



#8 (48), 2019 część 1

Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe
(Warszawa, Polska)

Czasopismo jest zarejestrowane i publikowane w Polsce. W czasopiśmie publikowane są artykuły ze wszystkich dziedzin naukowych. Czasopismo publikowane jest w języku polskim, angielskim, niemieckim i rosyjskim.

Artykuły przyjmowane są do dnia 30 każdego miesiąca.

Częstotliwość: 12 wydań rocznie.

Format - A4, kolorowy druk

Wszystkie artykuły są recenzowane

Każdy autor otrzymuje jeden bezpłatny egzemplarz czasopisma.

Bezpłatny dostęp do wersji elektronicznej czasopisma.

Zespół redakcyjny

Redaktor naczelny - Adam Barczuk

Mikołaj Wiśniewski

Szymon Andrzejewski

Dominik Makowski

Paweł Lewandowski

Rada naukowa

Adam Nowicki (Uniwersytet Warszawski)

Michał Adamczyk (Instytut Stosunków Międzynarodowych)

Peter Cohan (Princeton University)

Mateusz Jabłoński (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)

Piotr Michalak (Uniwersytet Warszawski)

Jerzy Czarnecki (Uniwersytet Jagielloński)

Kolub Frennen (University of Tübingen)

Bartosz Wysocki (Instytut Stosunków Międzynarodowych)

Patrick O'Connell (Paris IV Sorbonne)

Maciej Kaczmarczyk (Uniwersytet Warszawski)

#8 (48), 2019 part 1

East European Scientific Journal
(Warsaw, Poland)

The journal is registered and published in Poland. The journal is registered and published in Poland. Articles in all spheres of sciences are published in the journal. Journal is published in **English, German, Polish and Russian.**

Articles are accepted till the 30th day of each month.

Periodicity: 12 issues per year.

Format - A4, color printing

All articles are reviewed

Each author receives one free printed copy of the journal

Free access to the electronic version of journal

Editorial

Editor in chief - Adam Barczuk

Mikołaj Wiśniewski

Szymon Andrzejewski

Dominik Makowski

Paweł Lewandowski

The scientific council

Adam Nowicki (Uniwersytet Warszawski)

Michał Adamczyk (Instytut Stosunków Międzynarodowych)

Peter Cohan (Princeton University)

Mateusz Jabłoński (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)

Piotr Michalak (Uniwersytet Warszawski)

Jerzy Czarnecki (Uniwersytet Jagielloński)

Kolub Frennen (University of Tübingen)

Bartosz Wysocki (Instytut Stosunków Międzynarodowych)

Patrick O'Connell (Paris IV Sorbonne)

Maciej Kaczmarczyk (Uniwersytet Warszawski)

**Dawid Kowalik (Politechnika
Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)**

**Peter Clarkwood(University College
London)**

**Igor Dzedzic (Polska Akademia
Nauk)**

**Alexander Klimek (Polska Akademia
Nauk)**

**Alexander Rogowski (Uniwersytet
Jagielloński)**

Kehan Schreiner(Hebrew University)

**Bartosz Mazurkiewicz (Politechnika
Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)**

**Anthony Maverick(Bar-Ilan
University)**

**Mikołaj Żukowski (Uniwersytet
Warszawski)**

**Mateusz Marszałek (Uniwersytet
Jagielloński)**

**Szymon Matysiak (Polska Akademia
Nauk)**

**Michał Niewiadomski (Instytut
Stosunków Międzynarodowych)**

Redaktor naczelny - Adam Barczuk

**Dawid Kowalik (Politechnika
Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)**

**Peter Clarkwood(University College
London)**

**Igor Dzedzic (Polska Akademia
Nauk)**

**Alexander Klimek (Polska Akademia
Nauk)**

**Alexander Rogowski (Uniwersytet
Jagielloński)**

Kehan Schreiner(Hebrew University)

**Bartosz Mazurkiewicz (Politechnika
Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)**

**Anthony Maverick(Bar-Ilan
University)**

**Mikołaj Żukowski (Uniwersytet
Warszawski)**

**Mateusz Marszałek (Uniwersytet
Jagielloński)**

**Szymon Matysiak (Polska Akademia
Nauk)**

**Michał Niewiadomski (Instytut
Stosunków Międzynarodowych)**

Editor in chief - Adam Barczuk

1000 kopii.

**Wydrukowano w «Aleje Jerozolimskie
85/21, 02-001 Warszawa, Polska»**

**Wschodnioeuropejskie Czasopismo
Naukowe**

**Aleje Jerozolimskie 85/21, 02-001
Warszawa, Polska**

E-mail: info@eesa-journal.com ,

<http://eesa-journal.com/>

1000 copies.

