторной установки – спектрометра [4]. Пример зафиксированной нашей установкой спектра древесного угля в раскаленном состоянии $\approx 900^{\circ}\text{C}$ и выведенного на экран компьютера с помощью приложения Theremino Spectrometer (рис.7). Если мы можем зафиксировать различные излучения оптического диапазона, то следующим шагом является разработка фокусирующих устройств для того чтобы собрать в пучок данные вынужденные излучения.

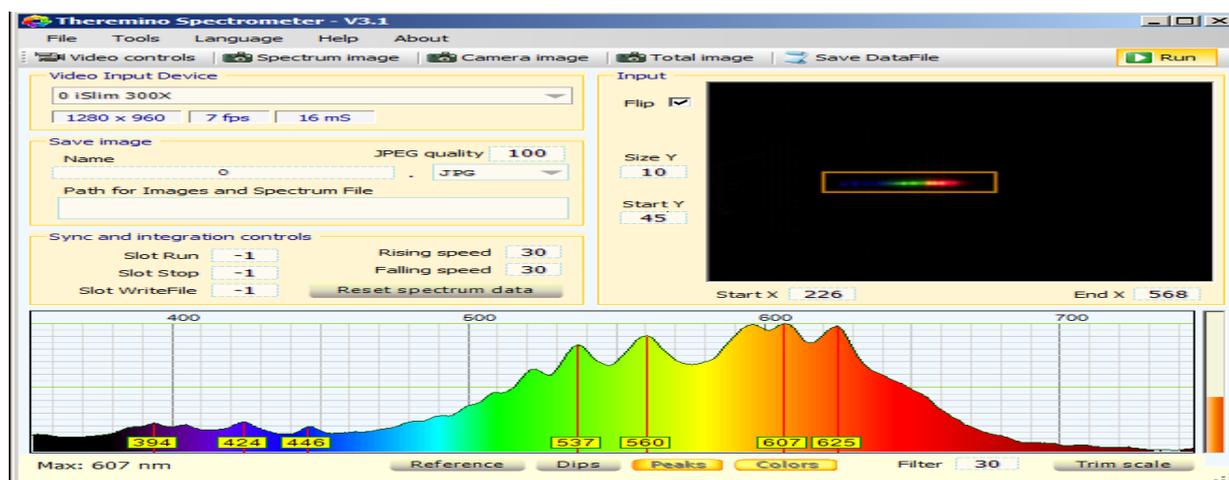


Рисунок 8 - Спектр древесного угля в раскаленном состоянии $\approx 900^{\circ}\text{C}$

Такие исследования по влиянию микроволнового плазменного излучения для производства энергии, для химических процессов и т.д. проводится активно в настоящее время учеными различных стран. Результаты этих исследований дают пищу для новых открытий в области применения СВЧ плазменных технологий и техники [5], [6], [7].

Заключение. Разработанная схема создания мазера – лазера на СВЧ плазматроне позволит расширить горизонты наших познаний в области перехода одних видов энергии в другую. Описанная выше технология перехода магнетронной энергии в энергию лазерного излучения откроет новую область применения лазерной техники в различных отраслях промышленности. Приведенные данные температурных и спектральных изменений веществ, находящихся в реакционной камере позволят в дальнейшем использовать полученные результаты при проектировании квантовых генераторов мазер -лазерной технологии обработки материалов.

Список литературы

1. <https://habr.com/ru/companies/onlinepatent/articles/697898/>
2. Белоусова, И.М. Из истории создания лазеров. Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics 2014, № 2 (90)
3. Самсалиев, А.А. Исследование температурных и спектральных изменений веществ, обработанных в реакционной камере СВЧ-плазматрона [Текст] / А.А.Самсалиев // Проблемы управления рисками в техносфере. - 2023. - № 2 (66). - С. 197-205.
4. Самсалиев, А.А. Фиксация спектров СВЧ плазменного источника ионов непрерывного действия [Текст] / А.А.Самсалиев // Научные исследования в Кыргызской Республике. - 2022. - № 3. - С. 20-26.
5. Alif Aiman Zamri, Mei Yin Ong, Saifuddin Nomanbhay, Pau Loke Show // Microwave plasma technology for sustainable energy production and the electromagnetic interaction within the plasma system: A review, Environmental Research, Volume 197, 2021, 111204, ISSN 0013-9351, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111204>.
6. Javier F de la Fuente, Anton A Kiss, Marilena T Radoiu, Georgios D Stefanidis // Microwave plasma emerging technologies for chemical processes. Journal of Chemical Technology & Biotechnology. Volume 92, Issue 10, October 2017, Pages 2495-2505, <https://doi.org/10.1002/jctb.5205>
7. Brandenburg J. E., Kline J., Sullivan D. The Microwave Electro-Thermal (MET) Thruster Using Water Vapor Propellant/ JEEE transactions on plasma science, -2005, - Vol. 33, - No.2, - April, - p.776-781.

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 664.2

DOI:10.56634/16948335.2024.3.931-942

Д.В. Гурова¹, Л.Н. Рождественская^{1,2}, И.О. Ломовский³

¹ "Новосибирск мамлекеттик техникалык университети" федералдык мамлекеттик бюджеттик жогорку окуу жайы

^{1,2} «Новосибирск мамлекеттик техникалык университети» федералдык мамлекеттик бюджеттик жогорку окуу жайы, «Новосибирск гигиена илим-изилдөө институту»
Федералдык бюджеттик мекемеси

³Россия илимдер академиясынын Сибирь бөлүмүнүн ФГБун «Катуу заттар химиясы жана механикохимия институту»
Новосибирск шаары, Россия Федерациясы

¹ ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет»,

² ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», ФБун
«Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены»,

³ФГБун «Институт химии твердого тела и механохимии» Сибирского отделения Российской академии наук,

Новосибирск, Российская Федерация,

¹ORCID: 0009-0000-3500-7323

²ORCID: 0000-0002-7250-0288

³ORCID: 0000-0001-8269-033X

D.V. Gurova¹, L.N. Rozhdestvenskaya^{1,2}, I.O. Lomovsky³

¹ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Novosibirsk State Technical University"

² Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Novosibirsk State Technical University", Federal Budgetary Institution "Novosibirsk Research Institute of Hygiene"

³FGBUN "Institute of Solid State Chemistry and Mechanochemistry" of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
Novosibirsk, Russian Federation

e-mail: gurovadv@mail.ru lada2006job@mail.ru lomovsky@solid.nsc.ru

БИОМОДИФИКАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОПЛЕНОК

НАНОКАБЫКЧАЛАРДЫ АЛУУ ҮЧҮН ӨСҮМДҮК МАТЕРИАЛДАРЫН БИОМОДИФИКАЦИЯЛОО

BIOMODIFICATION OF PLANT RAW MATERIALS FOR THE PURPOSE OF OBTAINING NANOFILMS

Изилдөөнүн максаты крахмалдан нанокэбыкчаларды алуу ыкмасын негиздөө болгон. Изилдөөнүн жүрүшүндө биз Новосибирск крахмал рыногунда сунушталган позициялардын сапатын талдап, бир катар көрсөткүчтөр боюнча крахмалдын 26 үлгүсүн изилдеп, бааладык. Крахмал үлгүлөрүнүн рентгендик дифракциясы алынган жана алардын кристаллдуулук даражасы эсептелген. Тапиока крахмалына кислоталык жана ферменттик гидролиздөө жүргүзүлүп, ферменттик гидролизден кийин тапиока крахмалынын нанобөлүкчөлөрүнүн өлчөмү аныкталган. Тапиока крахмалынын гидролизатынын негизинде пленкалар алынган.

Түйүндүү сөздөр: крахмал, нанокрахмал, пленкалар, нанокабыкчалар, гидролиз, ферменттер, крахмалдын ферменттик гидролизи.

Целью исследования являлось обоснование способа получения нанопленок из крахмала. В ходе исследования нами был проведен анализ качества представленных на рынке крахмала г. Новосибирска позиций, изучены и оценены по ряду показателей 26 образцов крахмала. Сделана рентгенография образцов крахмала и рассчитана их степень кристалличности. Проведен кислотный и ферментативный гидролиз крахмала тапиоки, определен размер наночастиц крахмала тапиоки после его ферментативного гидролиза. Получены пленки на основе гидролизата крахмала тапиоки.

Ключевые слова: крахмал, нанокрахмал, пленки, нанопленки, гидролиз, ферменты, ферментативный гидролиз крахмала.

The purpose of the study was to substantiate the method for producing nanofilms from starch. During the study, we analyzed 26 starch samples presented on the consumer market in Novosibirsk, which were evaluated and presented according to a number of qualitative characteristics of starch samples. X-ray diffraction of starch samples was taken and their degree of crystallinity was calculated. Acid and enzymatic hydrolysis of tapioca starch was carried out, and the size of tapioca starch nanoparticles after its enzymatic hydrolysis was determined. Films based on tapioca starch hydrolyzate were obtained.

Key words: starch, nanostarch, films, nanofilms, hydrolysis, enzymes, enzymatic hydrolysis of starch

Введение. В последнее время темпы роста производства и потребления полимерных материалов стремительно возрастают, при этом возникает проблема утилизации и переработки полученных полимерных отходов. Одним из вариантов решения данной проблемы выступает разработка способов получения биополимеров на основе воспроизводимого растительного и животного сырья. Преимуществом применения биополимеров является возможность использования в их производстве распространенного и возобновляемого сырья. Природные полимеры считаются наиболее перспективными материалами для получения наночастиц, из которых в дальнейшем получают нетоксичные и быстрорастворимые нанопленки. С этой точки зрения крахмал, как представитель природного полимера, имеющим широчайшее использование в целом спектре отраслей и отвечающий условиям экономической доступности представляет значительный интерес для изучения, а поиск способов его использования в производстве нанопленок особенно актуальна [1-4].

Целью данного исследования является обоснование способа получения нанопленок из растительного сырья (крахмал) на основе его ферментативного гидролиза. Для выполнения поставленной в работе цели необходимо решить следующие задачи:

1. анализ и оценка потенциального сырья;
2. поиск существующих решений в области технологий получения нанокрахмала;
3. обоснование использования гидролиза крахмала, как основы нового способа

получения нанопленок из нанокрахмала.

Объектом исследования являлись рынок крахмала города Новосибирска, технология проведения гидролиза крахмала и получения нанопленок из гидролизата, а также картофельный, кукурузный и тапиоковый крахмал.

Предметом исследования являлись степень кристалличности разных образцов крахмала и размер наночастиц крахмала после ферментативного гидролиза.

В качестве методов, используемых для решения задач, в данном исследовании применялись анализ источников литературы, анализ рынка крахмала города Новосибирска, анализ структурных свойств крахмалов, расчет их степени кристалличности, постановка

эксперимента по получению нанокрахмала и нанопленок, а также измерение размера наночастиц крахмала после его ферментативного гидролиза.

Анализ рынка крахмала города Новосибирска. Крахмал – это полисахарид, который состоит из молекул линейной амилозы и разветвленного амилопектина. Гранулы крахмала состоят из кристаллических и аморфных областей. Кристаллические области образованы двойными спиралями амилопектина, а аморфные области образованы цепями амилозы и разветвленными частями амилопектина [1].

Существуют различные кристаллические структуры крахмала: А-типа, В-типа и С-типа. Кристаллическая структура А-типа типична для зерновых крахмалов (крахмалов, полученных из кукурузы, пшеницы и риса). Кристаллическая структура В-типа типична для крахмалов с высоким содержанием амилозы, содержащихся в клубнях, фруктах и стеблях (крахмалы, извлеченные из картофеля, бананов, канны и саго). Кристаллическая структура С-типа содержится в крахмале, извлеченном из бобовых или корней растений (семян гороха или корней маниоки) [5].

Маркетинговое исследование рынка крахмала города Новосибирска проводилось в октябре 2020 г., в результате анализа рынка крахмала был изучен ассортимент крахмала в самых известных и крупных магазинах города. В ходе исследования было проанализировано 17 магазинов, торгующих крахмалом от 20 производителей под 22 брендами.

В массовой продаже в Новосибирске распространен крахмал местного производства, крахмал из регионов России, расположенных в западной части страны. Есть кукурузный и картофельный крахмал из Франции и картофельный крахмал из Финляндии. Но при этом отсутствует крахмал из регионов, расположенных к востоку от Новосибирска, а также рисовый крахмал из Китая. При этом стоит отметить, что картофельный крахмал дороже кукурузного крахмала того же производителя.

В результате для дальнейших исследований было приобретено 15 видов картофельного, 11 видов кукурузного и 1 вид тапиокового крахмала (рисунки 1, 2).

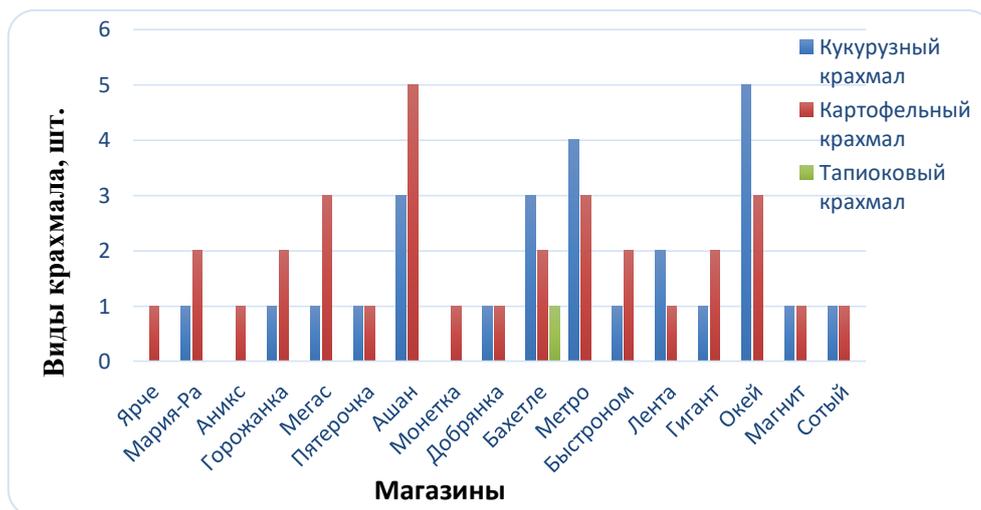


Рисунок 1 - Распределение видов крахмала по магазинам города Новосибирска, октябрь 2020 г.



Рисунок 2 - Образцы крахмала

В итоге для изучения было отобрано 26 образцов крахмала, образец № 25 состоит из двух марок крахмала с одинаковыми характеристиками от одного производителя.

Структурные свойства крахмала изучались рентгенофазовым анализом на порошковом дифрактометре D8 Advance (Bruker, Карлсруэ, Германия). Исследование осуществлялось при напряжении 40 кВ, токе 40 мА и длине волны рентгеновского излучения 1.5406 Å, в диапазоне углов 2θ (3–30 °), поскольку при углах 2θ > 30 ° дифракционные пики не регистрировались.

Степень кристалличности крахмала определялась методом Нара и Комя и рассчитывалась по формуле (1):

$$CI = \frac{S_{cr.phase}}{S_{total}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где CI - степень кристалличности, %;

$S_{cr.phase}$ – площадь кристаллической фазы;

S_{total} - общая площадь под рентгенограммой.

Наночастицы крахмала получают из высоко кристаллического сырья, а низкокристаллический крахмал быстро гидролизует с высоким выходом патоки [5-7].

Для каждого образца крахмала была рассчитана степень кристалличности, данные представлены в таблицах 1-3, где все торговые предприятия были пронумерованы в алфавитном порядке: 1 – Аникс, 2 – Ашан, 3 – Бахетле, 4 – Быстроном, 5 – Гигант, 6 – Горожанка, 7 – Добрянка, 8 – Лента, 9 – Магнит, 10 – Мария-Ра, 11 – Мегас, 12 – Метро, 13 – Монетка, 14- Окей, 15 – Пятерочка, 16 – Сотый, 17 – Ярче.

Таблица 1 – Образцы кукурузного крахмала, тип А

| Образец № | Наименование производителя | Торговое предприятие | Рассчитанная степень кристалличности, % |
|-----------|---|--------------------------|---|
| 1 | Алса Франция, Франция, «Mondamin» | 12 | 36 |
| 2 | «Produits Jock», Франция, «Auchan» | 2 | 39 |
| 8 | ООО «Гарнец», РФ, Владимирская область, г. Владимир, мкр. Юрьево, Строительный проезд д. 62, «Гарнец» | 3, 4, 5 6, 7, 11, 12, 14 | 45 |
| 9 | ООО «Гарнец», РФ, Владимирская область, г. Владимир, мкр. Юрьево, Строительный проезд д. 62, «Вегана» | 10 | 47 |
| 14 | АО Компания «Проксима», РФ, Новосибирская область, г. Новосибирск, ул. Брюллова ба, «Приправыч» | 16 | 42 |
| 17 | ООО ПК «Партнер», РФ, Московская область, г. Балашиха, мкр. Курино, ул. Южная д. 15, Альтаспайс | 2 | 42 |
| 18 | ООО «Д-р Оеткер», РФ, г. Белгород, ул. Сумская д. 165, «Dr. Oetker» | 3, 8, 12, 14 | 40 |

| | | | |
|----|---|-----------|----|
| 19 | ООО «Распак», РФ, г. Москва, Электролитный проезд, д. 3 стр.1, «Распак» | 9, 12, 14 | 37 |
| 22 | ООО «Пец-Хаас», РФ, Московская область, г. Коломна, Озерский проезд д. 3, «Хаас» | 2, 8, 15 | 39 |
| 23 | ООО «Си-Продукт», РФ, Тверская область, г. Торжок, Калининское шоссе, д. 41д, «Домашнее быстро» | 14 | 41 |
| 24 | ООО «Эверест», РФ, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, ул. Автомобильная д. 6, литер А, «Ого!» | 3, 14 | 41 |

Таблица 2 – Образцы картофельного крахмала

| Образец № | Наименование производителя | Торговое предприятие | Структурный тип | Рассчитанная степень кристалличности, % |
|-----------|---|-----------------------|-----------------|---|
| 3 | Finnamyl Oy, Финляндия, «Nordic» | 2, 12 | В | 40 |
| 4 | ООО «Новосибирский пищевой комбинат», РФ, Новосибирская обл., Новосибирский р-н, пос. Элитный, ул. Липовая 2, «Трапеза» | 1, 4, 12 | В | 42 |
| 5 | ЗАО «Амилорос», РФ, Новосибирская область, пос. Краснообск, СибНИИ Кормов, к. 305, «Амилорос» | 5, 6, 11 | В | 36 |
| 6 | АО Компания «Проксима», РФ, Новосибирская область, г. Новосибирск, ул. Брюллова ба, «Приправыч» | 3, 10, 11, 13, 15, 16 | В | 45 |
| 10 | ООО «Гарнец», РФ, Владимирская область, г. Владимир, мкр. Юрьевец, Строительный проезд д. 62, «Гарнец» | 3, 4, 5, 6, 7, 11 | В | 37 |
| 11 | ЗАО «Бриджтаун Фудс», РФ, Владимирская область, г. Владимир, ул. Куйбышева д. 3, «Галерея вкусов» | 17 | В | 53 |
| 12 | ООО «Вишневый сад», РФ, Алтайский край, г. Барнаул, ул. Шевченко 175А, «Вишневый сад» | 10 | В | 50 |
| 13 | ООО «Аллегро-Специи», РФ, Саратовская область, Ростов, ул. Арботская д. 28, «Магнит» | 9 | В | 44 |
| 15 | ООО «Русская Бакалейная Компания», РФ, Московская область, г. Щелково, ул. Краснознаменная д. 6, «Магета» | 2 | В | 45 |
| 16 | ООО ПК «Мир специй», РФ, Московская область, г. Балашиха, мкр. Кучино, ул. Речная д.47, «Альтаспайс» | 2, 8 | А | 37 |
| 20 | ООО «Эверест», РФ, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, ул. Автомобильная д. 6, литер А, «Ого!» | 14 | В | 40 |
| 21 | ООО «Распак», РФ, г. Москва, Электролитный проезд, д. 3 стр.1, «Распак» | 2, 12 | В | 37 |
| 25 | ООО Компания «Витэкс», РФ, Челябинская область, г. Челябинск, ул. Физкультурная д. 34, пом. 5, «Витэкс» + «Каждый день» | 2 | А | 48 |
| 26 | ООО «Стандарт», РФ, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Шовгенова д. 356, «То, что надо!» | 14 | А | 48 |

Таблица 3 – Образцы тапиокового крахмала, тип С

| Образец № | Наименование производителя | Торговое предприятие | Рассчитанная степень кристалличности, % |
|-----------|--|----------------------|---|
| 7 | ООО «Гарнец», РФ, Владимирская область, г. Владимир, мкр. Юрьевец, Строительный проезд д. 62, «Гарнец» | 3 | 60 |

На рисунке 3 представлен пример графика, для определения типа крахмала и расчета кристалличности для тапиокового крахмала (тип С), образец № 7.

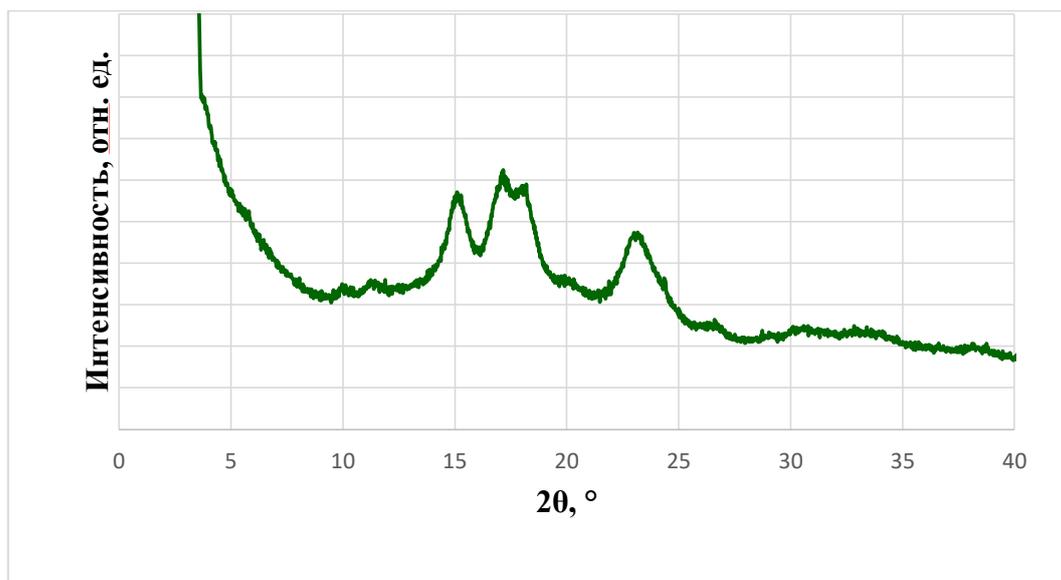


Рисунок 3 – График образца 7 тапиокового крахмала «Гарнец» (С тип), демонстрирующий его структурные свойства

В результате построения графиков было обнаружено, что 3 образца (№ 16, 25, 26) картофельного крахмала типа В имеют участки типа А. Было сделано предположение, что это фальсификация картофельного крахмала кукурузным, поскольку он дешевле. Образцы были отправлены на повторный рентген-анализ, чтобы исключить возможность ошибки. Проведенный повторный анализ подтвердил фальсификацию образцов.

По результатам расчетов наибольшую степень кристалличности имеет тапиоковый крахмал (60%), он был выбран для дальнейшего проведения гидролиза, так как высокая степень кристалличности, с наибольшей вероятностью, обеспечит больший выход модифицированного крахмала.

Технология гидролиза крахмала. Гидролиз крахмала – широко используемый в различных отраслях промышленности процесс, осуществляемый двумя основными способами - кислотным и ферментативным. Более старый и более традиционный метод – это кислотный гидролиз, для которого необходимы очень кислая среда $\text{pH} = 1 \dots 2$, получаемая с помощью минеральных кислот; высокие температуры $150 \dots 230 \text{ }^\circ\text{C}$ и высокое давление [8]. В результате термического воздействия при кислотном гидролизе образуются ненужные побочные продукты, которые загрязняют конечный продукт – гидролизат.

Ферментативный гидролиз крахмала осуществляется в более мягких условиях: более низкие температуры $50 \dots 60 \text{ }^\circ\text{C}$, атмосферное давление, pH среды около $4 \dots 6$. В то же время он характеризуется высокой скоростью реакции, высокой стабильностью фермента в сторону денатурирующего действия растворителей и снижения вязкости реакционной среды при более высоких температурах [3, 9]. В следствии чего ферментативный гидролиз крахмала является более выгодным для дальнейших исследований.

Прежде чем перейти к ферментативному гидролизу крахмала, был проведен более традиционный кислотный гидролиз. В качестве объекта исследования был выбран тапиоковый крахмал, поскольку, по расчетам, он имеет самую высокую степень кристалличности, что указывает на то, что на выходе получится большее количество нанокрахмала. Методика кислотного гидролиза крахмала представлена на рисунке 4.

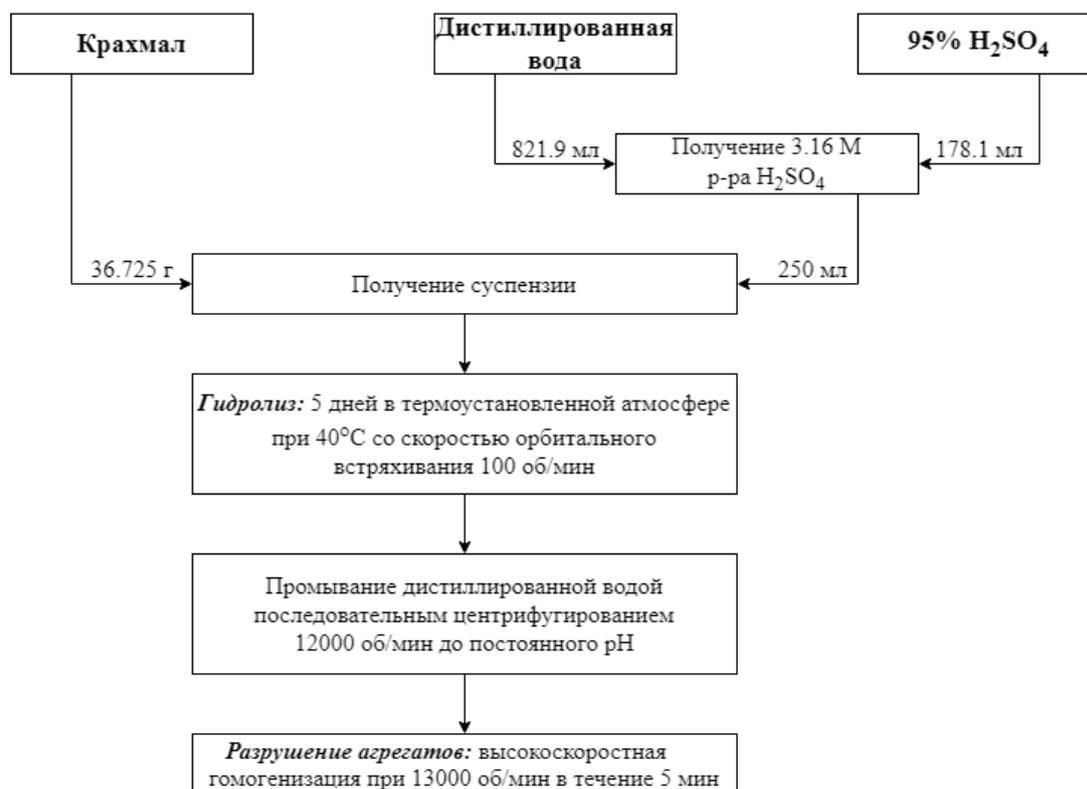


Рисунок 4 - Методика кислотного гидролиза крахмала

Навеску крахмала растворяют в серной кислоте, хорошо перемешивают и оставляют на водяной бане при температуре 40 °С на 5 дней при постоянном встряхивании со скоростью 100 об/мин. Конечную суспензию промывают дистиллированной водой до нейтрального значения рН. Нанокрахмал получают центрифугированием и гомогенизацией [9].

На рисунке 5 представлен результат кислотного гидролиза крахмала смесь патоки и нанокрахмала. Предположительно, что осадком, полученным в результате гидролиза, как раз и является нанокрахмал, а из надосадочной жидкости в процессе уваривания образуется патока.



Рисунок 5 – Смесь, полученная в результате кислотного гидролиза крахмала

Ферментативный гидролиз крахмала осуществлялся в контролируемых условиях и отличался продолжительностью времени воздействия. Для проведения ферментативного гидролиза крахмала использовался бактериальный комплексный ферментный препарат Амилосубтилин ГЗх (ПО «Сиббиофарм», Россия) [10]. Результаты оценивались каждые 3 часа, начиная с 3 часов гидролиза и до достижения 24 ч соответственно. После завершения химической реакции продукты гидролиза центрифугировались с целью разделения на фракции: надосадочную жидкость (предположительно патока) и осадок. Далее у полученного в виде осадка гидролизованного крахмала был определен размер частиц и на

основании измерений оценена возможность дальнейшего получения на его основе нанопленок.

Методика ферментативного гидролиза крахмала представлена на рисунке 6.

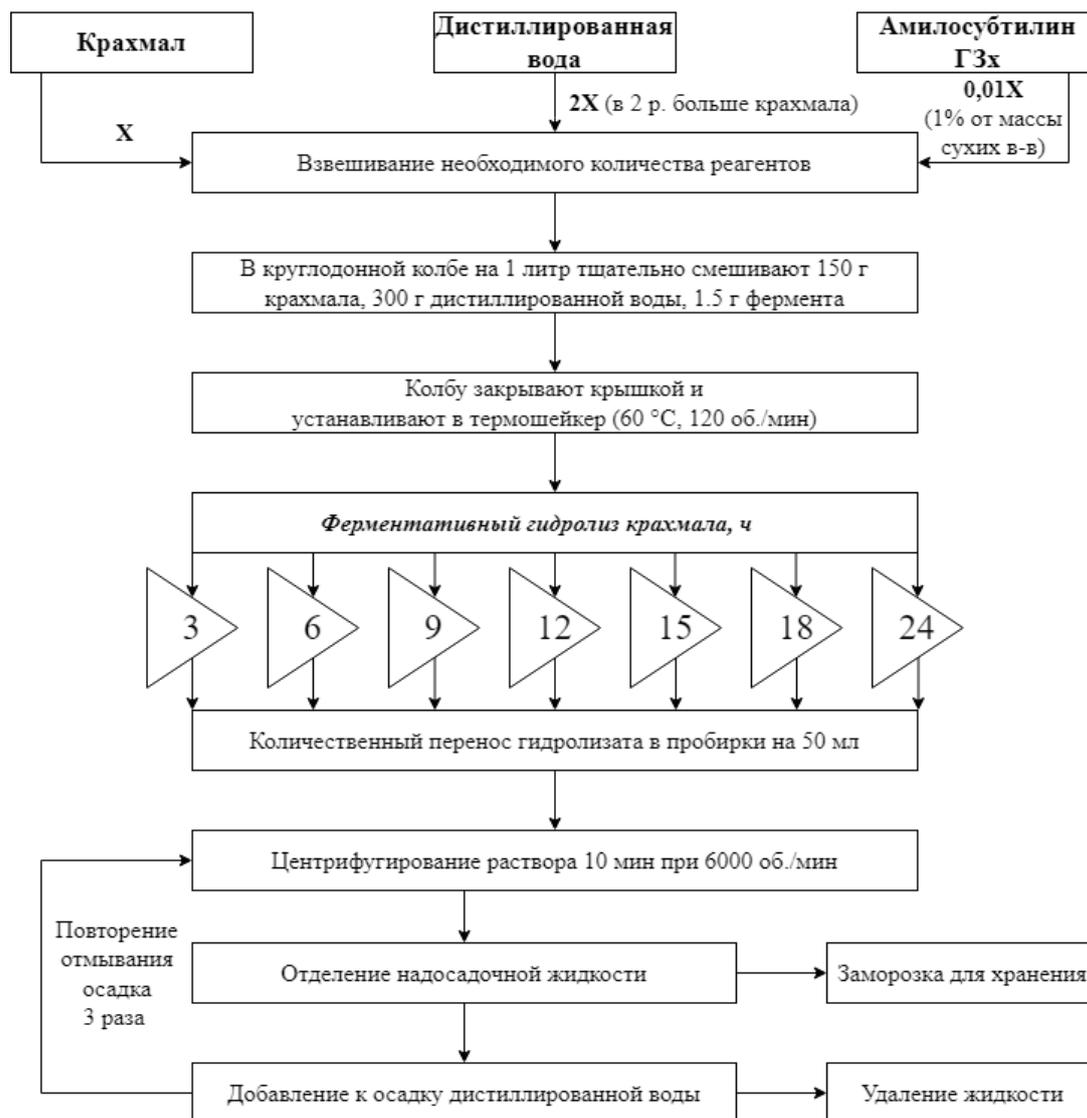


Рисунок 6 - Методика ферментативного гидролиза крахмала

Для точного выбора массы сухих реагентов и воды, участвующих в реакции ферментативного гидролиза крахмала, с помощью анализатора влажности RADWAG WPS 50/SX (Польша), измеряют влажность используемых фермента и крахмала. Далее с помощью аналитических весов отвешивают фермент Амилоsubтиллин ГЗх (1 % от массы сухих веществ) и тапиоковый крахмал. Отмеряют дистиллированную воду. Непосредственно перед установкой в термощейкер WiseBath («DAIHAN», Южная Корея), в круглодонной колбе на 1 литр смешиваю подготовленные реагенты, и тщательно перемешивают во избежание комков. Затем колбу закрывают крышкой и устанавливают в термощейкер, при условиях: 60 °C, 120 об./мин. По истечении необходимого времени, количественно переносят полученный в результате гидролиза раствор в пробирки для центрифугирования на 50 мл. Пробирки с раствором помещают в центрифугу Z206A («HERMLE», Германия). Центрифугируют при условиях 6000 об/мин, 10 минут. По завершении времени отделяют надосадочную жидкость, которую в дальнейшем для хранения замораживают. К оставшемуся осадку добавляют дистиллированную воду и снова промывают центрифугированием, повторяют процедуру 3

раза. Омытый осадок после высушивания будет служить источником нанокрахмала [9, 11, 12].

На рисунке 7 представлен результат ферментативного гидролиза крахмала после центрифугирования.



Рисунок 7 - Продукты ферментативного гидролиза крахмала

Для измерения размера частиц нанокрахмала готовят раствор, для этого отцентрифугированный осадок после ферментативного гидролиза изучается на анализаторе влажности. Затем в соответствии с влажностью крахмала, отвешивают необходимое количество образца, так чтобы масса абсолютно сухого крахмала составила 1 г, качественно переносят в мерный цилиндр на 1 литр разбавляя бидистиллированной водой до 1 литра. Полученный раствор ультрадиспергируют при 15000 об./мин в течение 5 мин, при помощи ультрадиспергатора T18 digital ULTRA TURRAX (IKA, Германия). Подготовленный раствор в соответствии с инструкцией, изучается на аппарате Photocor Compact-Z (ООО «Фотокор», Россия), где измеряется размеры частиц. В таблице 4 представлены полученные размеры наночастиц крахмала после его ферментативного гидролиза в течение 3, 6, 9, 12, 15 и 18 ч соответственно.

Таблица 4 - Результаты измерения размеров наночастиц тапиокового крахмала после ферментативного гидролиза

| Продолжительность реакции, ч | Определенный размер полученных частиц, нм |
|------------------------------|---|
| 3 | 614–635 |
| 6 | 628–656 |
| 9 | 464–466 |
| 12 | 57–428 |
| 15 | 46–185 |
| 18 | 40–286 |

Таким образом, оптимальное время проведения ферментативного гидролиза крахмала для получения наночастиц составляет 15-18 ч.

Технология получения нанопленок. Для получения нанопленок использовался гидролизат крахмала с содержанием наночастиц наименьшего размера, полученных после 15-18 ч его ферментативного гидролиза. Методика получения нанопленок из гидролизата крахмала представлена на рисунке 8.



Рисунок 8 - Методика получения нанопленок из гидролизата крахмала

Технология приготовления пленок заключается в смешивании гидролизата крахмала 5% (24.3059 г), глицерина 2.5% (5.1313 г), пальмового масла 0.2% (0.4038 г) и дистиллированной воды, соответственно 92.3% (170 г), то есть в сумме должно получиться 200 г. Затем раствор желатинизируется в микроволновой печи в течение 120 секунд при мощности 700 Вт с перемешиванием каждые 30 с. Полученный раствор разливают тонким слоем в стеклянные емкости – чашки Петри и высушивают в тепловом шкафу при 50 °С до полного испарения влаги [13].

На рисунке 9 представлены образцы пленок из нанокрахмала, полученного после его ферментативного гидролиза. Пленки имеют однородный внешний вид, они прозрачны, без помутнений и вкраплений, с плотной, тянущейся, эластичной текстурой, не имеют запаха.

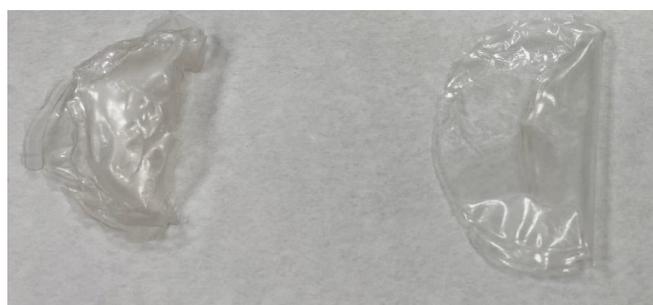


Рисунок 9 - Образцы пленок из нанокрахмала

Таким образом, производство нанопленок из тапиокового крахмала возможно, а их использование для упаковки пищевых продуктов является целесообразным.

Заключение. При изучении отечественных и зарубежных статей по теме исследования, был сделан вывод, об актуальности и востребованности темы биоразлагаемых пленок, поскольку сейчас своего рода бум на наноматериалы и различные экологически безопасные виды упаковок для пищевых продуктов. Другим современным направлением является использование побочных продуктов, вторичного сырья. При этом возможно организовать безотходное производство, в котором используются все продукты реакции ферментативного гидролиза крахмала: осадок для получения нанопленок и надосадочная жидкость для получения патоки. Таким образом, совместное получение в результате

ферментативного гидролиза крахмала патоки для пищевой промышленности и нанокрахмала для производства безопасных упаковочных материалов весьма актуально в рамках импортозамещения и ресурсосбережения [14-17].

Добавление в синтезируемые пленки на основе крахмала дополнительных ингредиентов (экстракт куркумина и чеснока, наночастицы биосеребра и пр.) выполняет эффективную роль в увеличении сроков хранения пищевых продуктов, наделяя пленки антибактериальными, антимикробными и антиоксидантными свойствами [18-21].

В результате проведения данного исследования были получены опытные образцы нанопленок из гидролизата крахмала. Было отобрано 26 образцов крахмала после проведения маркетингового исследования рынка крахмала г. Новосибирска, сделана рентгенография всех образцов крахмала и рассчитана их степень кристалличности. Проведен кислотный и ферментативный гидролиз крахмала тапиоки и определен размер наночастиц тапиокового крахмала после его ферментативного гидролиза. Получены пленки из гидролизата крахмала тапиоки, определены дальнейшие мероприятия по их изучению.

В перспективе продолжения исследовательских работ в данном направлении предполагается проведение анализа физико-химических и функционально – технологических характеристик полученных нанопленок. На основе полученных данных и проведения сопоставительного анализа лучших практик далее планируется обосновать технологию производства упаковки пищевых продуктов с заданными свойствами на основе рассмотренного выше способа их получения.

Список литературы

1. Крутько, Э.Т. Технология биоразлагаемых полимерных материалов [Текст] / Э.Т. Крутько, Н.Р. Прокопчук, А.И. Глоба. - Минск: Издательство: БГТУ, 2014. - 105 с.
2. Oh SM, Lee BH, Seo DH, Choi HW, Kim BY, Baik MY. Starch nanoparticles prepared by enzymatic hydrolysis and self-assembly of short-chain glucans. *Food Sci Biotechnol.* 2020 May 7;29(5):585-598. doi: 10.1007/s10068-020-00768-w.
3. T. Kolusheva, A. Marinova. A study of the optimal conditions for starch hydrolysis through thermostable α -amylase // *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy.* – 2007. Vol. 42. P. 93-96.
4. Patel C.M., Chakraborty M., Murthy Z.V.P. Fast and scalable preparation of starch nanoparticles by stirred media milling // *Advanced Powder Technology.* – 2016. Vol. 27. P. 1287-1294.
5. Dome K., Podgorbunskikh, E., Bychkov A., Lomovsky O. Changes in the crystallinity degree of starch having different types of crystal structure after mechanical pretreatment // *Polymers.* – 2020. Vol. 12.
6. Frost, K.; Kaminski, D.; Kirwan, G.; Lascaris, E.; Shanks, R. Crystallinity and structure of starch using wide angle X-Ray scattering // *Carbohydr. Polym.* -2009. Vol. 78. P. 543–548.
7. Nara, S.; Mori, A.; Komiya, T. Study on relative crystallinity of moist potato starch // *Starch.* – 1978. Vol. 4. P. 111–114.
8. Никитина, Е. В. Биотехнологические аспекты применения амилолитических ферментов в пищевой промышленности [Текст] / Е. В. Никитина, О. А. Решетник, Р. А. Губайдуллин // *Вестник Казанского технологического университета.* – 2013. – Т. 16. - № 13. – С. 148-153. – EDN QLQCIB.
9. Hao Y., Chen Y., Li Q., Gao Q. Preparation of starch nanocrystals through enzymatic pretreatment from waxy potato starch // *Carbohydrate Polymers.* – 2018. Vol. 184. P. 171-177.
10. ООО ПО «Сиббиофарм»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.sibbio.ru/>.
11. Wu, Y., Du, X., Ge, H., & Iv, Z. Preparation of microporous starch by glucoamylase and ultrasound // *Starch/Starke.* - 2011. Vol. 63(4). P. 217-225.
12. Jong-Yea Kim, Dong-June Park, Seung-Taik Lim. Fragmentation of Waxy Rice Starch Granules by Enzymatic Hydrolysis // *Cereal Chemistry.* – 2008. Vol. 85(2). P. 182–187.

13. Технология получения пищевых нанопленок путем ферментативного гидролиза крахмала [Текст] / В.А. Афанасьев, А.Н. Сапожников, Д.В. Гурова // Наука. Технологии. Инновации : сб. науч. тр. : в 10 ч., Новосибирск, 6-10 дек. 2021 г. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2021. – Ч. 7. – С. 496–498.
14. Chaudhary P., Fatima F., Kumar A. Relevance of Nanomaterials in Food Packaging and its Advanced Future Prospects // Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials. – 2020. Vol. 8.
15. Chen Q., Zhou L., Zou J., et al. Response surface optimization of process conditions and characteristics of nanostarch-based biocomposite film reinforced by cellulose nanocrystals // BioResources. 2019. V. 14. N. 2. P. 4344-4357.
16. Thakur R., Pristijono P., Scarlett C.J., et al. Starch-based films: Major factors affecting their properties // International Journal of Biological Macromolecules. 2019. V. 132. P. 1079-1089.
17. Santana J. S., de Carvalho Costa E. K., Rodrigues P. R., et al. Morphological, barrier, and mechanical properties of cassava starch films reinforced with cellulose and starch nanoparticles // Journal of Applied Polymer Science. 2019. V. 136. N. 4.
18. Baysal G, Doğan F. Investigation and preparation of biodegradable starch-based nanofilms for potential use of curcumin and garlic in food packaging applications. J Biomater Sci Polym Ed. 2020 Jun;31(9):1127-1143. doi: 10.1080/09205063.2020.1743947. Epub 2020 Mar 23.
19. Baysal, Gülay, Cihat Demirci, and Haydar Özpınar. 2023. "Properties and Synthesis of Biosilver Nanofilms for Antimicrobial Food Packaging" Polymers 15, no. 3: 689.
20. Abreu AS, Oliveira M, de Sá A, Rodrigues RM, Cerqueira MA, Vicente AA, Machado AV. Antimicrobial nanostructured starch based films for packaging. Carbohydr Polym. 2015 Sep 20;129:127-34. doi: 10.1016/j.carbpol.2015.04.021. Epub 2015 Apr 22.
21. Vieira IRS, de Carvalho APA, Conte-Junior CA. Recent advances in biobased and biodegradable polymer nanocomposites, nanoparticles, and natural antioxidants for antibacterial and antioxidant food packaging applications. Compr Rev Food Sci Food Saf. 2022 Jul;21(4):3673-3716. doi: 10.1111/1541-4337.12990. Epub 2022 Jun 17.

ЭКОЛОГИЯ, РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

УДК 62-684

DOI:10.56634-16948335.2024.2.943-949

А.М. Абдылдаева, М.Б. Имашов, А.А.Аширов, К.Н. Жообаев, Е.Р. Карагулов
И.Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

A.M. Abdyl daeva, M.B. Imashov, A.A. Ashirov, K.N. Joobaev, E.R. Karagulov
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
abdyl daeva-aigul@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМОВ ПРИРОДНОГО ГАЗА

ТАБИГЫЙ ГАЗДЫН ӨЛЧӨМҮНӨ АЙЛАНА ЧӨЙРӨ ТЕМПЕРАТУРАСЫНЫН ТААСИРИ

INFLUENCE OF AMBIENT TEMPERATURE ON NATURAL GAS VOLUME MEASUREMENTS

Макалада жаратылыш газынын көлөмүн өлчөөгө айлана-чөйрөнүн температурасынын таасири жана Кыргыз Республикасында газды эсепке алуу үчүн термиклык коррекцияны колдонуу натыйжалуулугу талкууланат. Эксперименталдык установкадагы эки типтеги эсептегичтердин иштешине салыштырма анализ жүргүзүлдү. Изилдөөнүн натыйжалары температураны коррекциялоону киргизүү өзгөчө кыйи мезгилинде айлана-чөйрөнүн температурасы төмөндөп кеткенде эсепке алынбаган газдын коромжу болушун бир кыйла азайтарын көрсөттү. Акылдуу эсептегичтерде температураны өзгөрткүчтү колдонуу жаратылыш газынын жоготууларын гана азайтпастан, газды керектөө боюнча маалыматтарды берүүнү жөнөкөйлөтөт.

Түйүндүү сөздөр: газ эсептегич, температураны коррекциялоо, газды керектөө, газды керектөө.

В статье рассматривается влияние окружающей температуры на измерение объемов природного газа и эффективность использования термкоррекции для учета газа в Кыргызской Республике. Проведен сравнительный анализ работы двух типов счетчиков на экспериментальной установке. Результаты исследования показали, что внедрение температурной коррекции значительно уменьшает потери неучтенного газа, особенно в зимний период, когда температура окружающего воздуха снижается. Использование температурного преобразователя в умных счетчиках не только сокращает потери природного газа, но также упрощает передачу данных о расходе газа.

Ключевые слова: газовый счетчик, термкоррекция, учет расхода газа, газопотребление.

The article discusses the influence of ambient temperature on the measurement of natural gas volumes and the effectiveness of using thermal correction for gas metering in the Kyrgyz Republic. A comparative analysis of the operation of two types of meters on an experimental installation was carried out. The results of the study showed that the introduction of temperature correction significantly reduces the loss of unaccounted gas, especially in winter, when the ambient temperature drops. Using a temperature converter in smart meters not only reduces natural gas losses, but also simplifies the transmission of gas consumption data.

Key words: gas meter, temperature correction, gas consumption metering, gas consumption.

Введение. Измерение расхода газа имеет огромное значение и является ключевым элементом контроля учета в газоснабжающих системах [1, 2, 3]. Для обеспечения точности показаний и экономической эффективности часто применяются "умные счетчики". Они обеспечивают автоматическую передачу данных о расходе газа, что экономит время и усилия на ручную передачу. Новейшие модели счетчиков предлагают значительные преимущества по сравнению со старыми версиями, в основном благодаря улучшенной точности измерений. Некоторые из них даже учитывают температуру воздуха и газа, что позволяет уточнять расход в соответствии с условиями окружающей среды [4, 5]. Хотя электронные счетчики могут быть дорогими, их следует рассматривать как инвестицию в точность измерений, которая со временем окупится благодаря повышению эффективности и контролю над расходом газа.

Проведение исследования. В экспериментальной установке (см. рис. 1) смонтирован счетчик Delixy-5-G4 (условно принят как Счетчик №1). Так как выше указанный счетчик газа не включает в себя биметаллический корректор температуры, то в пилотном режиме был установлен газовый счетчик Принц-5-G4 (условно принят как Счетчик №2) для того чтобы корректировать расход газа благодаря встроенному в корпус термокорректору который в свою очередь измеряет температуру газа непосредственно в потоке, и эти показания в виде сигнала передаются на термокорректор, который корректирует показания, использующейся для автоматического пересчета значений накопленного объема с соответствии со стандартными условиями. Счетчик газа обладающий термокомпенсацией приводит проходящий объем газа в стандартные условия согласно требованиям ГОСТ 2939-63 [6].

Основной задачей проводимого исследования является определение влияния температуры окружающей среды на учет расхода объема газа.

Для того чтобы провести исследования нами были сняты показания объемов газа двумя расходомерами. Для исследований были учтены показания учета расхода газа с января по декабрь 2023 года.



Рисунок 1 - Размещение газовых счетчиков с термокорректором и без термокоррекции на экспериментальной установке

На основе климатических данных по значениям температур наружного воздуха и объемов потребления природного газа на исследуемом в течении 2023 года, был построен график (см. Рисунок 2).

При этом значения температуры наружного воздуха приняты как значения среднемесячных температур каждого месяца рассматриваемого года. Также необходимо отметить, что объем потребляемого газа представлены для стандартных и рабочих условий.

Приведены объемы потребляемого природного газа по показаниям двух рассматриваемых счетчиков.

На Рисунок 2 приведен график влияния температуры наружного воздуха на объем потребляемого природного газа.

На графике видно что разница между показаниями Счетчика №1 (без корректора температуры) и Счетчика №2 (с корректором температуры) в переходные периоды со среднемесячной температурой является существенной, можно подчеркнуть что изменение температуры наружного воздуха при относительно стабильном давлении напрямую влияет на потери объема потребляемого природного газа в трубопроводе низкого давления.

В частности при соотношении работы двух газосчетчиков через который протекает газ было выявлено, что в отопительный период идут расхождения потребляемого газа, а именно счетчик №1 зафиксировал расход газа суммарно-1491м³, в свою очередь счетчик №2 - 1564,59м³.

Разница за год составляет 83,1м³, что при тарифе на газ (25,45с за 1 м³) для коммерческих потребителей составит 2114,9 сом. Соответственно при увеличении потребления голубого топлива разница может меняться.

По результатам проведенного исследования мы определили разницу объемов газа по показаниям счетчиков. Они разнятся и как видно по графику это зависит от температуры наружного воздуха (см. Рисунок 3). Среднемесячная температура в мае и сентябре около 21 °С, при этом разница показаний разницы объемов по показаниям двух счетчиков практически равна 0 или 0,18 м³. В период с октября по апрель месяцы, когда понижается температура от +15 до -5 °С наблюдается разность в показаниях между рассматриваемыми счетчиками приблизительно от 8 до 18 м³.

При рассмотрении графика разности показаний счетчиков по месяцам обнаружили (Рисунок 3), что средняя температура в мае и сентябре составляет 21 Со разница в показаний процентном соотношении превышенного объема составляет 0,12% или же равна 0. С апреля и октября то разница показаний счетчиков в среднем колеблется порядка 7,77% в эти месяцы среднесуточная температура составляла 12Со напротив если обратить внимание на самый холодный период года, а именно январь то здесь можно заметить что при понижении температуры до -4.5С разница показаний счетчиков в процентах становится существенной и является 13.8%.

При неизменном давлении увеличение температуры приводит к увеличению объема газа, а понижение температуры вызывает его уменьшение. Это происходит потому, что с увеличением температуры молекулы газа приобретают больше кинетической энергии, что заставляет их двигаться быстрее и занимать больше пространства. Напротив, при снижении температуры кинетическая энергия молекул уменьшается, они двигаются медленнее и занимают меньше места.

На основе проведенных исследований была разработана схема экспериментальной установки для определения расхождения показаний измерений расхода рабочей среды при эксплуатации счетчиков с термокоррекцией температуры окружающей среды и мембранного счетчика без термокоррекции (см. Рисунок 4).

Принцип действия данной установки основан на сравнении рабочих (при давлении рабочей среды $P = 101.325$ кПа и температуре $t_0 = 0$ °С) и стандартных ($t_{20} = +20$ °С и $P = 101.325$ кПа) условий путем протекания объема измеряемой среды (воздух, газ), непосредственно через мембранный счетчик, с показаниями расхода природного газа, а затем и через второй ультразвуковой счетчик.