**Printed in the "Jerozolimskie 85/21, 02-
001 Warsaw, Poland»**

East European Scientific Journal

**Jerozolimskie 85/21, 02-001 Warsaw,
Poland**

E-mail: info@eesa-journal.com ,

<http://eesa-journal.com/>

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Grigoriev-Friedman S. N. ALGORYTM DZIAŁANIA CZUJNIKA PANORAMICZNEGO WYKRYWANIA CELU I ZNISZCZENIA WROGA NA MODULOWANEJ WIĄZCE LASEROWEJ W 3D - PRZESTRZEŃ „LADOGA-1M”.....	4
Григорьев-Фридман С.Н. ДАТЧИК ПАНОРАМНОГО ОБНАРУЖЕНИЯ ЦЕЛИ И УНИЧТОЖЕНИЯ ПРОТИВНИКА ПО МОДУЛИРОВАННОМУ ЛАЗЕРНОМУ ЛУЧУ В 3D – ПРОСТРАНСТВЕ “ЛАДОГА-1М”	7
Nguyen Van Bang УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ЗУР НА ОСНОВЕ УНИВЕРСАЛЬНО ЛИНЕЙНОГО АДАПТИВНОГО С ЭТАЛОННОЙ МОДЕЛЮ РЕГУЛЯТОРА, ПРИМЕНЯЮЩЕГО MIT ЗАКОН	10
Abdurayeva G.E., Bakei D.K. ON THE APPLICATION OF INTELLIGENT MONITORING SYSTEMS IN PASSENGER TRANSPORT	17
Bekala Katazhyna A METHOD OF PROTECTION OF INFORMATION IN IP-TELEPHONY NETWORKS AGAINST UNAUTHORIZED ACCESS BASED ON ASTERISK PBX.....	21
Данилов А. П., Деулин Е. А. ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДОРОДО -СОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ПРИ ШАХТНОЙ ДОБЫЧЕ УГЛЯ...24	24
Еремеева Ж.В., Скориков Р.А., Лопатин В.Ю., Нгуен Н.Д., Конрвалова А.И., Н.М. Ниткин ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАНОМОДИФИКАТОРОВ И ВИДА СМЕШИВАНИЯ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И УПЛОТНЯЕМОСТЬ ПОРОШКОВЫХ СМЕСЕЙ УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ	30
Ермаков В.Ф., Горобец А.В. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПЕРЕМЕННОГО ДВУХПОЛЯРНОГО НАПРЯЖЕНИЯ В ПОЛОЖИТЕЛЬНОЕ СМЕЩЕННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ	38
Ермаков В.Ф., Хантыгов Ю.Б. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРАХ НА РАЙОННОЙ ПОДСТАНЦИИ «МАГАС».....	40
Белак В. Ю. МОДЕЛЬ И СРЕДСТВО КОНТРОЛЯ ГРАФИКА НАГРУЗКИ ЧЕРЕЗ ИНТЕРНЕТ В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ	45
Іванюта А.О. АНАЛІЗ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ ВТОРИННОЇ РИБНОЇ СИРОВИНИ З ПРІСНОВОДНИХ РИБ.....	52
Ластовка А. В. ПРОБЛЕМАТИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ	55
Poliachenko A. I. CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK FOR TOMOGRAPHIC AND X-RAY SEGMENTATION	60

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Grigoriev-Friedman S. N.
Uniwersytet Stanowy w Warszawie,
Warszawa, Polska

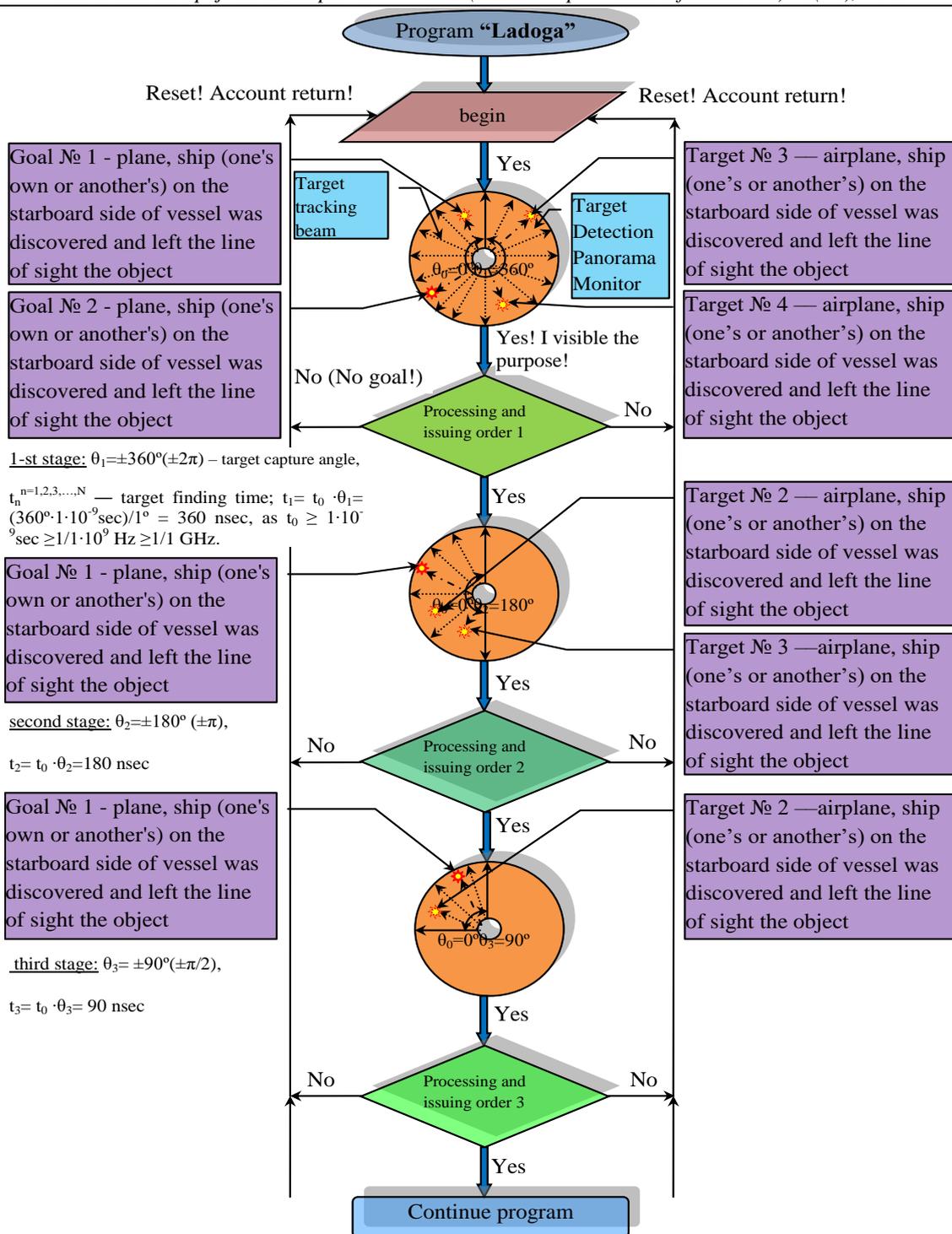
ALGORYTM DZIAŁANIA CZUJNIKA PANORAMICZNEGO WYKRYWANIA CELU I NISZCZENIA WROGA NA MODULOWANEJ WIĄZCE LASEROWEJ W 3D - PRZESTRZEŃ „LADOGA-1M