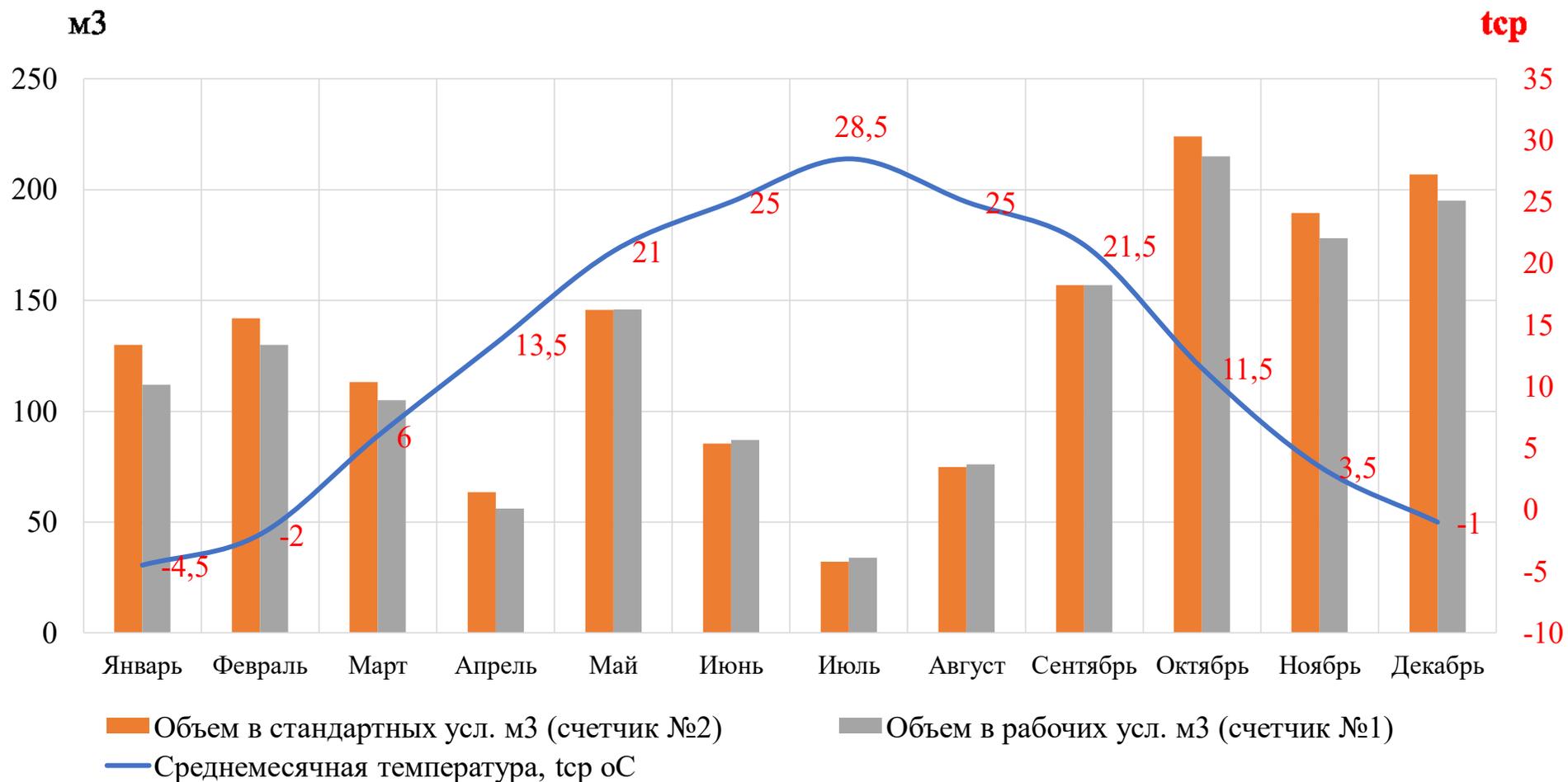


Рисунок 2 - График объема потребляемого природного газа и значения среднесуточной температуры наружного воздуха за каждый месяц за 2023 год

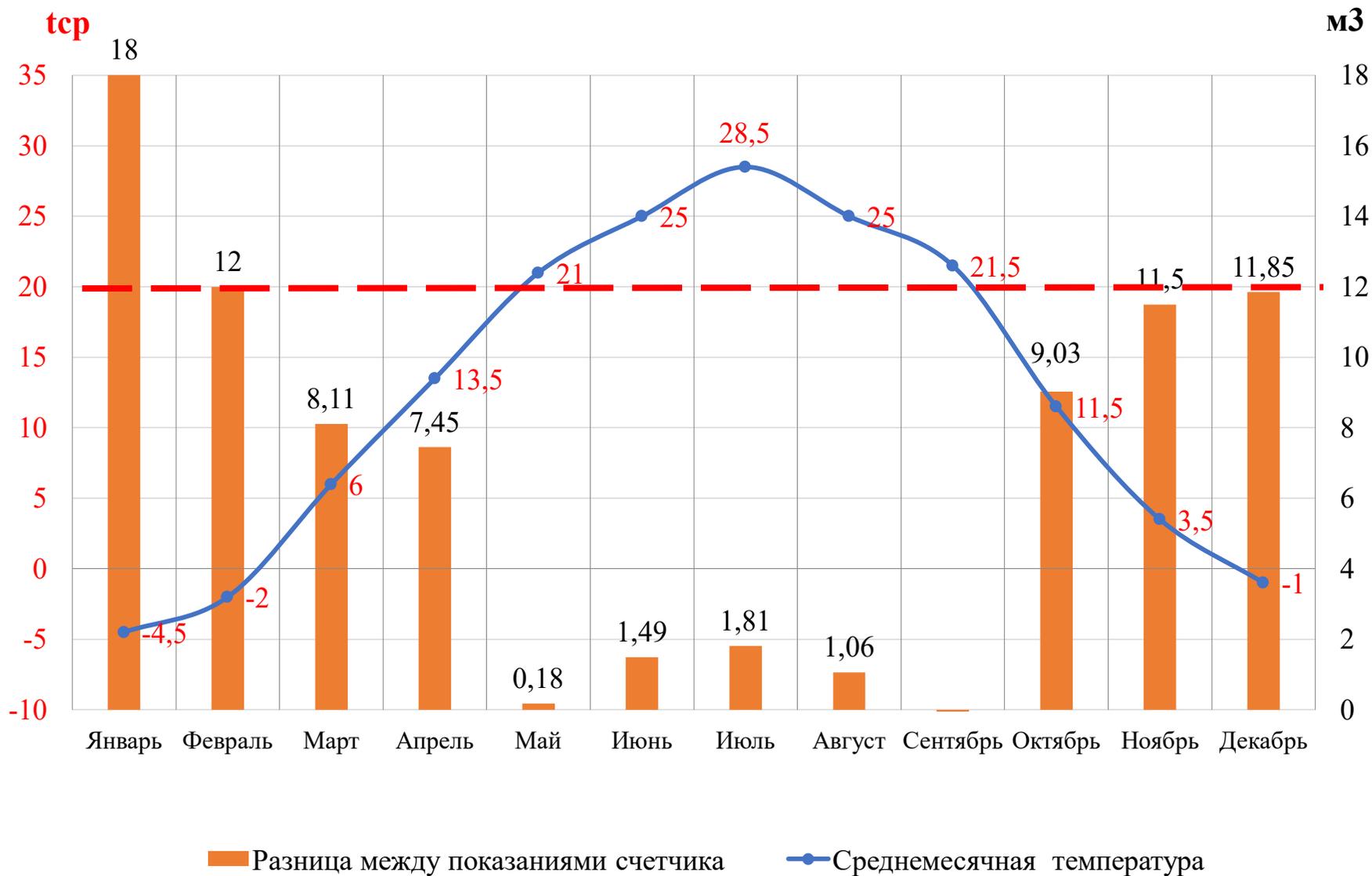


Рисунок 3 - График разницы объемов газа по показаниям счетчиков

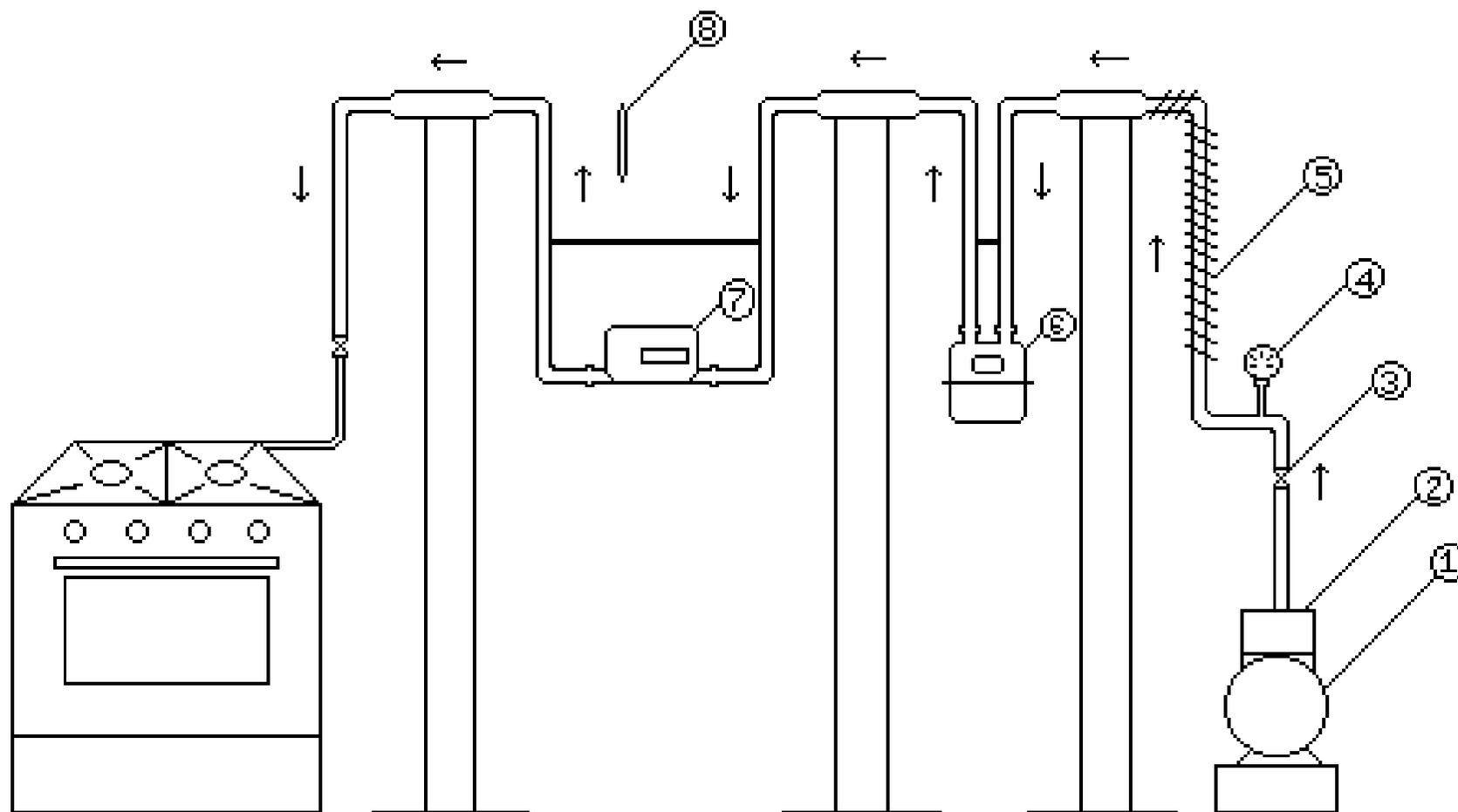


Рисунок 4 - Схема экспериментальной установки по определению и сравнению расхода воздуха: 1 — ресивер; 2—вакуумный компрессор К25; 3 — запорная и регулирующая аппаратура; 4— манометр ТМ-510М2; 5 —саморегулируемый греющий кабель; 6 — мембранный счетчик бытовой Вектор-М G6; 7 —ультразвуковой счетчик Принц G6; 8 — термометр; 9 — газовая плита.

В целях безопасности для проведения экспериментов в лабораторных аудиториях возможно использовать в качестве рабочей среды не природный газ, а воздух.

Нагнетаемый воздух от вакуумного компрессора (2) с ресивером (1) с заданным давлением воздуха, значения которого контролируется по манометру, проходит по трубопроводу через запорную арматуру (3) нагревается за счет кабеля (5). Запорный кран установлен для открытия потока рабочей среды. По термометру (8) измеряется значения температуры окружающей среды. За счет установленного мембранного счетчика (6) и в ультразвукового (7) измеряется объем газа (воздуха) прошедшего на газовую плиту. Устанавливается разность объемов измеренных двумя счетчиками.

Выводы и рекомендации:

В настоящее время термокоррекция играет значительную роль при учете голубого топлива если раньше в холодный период года счетчик пропускал уменьшенный объем газа, то сейчас пришедший на смену старым газосчетчикам новые образцы со встроенным датчиком коррекции и телеметрии позволят снизить потери газа при их учете.

Список литературы

1. Кондратьев, С. С. Организация учета расхода газа на промышленных предприятиях Санкт-Петербурга: мат. 14-й конф. [Текст] / С. С. Кондратьев, Е. С. Соколов. - Санкт-Петербург: Борей-Арт, 2001 – 149 с.
2. Недзвецкий, В. К. Обзор новых приборов и вспомогательных средств для коммерческого учета тепловой энергии и природного газа, выпускаемых НПФ «Теплоком»: мат. 11-й конф. [Текст] В. К. Недзвецкий, С. И. Резлер. - Санкт-Петербург: Политехника, 2007 – 98 с.
3. Иماشов, М.Б. Особенности теплового режима многоэтажных жилых зданий с поквартирной системой отопления на базе индивидуальных газовых теплогенераторов [Текст] / С.М. Рахманова, Д.К. Мукарапова, А.Р. Рахатбеков // Вестник Кырг. гос. ун-т строит., трансп. и архит.. – Бишкек, 2023. – № 1(65). – С. 730-736.
4. ГОСТ Р 8.740-2011 Расход и количество газа. Методика измерений с помощью турбинных, ротационных и вихревых расходомеров и счетчиков. - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://internet-law.ru/gosts/gost/52134/> (дата обращения 13.11.2023).
5. ГОСТ Р 8.915-2016 Государственная система обеспечения единства измерений счётчики газа объемные диафрагменные. Общие технические требования, методы испытаний и поверки [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://internet-law.ru/gosts/gost/62247/> (дата обращения 9.08.2023).
6. ГОСТ 2939-63. Газы. Условия для определения объема. Госкомитет СССР по стандартам [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://internet-law.ru/gosts/gost/27361/> (дата обращения 9.08.2023).

**А.М. Абдылдаева, М.К. Мамадалиев, М.Е. Айдаралиева, Т.С. Кадыров,
С.А. Акматалиев**

И.Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

A.M. Abdylidaeva, M.K. Mamadaliev, M.E. Aidaraliev, T.S.Kadyrov, S.A. Akmatalliev
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
abdylidaeva-aigul@mail.ru

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ Г. БИШКЕК

БИШКЕК ШААРЫНЫН ЖЫЛУЛУК МЕНЕН КАМСЫЗДОО СИСТЕМАСЫНЫН АБАЛЫН ТАЛДОО

ANALYSIS OF THE STATE OF THE DECENTRALIZED HEAT SUPPLY SYSTEM IN BISHKEK

Бишкек шаарынын борборлоштурулган жылуулук менен камсыздоо тутумунун учурдагы абалына талдоо жүргүзүлдү. Жылуулук менен камсыздоо системасы техникалык, экономикалык, экологиялык жана социалдык аспектилерди эске алган комплекстүү мамилени талап кылат. Модернизациялоо жана жаңы технологияларды киргизүү системанын энергетикалык натыйжалуулугун жана туруктуулугун жогорулатууга жардам берет. Бул ошондой эле зыяндуу заттардын көлөмүн азайтууга жана Бишкектин экологиялык абалын жакшыртууга жардам берет.

Түйүндүү сөздөр: жылуулук менен камсыздоо системасы, от казандар, отун-энергетика ресурстары, от казандардан чыккан зыяндуу калдыктар.

Проведен анализ существующего состояния децентрализованной системы теплоснабжения г. Бишкек. Система теплоснабжения требует комплексного подхода, который учитывает технические, экономические, экологические и социальные аспекты. Модернизация, внедрение новых технологий будет способствовать повышению энергетической эффективности и устойчивости системы. Также это будет способствовать снижению вредных выбросов и улучшения экологической обстановки г. Бишкек.

Ключевые слова: система теплоснабжения, котельные, топливно-энергетические ресурсы, вредные выбросы от котельных установок.

An analysis of the existing state of the decentralized heat supply system in Bishkek was carried out. The heat supply system requires an integrated approach that takes into account technical, economic, environmental and social aspects. Modernization and introduction of new technologies will help improve energy efficiency and sustainability of the system. This will also help reduce harmful emissions and improve the environmental situation in Bishkek.

Keywords: heat supply system, boiler houses, fuel and energy resources, harmful emissions from boiler plants.

Введение. В последние годы из-за роста населения и увеличения жилых, административных, общественных зданий и коммунально-бытовых предприятий в близлежащих к г. Бишкек населенных пунктах жилых массивов.

Наблюдается скапливающийся смог в воздушном бассейне г. Бишкек в отопительный период, за счет повышения выбросов вредных веществ из-за сжигания угля при эксплуатации твердотопливных котлов.

По представленным данным в открытом доступе Государственное предприятие «Бишкектеплоэнерго» обслуживает 74 районных котельных, из которых (см. рис. 1):

- на природном газе работают 40 котельных (что составляет 54 %);
- на угле — 22 котельных (около 30 %);
- на электроэнергии — 12 котельных (около 16 %).

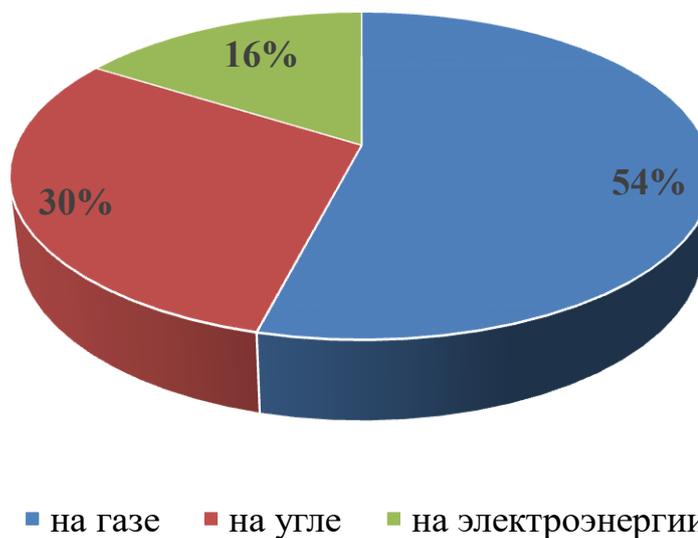


Рисунок 1 - Котельные работающие на различных видах топлива

Проведенный анализ. Основные этапы развития систем теплоснабжения и газификации г. Бишкек представлены в Генеральном плане г. Бишкек «Основные направления градостроительного развития на период до 2025 года» [1], принятым «План реализации Программы развития столицы «Бишкек 2026. Благоустроенная и зеленая столица» [2] и «Национальная программа развития Кыргызской Республики до 2026 года» в которых предусматривается стратегия снижения вредных выбросов. Одним из путей реализации планов и критерием выполнения является перевод с твердого топлива на природный газ. Такое решение связано с прогнозируемым увеличением строительства общественных зданий [3, 4], энергопотребления на теплоснабжение зданий и вредных выбросов в г. Бишкек (см. рис. 2).

Прогнозируется, что к 2025 году общий тепловой баланс г. Бишкек повысится почти на 40 % по сравнению с 2010 годом, вследствие увеличения населения и строительства новых жилых зданий. Так для теплоснабжения многоэтажной застройки потребуется увеличение производства теплоты в 1,6 раз и для теплообеспечения малоэтажных строений почти в 1,8 раз (см. рис. 2).

В последние годы наблюдается не возможность охвата растущего города существующими централизованными и районными системами теплоснабжения.

Для выхода из сложившейся ситуации энергообеспечения предпринимаются следующие шаги [5]:

1. Реконструкция ТЭЦ 2 и подключение новых потребителей.
2. Газификация жилых массивов и новых присоединяемых пригородных районов г. Бишкек.
3. Реконструкция и модернизация старых районных котельных.
4. Строительство новых котельных, работающих на природном газе.

5. Ввод в эксплуатацию крышных котельных на природном газе, из-за наличия небольших земельных участков.

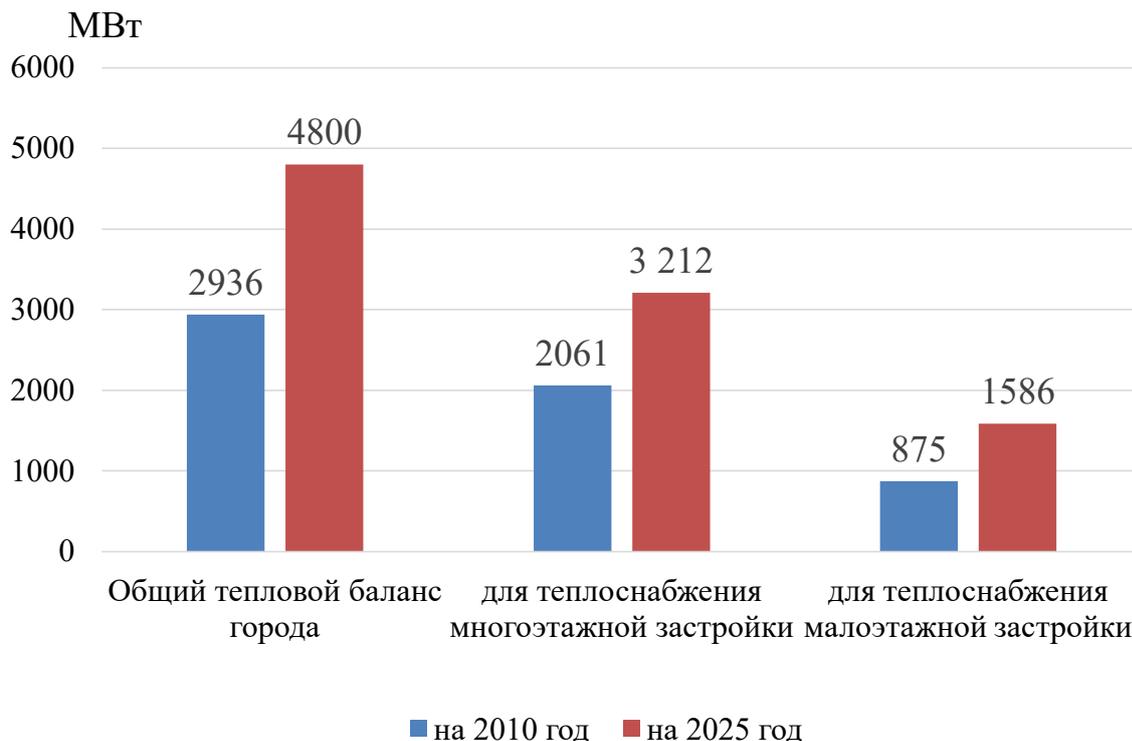


Рисунок 2 - Прогнозируемые тепловые балансы для теплоснабжения многоэтажной и малоэтажной застройки

В связи с большим охватом газификации районов, жилых массивов г. Бишкек и близлежащих сел, появилась возможность модернизации существующих котельных и их перевода с твердотопливных и мазутных на природный газ [5].

В 2022 году были переведены котельные с твердого топлива на природный газ детского сада № 17, средних школ № 40, 75, 78 (см. Рисунок 3). Планируется перевод следующих котельных: школ № 41, № 82, 96, детского сада № 187, а также поэтапный перевод 12 муниципальных котелен школ жилмассивов.



Рисунок 3 - Реконструкция и модернизация котельных с переводом на природный газ

На Рисунок 4 представлено количество, отпускаемой теплоты от районной котельной в зависимости от потребителей и месяца отопительного периода.

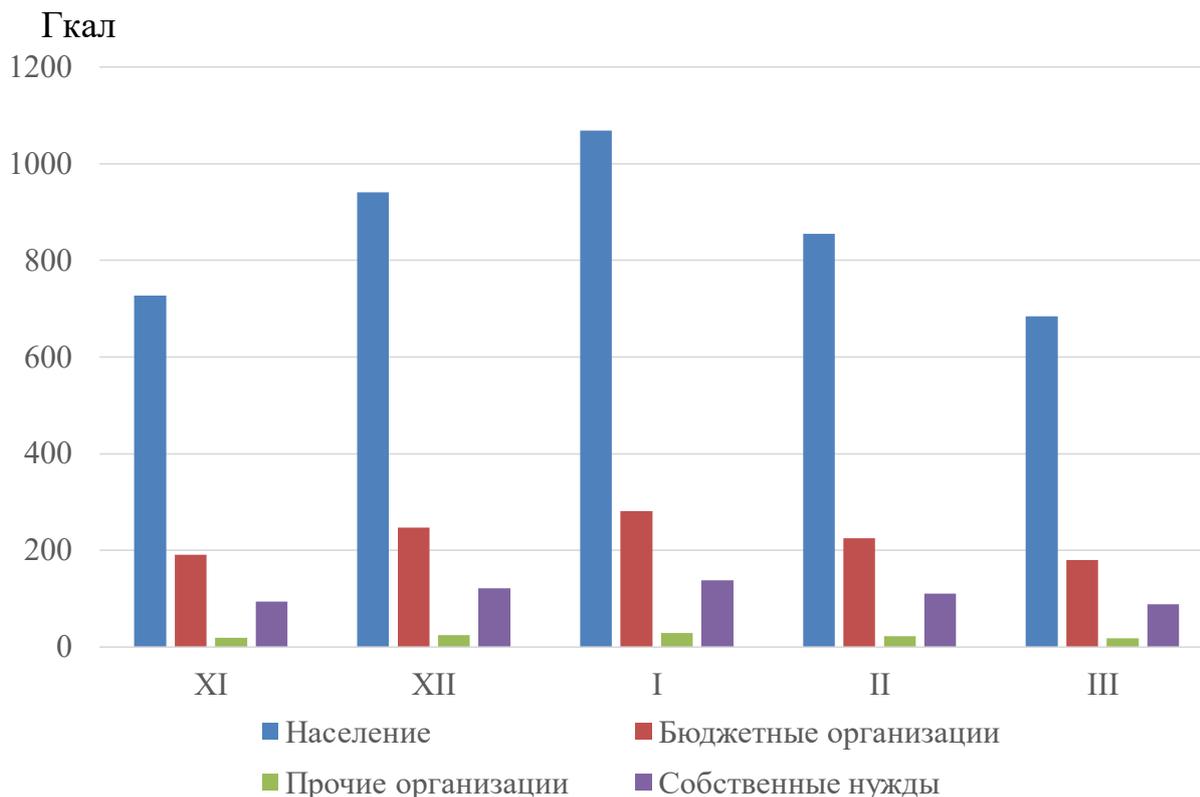


Рисунок 4 - Отпуск теплоты от районной котельной в зависимости от потребителей за каждый месяц отопительного периода

На Рисунок 5 показано потребление теплоты в процентном отношении в зависимости от потребителей. Из графиков видно, что около 70,5 % теплоты идет теплоснабжение жилых зданий, 18,5 % на бюджетные организации, на покрытие собственных нужд котельной затрачивается около 9,1 % и на теплоснабжение прочих организаций около 1,9 %.

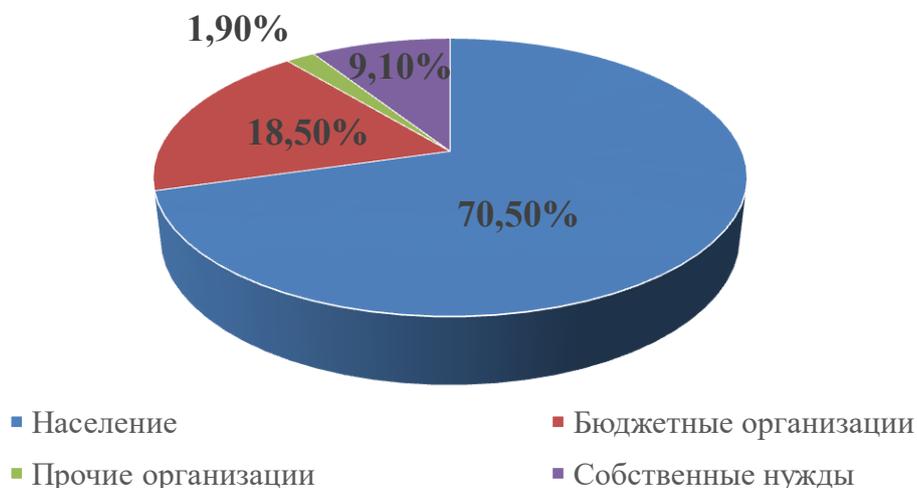


Рисунок 5 - Отпуск теплоты от районной котельной в зависимости от потребителей за отопительный период

На Рис. 6 представлена зависимость отпуска теплоты от районной котельных по месяцам отопительного периода. Количество подаваемой тепловой энергии зависит от температуры наружного воздуха.

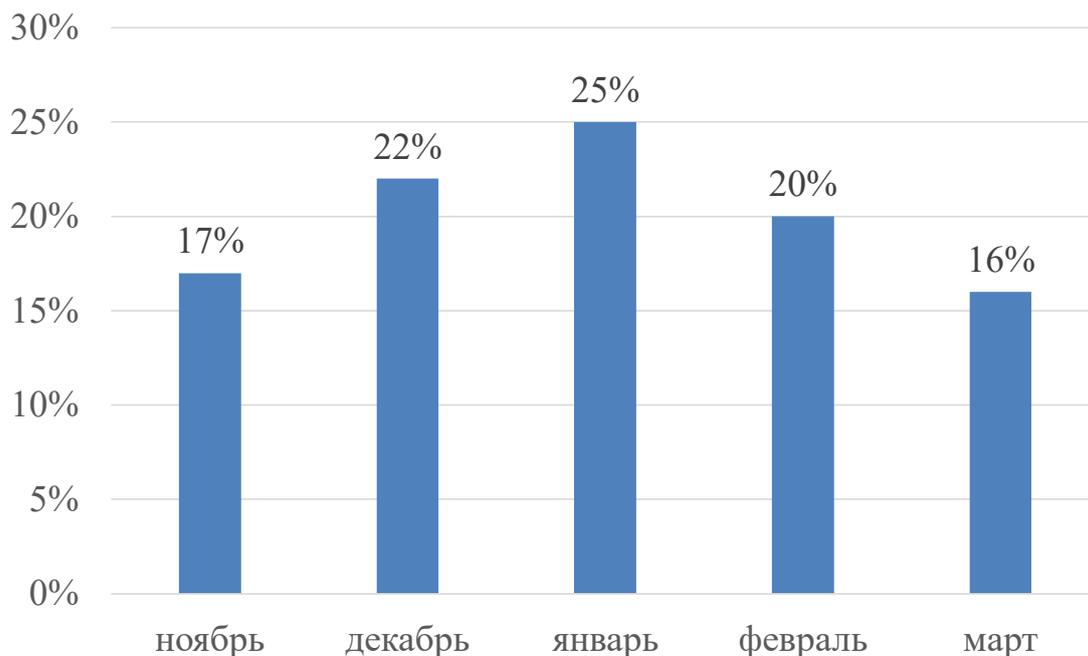


Рисунок 6 - Отпуск теплоты от районной котельной по месяцам отопительного периода

Наибольшая выработка теплоты была произведена в январе месяце и составила около 25 % от общего количества выработанной тепловой энергии за отопительный период, т.к. январь был относительно более холодным. Наименьшая выработка характерна переходным периодам года – ноябрь (17 %) и март (16%).

На Рис. 7 представлены значения среднесуточных температур наружного воздуха г. Бишкек за отопительный период с ноября 2021 г. по март 2022 г.

В таблице 1 приведено количество отпуска тепловой энергии для различных потребителей.

Таблица 1– Удельное количество отпуска тепловой энергии для различных потребителей

| Потребители | Объем здания, м3 | Отпуск тепловой энергии Гкал | Удельное количество отпуска тепловой энергии Гкал/м3 |
|-----------------------|------------------|------------------------------|--|
| Население | 87 082,71 | 4 274,91 | 0,05 |
| Бюджетные организации | 42 864,19 | 1 125,47 | 0,03 |
| Прочие организации | 2 980,75 | 115,774 | 0,04 |
| Собственные нужды | 14 575,00 | 551,527 | 0,04 |
| Всего | 147 502,65 | 6 067,68 | 0,04 |

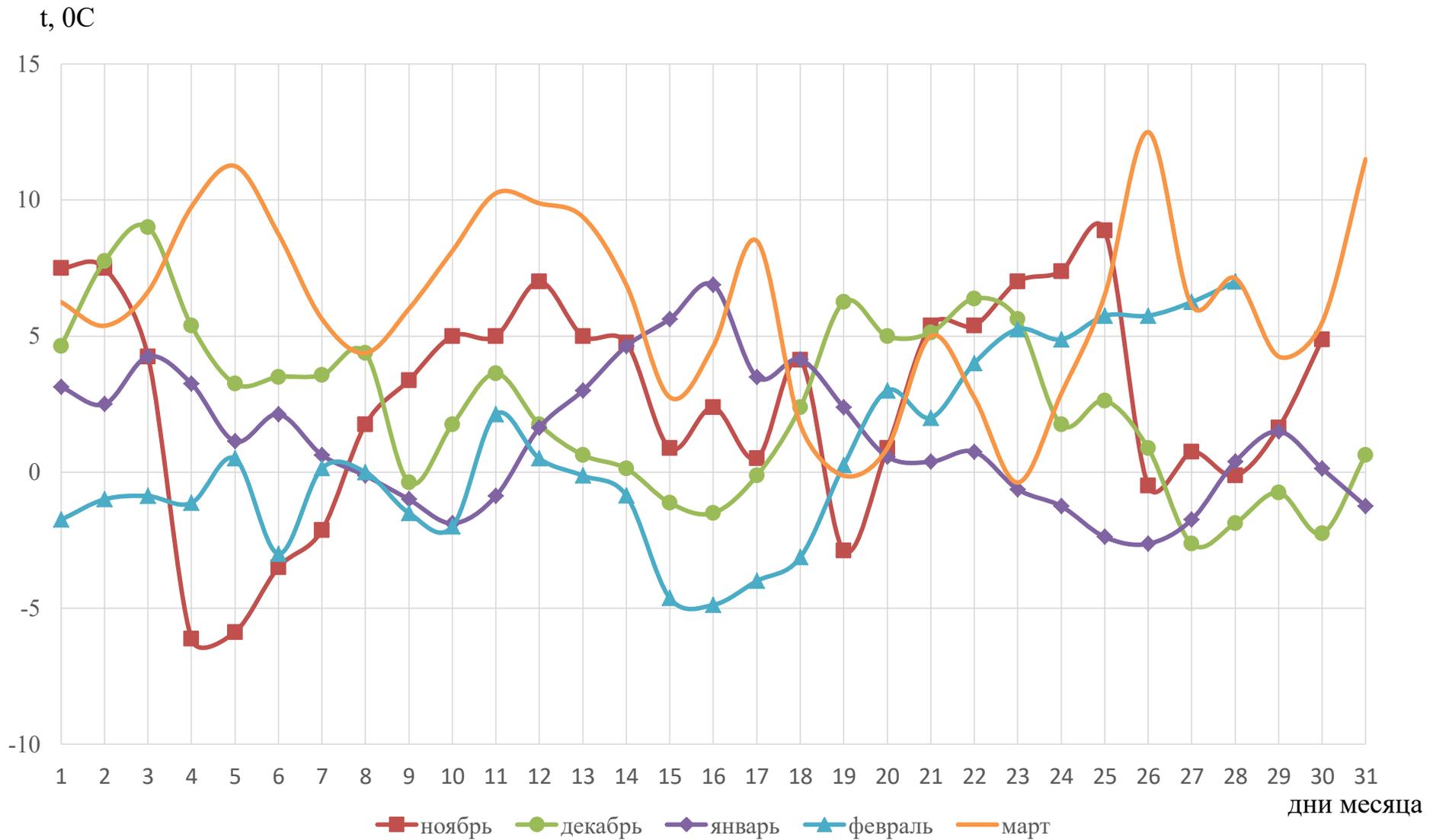


Рисунок 8 - Значения среднесуточных температур наружного воздуха г. Бишкек за каждый месяц отопительного 2021-2022 гг.

Для теплоснабжения жилых зданий характерно большее значение удельного теплопотребления, чем для общественных зданий и на собственные нужды котельной.

Так если для жилых зданий значение удельного количества отпуска тепловой энергии 0,05 Гкал/м³. Это можно объяснить круглосуточным теплоснабжением, повышенной температурой внутреннего воздуха жилых помещений 20-22 °С.

Для бюджетных организаций (общественных зданий) значение удельного количества отпуска тепловой энергии 0,03 Гкал/м³, т.к. температура внутреннего воздуха помещений зданий поддерживается на уровне 16-18 °С и возможна регулирование температуры теплоносителя на снижение во время нерабочих дней (выходных, праздников, каникул) [6].

Выводы и рекомендации:

1. Для повышения энергоэффективности систем теплоснабжения необходимо усиливать нормативно-техническую документацию.
2. Необходима модернизация существующих котельных и их перевода с твердотопливных и мазутных на природный газ.
3. Необходимо проведение капитальных ремонтов тепловых сетей.
4. Жилые и общественные здания потребляют значительную вырабатываемую теплоту.
5. Количество подаваемой тепловой энергии зависит от климатических условий.

Список литературы

1. Генеральный план г. Бишкек «Основные направления градостроительного развития на период до 2025 года» – URL: <https://data.vb.kg/file/file/> (дата обращения: 29.12.2022).
2. План реализации Программы развития столицы «Бишкек 2026. Благоустроенная и зеленая столица» – URL: (дата обращения: 29.02.2023).
3. Национальная программа развития Кыргызской Республики до 2026 года (к Указу Президента Кыргызской Республики от 12 октября 2021 года № 435) – URL: <https://cbd.minjust.gov.kg/430700/edition/1096469/ru> (дата обращения: 29.12.2022).
4. Стратегия развития строительной отрасли Кыргызской Республики на 2020-2030 годы (к постановлению Правительства Кыргызской Республики от 17 января 2020 года № 14) – URL: <https://cbd.minjust.gov.kg/157432/edition/995923/ru> (дата обращения: 29.12.2022).
5. Программа "Внедрение политики энергосбережения и энергоэффективности в Кыргызской Республике на 2023-2027 годы" (к постановлению Кабинета Министров Кыргызской Республики от 29 июня 2023 года № 328) – URL: <https://cbd.minjust.gov.kg/160277/edition/1264523/ru> (дата обращения: 29.11.2023).
6. СНиП КР 41-01:2016 «Тепловые сети» - Б. Госстрой, 2016.- 82 с.
7. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: Изд. 7-е стереотипное. - М.: Издательство МЭИ, 2001. - 472 с

А.С. Супуева, А.Ч. Орозобекова, Э.Э. Кулболдиев
И. Раззаков ат. КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

A.S. Supueva, A.Ch. Orozobekova, E.E. Kulboldiev
I. Razzakov KSTU, Bishkek, Kyrgyz Republic
supu_as@mail.ru, aizada1987@list.ru, kul8287@gmail.com

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛООВОГО НАСОСА ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНОВ КЫРГЫЗСТАНА

КЫРГЫЗСТАНДЫН АР БАШКА РАЙОНДОРУ УЧУН ЖЫЛУУЛУК НОСОСУНУН НАТЫЙЖАЛУУЛУГУН БААЛОО

EVALUATION OF HEAT PUMP EFFICIENCY FOR DIFFERENT REGIONS OF KYRGYZSTAN

Жылуулук насостору коомдук имараттарды жана жеке үйлөрдү жылытуу жана ысык суу менен камсыз кылуу үчүн барган сайын популярдуу чечим болуп баратат. Жабдуулардын натыйжалуулугунун көрсөткүчү болуп 100% жүктөөдө иштөө коэффициентти (COP) саналат. Жылуулук насосу менен жылуулукту өндүрүүдө бул көрсөткүч катары COP алынат - биринчи энергияны экинчи энергияга айландыруу коэффициентти. Макала Кыргызстандын ар кайсы аймактары үчүн COP коэффициенттерин салыштыруунун негизинде жылуулук насосторунун эффективдүүлүгүн белгилейт.

Түйүндүү сөздөр: энергиянын эффективдүүлүгү, жылуулук насосунун иштөө коэффициентти (эффектүүлүк).

Тепловые насосы становятся все более популярным решением для обеспечения отопления и горячего водоснабжения общественных зданий и частных домов. Показателем эффективности оборудования является коэффициент полезного действия (КПД) при 100% нагрузке. В случае выработки теплоты тепловым насосом за данный показатель принимается COP – коэффициент преобразование первичной энергии во вторичную. В статье установлена эффективность тепловых насосов на основе сравнения коэффициентов COP для различных регионов Кыргызстана.

Ключевые слова: энергоэффективность, тепловой насос, COP теплового насоса.

Heat pumps are becoming an increasingly popular solution for providing heating and hot water to public buildings and private homes. An indicator of equipment efficiency is the coefficient of performance (COP) at 100% load. In the case of heat production by a heat pump, COP is taken as this indicator - the coefficient of conversion of primary energy into secondary energy. The article establishes the efficiency of heat pumps based on a comparison of COP coefficients for various regions of Kyrgyzstan.

Key words: energy efficiency, heat pump. coefficient of performance (efficiency).

Традиционно общественные и жилые здания отапливаются различными тепловыми установками на углеродных видах топлива и электрической энергии. Показатели КПД в среднем составляют: для твердотопливных котлов - 80%, газовых – 93%, электрических - 100%. Однако в последние годы всё больше внимания уделяется источникам альтернативной энергии и повышению энергоэффективности систем отопления в зданиях.

Одним из путей интеграции современных энергоэффективных технологий в инженерные системы является использование тепловых насосов, позволяющих извлекать значительное количество теплоты из окружающей среды (воздуха, земли, воды) с низким энергопотреблением.

Принципиальная схема работы теплового насоса представлена на рисунке 1 [1].

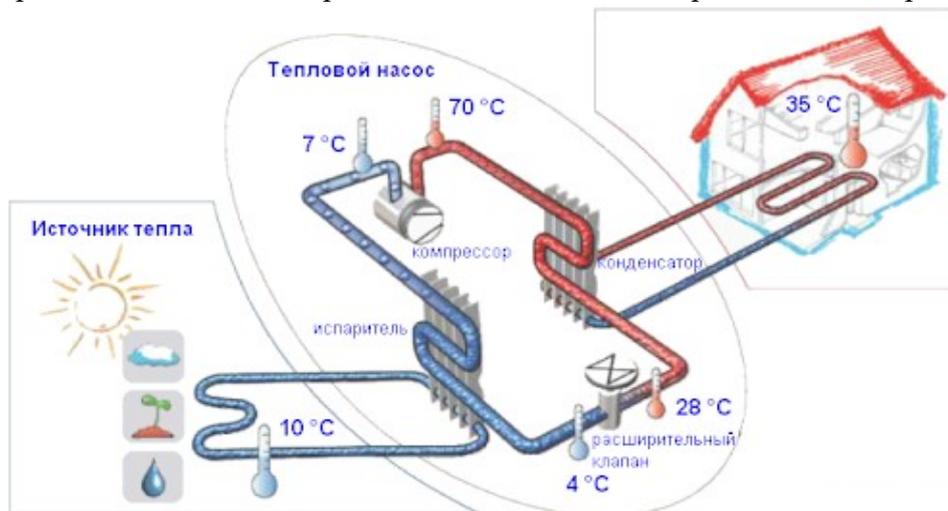


Рисунок 1 - Принцип работы теплового насоса [2]

Данная система альтернативного отопления позволяет существенно снизить затраты на электроэнергию или другие виды энергии, необходимые для обогрева помещений (в сравнении с традиционными системами), а также требуют минимального технического обслуживания и имеют долгий срок службы. Кроме этого, тепловые насосы обеспечивают стабильное и равномерное тепло в помещении без резких колебаний температуры, а также могут работать в режиме обратного цикла, предоставляя охлаждение в летний период, что обеспечивает комфортный внутренний микроклимат в теплое время года.

Эффективность теплового насоса напрямую зависит от вида теплового насоса: «воздух-вода», «вода-вода», «грунт-вода», выбора наиболее подходящего типа для конкретных климатических условий и условий эксплуатации.



Рисунок 2 - Тепловой насос «Воздух-вода» [3]

Тепловой насос «воздух-вода» представляет собой устройство, состоящее из двух частей: внешнего и внутреннего блоков. Оно извлекает тепловую энергию из окружающего воздуха, которую трансформирует и в дальнейшем через внутренний блок передает теплоносителю (рис.2). Данное устройство по внешнему виду схоже со сплит системой бытового кондиционера [1].

Тепловой насос «вода-вода» извлекает тепловую энергию из воды или ближайших водоемов благодаря трубчатым теплообменникам, которую в дальнейшем передает во внутренние устройства систем отопления и горячего водоснабжения (рис.3) [1].

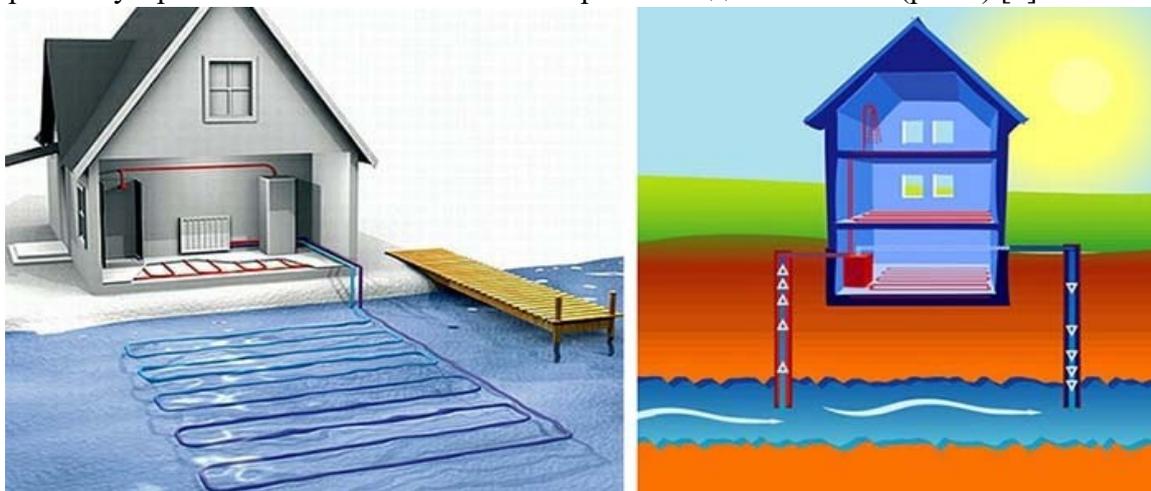


Рисунок 3 - Тепловой насос «Вода-вода» [3]

Тепловой насос «грунт-вода» извлекает тепловую энергию из почвы благодаря трубчатым теплообменникам и передает ее теплоносителю для систем отопления и горячего водоснабжения зданий и сооружений (рис.4) [1].



Рисунок 4 - Тепловой насос «Грунт-Вода» [4]

За КПД тепловых насосов принято считать показатель COP (coefficient of performance) - показатель преобразование первичной энергии во вторичную (тепловую), который, как правило, составляет от 1-5 (КПД 100-500%) [5]. Данный показатель зависит от соотношения между теплом, отданным горячей текучей среде (тепловая энергия, поставленная потребителю), и общей потребленной электроэнергией (энергией, которая требуется как компрессору, так и вспомогательному оборудованию, встроенному в тепловой насос:

устройства защиты от замерзания, оборудование регулировки и контроля, циркуляционные насосы, вентиляторы).

Также показатель COP теплового насоса зависит от выбранной системы отопления. При высокотемпературной системе отопления 80/60°C коэффициент COP имеет показатель ниже заявленных в техническом паспорте оборудования. Данные системы отопления являются надежными для частного жилого сектора. Тепловой насос будет иметь максимальную эффективность при низкотемпературной системе отопления 55/40 °C, благодаря чему COP может достигнуть 6 (600%) [6]. Согласно техническим рекомендациям производителей в низкотемпературной системе отопления тепловой насос будет эффективно функционировать, а также иметь долгий срок эксплуатации [7].

В таблице 1 предоставлены данные по COP технических паспортов тепловых насосов разных типов. Данные показатели являются стандартными с соблюдением определенных инженерных решений.

Таблица 1 - Показатель COP для различных видов тепловых насосов

| Тип теплового насоса | COP |
|----------------------|-----|
| Воздух-вода | 5 |
| Вода-вода | 4,5 |
| Грунт-вода | 4,5 |

При эксплуатации эффективность теплового насоса может изменяться в зависимости от переменных, таких как: климатический фактор, инженерные решения, принятые с учетом рассматриваемого объекта и региональных особенностей [6,7,8], поэтому реальный показатель COP должен приниматься с учетом данных составляющих.

Надежным способом является расчет, который учитывает температуру источника теплоты и теплоносителя в системе теплоснабжения.

Определить реальные показатели эффективности теплового насоса с учетом местных климатических условий и температуры теплоносителя возможно методом, описанным в [9]. Количество переменных зависит от вида теплового насоса предоставляемых производителями.

В таблице 2 определены показатели COP для трех видов теплового насоса с помощью выражения (1):

$$COP = \frac{T_2}{(T_2 - T_1)} \quad (1)$$

где T_1 - это t^0 природного источника тепла в Келвинах(воздух, вода и земля)

T_2 - это t^0 температура теплоносителя в системе отопления в Келвинах.

Таблица 2 - Показатели COP для различных видов тепловых насосов с учетом переменных факторов

| Тип теплового насоса | COP |
|----------------------|-----|
| Воздух-вода | 3,5 |
| Вода-вода | 4,5 |
| Грунт-вода | 4,5 |

При сравнении данных таблиц 1, 2 видно, что полученные показатели COP отличаются от указанных в технических паспортах, что подтверждает необходимость учета климатических условий и температуры теплоносителя.

Значение COP /EER для систем «воздух-вода» также может существенно изменяться в зависимости от температуры производства горячей или холодной воды, коэффициента загрузки агрегата и количества циклов размораживания. EER - показатель холодопроизводительности теплового насоса и потребляемой мощности. Показатель EER ниже COP, так как при холодоснабжении потребление первичной энергии выше [10].

Как отмечалось ранее, на показатель эффективности теплового насоса также влияет вид системы отопления. В работе произведен расчет для высокотемпературной (рис. 5) и низкотемпературной систем отопления (рис.6) для различных регионов Кыргызстана, в качестве эталона принята система «воздух-вода» [6,7,8].

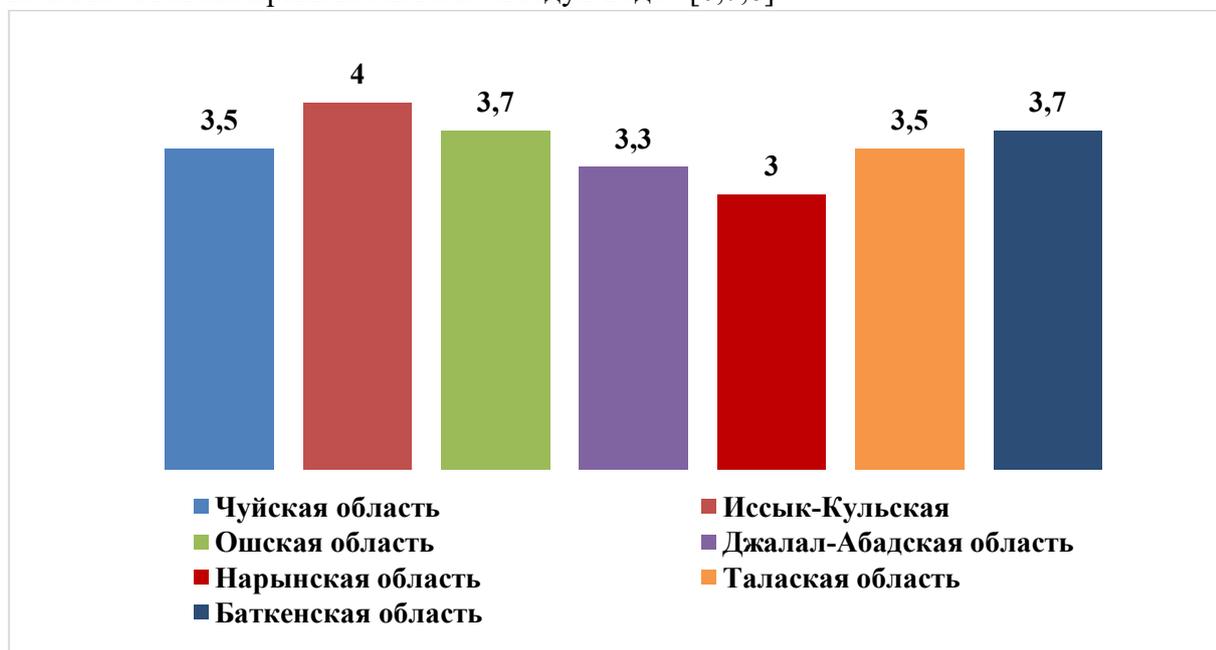


Рисунок 5 - Показатели коэффициента COP для различных регионов Кыргызстана при высокотемпературной системе отопления 80/60°C



Рисунок 6 - Показатели коэффициента COP для различных регионов Кыргызстана при низкотемпературной системе отопления 55/40°C

Как видно из представленных данных (рис. 5) прогнозируемый максимальный показатель COP теплового насоса «воздух-вода» составляет в Иссык-кульской области, где средняя наружная температурой воздуха -8°C , минимальная COP – в Нарынской и Джалал-Абадской областях, где средняя температура наружного воздуха от -25°C и ниже. Данная высокотемпературная система отопления $80/60^{\circ}\text{C}$ преобладает на территории Кыргызстана, в отличие от низкотемпературной системы отопления $55/40^{\circ}\text{C}$.