Wprowadzenie. W literaturze technicznej [1—3, 7—12] istnieje znaczna liczba analogów zawierających różne typy i typy systemów laserowych do stałego, całodobowego, całodobowego śledzenia satelitów i specjalnych celów potencjalnego przeciwnika zarówno na otwartej przestrzeni, jak i na gęstych warstwach ziemskiej atmosfery, gęsta mgła, deszcz, śnieg, różne gazy, ozon i tym podobne. Wszystkie te analogi mają wspólne wady polegające na bardzo dużej złożoności, objętości, nadmiernej wadze i wymiarach zewnętrznych, niepoprawnej pracy podczas intensywnego zachmurzenia z powodu zastosowania bardzo silnych systemów laserowych, które w celu „przebicia” grubych i optycznie gęstych warstw atmosfery ziemskiej, ozon i inne media są zmuszone zmniejszyć częstotliwość, to znaczy zwiększyć długość poprzecznej fali elektromagnetycznej podczas indukowanej koherentnej emisji fotonów w laserach. W ten sposób uzyskiwane są dokładne współrzędne położenia, długości i częstotliwości fali elektromagnetycznej systemów laserowych do prowadzenia i utrzymywania wykrytego celu oraz naświetlania potencjalnego wroga wiązką teleskopową, na których nowoczesne urządzenia są wykorzystywane do ustalania kierunku, wykrywania celu i niszczenia potencjalnego wroga za pomocą modulowanej wiązki laserowej.

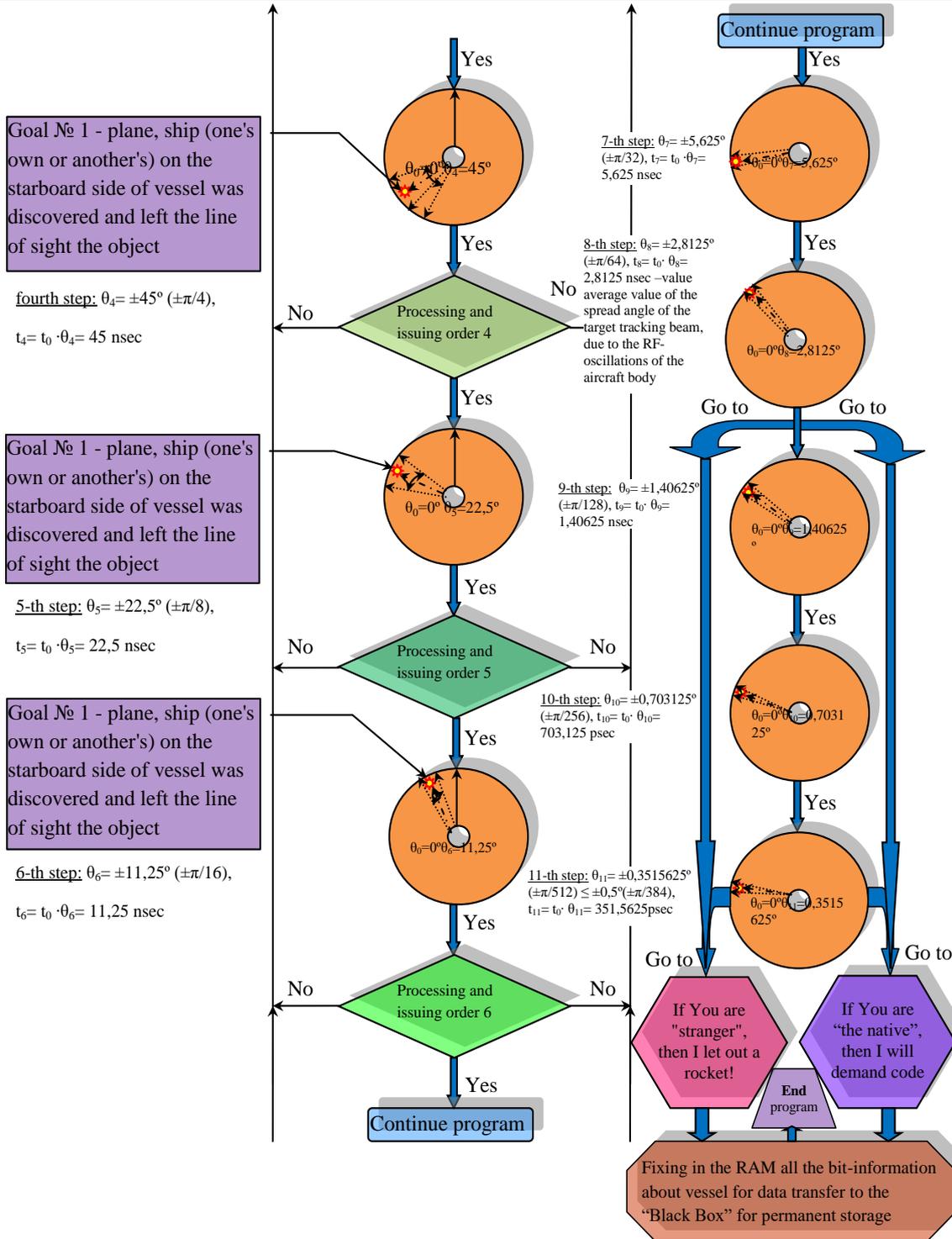
Dzięki poprzednim metodom detekcji laserowej, śledzenia i niszczenia celu w celu wykonania uderzenia zapobiegawczego potencjalnemu wrogowi lub agresorowi zużywana jest ogromna ilość energii elektrycznej, dzięki czemu koszt takiego ustalenia kierunku jest o rząd wielkości wyższy niż w przypadku korzystania z klasycznego sposobu ustalania kierunku anteny. Dlatego tego rodzaju ustalanie kierunku celu i wykrywanie potencjalnego wroga nie jest zbyt skuteczne i nieekonomiczne.