Тем не менее, производители тепловых насосов рекомендуют использовать их при низкотемпературной системе отопления. Преимущества данных систем множество: обеспечивают оптимальный уровень комфорта; позволяют экономить средства, за счет регулирования температуры; обеспечивают равномерное распределение тепловых потоков от пола при использовании системы теплого пола; безопасная эксплуатация; более длительный ресурс эксплуатации оборудования из-за невысокой нагрузки на тепловой насос и т.д.

В заключении хотелось бы отметить следующее:

1. Тепловые насосы являются энергоэффективным оборудованием для обогрева помещений.
2. При подборе теплового насоса необходимо учитывать климатические особенности региона, а также температуру теплоносителя.
3. Предварительный анализ позволяет спрогнозировать эффективность тепловых насосов (коэффициент производительности COP).
4. Выбор вида системы отопления также влияет на коэффициент COP теплового насоса.

Список литературы

1. Трубаев, П.А. Тепловые насосы: учеб. пособие [Текст] / П.А. Трубаев, Б.М. Гришко. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009. – 142 с.
2. [рис.1,] aistt.ru : Альтернативные источники тепла : сайт. – Белград -. URL <http://aistt.ru/stati/15-printsip-raboty-teplovogo-nasos>– ссылка на источник рисунков.
3. [рис.2,3] geopumps.ru : GEOPUMPS коммерческий сайт компании: – Москва -. URL <https://www.geopumps.ru/info/articles/teplovye-nasosy-vozdukh-voda-printsipy-deystviya-vybora-i-montazha/>.
4. [рис.4] kp.ru : Информационный сайт Российской Федерации : сайт. – Москва -. URL <https://www.kp.ru/guide/teplovye-nasosy.html>.
5. stat.kg: Национальный статистический комитет Кыргызской Республики: сайт.-Бишкек-. URL: <https://www.stat.kg/ru/institut/>.
6. Лобикова, Н. В. Экологическая целесообразность применения тепловых насосов для отопления индивидуальных жилых домов в Беларуси [Текст] / Н. В. Лобикова, А. С. Галюжин, О. М. Лобикова, С. Д. Галюжин // Вестник Белорусско-Российского университета. - 2018. - №2(59).
7. «Системы на тепловом насосе воздух-вода»: технико-информационное профессиональное издание [Текст] / под ред. Фабрицио Г. Изд. CALEFFI Hydronic Solutions.: 2022.
8. teplonasos.kiev.ua: Центр тепловых насосов: сайт для оказания коммерческих услуг: сайт.-Киев-. URL: <https://teplonasos.kiev.ua/ehffektivnost-teplovogo-nasosa/>.
9. Токменинов, К. А. Перспективы и эффективность использования тепловых насосов [Текст] / К. А. Токменинов, В. А. Широченко // Вестник Белорусско-Российского университета. - 2010. - №2(27).

УДК 697.132

DOI:10.56634-16948335.2024.2.963-970

**А.С. Супуева, А.Ч. Орозобекова, К.К. Муханова, Э.Э. Кулболдиев,
И.А. Джорупбеков**

И.Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУим. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

A.S. Supueva, A.Ch. Orozobekova, K.K. Mukhanova, E.E. Kulboldiev, I.A. Djorupbekov
Kyrgyz State Technical University n. a. I. Razzakov
Bishkek, Kyrgyz Republic
e-mail: supu_as@mail.ru, aizada1987@list.ru

СНИЖЕНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ ТЕПЛОТЫ И ВЫБРОСОВ CO₂ ЗДАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ И ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

АЙЛАНА-ЧӨЙРӨНҮН ЭНЕРГИЯСЫН, КҮН РАДИАЦИЯСЫН ЖАНА ЖЫЛУУЛУК НАСОСТОРДУ КОЛДОНУУ МЕНЕН ИМАРАТТАРДЫН ЖЫЛУУЛУК КЕРЕКТӨӨЛҮГҮН ЖАНА CO₂ ЧЫГАРЫЛЫШЫН АЗАЙТУУ

REDUCTION OF HEAT CONSUMPTION AND CO₂ EMISSIONS OF BUILDINGS USING ENVIRONMENTAL ENERGY, SOLAR RADIATION, AND HEAT PUMPS

Макалада Кыргыз Республикасынын шартында коомдук имараттарды жылытуу үчүн жылуулук насосторун колдонуунун экологиялык жана экономикалык натыйжалуулугу талкууланат. Салыштырмалуу отундарды (көмүр жана жаратылыш газы) жана жылуулук насосторун колдонууда зыяндуу заттардын эмиссиясына салыштырмалуу талдоо жүргүзүлгөн. Изилдөөнүн жыйынтыктары көрсөткөндөй, жылуулук насосторун ишке киргизүү жылытууга кеткен чыгымдарды олуттуу кыскартууга жана CO₂ эмиссиясын азайтуу аркылуу айлана-чөйрөгө терс таасирин азайтууга мүмкүндүк берет. Өзгөчө көңүл жылытуу мезгилинин өткөөл мезгилине (ноябрь жана март айлары) бурулат, анда температуранын олуттуу өзгөрүүсү байкалат. Эсептөөдө бул мезгилдерди эсепке алуу салттуу отундун керектөөсүн жана жылытууга финансылык чыгымдарды мындан ары кыскартууга мүмкүндүк берет. Күн радиациясынын жылуулук насосторунун иштешине тийгизген таасири да талданат, анткени күн радиациясынын жогорку интенсивдүүлүгү жылуулук насосторунун эффективдүүлүгүн жогорулатууга жардам берет.

Түйүндүү сөздөр: жылуулук насостору, энергия эффективдүүлүгү, күн энергиясы, CO₂ эмиссиясы, жылытуу мезгили.

В статье рассматривается экологическая и экономическая эффективность применения тепловых насосов для отопления общественных зданий в условиях Кыргызской Республики. Проведен сравнительный анализ выбросов вредных веществ при использовании традиционного топлива (уголь и природный газ) и тепловых насосов. Результаты исследования показали, что внедрение тепловых насосов позволяет значительно снизить затраты на отопление и уменьшить негативное воздействие на окружающую среду за счет сокращения выбросов CO₂. Особое внимание уделено переходным периодам отопительного сезона (ноябрь и март), когда наблюдаются значительные колебания температур. Учет этих периодов в расчетах позволяет дополнительно снизить потребление традиционного топлива и финансовые затраты на отопление. Влияние

солнечной радиации на работу тепловых насосов также проанализировано, так как высокая интенсивность солнечного излучения способствует повышению эффективности тепловых насосов.

Ключевые слова: тепловые насосы, энергетическая эффективность, солнечная энергия, выбросы CO₂, отопительный период.

The article discusses the environmental and economic efficiency of using heat pumps for heating public buildings in the conditions of the Kyrgyz Republic. A comparative analysis of emissions of harmful substances when using traditional fuels (coal and natural gas) and heat pumps was carried out. The results of the study showed that the introduction of heat pumps can significantly reduce heating costs and reduce the negative impact on the environment by reducing CO₂ emissions. Particular attention is paid to the transition periods of the heating season (November and March), when significant temperature fluctuations are observed. Taking these periods into account in calculations allows us to further reduce the consumption of traditional fuel and the financial costs of heating. The effect of solar radiation on the performance of heat pumps is also analyzed, since high solar radiation intensity helps to increase the efficiency of heat pumps.

Key words: heat pumps, energy efficiency, solar energy, CO₂ emissions, heating season

На сегодняшний день на территории Кыргызской республики для обеспечения населения тепловой энергией функционируют ТЭЦ городов Бишкек и Ош, районные и собственные котельные, где в качестве источника используются природный газ, уголь и электроэнергия. В большинстве котельных установок используется уголь, приводящий к **загрязнению окружающей среды** в виде выбросов в атмосферу парниковых газов, таких как оксиды азота (NO и NO₂); диоксида серы (SO₂) и углерода (CO₂), а также тяжелых металлов [1]. Негативные последствия использования угля проявляются в виде ухудшения качества воздуха в г. Бишкек, который по данным 2022- 2024 гг. сайта «AIR QUALITY» [2], входит в мировой топ-5 городов по загрязненности.

В связи с этим правительство КР приняло ряд решений для сокращения выбросов парниковых газов, при поддержке Всемирного банка и Национального банка КР. В числе этих решений, включены переход на использование природного газа, как более экологичного вида топлива, а также применение возобновляемых источников энергии [3]. Немаловажно, что влияние на энергопотребление здания оказывает архитектура и форма [13], также конструкции [11,12] здания.

По данным Национального статистического комитета Кыргызской Республики [4] доля населения, использующая природный газ в качестве источника энергии в системе отопления составляет около 5%, твердого топлива (уголь) 32%, электроэнергии (прямое использование) 64%. В связи с реализацией указа президента КР «О чрезвычайной ситуации в энергетической отрасли Кыргызской Республики» и дефицитом водных ресурсов, вводятся ограничения по потреблению электроэнергии в целях теплоснабжения [3,4].

На фоне кризиса в энергетическом секторе страны разработаны программы по развитию «Зеленой» экономики в Кыргызской республике [7] и план реализации «Определяемого на Национальном Уровне Вклада (ОНУВ) КР в Парижское соглашение Рамочной Конвенции ООН» [8], где рекомендуется снизить потребление угля через газификацию домохозяйств и котельных, а также расширить применение возобновляемых источников энергии.

На основе вышеизложенного строительным и проектным организациям предлагается использование тепловых насосов или оборудования с функцией теплового насоса вода-

воздух для систем теплоснабжения зданий, так как инсталляция такой системы обходится в разы дешевле, чем вода-вода.

Тепловой насос — это устройство, использующее механическую энергию для передачи тепла от низкопотенциального источника (энергия окружающей среды) к потребителю при более высокой температуре. Один и тот же тепловой насос может использоваться как для отопления, так и для охлаждения. [9]. Опыт использования тепловых насосов в системах теплоснабжения зданий, показывает, что их применение способствует снижению расходов потребления энергоносителей, также позитивно влияет на показатели вредных выбросов в атмосферу, за счет использования энергии окружающей среды [17]. Низкопотенциальной энергией окружающей среды является температура наружного воздуха. Влияющим фактором на значение температуры наружного воздуха является интенсивность поступления солнечной радиации [16]. От количества солнечных дней и интенсивности поступления солнечной радиации зависит КПД теплового насоса, так как, чем выше температура источника низкопотенциального тепла, тем эффективнее работает тепловой насос.

Авторами статьи предлагается установить тепловой насос для покрытия доли потребности в тепловой энергии системы отопления исследуемого объекта.

Объектом исследования для данной статьи является общественное здание торговых магазинов по адресу Индустриальный парк в с. Ленинское контур (Аламединский район Чуйской области) №1130,1139 на северной объездной дороге. На данном объекте планируется установка для нагрева и охлаждения системы чиллер – фанкойл с функцией теплового насоса воздух-вода коэффициентом преобразования (КОП) равным 3. Основным источником тепловой энергии исследуемого объекта в отопительный период запроектирована газовая котельная.

Для оценки эффективности применения тепловых насосов на нагрев были взяты для сравнения уголь и природный газ. Расчетное значение потребности в тепловой энергии здания пристройки был определен по методу, описанный в [14], в результате которого было установлено что теплопотребность здания равен 56,4 кВт.

Далее были произведены расчеты (см. Табл. 1) суточного и годового потребления тепловой энергии, стоимость тепловой энергии за месяц и за весь отопительный период, также сопутствующие выбросы CO₂, при использовании традиционного топлива (уголь и природный газ). Стоимость природного газа составляет - 20,0766 сом за 1 м³, угля в среднем – 5,5 сомов за кг (5500 сомов за тонну).

Таблица 1 - Потребление топлива, стоимость тепловой энергии и выбросы CO₂ без учета переходного периода

| Вид топлива | Потребление топлива | | Стоимость тепловой энергии | | Выбросы CO ₂ , т/год |
|-------------|----------------------|-----------------------|----------------------------|-------------------|---------------------------------|
| | суточное потребление | годовое потребление | за месяц, сом/мес. | за год, сом/сезон | |
| Газ | 135,7 м ³ | 20 355 м ³ | 84 456,2 | 408 659,2 | 40,7 |
| Уголь | 406 кг | 60 900 кг | 69 223 | 334 950 | 178,4 |

Снижение затрат на основной энергоноситель достигается за счет использования теплового насоса в переходный период, который охватывает начало и конец отопительного

сезона, в течение которого система отопления постепенно начинает функционировать или прекращает работу. Например, для города Бишкека и его окрестностей переходными являются месяцы *ноябрь* (начало отопительного периода) и *март* (конец отопительного периода).

Согласно многолетним данным [15], количество отопительных дней для исследуемой местности составляет 150 суток. Фактически начало отопительного периода определяется количеством суток с устойчивой средней температурой наружного воздуха ниже 8 °С. В справочнике также представлены многолетние данные по интенсивности поступления суммарной солнечной радиации при различных условиях облачности, таких как безоблачное небо и средняя облачность. Эти данные разделены на показатели для горизонтальных и вертикальных поверхностей. Интенсивность солнечной радиации оказывает значительное влияние на температуру наружного воздуха. В периоды с высокой солнечной активностью количество необходимой тепловой энергии для поддержания комфортной температуры внутри помещения снижается [18]. Это приводит к сокращению суток, когда требуется активное отопление и соответственно, использование теплового насоса в переходные периоды позволит сократить отопительный период на 50 суток (по 25 суток в ноябре и марте). Важно отметить, что данное сокращение зависит от значений температуры наружного воздуха, содержание смога в атмосфере, также может варьироваться в зависимости от климатических условий.

Таблица 2 - Потребление топлива, стоимость тепловой энергии и выбросы CO₂ с учетом переходного периода

| Вид топлива | Потребление топлива | | Стоимость тепловой энергии | | Выбросы CO ₂ , т/год |
|---------------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------------|-------------------|---------------------------------|
| | суточное потребление | годовое потребление | за месяц, сом/мес. | за год, сом/сезон | |
| Газ | 135,7 м ³ | 13 570 м ³ | 84 456,2 | 272 439,4 | 27,14 |
| Уголь | 406 кг | 40 600 кг | 60 900 | 223 300 | 118,9 |
| Электро-энергия (чилер-фанкойл) | 516 кВт | 25 800 кВт | 37 152 | 61 920 | - |

Таблица 2 представляет собой сравнительный анализ потребления традиционного топлива в общественных зданиях при использовании тепловых насосов в переходные периоды отопительного сезона, конкретно в ноябре и марте. В таблице содержатся данные о количестве отопительных дней, использующих основной вид топлива, и объеме потребляемого топлива.

График 1 демонстрирует значительное снижение потребления традиционного топлива, такого как уголь и природный газ, при установке теплового насоса. Для точности расчетов потребление угля было переведено в эквивалентные объемы природного газа. Это позволяет провести более корректное сравнение эффективности использования различных видов топлива до и после установки теплового насоса.

Сравнение данных Таблицы 1 и Таблицы 2 показывает, что применение теплового насоса позволяет снизить использование традиционного топлива. Например, использование угля в переходный период уменьшилось на 20 912 кг. Если перевести это значение в метры кубические природного газа, то получаем эквивалентное потребление природного газа. После установки теплового насоса потребление угля снизилось до 40 600 кг, что также переводится в эквивалентное потребление природного газа.

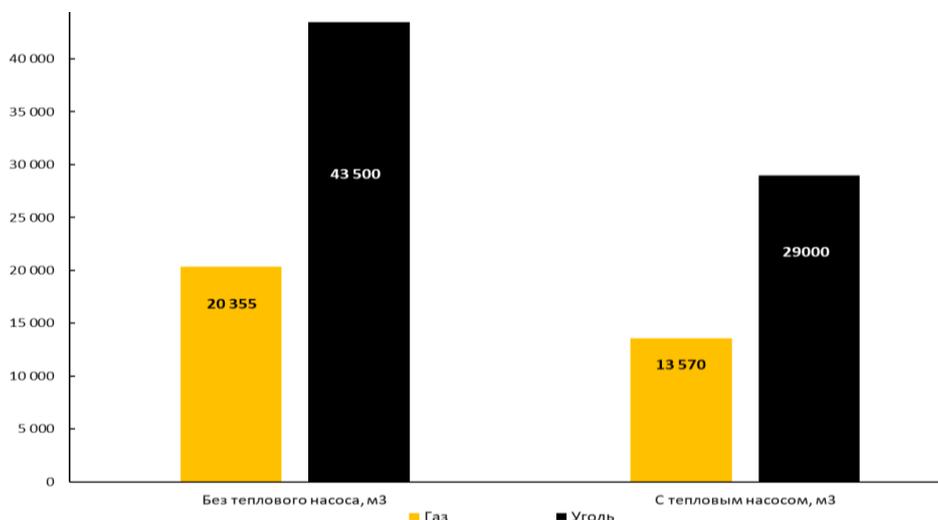


Рисунок 1 - График снижения потребления топлива (уголь, природный газ) при использовании теплового насоса для переходного периода

Потребление природного газа до установки теплового насоса, составляло 20 355 м³ за отопительный период. После установки теплового насоса, это значение снизилось до 13 570 м³. Это сокращение на 33% свидетельствует о значительном улучшении энергоэффективности системы отопления.

Рисунок 2 демонстрирует снижение экономических затрат на приобретение топлива после установки теплового насоса в переходный период. Это снижение является значительным и ощутимым, что подтверждает экономическую целесообразность использования тепловых насосов. До установки теплового насоса, стоимость тепловой энергии при использовании угля за отопительный сезон составляла 334 950 сомов. После установки теплового насоса с вычетом стоимости электрической энергии 61920 сомов, затраты на уголь снизились до 161 380 сомов. Это сокращение затрат на 173 570 сомов свидетельствует о существенной экономии средств.

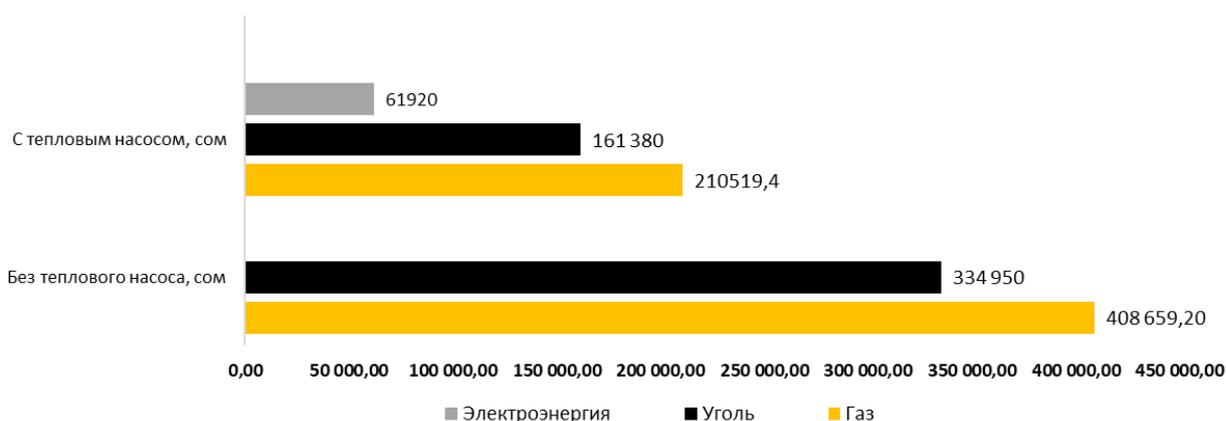


Рисунок 2 - График снижения стоимости тепловой энергии на использование энергоносителей (природный газ, уголь) при установке теплового насоса

Аналогично, затраты на природный газ до установки теплового насоса составляли 408 659,2 сомов за отопительный сезон. После установки теплового насоса, затраты на природный газ снизились до 210 519,4 сомов. Это сокращение на 198 140 сомов также подтверждает значительную экономическую выгоду от использования теплового насоса.

Для более полной оценки воздействия использования различных источников топлива на окружающую среду, были также посчитаны выбросы CO₂ [19] от использования угля и природного газа для отопления общественных зданий, что позволяет получить точное представление об экологической эффективности подхода.

Показатели сопутствующих выбросов при использовании угля и природного газа существенно снизились благодаря установке теплового насоса для переходного периода. Например, выбросы CO₂ от использования угля сократились с 178,4 тонн за отопительный период до 118,9 тонн. Аналогично, выбросы CO₂ от использования природного газа уменьшились с 40,7 тонн до 27,14 тонн за отопительный сезон. Этот значительный спад в выбросах углекислого газа подчеркивает экологическую эффективность тепловых насосов. Сокращение выбросов CO₂ способствует уменьшению негативного воздействия на окружающую среду и улучшению качества воздуха.

Учитывая, что природный газ считается более экологичным топливом по сравнению с углем, снижение выбросов CO₂ при его использовании оказалось менее значительным. Тем не менее, даже небольшое уменьшение выбросов природного газа оказывает положительное влияние на экологическую обстановку.

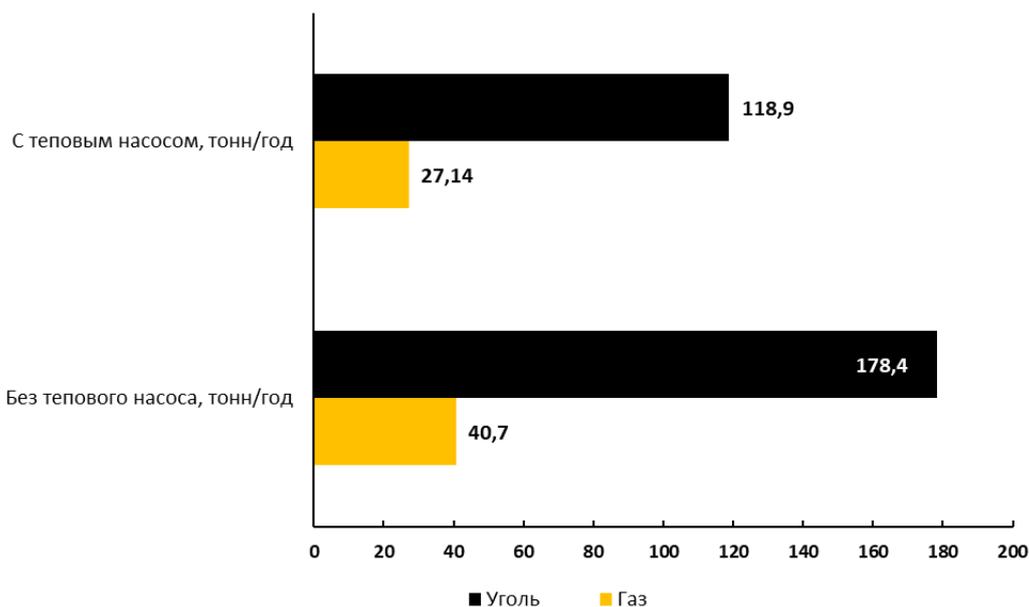


Рисунок 3 - Снижение выбросов CO₂ от использования угля и природного газа при установке тепловых насосов для переходного периода, *t/год*

Результаты исследования продемонстрировали, что использование тепловых насосов в переходные периоды отопительного сезона (ноябрь и март) приводит к значительному сокращению экономических затрат на приобретение топлива и снижению выбросов CO₂ в атмосферу.

Выводы

- Использование тепловых насосов для отопления зданий в условиях Кыргызской Республики значительно снижает затраты на топливо. В переходные периоды

отопительного сезона экономия затрат на уголь составила 173 570 сомов, а на природный газ — 198 140 сомов за отопительный сезон.

- Внедрение тепловых насосов приводит к существенному сокращению выбросов углекислого газа (CO₂). Выбросы CO₂ от угля снизились с 178,4 тонн/год до 118,9 тонн/год, а от природного газа — с 40,7 тонн/год до 27,14 тонн/год за отопительный сезон, что подтверждает экологическую эффективность тепловых насосов.
- Применение тепловых насосов в переходные периоды (ноябрь и март), когда наблюдаются значительные колебания температуры наружного воздуха, позволяет дополнительно снизить потребление традиционного топлива и затраты на отопление за счет учета интенсивности поступления солнечной радиации.
- Снижение выбросов загрязняющих веществ при использовании тепловых насосов способствует улучшению качества воздуха, особенно в городах с высоким уровнем загрязнения, таких как Бишкек. Это важно для уменьшения негативного воздействия на здоровье населения.
- Внедрение тепловых насосов соответствует стратегиям развития зеленой экономики и снижению углеродного следа. Это способствует выполнению международных обязательств Кыргызской Республики по сокращению выбросов парниковых газов и устойчивому развитию энергетического сектора.

Список литературы

1. Борьба с загрязнением воздуха в Бишкеке: Дорожная карта по улучшению качества воздуха. Справка АБР, №272, 2023 г.
<https://www.adb.org/sites/default/files/publication/923306/adb-brief-272-tackling-air-pollution-bishkek-ru.pdf>
2. Индекс качества воздуха (AQI) и загрязнение атмосферы PM2.5 в мире// [сайт]. – URL: <https://www.iqair.com/kyrgyzstan/bishkek>
3. Всемирный банк// [сайт]. – URL: <https://www.vsemirnyjbank.org/ru/topic/climatechange/overview>
4. Национальный статистический комитет Кыргызской Республики// [сайт]. – URL: <https://www.stat.kg/ru/institut/>
5. Экологическая целесообразность применения тепловых насосов для отопления индивидуальных жилых домов в Беларуси [Текст] Н. В. Лобикова, А. С. Галюжин, О. М. Лобикова, С. Д. Галюжин // Вестник Белорусско-Российского университета. - 2018. - № 2(59).
6. Федосеева, Е. А. Анализ применения тепловых насосов в мире [Текст] / Е. А. Федосеева, Д.В. Крупеня, В.Р. Булатов // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2020. - № 2. - т. 16.
7. Министерство экономики и коммерции Кыргызской Республики // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://mineconom.gov.kg/froala/uploads/file/6a0723b1ddba1f85fce34897e6654f6765710262.pdf>
8. Erkin Boronbaev, Energy Saving Architecture: Engineering and Climate Change, Medicon Engineering Themes (ISSN: 2834-7218), Volume 4, Issue 6 (June 2023): 01. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://themedicon.com/pdf/engineeringthemes/MCET-04-139.pdf>
9. Министерство природных ресурсов, экологии и технического надзора Кыргызской Республики // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://mnr.gov.kg/ru/posts/our-projects/proekt-plana-realizacii-opredelyaemogo-na-nacionalnom-urovne-vklada-onuv-kr-v-parizskoe-soglasenie-ramosnoi-konvencii-on-ob-izmenenii-klimata>
10. Erkin Boronbaev, Energy Saving Architecture Concept: Buildings with Low Energy Consumption and Emissions in Kyrgyzstan, International Conference on Sustainable

- Technologies in Civil and Environmental Engineering (ICSTCE 2023), 26 July 2023; E3S Web of Conferences 405, 04039 (2023); DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340504039>
11. Д. Рей, Д. Макмайл, Тепловые насосы, пер. с англ. – М.: Энергоиздат, 1982, 224 с.
 12. Boronbaev E., Unaspekov B., Abdylbaeva A., Holmatov K., Zhyrgalbaeva N. Buildings Enclosures Coupling by Its Energy Efficiency, Seismic Resistance and Microclimate. In: Akimov P., Vatin N. (eds). Proceedings of FORM 2021. Lecture Notes in Civil Engineering, vol. 170, pp. 495 - 503, 2022. Springer, Cham, Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-030-79983-0_45
 13. Erkin Boronbaev, Berikbay Unaspekov, Aigul Abdylbaeva, Elmira Tohlukova, Kamoliddin Holmatov, Nurbubu Zhyrgalbaeva , Full-Fledged Use of Semi-Basement Space by Building Seismic-Resistance, Energy-Efficiency, Microclimate and Preventing Influences of Thermal Bridges and Mold Growth, Civil Engineering and Architecture, Vol. 10, No. 1, pp. 131 - 143, 2022. HRPUB, San Jose, USA. DOI: 10.13189/cea.2022.100112; <https://www.hrpub.org/download/20211230/CEA12-14825070.pdf>
 14. Abdykalykov, E. Boronbaev, U. Begaliev, K. Holmatov, N. Zhyrgalbaeva, Building wall corner structures, its microclimate and seismic resistance, in the e3s-conference Proceedings of 24th International Scientific Conference “Construction the Formation of Living Environment” (FORM-2021), April 22-24, 2021, Moscow, Russia. E3S Web of Conferences 263, 04051 (2021). DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126304051>
 15. E. Boronbaev, Energy-saving Architecture: Background, Theory and Practice in Kyrgyzstan, 12th Nordic Symposium on Building Physics (NSB 2020), 6-9 September 2020, Tallinn, Estonia. E3S Web of Conferences, 172, 19010 (2020). DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017219010>.
 16. СП 23-101-2013 КР. Проектирование тепловой защиты зданий, ГОССТРОЙ КР, Бишкек 2013. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.energoreestr.kg/sites/default/files/documents/C%D0%9D%D0%B8%D0%9F-%D0%A2%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F-%D0%B7%D0%B0%D1%89%D0%B8%D1%82%D0%B0-%D0%B7%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9_2013_RUS.pdf
 17. СНиП КР 23-02-00 Строительная климатология [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cbd.minjust.gov.kg/39-31/edition/924624/ru>
 18. Боронбаев, Э.К. Влияние динамики солнечной энергии на ориентацию зданий [Текст] / Э.К. Боронбаев, Э.О. Тохлукова // Энергосбережение и микроклимат в зданиях: сб. науч. тр. / Кырг. гос. ун-т строит-ва, трансп. и ар-хит. – Бишкек: Технология, 2000. – Вып. 2. – С. 35-44.
 19. Боронбаев, Э.К. Энергоэффективность здания и реальная продолжительность периода отопления [Текст] / Э.К. Боронбаев, А.М. Абдылдаева, Э.О. Тохлукова // Энергосбережение – проблемы, современные технологии и управление. – Бишкек: Техник, 2003. – С. 238–243.
 20. United States Environmental Protection Agency (EPA). Emission Factors for Greenhouse Gas Inventories. Available at: <https://www.epa.gov/climateleadership/center-corporate-climate-leadership-ghg-emission-factors-hub>.
 21. Boronbaev, E., Abdylbaeva, A., Orozobekova, A., Zhyrgalbaeva, N., Kozhonov, R, Investigations of Enclosures Conditions and Determination of Seasonal and Daily Work Schedules of the Mausoleum Shah-Fazil, Kyrgyzstan. In International Conference on Geosynthetics and Environmental Engineering 2023, March, Springer Nature. – Singapore: 2023, pp. 261-269.

ЭНЕРГЕТИКА

УДК 620.92

DOI:10.56634-16948335.2024.2.971-977

Д.В. Казакова, Ю. Н. Зацаринная

Казань мамлекеттик энергетикалык университети, Казань шаары, Россия
Федерациясы

Казанский государственный энергетический университет, Казань, Российская
Федерация

D.V. Kazakova, Yu. N. Zatsarinnaya

Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russian Federation

РАЗВИТИЕ МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

ЭНЕРГИЯНЫН КАЙРА ЖАРАЛУУЧУ БУЛАКТАРЫНЫН НЕГИЗИНДЕ ДҮЙНӨЛҮК ЭНЕРГИЯНЫ ӨНҮКТҮРҮҮ

THE DEVELOPMENT OF GLOBAL ENERGY BASED ON RENEWABLE ENERGY SOURCES

Эмгекте кайра жаралуучу энергияны өнүктүрүүгө таасир этүүчү факторлор келтирилген, 2017-2022-жылдар аралыгында кайра жаралуучу энергиянын кубаттуулугунун өсүшү талданган, кайра жаралуучу энергиянын белгиленген кубаттуулугу боюнча дүйнөлүк лидерлер баса белгиленген, дүйнөлүк энергетика секторунун негизги өнүгүү тенденциялары жана ар кайсы өлкөлөрдүн энергетикалык саясатынын негизги багыттары каралган.

Түйүндүү сөздөр: дүйнөлүк энергетика, энергиянын кайра жаралуучу булактары, энергетикага өтүү, электр энергиясын өндүрүү, энергетикалык саясат.

В работе перечислены факторы, влияющие на развитие возобновляемой энергетики, проанализирован рост мощностей возобновляемых источников энергии в период с 2017 по 2022 гг., выделены мировые лидеры по установленной мощности возобновляемых источников энергии, рассмотрены основные тенденции развития мирового энергетического сектора и ключевые направления энергетической политики разных стран.

Ключевые слова: мировая энергетика, возобновляемые источники энергии, энергетический переход, генерация электроэнергии, энергетическая политика.

The paper lists the factors influencing the development of renewable energy, analyzes the growth of renewable energy capacity in the period from 2017 to 2022, identifies the world leaders in installed capacity of renewable energy sources, examines the main trends in the development of the global energy sector and key areas of energy policy in different countries.

Keywords: global energy, renewable energy sources, energy transition, electricity generation, energy policy.

На сегодняшний день возобновляемая энергетика находится в фокусе внимания мирового сообщества. В мировом социально-экономическом развитии решение вопросов энергобезопасности и энергоэффективности играют важную роль, в связи с этим особую

значимость приобретает производство электроэнергии с помощью возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

Обсуждая вопросы необходимости развития возобновляемой энергетики в первую очередь акцент делается на экологическом аспекте. При активном развитии промышленности ресурсы угля, нефти и газа довольно быстро истощаются, а отходы от сжигания ископаемого топлива выбрасываются в атмосферу, создавая при этом экологические проблемы. ВИЭ помогают снизить уровень загрязнения окружающей среды, т.к. при их использовании выбросы вредных веществ значительно снижаются по сравнению с органическими топливными ресурсами.

Одним из факторов развития, оказывающих влияние на вектор развития ВИЭ в мире, является снижения зависимости от импортируемых энергоресурсов. В отличие от топливно-энергетических ресурсов, которые сосредоточены в ограниченном числе стран и находятся в монопольном владении, ресурсы ВИЭ распределены шире и доступны к использованию практически в любых регионах. Особое значение этот фактор имеет в странах Европейского Союза, т.к. на территориях этих государств отсутствуют свои запасы органических ресурсов в необходимом объеме.

Неограниченность ВИЭ также является фактором, влияющим на развитие сектора возобновляемой энергетики. Топливо-энергетические ресурсы образуются в течение длительных геологических периодов с низкой скоростью образования. Из-за чрезвычайной низкой скорости образования эти ресурсы не могут быть восполнены после истощения. В то время как возобновляемые источники энергии практически неограниченны по своей природе, они самовосстанавливаются в течение циклического периода времени и не могут быть полностью исчерпаны. Ученые выяснили, что технический потенциал ВИЭ в мире составляет около $7,8 \cdot 10^5$ млрд. т н.э. [1].

Растущая обеспокоенность современного общества экологическими проблемами и опасения по поводу климатических изменений оказывают существенное влияние на развитие возобновляемой энергетики. На энергетику и промышленность приходится наибольшая доля выбросов углекислого газа, снижение доли традиционных источников энергии в общемировой генерации с перспективой полного отказа от них и заменой их на ВИЭ приведет к уменьшению объемов выбросов углекислого газа [2]. Интеграция возобновляемых источников энергии в энергосистему является для международного сообщества одним из наиболее действенных путей решения экологических и климатических проблем.

По данным IRENA в 2022 году мировая мощность ВИЭ составила 3371,79 ГВт, что на 294,55 ГВт или 9,57% больше чем в 2021 году [3]. Среди различных видов ВИЭ гидроэнергетика занимает наибольшую долю в общемировом объеме, ее мощность в 2022 году составила 1255,54 ГВт, большая часть оставшейся мощности пришлась на солнечную и ветровую энергетику. Общемировой объем генерирующих мощностей ВИЭ в 2022 году состоял на 37,24% из гидроэнергетики, 31,23% из солнечной энергии, 26,66% из энергии ветра, 4,87% пришлись на другие источники энергии. За пять лет доля гидроэнергетики в общемировой установленной мощности уменьшилась на 15,42 процентных пункта, доля солнечной и ветровой энергии увеличилась на 13,12 и 3,13 процентных пункта соответственно.

Таблица 1 - Рост мощностей ВИЭ в мире за 2017-2022 гг., ГВт.

| | 2017г. | 2018г. | 2019г. | 2020г. | 2021г. | 2022г. |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Гидроэнергетика | 1151,11 | 1173,39 | 1191,48 | 1212,90 | 1235,01 | 1255,54 |
| Солнечная энергия | 395,95 | 489,31 | 592,25 | 720,43 | 861,54 | 1053,12 |
| Ветроэнергетика | 514,42 | 564,51 | 620,84 | 731,66 | 824,17 | 898,82 |

| | | | | | | |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Биоэнергетика | 111,01 | 118,19 | 124,20 | 133,24 | 141,30 | 148,91 |
| Геотермальная энергия | 13,03 | 13,47 | 14,09 | 14,42 | 14,70 | 14,88 |
| Морская энергия | 0,53 | 0,53 | 0,53 | 0,52 | 0,52 | 0,52 |
| Всего ВИЭ | 2186,04 | 2359,40 | 2543,38 | 2813,16 | 3077,24 | 3371,79 |

В период с 2017 по 2022 гг. мощность возобновляемых источников энергии увеличивается ежегодно. За пять лет мировая мощность ВИЭ увеличилась на 54,24%. Солнечная и ветровая энергия развиваются стремительно и доминируют в увеличении возобновляемых генерирующих мощностей. За рассматриваемый период мощность солнечной энергии увеличилась на 165,97%, мощность ветровой энергии выросла на 74,72%, рост мощности гидроэнергетики составил 9,07%.

В 2022 году солнечная энергия лидировала в расширении мощностей по сравнению с 2021 годом с увеличением на 22,24%, за ней следовала энергия ветра, рост которой составил 9,06%, мощность гидроэнергетики увеличилась на 1,66%.

В таблице 2 выделены страны-лидеры по установленной электрической мощности возобновляемых источников энергии. В 2022 году на долю этих стран приходилось 59,29% от общей мировой установленной мощности ВИЭ.

Таблица 2 - Ведущие страны по установленной мощности ВИЭ за 2021-2022 гг., ГВт.

| | Китай | | США | | Бразилия | | Индия | | Германия | |
|-----------------------|---------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|--------|----------|--------|
| | 2021г. | 2022г. | 2021г. | 2022г. | 2021г. | 2022г. | 2021г. | 2022г. | 2021г. | 2022г. |
| Гидроэнергетика | 354,53 | 367,71 | 83,81 | 83,85 | 109,43 | 109,81 | 46,78 | 47,22 | 5,49 | 5,58 |
| Солнечная энергия | 306,97 | 393,03 | 95,39 | 113,02 | 14,20 | 24,08 | 49,68 | 63,15 | 59,37 | 66,55 |
| Ветроэнергетика | 328,97 | 365,96 | 133,02 | 140,86 | 21,16 | 24,16 | 40,07 | 41,93 | 63,83 | 66,32 |
| Биоэнергетика | 29,75 | 34,09 | 11,33 | 11,30 | 16,35 | 17,21 | 10,59 | 10,67 | 9,83 | 9,88 |
| Геотермальная энергия | - | - | 2,60 | 2,65 | - | - | - | - | 0,05 | 0,05 |
| Морская энергия | 0,01 | 0,01 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Всего ВИЭ | 1020,23 | 1160,80 | 326,15 | 351,68 | 161,14 | 175,26 | 147,12 | 162,96 | 138,57 | 148,38 |

За 2022 год установленная мощность ВИЭ в Китае выросла на 13,78%, в США рост составил 7,83%, в Бразилии-8,77%, в Индии-10,77%, в Германии – 7,08%.

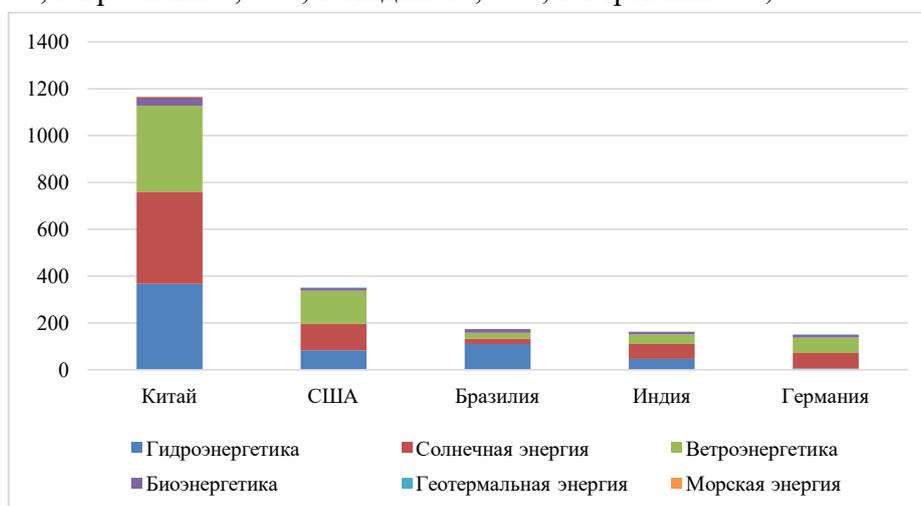


Рисунок 1 - Установленная мощность ВИЭ мировых лидеров за 2022 год, ГВт.

Мощность возобновляемых источников энергии Китая значительно превосходит мощности других стран. Годовая мощность ВИЭ в Китае превышает 1 ТВт. В 2022 году в структуре установленной мощности ВИЭ этой страны наибольшую долю занимала солнечная энергия - 33,86%, затем следовала гидроэнергетика и энергия ветра, удельных вес которых составил 31,68% и 31,53% соответственно. Доля гидроэнергетики за 2022 год снизилась на 3,07 процентных пункта, доля солнечной энергии напротив увеличилась на 3,77 процентных пункта.

В США преобладает мощность энергии ветра, так в 2022 году она составила 40,05% от всего объема установленной мощности ВИЭ страны. В Бразилии установленная мощность ВИЭ на 62,66% состоит из гидроэнергетики, однако, рост ее мощности за 2022 год оказался не значительным (менее 1%), в тоже время мощность солнечной энергии увеличилась на 69,58%.

Согласно данным Energy Institute в мировой энергосистеме ископаемое топливо доминирует [4].

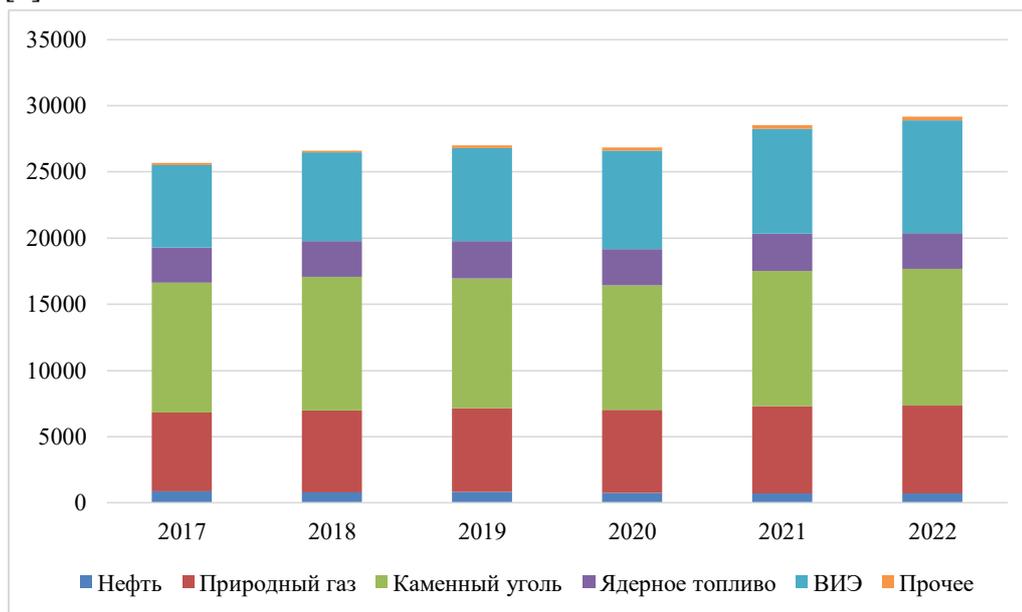


Рисунок 2 - Динамика выработки электрической энергии в мире по видам топлива 2017- 2022 гг., ТВт·ч.

За пять лет произошло снижение доли традиционных источников энергии и увеличение доли ВИЭ в выработке электрической энергии. Однако на традиционные источники энергии по-прежнему приходится большая часть производства электроэнергии. В структуре выработки электрической энергии доминирует каменный уголь, в 2022 году его доля составила 35,38%, на долю ВИЭ пришлось – 29,28%, на природный газ – 22,74%. В 2022 году наибольший рост выработки электроэнергии характерен для ВИЭ, она по сравнению с 2021 годом увеличилась на 585,1 ТВт·ч. и составила 8538,5 ТВт·ч, выработка электроэнергии на основе каменного угля выросла на 106,1 ТВт·ч., на основе ядерного топлива снизилась на 123,5 ТВт·ч.

С ростом доли выработки электроэнергии на основе ВИЭ, характеризующейся нестабильностью и зависимостью от погодных условий, появляются сложности с поддержанием надежного электроснабжения потребителей и обеспечением устойчивости энергетических систем. В связи с тем, что ВИЭ имеют неустойчивый режим производства электроэнергии, для повышения надежности электроснабжения потребителей применяются технологии накопления электроэнергии.

Расширение использования ВИЭ способствует созданию рабочих мест, требующих новых профессий и навыков, в особенности в секторе производства электроэнергии. Кроме

того, это ведет и к появлению рабочих мест в системе образования, обучения и подготовке кадров. Эти обстоятельства вызывают необходимость в расширении образовательных программ и повышении квалификации, переподготовке работников.

Согласно данным отчета IRENA глобальная занятость в отрасли возобновляемой энергетики в 2022 году составила 13727 тыс. рабочих мест [5]. В мире число рабочих мест в сфере возобновляемых источников энергии в 2022 году увеличилось на 32,72% по сравнению с 2017 годом. В основном рабочие места сосредоточены в нескольких странах – в частности, в Китае, а также в Бразилии, Индии и странах Европейского Союза. Среди различных технологий, основанных на ВИЭ, солнечная фотоэлектрическая система в 2022 году обеспечила наибольшее количество рабочих мест – 4902 тыс., затем следуют сектор биотоплива и гидроэнергетика число рабочих мест которых составило 2490 и 2485 тыс. соответственно.

Мировой рынок электроэнергетики на текущем этапе развития характеризуется несколькими тенденциями, среди которых можно выделить следующее:

- рост спроса на электроэнергию;
- цифровизация;
- децентрализация;
- декарбонизация.

В последние годы мировые потребности в электроэнергии растут. По данным доклада Международного энергетического агентства в 2023 году мировой спрос на электроэнергию вырос на 2,2%. Согласно их прогнозам, мировой спрос на электроэнергию будет расти более быстрыми темпами в течение следующих трех лет, увеличиваясь в среднем на 3,4% ежегодно до 2026 года [6]. Основными причинами быстрорастущего спроса на электрическую энергию являются рост телекоммуникации, населения, развитие промышленности и переход на электротранспорт. Перечисленные обстоятельства служат базой для множества разработок в области новых методов генерации энергии, а также методов снижения потребления энергии.

Энергетическая отрасль переживает серьезную трансформацию. В ответ на растущий спрос на энергию и проблемы, вызванные энергетическим кризисом, страны всего мира принимают новые стратегии для удовлетворения своих энергетических потребностей. По мере того как использование ВИЭ и технологий распределенной генерации становится все более распространенным, управление энергетическими сетями становится все более сложным. В энергетические сети вовлечен широкий круг заинтересованных сторон, включая производителей энергии, потребителей, а также системы распределения и передачи. Для решения этих проблем в энергетическую отрасль массово внедряются цифровые технологии, которые используются для мониторинга и управления энергетическими системами в режиме реального времени. Цифровизация электроэнергетики в первую очередь направлена на эффективное управление энергосистемами и изменение структуры энергетики с применением новых технологий генерации, распределения и потребления энергии. Цифровые технологии позволяют повысить эффективность использования существующей энергетической системы, внедрять сложные многоуровневые энергосети и интегрировать технологии ВИЭ. В настоящее время в энергетическом секторе среди цифровых технологий, наиболее широко используемых, можно выделить «цифровой двойник», представляющий собой виртуальное отображение технического объекта, воспроизводящий и задающий его структуру и состояние в реальном времени.

Увеличение возможностей управления электрическими сетями и развитие технологий распределенной генерации сформировали тренд децентрализации. Подключение новых объектов распределенной генерации, высокая активность потребителей, новые технологии вызывают необходимость адаптации энергосетей, изменения структуры и режимов их работы. В этой связи основными задачами становятся гибкость и расширение технических

возможностей электрических сетей для соответствия изменению состава генерации и потребителей [7].

Сегодня мировая энергетика находится на этапе четвертого энергетического перехода, движущей силой которого является борьба с глобальным изменением климата. В борьбе с изменением климата главным инструментом становится сокращение выбросов в атмосферу углекислого газа, требующее в свою очередь широкомасштабной реорганизации системы электроснабжения. Страны по всему миру поддерживают политику декарбонизации, активно внедряют современные энергосберегающие и энергоэффективные технологии, переходят на производство электрической энергии с использованием возобновляемых источников энергии.

Быстрое внедрение технологий возобновляемых источников энергии имеет решающее значение для достижения целей декарбонизации. Основными факторами, определяющими перспективы развития энергетике, являются политические меры, и их роль продолжает расти в связи с геополитической напряженностью. Развитые страны в рамках энергетических стратегий включают в себя программы по развитию производства электроэнергии из ВИЭ. Такие программы соотносятся с целями многих государств по уменьшению выбросов углерода. Так, например, Европейский Союз установил обязательный целевой показатель использования ВИЭ в общем энергетическом балансе в размере 40%, а также поставлена задача поэтапного вывода из эксплуатации угольных электростанций в трех странах. В Соединенных Штатах Америки издали закон, предусматривающий финансирование энергетических и климатических программ. Япония намерена возобновить работу атомных электростанций. Законопроект в Австралии закрепляет две национальные цели по выбросам парниковых газов: к 2030 году сократить выбросы на 43% по сравнению с уровнем 2005 года и достичь чистого нулевого уровня выбросов к 2050 году. В Корее разработана новая энергетическая политика, в соответствии с которой поставлена цель увеличить использование ВИЭ в производстве электрической энергии более чем на 20%, ядерной энергетике более чем на 30%, а также сократить использование угля к 2030 году [8].

В процессе достижения странами углеродной нейтральности популярность начинают приобретать водородные топливные элементы. Водород служит перспективной формой обеспечения эффективной и возобновляемой энергии. Однако стоит отметить, что пока водородная энергетика находится только на этапе зарождения в отрасли мировой энергетике. В этой связи особое внимание уделяется развитию технологий водорода, а также на политику государства, оказывающую непосредственное влияние на развитие водородной энергетике.