W artykule rozwinięto ideę rosyjskich naukowców w dziedzinie zastosowania specjalnej technologii laserowej w lotnictwie i marynarce wojennej, zaproponowaną po raz pierwszy na świecie, w pracach [4—6].

Analiza i zalecenia dotyczące rozwiązania problemu. Aby skierować pocisk na cel, samolot intruzowy lub bez pilota zwiadowczego, w nowoczesnych systemach obrony powietrznej i obrony przeciwrakietowej stosuje się specjalne urządzenie - laserowy desygnator celu. Takie urządzenia obejmują proponowany czujnik do panoramicznego wykrywania celu i niszczenia wroga przez modulowaną laserową wiązkę naprowadzającą w przestrzeni 3D „Ładoga-1M”, emitującą modulowaną wiązkę laserową, składającą się z wąskiego spójnego strumienia fotonów. Zasada prowadzenia rakiety lub pocisku artyleryjskiego jest bardzo prosta: promień lasera jest skierowany na obiekt, który odbity od wykrytego celu jest przechwytywany przez fotosensory ich głowicy naprowadzającej. Modulowana wiązka - „utrzymuje” raketę lub pocisk we właściwym kierunku i zapewnia dokładne trafienie w wykrywany cel. Wiązka laserowa jest odbierana przez pocisk naprowadzający, który wysyła sygnał do systemu kontroli pocisku. Aby efektywnie wykorzystać wyprzedzający pocisk, cel musi być oświetlony wiązką laserową przez kilka sekund, aby głowica naprowadzająca wychwyciła swoje odbicie. Po wystrzeleniu pocisku przewencyjnego cel musi być nadal oświetlony, aby zapewnić celne trafienie. Należy pamiętać, że zamierzony cel najczęściej się porusza. Ograniczona moc systemów oświetlenia celu prowadzi do ograniczenia użycia broni laserowej w zasięgach do 30 km i wysokościach do 10 km. Oznacznik lasera



Ryc. 1



Ryc. 2

znajduje się zwykle w samolocie nośnym lub samolocie zwiadowczym. W obu przypadkach docelowy samolot ma ograniczony manewr i jest wrażliwy na systemy obrony powietrznej i systemy obrony przeciwrajetowej wroga. Manewry bojowe, a następnie nurkowanie samolotu prowadzą do zakłócenia przechwytywania celu i utraty systemu niszczenia celu [1—3, 7—12].

Główną cechą wyróżniającą proponowaną konstrukcję czujnika "Ladoga-1M", w przeciwieństwie do rosyjskich i zagranicznych odpowiedników, jest możliwość skutecznego wykorzystania monochromatycznego promieniowania koherentnego

modulowanej wąskostrumieniowej wiązki laserowej przy częstotliwościach tzw. „Okien przezroczystości” atmosfery ziemskiej, gdzie wydajność ekspozycja na fotony celu jest maksymalna. Wykonany jest na bazie półprzewodnikowej diody laserowej lub lasera półprzewodnikowego pompowanego przez diodę laserową zamiast konwencjonalnej, płaskiej fali elektromagnetycznej TEM-typu w przestrzeni powietrznej emitowanej przez konwencjonalną lotnictwo lub inną antenę wojskową w nowoczesnych radarach lub stacjach radarowych bliskiego i dalekiego wykrywania wroga.

Najbliższe pod względem technicznym i osiągnięte wyniki proponowanego wynalazku to „Urządzenie kierowania wiązką kontrolowanego obiektu”, chronione patentem [7], traktowanym jako najbliższy analog (prototyp). Wadą tego urządzenia jest złożoność technologiczna, duża masa i wymiary, stosunkowo wysokie zużycie energii, wysoki koszt sesji lasera, wykrywanie celu i utrzymywanie wroga pod kątem teleskopowym, gdy jest on naświetlany modulowaną wiązką laserową, znaczne trudności podczas pracy w warunkach intensywnego zachmurzenia, różne opady, dym, gęste warstwy atmosfery ziemskiej i innych. Przy tworzeniu czujnika „Ladoga-1M” na podstawie półprzewodnikowej diody laserowej lub lasera półprzewodnikowego pompowanego przez diodę laserową wyeliminowano te wady.