Таким образом, в энергетическом секторе сформировалось ряд направлений, ведущих к дальнейшей трансформации отрасли. Мировая энергетика находится на пороге четвертого энергетического перехода. Большинство стран в рамках своих стратегий энергетической политики обозначили план по наращиванию использования ВИЭ и поставили цель по достижению углеродной нейтральности. Мощность возобновляемых источников энергии увеличивается ежегодно, за пять лет рост составил 54,24%. Наибольшая доля возобновляемых источников энергии приходится на гидроэнергетику, солнечную и ветровую энергию. В увеличении мощностей лидируют солнечная и ветровая энергия. Китай опережает другие страны по установленной мощности ВИЭ. В 2022 году 34,43% от установленной мощности ВИЭ в мире приходилось на Китай.

Список литературы

1. Елистратов В.В. Использование возобновляемой энергии: учеб. пособие/ Елистратов В.В — СПб.: Издательство Политехнического университета, 2008. – 224 с.

2. Еремин В. В. Четвертый энергетический переход—барьеры и пути преодоления //Экономика. Налоги. Право. – 2023. – Т. 16. – №. 3. – С. 35-45.
3. IRENA: Renewable capacity statistics 2023 – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.irena.org/Publications/2023/Mar/Renewable-capacity-statistics-2023> (дата обращения: 26.02.2024).
4. Energy Institute: Statistical Review of World Energy 2023 – [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.emccement.com/pdf/Statistical_Review_of_World_Energy_2023.pdf (дата обращения: 26.02.2024).
5. IRENA: Renewable energy and jobs: Annual review 2023 – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.irena.org/Publications/2023/Sep/Renewable-energy-and-jobs-Annual-review-2023> (дата обращения: 28.02.2024).
6. IEA: Electricity 2024 Analysis and forecast to 2026 – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.iea.org/reports/electricity-2024> (дата обращения: 28.02.2024).
7. ФСК ЕЭС: Глобальные отраслевые тенденции – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://report2021.fsk-ees.ru/?/ru/73-globalnye-otraslevye-tendencii> (дата обращения: 29.02.2024).
8. IEA: World Energy Outlook 2022 – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022> (дата обращения: 05.03.2024).

С. Д. Уметалиев, Ж. Т. Галбаев¹, Т. С. Борукеев², А. Ж. Галбаев³

^{1,2,3} И.Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы

^{1,2,3} КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

¹ORCID: 0009-0008-2696-9932

²ORCID: 0008-0007-2673-7246

³ORCID: 0009-0008-2688-9439

S. D. Umetaliyev, J. T. Galbaev¹, T. S. Borukeev², A. J. Galbaev³

^{1,2,3} Kyrgyz State Technical University n. a. I. Razzakov

e-mail: samat_akilov@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СТАБИЛИЗАЦИИ ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ ИСТОЧНИКА БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ ДЛЯ ВЕТРОУСТАНОВОК

ШАМАЛ ОРНОТМОЛОРУН ҮЗГҮЛТҮКСҮЗ ЭНЕРГИЯ МЕНЕН КАМСЫЗДООНУН ЧЫГЫШ ПАРАМЕТРЛЕРИН ТУРУКТАШТЫРУУ САПАТЫН ЖОГОРУЛАТУУ

IMPROVING THE QUALITY OF STABILIZATION OF OUTPUT PARAMETERS OF AN UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY FOR WIND TURBINES

Бул макалада туруктуу энергия менен камсыз кылууну талап кылган автономдуу жүктөрдү энергия менен камсыз кылуу үчүн энергиянын кайра жаралуучу булактарына негизделген электр станцияларын колдонуунун негизги артыкчылыктары талкууланат. Бул типтеги татаал электр станциясын шамал энергиясын өзгөрткүчтөрдүн негизинде жасоого болот. Энергиянын кайра жаралуучу булактарын ишке киргизүү Кыргызстандын экономикасын экологиялык жактан таза жана өлкөнүн энергетика системасын өнүктүрүүнүн инновациялык жолдоруна чыгуунун эң маанилүү артыкчылыктарынын бири болуп эсептелет. Ушул жааттын актуалдуулугун өлкөнүн тийиштүү министр жетекчилери мамлекеттин эң жогорку стенддеринде дайыма баса белгилеп айтып келишет.

Тактап айтканда, акыркы жылдары барган сайын көбүрөөк изилдөөчүлөр илимий иштерди жана ар кандай практикалык изилдөө иштерин жүргүзүп, ошону менен катар энергиянын калыптанма булактарын өнүктүрүү боюнча иш-чаралардын программасын иштеп чыгууда, аны менен катар шамал энергиясын пайдаланууну эске алып өлкөбүздүн климаттык өзгөчөлүктөрү.

Келтирилген изилдөө иштери көрсөткөндөй, шамал энергетикасы тегерегинде орто эсеп менен потенциал жылына 45 млн кВт/сааттан ашык, болжол менен 1000 м2 аянтка жеткиликтүү.

Түйүндүү сөздөр: шамал энергиясы, инвертор, транзистор, электр энергиясы, шамал орнотмолору, аккумулятор.

В данной статье рассмотрено главные преимущества использования силовых установок на базе возобновляемых источников энергии для электропитания автономных нагрузок требующих постоянного электроснабжения. Такого вида комплексная силовая энергетическая установка может быть сделана на базе преобразователей ветровой энергии. Внедрение ВИЭ один важнейших приоритетов перехода экономика Кыргызстана на экологически чистые и на инновационные пути развития энергосистемы страны. Актуальность данного направления всегда на высоких трибунах страны подчеркивается руководителями профильного министерства республики.

В частности, в последние годы все больше исследователей проводят научные работы и различные практические исследовательские работы, а также разрабатывают программу

мероприятий по развитию возобновляемых источников энергии, а также использованию энергии ветра с учетом климатические особенности нашей страны.

Отчерченные изыскания показывают, что прогностический запас по части передней энергетики сочиняет больше 45 миллион кВт/ч в год, располагаемых площади на около 1000 м².

Ключевые слова: ветряная энергия, инвертор, транзистор, электрическая энергия, ветроустановки, аккумулятор.

This article discusses the main advantages of using power plants based on renewable energy sources to power autonomous loads that require constant power supply. This type of complex power energy plant can be made on the basis of wind energy converters. The launching of renewable get-up-and-go fountain-heads is individual of the virtually far-reaching predominances for the transformation of the Kyrgyz economy to environmentally friendly and innovative ways of developing the country's energy system. The relevance of this direction is always emphasized at the highest stands of the country by the heads of the relevant ministry of the republic.

It should be noted that in the last years, more and more researchers have been conducting well-controlled and functional research, and furthermore underdeveloped a announcement of magnitudes for the exploitation of renewable get-up-and-go sources, including the functional application of draught energy, captivating into explanation the climatic characteristics of Kyrgyzstan.

Conducted studies show that the forecast potential in the field of wind energy is more than 45 million kW/h per year, available on an area of about 1000 m².

Key words: wind energy, inverter, transistor, electric energy, wind turbines, battery.

Введение. Традиционные ветроустановки работают в диапазоне 5-30 м/с. Если ветер увеличивает свою скорость больше 25 м/с, они прекращаются производить электроэнергию. Включается защитная автоматика, лопасти скрывается лопасти, при сильных ураганах увеличивается риск их разрушения.

Кроме того жесткие требования представляется к выходным параметрам ветрогенератора по отношению устойчивости, надежности и стабилизированного напряжения.

Во многом можно добиться к устойчивым выходным параметрам ветроагрегата с помощью разработки и проектирования источников бесперебойного питания ИБП.

Источник бесперебойного питания ветроузла это устройство, которые предоставляет бесперебойное питание всех подключенных к нему потребителей.

ИБП отличается друг от друга в зависимости от мощности, напряжение и назначения.

Основная функция ИБП заключается в бесперебойном электропитании потребителей за счет энергии аккумуляторных батарей при пропадании энергии электросети.

Известны 3 типа ИБП: с двойным, интерактивным и резервным преобразованием. Из всех известных преобразователей, преобразователи с двойным преобразованием является самым совершенным и эффективным преобразователем.

Рассмотрим наиболее универсальную схему питание (ИБП) ветроагрегата.

Структурная схема данного преобразователя имеет следующий вид.



Рисунок 1 - Структурная схема преобразователя

Напряжение переменное которое поступает на вход 2 от сети сначала преобразуется выпрямителем в постоянное напряжение, а затем с помощью инвертора снова преобразуется в переменное напряжение.

В связи с этим на входе ИБП получаем высококачественную синусоиду с постоянной амплитудой не несамостоятельную через присутствия входного напряжение. Аккумуляторная армада неизменно интегрирована в цепь долговременного напряжения, что гарантирует быстрое время перехода на батареи, тем самым обеспечивается бесперебойное питания подключенных потребителей.

Основным узлом при обеспечении бесперебойного электроснабжения подключенных потребителей, является инвертор.

В последнее время разрабатывается различные типы и схемы инверторов, но как показал литературной анализ предложенные различные схемы составляет на не большие мощности, примерно на 100 и 150 Вт. Такие источники предназначены для теле и радиоаппаратур, аппаратуры связи, коммуникации и т.д.

На основе известный универсальной схемы инвертора с мощностью 100 Вт, выполненный на маломощных транзисторах с двумя плечами силовой цепи для получения чистой синусоиды (с задающим генератором для генерации управляемых импульсов), нами разработана принципиальная электрическая схема инвертора на мощность 5000 Вт.

Инверторы с мощностью 5 кВт в горных регионах, особенно для чабанов, где имеется ветроустановка или другие источники ВИЭ, предложенная схема инвертора очень востребована.

На рис 2. показана базовая схема маломощного инвертора.

Показанная в структурной схеме инвертор преобразователь работает по указанной схема рис.2

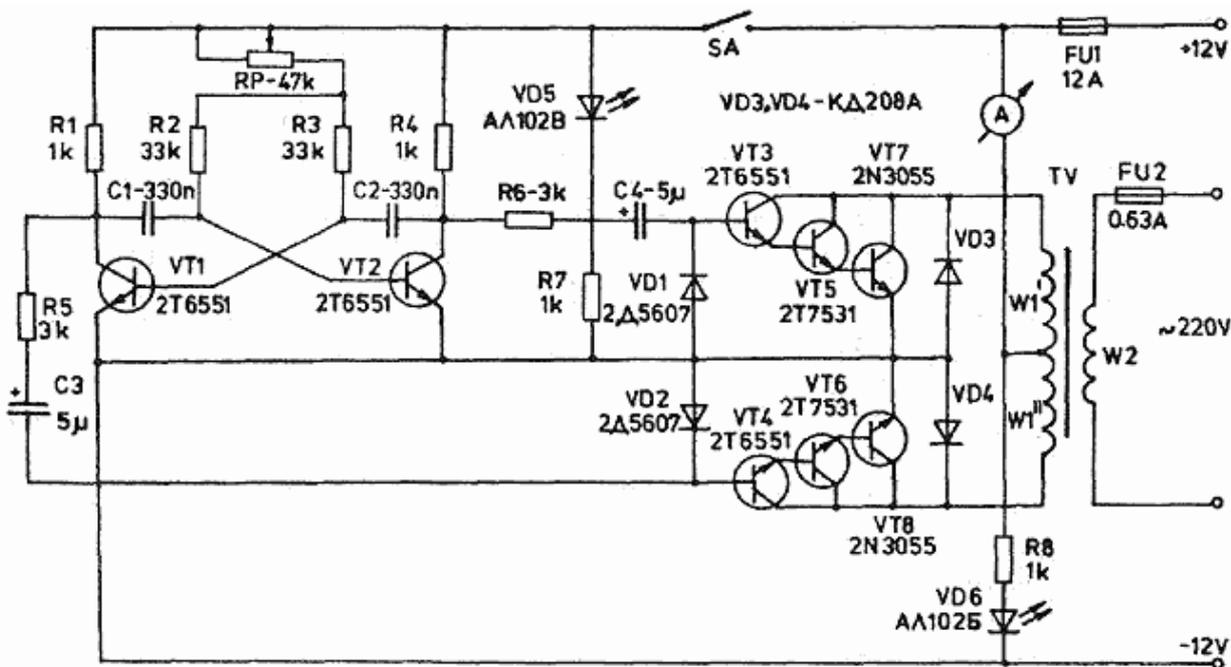


Рисунок 2 - Принципиальная схема инвертора

Под составными частями инвертора можем рассматривать задающий генератор VT1, VT2 и силовой цепи VT3...VT8.

По принципу работы инвертора, после включения постоянного напряжения питания, следует, что в задающемся генераторе на транзисторах VT1 и VT2 начинает генерировать управляющая импульса. Эти сгенерированные импульсы через R5 и C3 подаются на одно плечо силовой цепи, а через R6 и C4 на второе плечо, тем самым в итоге получаем колебания, близкие к синусоидальным.

Разработанная нами схема инвертора показаны на рис.3. выполненная на транзисторах IRF3205 рассчитанных на максимальный ток 110 А (390 А - макс. импульсный).

При нахождения основных номинальных данных параметров схемы учитываем следующей порядок расчета.

При заданной мощности инвертора 5 к Вт и при условия КПД трансформатора 85% определяется необходима мощность 5 к Вт + 15%(5 к Вт) = 5,75 к Вт.

$$\text{При этом ток инвертора на ходе составит: } I = \frac{P}{U} = \frac{5750}{12} = 479.17 \text{ A}$$

Для надежной работы выберем по 10 транзисторов IRF3205 в каждом плече. Тогда ток каждого транзистора составит: $I = \frac{I_{MAX}}{10} = \frac{479.17}{10} = 47.917 \text{ A}$.

Через сборку из 10 транзисторов суммарный ток составит 479.17 А.

С учетом КПД трансформатора 15% преобразователя при суммарном токе составных транзисторов 479.17 А и питающем напряжении 12 В мы получим на выходе преобразователя мощность 5 кВт.

Предложенная схема работает следующим образом:

При включении напряжения питания 12 В симметричный мультивибратор на транзисторах Q21-Q22 начинает формировать колебания, близкие к синусоидальным. Для обеспечения функционирования симметричного мультивибратора необходимо соблюдать следующие условия: R21=R24, R22=R23, C2=C3. Период импульсов определяется по формуле: $T=0,7(R22C2+R23C3)$.

Допустим, что, при включении питания транзистор Q21 открыт, соответственно, напряжение на его коллекторе минимально, а конденсатор C2 разряжается. В то время, как, транзистор Q22 закрыт и конденсатор C3 заряжается. Следовательно, если, напряжение на конденсаторе C2 стремится к нулю, а потенциал на базе транзистора Q22 постепенно становится положительным и транзистор Q22 начинает открываться. А если, напряжение на его коллекторе уменьшается и конденсатор C2 начинает разряжаться, транзистор Q21 закрывается. Полученные сигналы с выходов симметричного мультивибратора, с резисторов R21 и R24 подаются на затворы силовых сборок полевых транзисторов Q1-Q20 через резисторы R1-R20. Выходы сборок из полевых транзисторов подключены к секциям первичной обмотки трансформатора Т1. С выхода трансформатора Т1 получаем синусоидальное напряжения мощностью 5 к Вт.

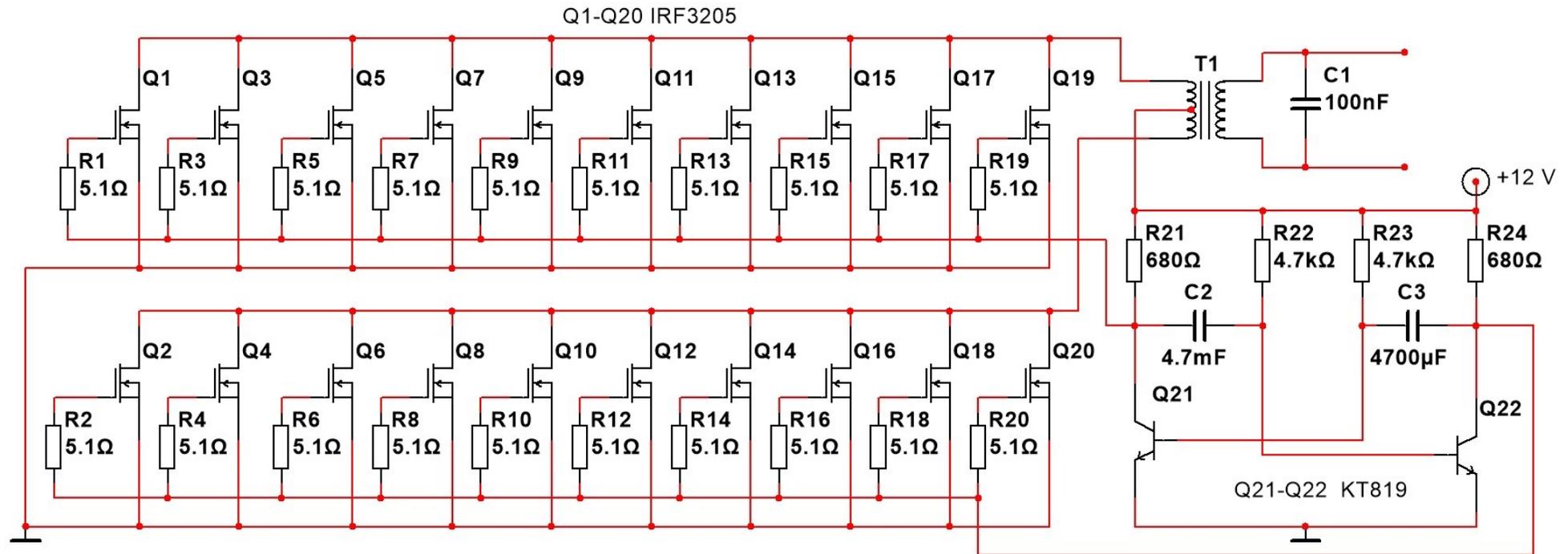


Рисунок 3 - Транзистор IRF3205 рассчитан на максимальный ток 110 А (390 А - макс. импульсный).
С учетом КПД трансформатора 15% при суммарном токе составных транзисторов 479.17 А мы получим на выходе преобразователя мощность 5 кВт.

Выводы

1. Разработанная электрическая схема рассчитана на мощности 5000 Вт, что обеспечивает всех потребителей одного дома чабана, включая электрооборудований, в том числе при необходимости отопительной системы;
2. Выходные параметры данного инвертора является очень близкой к синусоиде, что обеспечивает возможность подключения чувствительных приборов сети, Н: телевизоров, аппаратов связи и коммуникации т.д.
3. Данная разработанная электрическая схема является более универсальной, поскольку можно использовать, как ИБП для ветра, солнечной и на других преобразовательных системах;
4. Себестоимость предложенного инвертора примерно на 25% ниже от существующих инверторов эквивалентной мощности.

Список литературы

1. Иванова, И.Ю. Эффективность применения ветроэнергетических установок в восточных регионах России [Текст] / И.Ю. Иванова, А.Н. Симоненко // Малая энергетика. - 2010. - С.48-52. - Библиогр.: 6 назв.
2. Абаев, А.В. Расчет энергетических характеристик и испытания гелиокоидального ротора ВЭУ [Текст] /А.В. Абаев, А.В. Долинский, П.Ю. Беляков // Инженерные идеи. - Воронеж, 19-20 мая 2009. - Воронеж: ВГТУ, 2009. - С.137-138.
3. <https://www.chakanges.kg/content/page/89-proekt-BЭУ-ИБП>
4. <https://kabar.kg/news/glava-oznakomilsia-s-khodom-stroitel-stva-ges-ИБП>
5. Назаров, Б.В. Ветровая электростанция для работы на низких скоростях ветра [Текст] / Б.В. Назаров, Е.П. Пономарев // Физическая мысль России. - 2003. - N 1. - С.74-75.
6. Абдрахманов, Р.С. Влияние ветроэнергетических генерирующих комплексов на коммуникационные системы [Текст] / Р.С. Абдрахманов, С.Ю. Грациенко // Материалы докл, междунар. науч.-техн. конф., Казань, 15-19 сент. 2008. В 5 кн. Кн.3. Электроэнергетика и электроника. - Казань: КГЭУ, 2008. - С.44-46.
7. Коханевич, В.П. Исследование процессов преобразования энергии ветра в локальных энергосистемах [Текст] /В.П. Коханевич, Н.А. Шихайлов // Альтернативная энергетика и экология. - 2011. - N 8(100). - С.44-49.
8. Абдрахманов, Р.С. Оценка эксплуатационных характеристик крупных ВЭС на основании ветроэнергетических расчетов 18-19 дек. 2003 г. [Текст] /Р.С. Абдрахманов, Ю.Г. Назмеев. - Казань: КГТУ, 2004. - С.473-479.
9. Кудрявцев, А.В. Исследование асинхронного генератора ветроэнергетической установки [Текст] / А.В.Кудрявцев // Записки Горного института. - 2007. - Т.170, ч.1. - С.54-56.
10. <https://www.google.com/searchsourceid=chrome&ie=UTF>
11. Жогалев, А.П. Модель ветроэнергетической установки [Текст] / А.П.Жогалев // Москва, 12-13 мая 2004 г. В 4 ч. Ч.4. - М.: ГНУ ВИЭСХ, 2004. - С.175-180.
12. Новожилов, Ю.Н. Об эффективности ветряных двигателей [Текст] / Ю.Н.Новожилов // Промышленная энергетика. - 2004. - N 8. - С.56-57.
13. Кудрявцев, А.В. Исследование асинхронного генератора ветроэнергетической установки [Текст] / А.В. Кудрявцев // Записки Горного института. - 2007. - Т.170, ч.1. - С.54-56.

Г.П. Фролова, Н.В. Ершова

Б.Н. Ельцин атындагы Кыргыз-Россия Славян университети

Бишкек, Кыргыз Республикасы

Кыргызско-Российский Славянский университет имени Б.Н. Ельцина
Бишкек, Кыргызская Республика

G.P.Frolova, N.V. Ershova

Kyrgyz-Russian Slavic University named after B.N. Yeltsin

Bishkek, Kyrgyz Republic

e-mail: gal-ina.fr@yandex.ru, natasha-er@yandex.ru

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОДОХРАНИЛИЩА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ЭНЕРГЕТИКИ НА РЕКЕ ЧОН КЕМИН

ЭНЕРГИЯ АЛУУ ҮЧҮН ЧОҢ КЕМИН ДАРЫЯСЫНА СУУ САКТАГЫЧТЫ ДОЛБООРЛОО

DESIGNING A RESERVOIR FOR ENERGY PURPOSES ON THE CHONG KEMIN RIVER

Бул макала дайранын суусун ГЭСтин деривациялык каналына берүү үчүн толтуруп сактоо максатында суу сактагычтын көлөмүн эсептөөдө санитардык-техникалык шарттардын, суу сактагычтын ылайлануу мезгилинин талаптарын эске алуу эсеп-кысап жүргүзүүгө арналган.

Түйүндүү сөздөр: суу сактагычтын көлөмү, жээк критерийи, чөкмө режими, лайлануу.

Данная работа посвящена расчету определения объема водохранилища с учетом требований санитарно-технических условий и условий срока заиления водохранилища с целью резервирования речной воды для подачи в деривационный канал миниГЭС.

Ключевые слова: объем водохранилища, критерий литорали, режим наносов, заиление.

This work is devoted to the calculation of determining the reservoir volume, taking into account the requirements of sanitary and technical conditions, the conditions for the period of siltation of the reservoir for supply to the diversion mini-hydroelectric power station.

Key words: reservoir volume, littoral criterion, sediment regime, siltation.

Введение. В настоящее время для решения проблемы независимого энергообеспечения населенных пунктов горных районов на территории Кыргызской Республики выполняются мероприятия по выявлению потенциала малых рек для строительства малых гидроэлектростанций.

Одной из рек, принятых к исследованию в данном вопросе является река Чон Кемин – наиболее значительный приток реки Чу. Течет с востока на запад в узкой тектонической впадине между хребтами Кунгей-Алатау и Заилийским Алатау. Склоны долины крутые, русло порожистое. Пойма почти на всем протяжении отсутствует. У села Шабдан (Новороссийка) долина расширяется до 5 – 6 км. Нижний участок протяженностью 12 км представляет собой долину прорыва в Кеминском хребте. Русло к концу участка заполняет все дно долины, которая имеет ширину 30 – 50 метров. На реке имеется два гидрологических поста: Чон Кемин-Устье – начало наблюдений с 1929 года по настоящее время и Чон Кемин-

устье р. Карайлибулак – начало наблюдений с 1951 года по 1996 год. Оба поста обслуживаются Кыргызским Управлением Гидрометеослужбы. Данные по изученности реки приведена в табл. 1 [1].

Таблица 1 - Гидрологическая изученность р. Чон-Кемин

| Створ | Периоды наблюдений за: | | | | | |
|-------------------------|------------------------|-----------------------------------|-------------------|--------------------|--|--------------------------|
| | Характерными уровнями | Средними и характерными расходами | Температурой воды | Ледовыми явлениями | Расходом и стоком и взвешенных наносов | Химическим составом воды |
| Устье р. Карагайлибулак | 1951 | 1951-1996 | 1953 | 1951 | 1960-1980 | - |
| устье | 1943 | 1929-2022 | 1953 | 1929 | 1931-35,38-42,44,49- | 1938-42 |

Географические и гидрологические условия реки Чон Кемин позволяют в перспективе строительство каскада миниГЭС, в верхней же части реки при этом предполагается создание небольшого водохранилища с целью резервирования речной воды для подачи в деривационные каналы ГЭС.

Применяя метод гидрологической аналогии [2], на основе картографических данных были определены средневзвешенная высота в створе планируемого водохранилища $H_{\text{ср.взв.}}=2,270$ км, для которой характерно среднее оледенение (около 10%), расход воды $Q=14,32$ м³/с.

Расчет объема водохранилища выполнен из условия заданных длины гребня плотины $L_{\text{гр.пл.}}=500$ м и уровня НПУ, $H_{\text{НПУ}}=2330$ м. (рис. 1, 2).

Первоначально, принимая поверхность воды горизонтальной, при помощи программы QGIS были рассчитаны площади зеркала водохранилища, соответствующие различным уровням воды и заключенные между отдельными горизонталями и створом плотины, замыкающим горизонтали у берегов. Сечение горизонталей $h=5$ м, дно водохранилища принято на отметке $H=2285$ м (табл. 2).