Na rycinie 1 i 2 przedstawiają algorytm czujnika „Ladoga-1M”. Okrągła, laserowa głowica naprowadzająca ciągle utrzymuje wykrywany cel w strefie pełnego, obejmującego wszystko (360 °) kąta teleskopowego i monitoruje zachowanie wykrytego celu. Z pakietu oprogramowania „Ladoga”, poprzez jednostkę ADC-DAC, sygnał jest wysyłany do głowicy naprowadzającej laser w celu dwukrotnego zmniejszenia teleskopowego kąta pokrycia wykrytego celu (180 °). Po kilku podziałach przy okazji zmiążdżenia kąta pokrycia zidentyfikowanego celu dokładnie o połowę, w końcu uzyskuje dokładne współrzędne celu. Całkowity czas utrzymywania namiaru i celu w kącie teleskopowym wynosi 750 nsek.

Konstrukcja czujnika „Ladoga-1M” implikuje efektywne działanie co najmniej dwóch modulowanych wiązek laserowych poruszających się synchronicznie względem siebie, jedna zgodnie z ruchem wskazówek zegara, a druga przeciwnie do ruchu wskazówek zegara, co zapewnia wydajne i szybkie wyszukiwanie kierunku radiowego w celu wykrycia i zniszczenia celu [4—6].

Lista bibliograficzna

1. Bayborodin Yu.V. Podstawy technologii laserowej: Kijów: Higher School, 1988, 383 strony.
2. Fedorow B.F. Lasery. Podstawy urządzenia i aplikacji. Moskwa: Dobrowolne Towarzystwo Pomocy

dla Armii, Lotnictwa i Marynarki Wojennej, 1988, 192 stron.

3. Orlov V.A. Lasery w sprzęcie wojskowym. Moskwa: Military Publishing House, 1976, 174 strony.

4. Grigoryev-Friedman S.N. Interkom „Beam” w zakresie optycznym, w trybie „ciszy radiowej”. // Konstruktor maszyn / Seria komunikacyjna, Moskwa: Virage-Center, № 3, 2016. Strony 29—40.

5. Grigoryew-Fridman S.N. Mobilny domofon oparty na diodzie laserowej. // Konstruktor maszyn / Seria komunikacyjna, Moskwa: Virage-Center, № 4, 2017. Strony 39—48.

6. Grigoryew-Fridman S.N. Mobilny domofon oparty na laserze półprzewodnikowym pompowanym przez diodę laserową. // Konstruktor maszyn / Seria komunikacyjna, Moskwa: Virage-Center, № 5, 2017. Strony 26—34.

7. Storoshchuk O.B., Korshunov A.I. Urządzenie do prowadzenia wiązki zarządzanego obiektu. Rosyjski patent na wynalazek RU: 2267733, Moskwa: Federalny Instytut Własności Przemysłowej i Intelektualnej Federacji Rosyjskiej. Biuletyn №1. 10 stycznia 2006 r.

8. Efremov A., Omelyanchuk A. Strażnicy nieba. // Sfera kosmiczna, № 3/4 (88/89), grudzień 2016 r., Moskwa: Niedziałowa rada ekspertów ds. Lotnictwa i kosmonautyki. Strony 64—68.

9. Olgin S. Problemy optoelektronicznej przeciwdziałania (według opinii zagranicznych ekspertów wojskowych) // Foreign Military Review, Moskwa: Czerwona Gwiazda, № 9, 2002. Strony 35—41.

10. Semenov A. Ochrona cywilnych statków powietrznych przed pociskami przeciwlotniczymi. // Foreign Military Review, Moskwa: Czerwona Gwiazda, № 12, 2002. Strony 35.

11. Spassky N., Ivanov S. Systemy optoelektroniczne i technologia laserowa: Encyklopedia XXI wieku. Tom 11, Moskwa: Arms and Technologies, 2005, 720 stron.

12. Scherbak N. Przeciwlotnicze pociski kierowane przeciwlotnicze z naprowadzaniem na podczerwień (nowoczesna broń powietrzna). // Elektronika: nauka. Technologia Biznes, № 5, Moskwa: Elektronika, 2000. Strony 52—55.

Григорьев-Фридман С.Н.

Варшавский государственный университет, город Варшава, Польша

ДАТЧИК ПАНОРАМНОГО ОБНАРУЖЕНИЯ ЦЕЛИ И УНИЧТОЖЕНИЯ ПРОТИВНИКА ПО МОДУЛИРОВАННОМУ ЛАЗЕРНОМУ ЛУЧУ В 3D – ПРОСТРАНСТВЕ “ЛАДОГА-1M”

В конструкции датчика панорамного обнаружения цели и уничтожения противника по модулированному, лазерному лучу наведения в 3D-пространстве “ЛАДОГА-1M”, согласно рис. 1 содержится как минимум пара полупроводниковых, лазерных диодов или твёрдотельных лазеров с накачкой двумя лазерными диодами, запитанные от положительной клеммы стабилизатора напряжения 12 и блока бесперебойного питания 13 на анод, а его катод

соединён прямым проводом, через цепочку сток-исток полевого транзистора, в качестве коммутирующего устройства-ключа VT1, с двумя переменными, регулируемыми резисторами, выполненными на базе потенциометра RP1 14 и RP2 15 или с постоянными, проволочными резисторами, для ограничения предельного значения питания коммутирующих устройств — двух полевых транзисторов VT1 и VT2 по току. В каждой, из двух (или нескольких!) лазерных

панорам 6 и 7, внутри, имеется своё, отдельное коммутирующее устройство-ключ Q1 или Q2. В качестве цели 1 был выбран, например, самолёт потенциального противника. Отражённые от цели (потенциального противника) видеолучи 2, видимого поддиапазона (400...700 нм) или ИК – диапазона электромагнитных волн улавливаются и фокусируются внешней, подвижной линзой регулируемого коллиматора 3—4—5 в приёмной оптической системе датчика. Датчик, согласно рис. 1, состоит из следующих элементов и узлов: 3 — внешняя, подвижная, оптическая линза регулируемого коллиматора в оптическом монокуляре; 4 — основная, стационарная (неподвижная), оптическая линза регулируемого коллиматора; 5 — внутренняя, подвижная, оптическая линза регулируемого коллиматора в оптическом монокуляре; 6 — первая, положительная, лазерная панорама, работающая по приёму-передаче лазерного луча, в ближнем и частично в среднем, пограничном поддиапазонах, ИК – диапазона электромагнитных волн, по часовой стрелке, например, на длине волны $\lambda = 820$ нм; 7 — вторая, отрицательная лазерная панорама, работающая по приёму-передаче лазерного луча, в ближнем и частично в среднем, пограничном поддиапазонах, ИК – диапазона электромагнитных волн, против часовой стрелки, например, на длине волны $\lambda = 955$ нм; 8 — падающий, лазерный луч, идущий из первого лазера к обнаруженной

(увиденной) цели; 9 — лазерный луч, отражённый от цели и принятый фотодатчиком (на базе фотодиода, или же составного, трёхкаскадного фототранзистора); 10 — падающий, лазерный луч, идущий из второго лазера к цели; 11 — лазерный луч, отражённый от цели и принятый фотодатчиком (фотодиодом или фототранзистором); 12 — блок источника постоянного (выпрямленного) напряжения $U_{\text{вых.}} = 24$ В; 13 — блок стабилизатора постоянного напряжения; 14 — переменный, регулировочный резистор на базе потенциометра RP1, для ограничения предельного значения питания током первой, положительной, лазерной панорамы 6; 15 — переменный, регулировочный резистор на базе потенциометра RP2, для ограничения предельного значения питания током второй, отрицательной, лазерной панорамы 7; 16 — выпрямительный блок; 17 — бортовая сеть (например, самолёта) напряжения $U = 27$ В; 18 — кнопка увеличения панорамного изображения цели и противника путём увеличения фокусного расстояния между коллиматором и датчиком; 19 — кнопка уменьшения панорамного изображения цели и противника путём уменьшения фокусного расстояния между коллиматором и датчиком; 20 — ЭВМ (компьютер); 21 — блок АЦП – ЦАП; 22 — монитор (экран). Схема и принцип работы датчика “ЛАДОГА-1М” представлена на рис. 1.

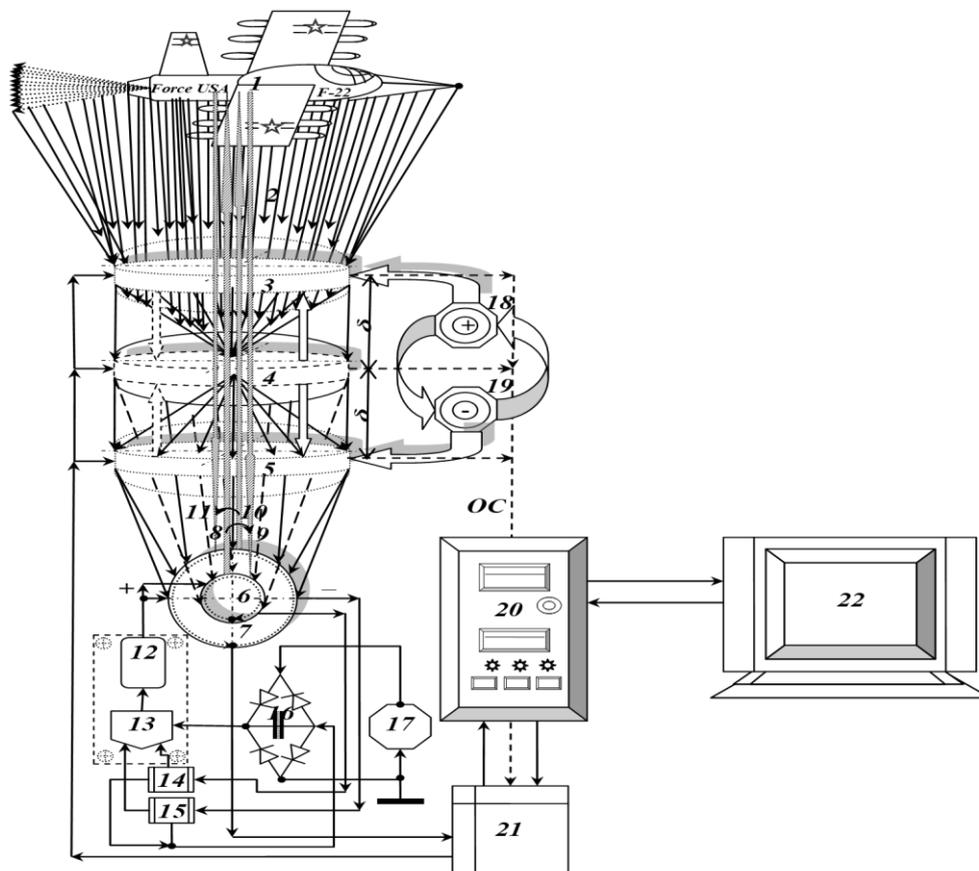


Рис. 1

Между подвижными оптическими линзами 3 и 5 в регулируемом коллиматоре, компьютером 20 с монитором 22, через блок АЦП – ЦАП 21 существует постоянно действующая обратная связь (ОС), для оперативной и эффективной регулировки процессом юстировки лазерного луча на предполагаемую цель и удержание потенциального противника в зоне оптимального охвата телескопического угла пеленгации [2—4].