Таблица 2 - Данные для расчета емкости водохранилища

| Отметки поверхности воды, Н, м | 2285 | 2290 | 2295 | 2300 | 2305 | 2310 | 2315 | 2320 | 2325 | 2330 |
|---|------|----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| Площадь зеркала Ω , м ² | 0 | 32654,37 | 86738,16 | 158169,59 | 246948,7 | 166843,41 | 191844,4 | 282154,1 | 385219,5 | 435731,7 |

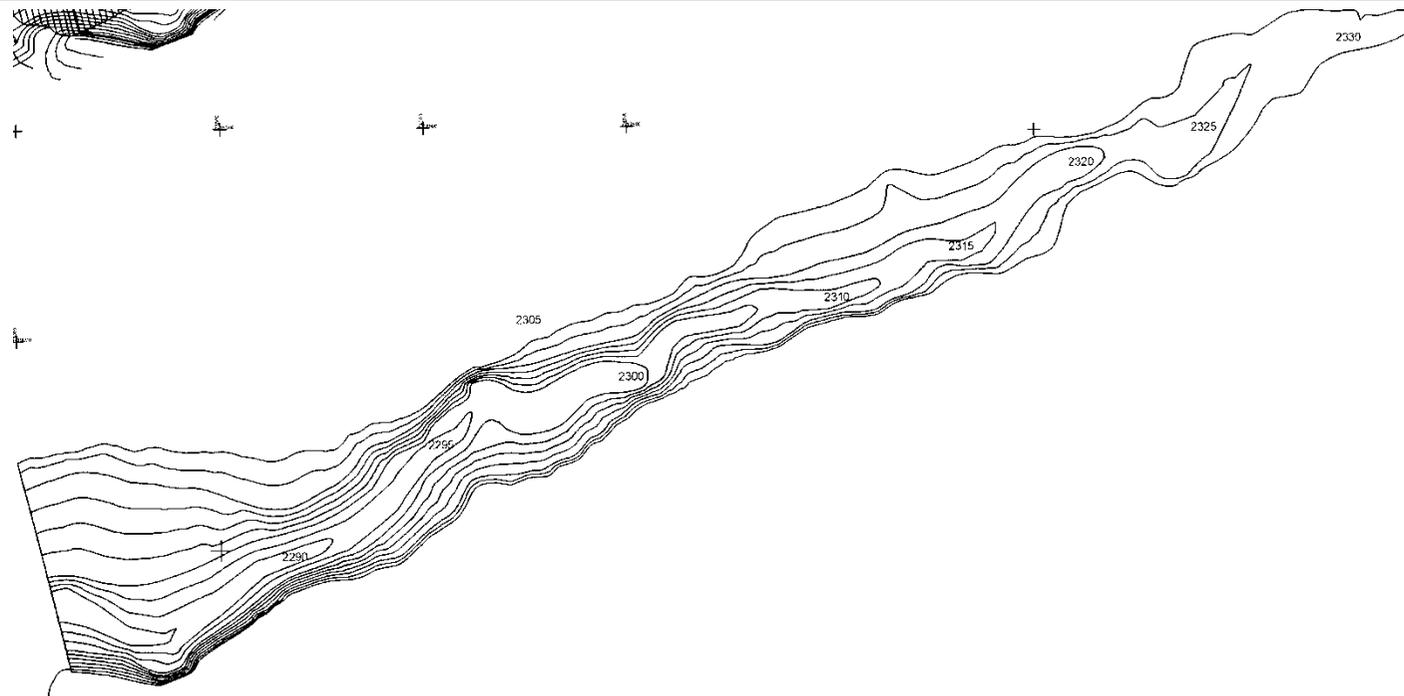


Рисунок 1 – План контура водохранилища

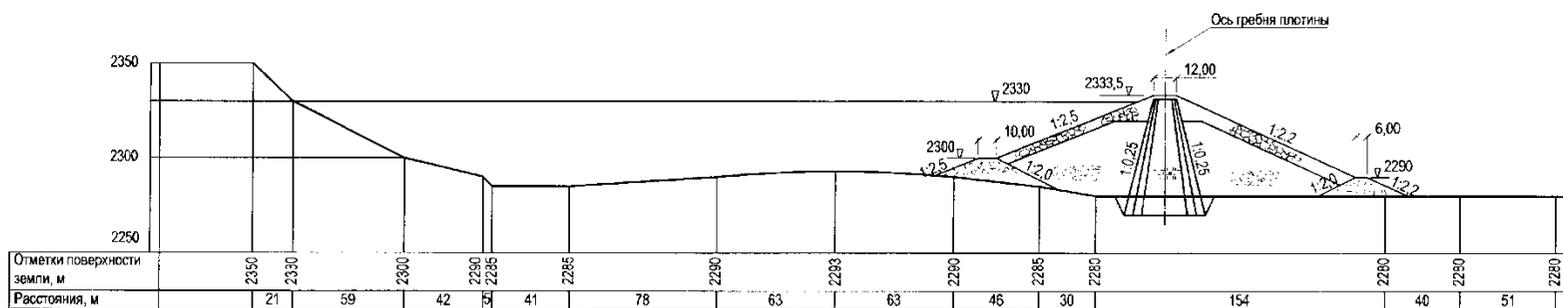


Рисунок 2 – Разрез по оси плотины водохранилища

Для определения объема водохранилища нами определены батиграфические характеристики по глубинам чаши водохранилища – площади зеркала, средние глубины, емкость водохранилища по слоям и общая емкость. Графические зависимости результатов расчетов приведены на рис. 3, 4, 5.

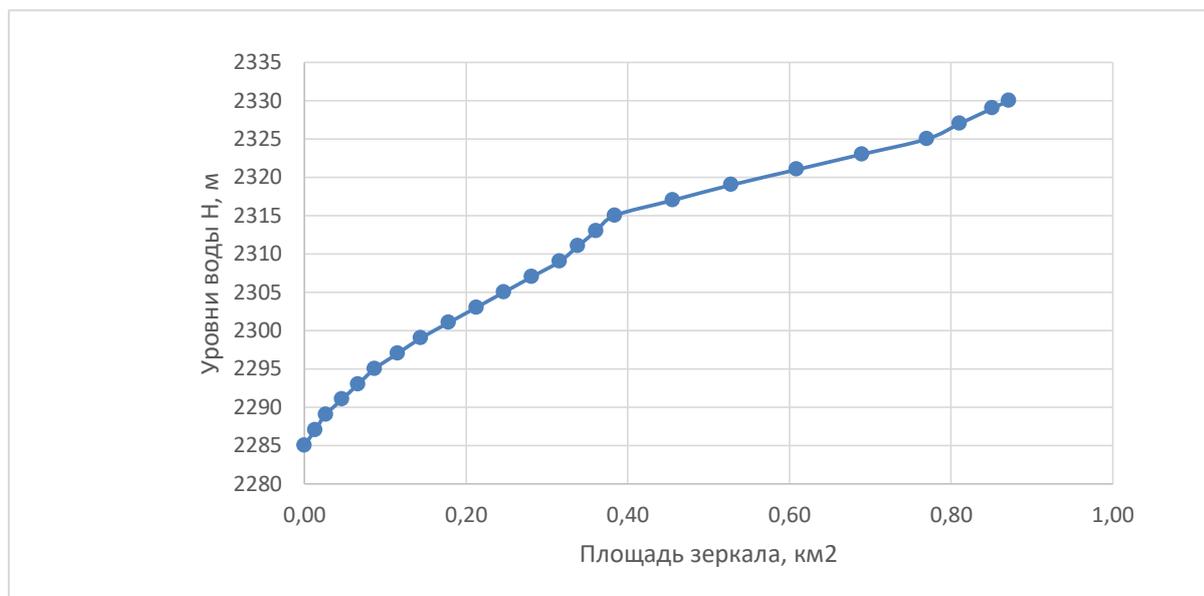


Рисунок 3 – Зависимость $\Omega = \Omega(H)$

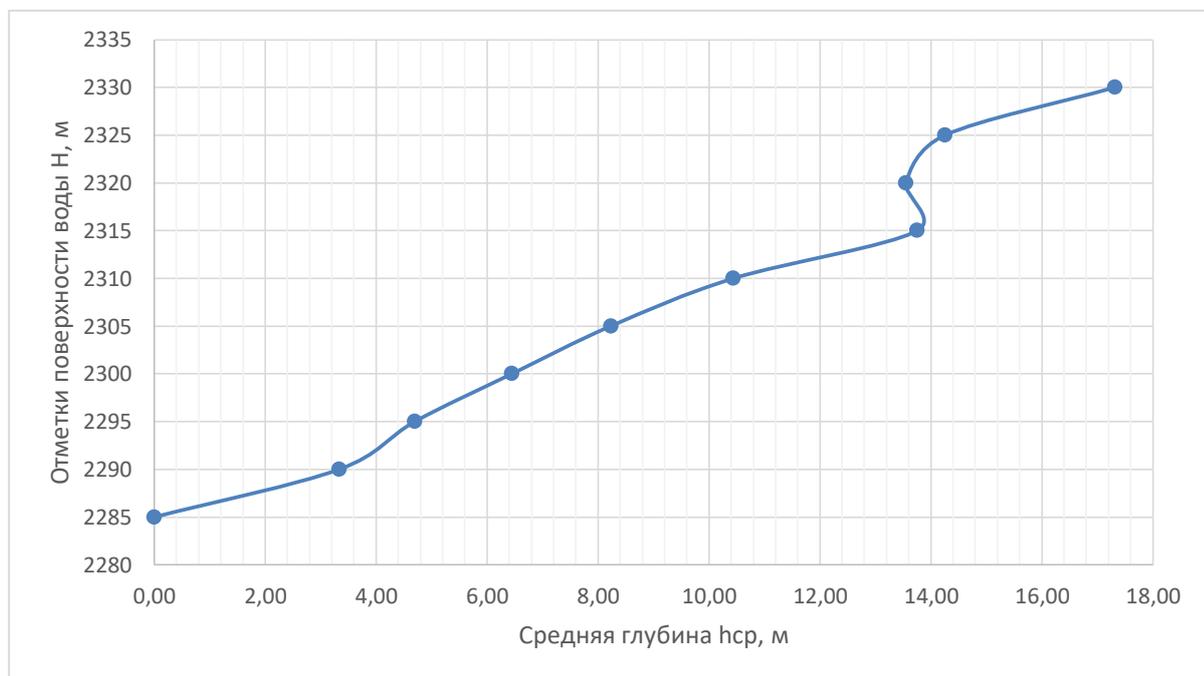


Рисунок 4 – Зависимость $h_{ср} = h_{ср}(H)$

Согласно расчетам, объем водохранилища составляет $V=15,09$ млн. м³. Для вычисления минимального уровня воды – уровня мертвого объема, $H_{умо}$, дополнительно были рассчитаны площади литорали и критерии литорали, разница уровней воды принята $\Delta H=2$ м (рис. 6)

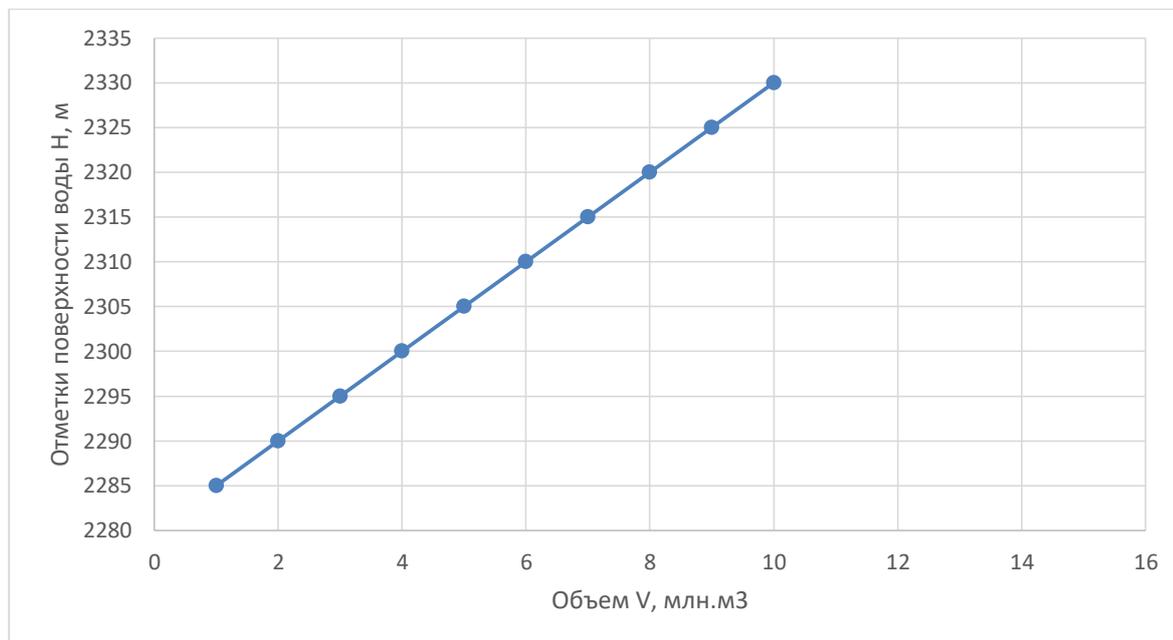


Рисунок 5 – Зависимость $V=V(H)$

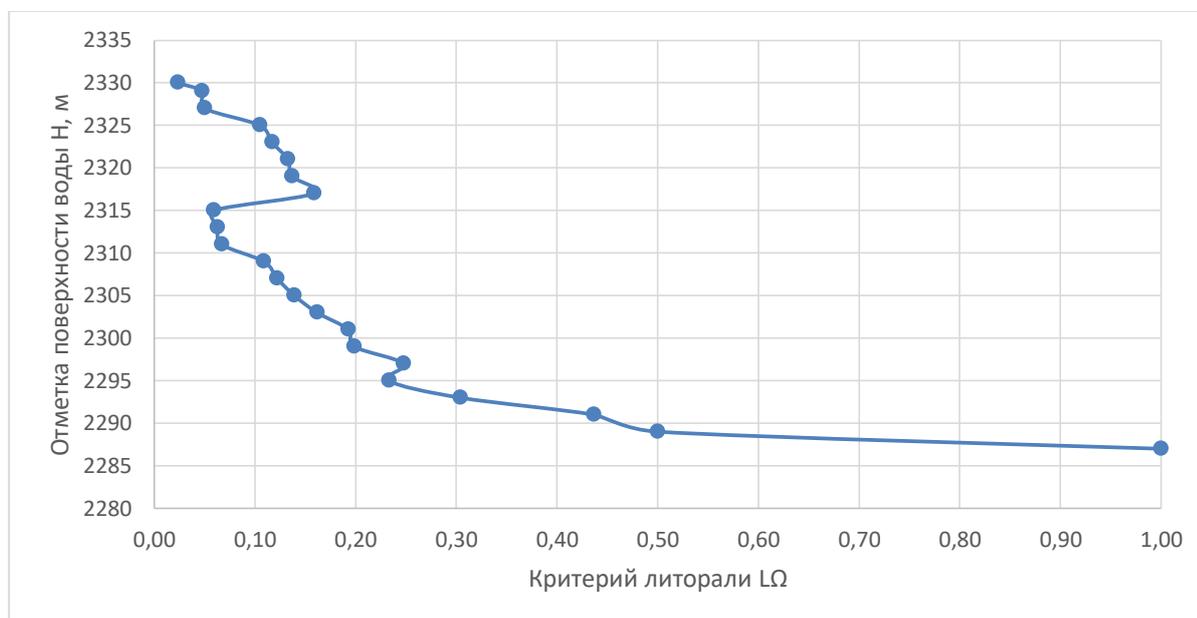


Рисунок 6 – Зависимость $L_{\Omega}=L_{\Omega}(H)$

Мертвый объем водохранилища на горных несудоходных реках должен удовлетворять ряду требований: обеспечивать аккумуляцию наносов, задерживаемых водохранилищем на протяжении всего периода предстоящей работы; должны соблюдаться санитарные условия, сводящиеся к недопущению образования мелководий во избежание очагов малярии, сильного перегрева воды, сильного зарастания [3].

Мертвый объем водохранилища $V_{УМО}$ и соответствующий ему уровень воды $H_{УМО}$ определен по санитарно-техническим условиям: средняя глубина воды в водохранилище при минимальном его наполнении должна быть не менее 2,5 м ($h_{cp} \geq 2,5$ м), а критерий литорали не более 0,35 ($L_{\Omega} \leq 0,35$) [2, 4]. Пользуясь графиками $h_{cp} = h_{cp}(H)$ h_{cp} (рис. 3), $V=V(H)$ (рис. 5) и $L_{\Omega} = L_{\Omega}(H)$ (рис. 6) определяем:

При $h_{cp}=2,5$ м, уровень воды $H=2288$ м, объем $V_{УМО}=2,2$ млн. m^3 , но при $H=2288$ м критерий литорали $L_{\Omega}=0,48 > 0,35$.

Следовательно, необходимо снизить критерий литорали и назначить $L_{\Omega}=0,35$. Уровень поверхности воды при этом будет $H=2292$ м и мертвый объем составит $V_{умо}=3,8$ млн. м³.

Найденный мертвый объем проверяем на условие заиления его наносами. Для этого необходимо определить среднегодовой объем отложений наносов в водохранилище, м³.

Зная норму стока, объем наносов определяем по формуле:

$$V_{год} = 31,5 \times \rho \times Q \times \gamma^{-1} \quad (1)$$

где: $Q=14,32$ м³/с – норма годового стока для р. Чон Кемин в створе плотины;

ρ – норма годовой мутности, $\rho=370$ г/м³;

γ - объемный вес наносов, принимается равным $1,0$ т/м³.

$$V_{год} = 31,5 \times 370 \times 1 = 11655 \text{ м}^3 = 0,012 \text{ млн. м}^3$$

Период заиления водохранилища:

$$T = \frac{V_{умо}}{V_{год}} \quad (2)$$

где $V_{умо}$ – объем МО;

$V_{год}$ – среднегодовой объем наносов в водохранилище.

$$T = 3,8 / 0,012 = 317 \text{ лет.}$$

Зная величину заиления за год $V_{год}$ и период (срок) работы водохранилища T , объем заиления водохранилища за период его эксплуатации составляет:

$$V' = V_{год} \times T \quad (3)$$

$$V' = 0,012 \times 317 = 3,804 \text{ млн. м}^3$$

В заилении водохранилища принимают участие наносы, образующиеся при переработке берегов после наполнения водохранилища. Величина заиления от переработки берегов принимается равной 5 % от объема заиления, т.е. в численном выражении:

$$V_{з.б.} = 0,05 \times 3,804 = 0,19 \text{ млн. м}^3.$$

Тогда полный объем заиления составит:

$$V = V' + V_{з.б.} = 3,804 + 0,19 = 3,994 \text{ млн. м}^3$$

По графику зависимости $V=V(H)$ (рис 5) при $V_{умо}=3,994$ млн.м³ = 4,0 млн.м³, уровень воды $H=2313$ м. Для этой величины H на графике зависимости $h_{cp} = h_{cp}(H)$ (рис. 4) глубина воды равна 11,5 м. По санитарно-техническим условиям глубина воды должна быть равна или более 2,5 м.

Выводы. 1. Определяя объем МО по санитарно-техническим условиям нами получен $V_{умо}=3,8$ млн. м³. Уровень поверхности воды при этом $H=2292$ м. Так как при проверке на заиление водохранилища объем МО получился больше, то есть $V_{умо}=3,994$ млн.м³ = 4,0 млн.м³, при $H=2313$ м, мы приняли окончательно последний вариант.

2. По заданию $H_{нпу}=2330$ м, объем водохранилища по нашим расчетам составляет $V=15,1$ млн. м³.

3. Полезный объем водохранилища составит 11,1 млн. м³, величина сработки при этом $\Delta H=17$ м.

Список литературы

1. Маматканов, Д.М., Водные ресурсы Кыргызстана на современном этапе [Текст] Монография / Д.М., Маматканов, Л.В., Бажанова, В.В. Романовский // Под ред. Т.В. Тузовой. – Бишкек: Илим, 2006. – 265 с.
2. Михневич, Э.И. Гидрология: Учебное пособие для студентов специальности «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов» [Текст] / Э.И. Михневич. – Минск: БНТУ, 2021. – 151 с.

3. Давранов, Г.Т. Процесс заиления малых и средних русловых водохранилищ. [Текст] Г.Т. Давранов, Г. Л. Фырлина / Молодой учёный. - 2018. -№ 16 (202). – С.119-121.
4. Гидроэлектрические станции – водохозяйственные и водноэнергетические расчеты. [Электронный ресурс] – Режим доступа:
<https://leg.co.ua/arhiv/generaciya/gidroelektricheskie-stancii-11.html> / Дата обращения 17.03.2023 г.
5. Фролова, Г.П., Изучение водно-энергетических ресурсов реки Ала-Арча на территории национального природного парка Ала-Арча в Кыргызстане [Текст] Г.П. Фролов, Н.В. Ершова, О.В Атаманова // Научные труды национального парка «Хвалынский» - Сборник научных статей IX Международной научно-практической конференции. – Саратов: 2022. - С.:131-136.

**ДОКТОРУ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОРУ, АКАДЕМИКУ
МЕЖДУНАРОДНОЙ АКАДЕМИИ ТРАНСПОРТА (Г.МОСКВА) СУЮНТБЕКОВУ
ИСЛАМУ ЭСЕНКУЛОВИЧУ 50 ЛЕТ**



26 апреля 2024 г. исполнилось 50 лет со дня рождения ученого в области эксплуатации транспортно-технологических машин, гидродинамики систем приводов машин и механизмов, химмотологии смазочных материалов, трения и износа, повышения надежности и работоспособности машин и механизмов тракторного и сельскохозяйственного машиностроения, применения теории гладких функций в решении проблем устойчивости в динамике машин, доктора технических наук, профессора, академика Международной академии транспорта Суюнтбекова Ислама Эсенкуловича.

Суюнтбеков Ислам Эсенкулович, Кыргыз. Родился 26 апреля 1974 года в селе Арал, Таласского района Таласской области Кыргызской ССР.

В 1981 году пошел в Долонскую среднюю школу Таласского района. С 1987 по 1989 гг. учился в национальной компьютерной гимназии № 5 г. Бишкек.

В 1996 году успешно окончил Кыргызскую аграрную академию. Окончил аспирантуру Кыргызской аграрной академии (2002 г.), докторантуру Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова (2014 г.), избран академическим советником Инженерной академии Кыргызской Республики (2010 г.). В 2005 году успешно защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук. В 2015 году защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук.

Трудовую деятельность начал на кафедре «Прикладная механика» Кыргызской аграрной академии (КАА).

С декабря 1996 года по 2001 года работал на кафедре «Тракторы и автомобили» КАА в качестве мастера производственного обучения, ассистента, старшего преподавателя.

С сентября 2001 года по 2017 года работал на кафедре «Эксплуатация транспортных средств» КГУСТА им. Н.Исанова в качестве старшего преподавателя, с 2006 года доцента, с

2015 года и.о. профессора, с 2016 года заведующего кафедрой. С 2020 года работал директором Учебного центра «Techno Premier – Liu Gong», заведующим кафедрой «Эксплуатация транспортных средств» Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры им. Н.Исанова.

С 2022 года работает заведующим кафедрой «Эксплуатация транспортных и технологических машин» Кыргызского инженерно-строительного института им.Н.Исанова, Кыргызского государственного технического университета им. И.Раззакова.

Весом вклад Суюнтбекова И.Э. в дело укрепления дружбы и взаимовыгодного сотрудничества с ведущими вузами СНГ. По его инициативе заключены договора о сотрудничестве со многими ведущими вузами автомобильно-дорожного, строительного-инженерного профиля стран СНГ.

Профессор Суюнтбеков И.Э. дважды награжден дипломом «За лучшую научную работу» (2002, 2005 гг.), член диссертационного Совета при институте машиноведения и автоматики Национальной академии наук Кыргызской Республики. Руководимые им молодые ученые и аспиранты (3 чел.) в 2010 г. удостоены дипломом I степени Госагентства по науке и интеллектуальной собственности при Правительстве Кыргызской Республики.

Является автором более 130 научных работ. Возглавляет научную проблему «Повышение эксплуатационной эффективности и совершенствование конструкций транспортных и технологических машин в условиях Кыргызской Республики». Под его научным руководством на кафедре «Эксплуатация транспортных и технологических машин» защищена 1 кандидатская диссертация. В настоящее время он является научным руководителем 3 аспирантов и соискателей, научным консультантом двух докторантов.

По его инициативе создан единственный в Центральной Азии Учебный центр «Techno Premier – Liu Gong» которое является дополнительным структурным подразделением кафедры «Эксплуатация транспортных и технологических машин» КГТУ И.Раззакова, ведущим учебную, методическую, консультационную и научно-исследовательскую работу.

Наряду с научной работой активно занимался научно-организационной деятельностью. Является академиком Международной академии транспорта (г.Москва), председателем секции УМО по направлению: 670100- Наземные транспортно-технологические машины и комплексы, Почетным транспортником, экспертом экспертной комиссии по техническим наукам Департамента науки Министерства образования и науки Кыргызской Республики.

За активное участие в повышении качества подготовки специалистов награжден: значком «Отличник образования Кыргызской Республики», Почетной грамотой Министерства образования и науки Кыргызской Республики, Почетной грамотой Министерства транспорта и коммуникаций Кыргызской Республики, Почетной грамотой Национальной академии наук Кыргызской Республики и Почетной грамотой Национальной комиссии по государственному языку и языковой политике при президенте Кыргызской Республики.

Друзья, коллеги по работе поздравляют Ислам Эсенкуловича с юбилеем и желают ему еще долгие годы жить и трудиться насыщенно, с большой отдачей и в добром здравии. **Новых творческих свершений, Ислам Эсенкулович!**

Ректорат и коллектив КГТУ им. И.Раззакова

И. РАЗЗАКОВ АТЫНДАГЫ КЫРГЫЗ МАМЛЕКЕТТИК ТЕХНИКАЛЫК
УНИВЕРСИТЕТИНИН ЖАРЧЫСЫ

Теориялык жана колдонмо илимий-техникалык журнал

2024 №3 (71)

ИЗВЕСТИЯ КЫРГЫЗСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА им. И. РАЗЗАКОВА

Теоретический и прикладной научно-технический журнал

2024 №3 (71)

THE BULLETIN OF I. RAZZAKOV KYRGYZ STATE TECHNICAL UNIVERSITY

theoretical and applied scientific technical journal

Редакторы А.Б.Аманкулова, Г.А.Кабылбекова, Ж.А.Кожомамбетова

Тех. редактор Ж.З.Кучкачова

Подписано к печати 09.09.2024г. Формат бумаги 60x84_{1/8}.
Бумага офс. Печать цифр. Объем 27,5 п.л. Тираж 90 экз.
Отпечатано в ОсОО ИД «Калем», г.Бишкек, ул. Курчатова, 69
т. 0706-757610, 49-19-36, E-mail: kalem14@mail.ru
www.kalem.press