Циркуляционно-круговая головка наведения и удержания цели (например, самолёта потенциального противника) в зоне телескопического угла обнаружения и слежения за поведением обнаруженной цели, выполнена на базе полупроводникового, лазерного диода, лазерного диода на основе двойной гетероструктуры из арсенида галлия GaAs и арсенида алюминия галлия GaAlAs или твёрдотельного лазера, с накачкой мощным светодиодом или полупроводниковым, лазерным диодом. Лазерная ГСН, обнаружения и слежения за целью технологически выполнена в форме многоступенчатых слоёв для лазерного облучения когерентным, узконаправленным потоком фотонов. Лазерный луч №1, например, синхронно движется по кругу, радиально, по часовой стрелке, от датчика к обнаруженной цели и обратно, к фотоприёмной матрице самого датчика, на длине волны равной $\lambda_1 \approx 820$ нм. Лазерный луч №2, например, также синхронно движется по кругу, радиально, против часовой стрелки, от датчика к обнаруженной цели и обратно, к фотоприёмной матрице самого датчика, на длине волны равной $\lambda_2 \approx 955$ нм. Следующие ступени лазерной ГСН облучают цель также синхронно двигаясь радиально, по часовой или же против часовой стрелки, с длинами волн $\lambda_3 \approx 1250 \dots 1300$ нм, $\lambda_4 \approx 1550$ нм и $\lambda_5 \approx 2100 \dots 2150$ нм соответственно и т.д. Все эксплуатационные частоты и длины волн выбираются из поддиапазонов ближнего и, в редком случае, пограничного слоя с $\lambda_6 \approx 3500 \dots 3885$ нм, среднего поддиапазона ИК-диапазона электромагнитных волн, где экспериментально обнаружено максимальное значение коэффициента пропускания мощности модулированного сигнала в телескопической толще лазерного луча [1—10].

Датчик технологически включает в себя двоякую, связанную систему двух монокуляров с кратностью увеличения или уменьшения изображения цели или иного объекта в оптической системе регулируемого коллиматора, например, от 2^\times до 100^\times ($2^\times \leq \delta \leq 100^\times$), а также блок цифровой HD-видеокамеры типа Digital Camera на 50–60 Mpixel и высоким уровнем разрешения не менее 3000×3000 pixel [1—4].

Микропанорама датчика и выпуклый, объёмный монитор произведены на базе уменьшенной копии панорамы визуализации и фиксации обнаружения противника и иной цели, от модернизированных РЛС-300, РЛС-500 и РЛС-1500, успешно применяющихся в ВКС, войсках ПВО и системах ПРО России [5—10].

Блок оптического стабилизатора точного наведения и горизонтально-вертикального положения в пространстве выполнен на основе гироскопной технологии [2—4].

Между компьютером 20 и блоком АЦП-ЦАП 21 выполнена ОС для анализа и амплитудно-частотной коррекции выходных импульсов управления, позволяющая программному обеспечению (ПО) оперативно регулировать тактовую частоту следования управляющих импульсов, поступающих из блока АЦП-ЦАП 21 на затворы коммутирующих устройств – ключей VT1 и/или VT2, расположенного внутри, каждой первой, положительной и второй, отрицательной лазерных панорам 6 и 7 [2—4].

Предлагаемый датчик работает следующим образом. Сеанс радиопеленгации цели и обнаружения потенциального противника осуществляют в условиях только прямой, электромагнитной видимости, в невидимой части спектра поперечных электромагнитных волн (чаще всего в ИК-диапазоне). За редким исключением возможен ультрафиолетовый (УФ)-диапазон, который не применим в среде озонового слоя атмосферы Земли, из-за сильного поглощения волн средой озона. Информационный сигнал закодирован программой в программном комплексе радиомолчания “Ладога-1М”, организационно собранного из компьютера 20 и монитора 22, специальным военным кодером-шифровальщиком и передаваться в блок входного, трёхкаскадного усилителя НЧ (находится внутри лазерных панорам 6 и 7), в котором также может быть в наличии входной, предварительный усилитель видеосигналов, а также блок специального кодера цветного изображения. Далее радиосигнал из блока предварительного входного усилителя НЧ, передаётся окончательно в блок оконечного, двухтактного усилителя мощности (блок-УМ, также находится внутри лазерных панорам 6 и 7!), где он усиленный, как аналоговый сигнал, до своего максимально-номинального значения поступает в многоканальный блок АЦП-ЦАП 21, для преобразования последнего в цифровой формат, необходимого для формирования импульсов управления и последующую их передачу на управляющий электрод — затворы коммутирующих устройств – ключей VT1 и VT2 [2—4].

Блок АЦП-ЦАП 21 является многоканальным преобразователем (translator), поступающих сигналов из аналогового формата в цифровой и обратно, с последующей передачей в компьютер 20, где программы по обработке входных данных, в цифровом формате, ПО “Ладога”, производят анализ, сравнение и амплитудно-частотную коррекцию импульсов управления для последующей передачи необходимых команд в третий канал (рис. 1) [2—4].

Аналоговый сигнал поступает из оптического датчика регулируемого коллиматора 3—4—5 в блок самонаведения и удержания цели по модулированному, телескопическому, лазерному

лучу в ИК-диапазоне электромагнитных волн и одновременно получает команды внешней системы обнаружения и целеуказания, коррекции с помощью управляющих импульсов, поступающих из блока АЦП-ЦАП 21 [2—4].

Библиографический список:

1. Сторожук О.Б., Коршунов А.И. Устройство лучевого наведения управляемого объекта. Патент России на изобретение RU: 2267733, Москва: Федеральный институт промышленной и интеллектуальной собственности Российской Федерации, 10.01.2006 год.
2. Григорьев-Фридман С.Н. Переговорное устройство “Луч” в оптическом диапазоне, в режиме “радиомолчания”. // *Машиностроитель / Серия Связь*, Москва: Вираз-Центр, № 3, 2016. Страницы 29–40.
3. Григорьев-Фридман С.Н. Мобильное переговорное устройство на базе лазерного диода. // *Машиностроитель / Серия Связь*, Москва: Вираз-Центр, № 4, 2017. Страницы 39–48.
4. Григорьев-Фридман С.Н. Мобильное переговорное устройство на базе твердотельного лазера с накачкой лазерным диодом. // *Машиностроитель / Серия Связь*, Москва: Вираз-Центр, № 5, 2017. Страницы 26–34.
5. Ефремов А., Омелянчук А. Хранители неба. // *Воздушно-космическая сфера*, №3/4 (88/89), декабрь 2016, Москва: Вневедомственный экспертный совет по вопросам воздушно-космической сферы. Страницы 64–68.
6. Ольгин С. Проблемы оптоэлектронного противодействия (по взглядам зарубежных военных специалистов). // *Зарубежное военное обозрение*, Москва: Красная звезда, № 9, 2002. Страницы 35–41.
7. Семёнов А. Защита гражданских самолётов от зенитных ракет. // *Зарубежное военное обозрение*, Москва: Красная звезда, № 12, 2002. Страницы 35.
8. Григорян В.А., Юдин Е.Г., Терехин И.И. и другие. Защита танков. / под редакцией В.А. Григоряна. Москва: Московский государственный технический университет имени Николая Эрнестовича Баумана, 2007, 327 страниц.
9. Спасский Н., Иванов С. Оптико-электронные системы и лазерная техника: Энциклопедия XXI век. Том 11, Москва: Оружие и технологии, 2005, 720 страниц.
10. Щербак Н. Противодействие зенитным управляемым ракетам с инфракрасным наведением (современные бортовые средства). // *Электроника: Наука. Технология. Бизнес*, № 5, Москва: Электроника, 2000. Страницы 52–55.

Nguyen Van Bang

*Аспирант. Технический Университет им. Ле-Куй-Дона.
236 Хоанг Куок Вьет, Ханой, СРВ*

УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ЗУР НА ОСНОВЕ УНИВЕРСАЛЬНО ЛИНЕЙНОГО АДАПТИВНОГО С ЭТАЛОННОЙ МОДЕЛЬЮ РЕГУЛЯТОРА, ПРИМЕНЯЮЩЕГО MIT ЗАКОН

Nguyen Van Bang

*Graduate student. Technical University Le Quy Don
236 Hoang quoc Viet, Hanoi, Vietnam.
Doan The Tuan*

CONTROL MOTION FOR ANTI-AIRCRAFT MISSILE ON THE BASIS OF A UNIVERSAL LINEAR-ADAPTIVE WITH THE REFERENCE MODEL OF THE REGULATOR APPLYING THE MIT LAW

Аннотация. Научная практика мира показывает существование многочисленных разработок, посвященных вопросу стабилизации продольного и поперечного движения зенитно - управляемых ракет (ЗУР). Однако, современное развитие тактической авиации (цель для ЗУР) граздо усложняет условия решения задач стабилизации ЗУР и приводит разработанные методы к потери эффективности. По этому поводу, изучение и разработка новых методов управления и стабилизации ЗУР на основе современных достижений науки остается актуальными.

Представляя движение ЗУР в сложных условиях, при которых одновременно изменяются динамические параметры ракеты, видно, что изменяются и параметры динамического контура телеуправления (или самонаведения тоже). Система управления ЗУР при этом становится нестационарной и неполной по информации.

Решением задачи точного управления ЗУР и её стабилизации в этих условиях предпочтительно считается использовать универсальное линейно-адаптивное с эталонной моделью управление, применившее MIT (Massachusetts Institute of Technology) закон.

В настоящей работе представлена разработка математического аппарата регулятора, построенного на вышесказанном предположении. Разработанный регулятор рекомендуется применить в контуре телеуправления ЗУР.

Регулятор имеет следующие достоинства: конструктивная простота; большая скорость сходимости выходной характеристики к эталонной; достаточная устойчивость к внешним возмущениям. Качества регулятора проверены математическим моделированием с помощью компьютерной программы Matlab-Simulink.

Annotation. Scientific practice the world has shown the existence developments on the issue stabilizing longitudinal movement of anti-aircraft missiles. However, the modern development of enemy tactical aviation is greatly complicating the conditions for solving stabilization problems and leads the developed methods to a loss

of efficiency. In this regard, the study and development of new methods for controlling and stabilizing missiles based on modern scientific advances remains relevant.

Representing the movement of missiles in these difficult conditions, under which the dynamic parameters of missiles simultaneously change, it is seen, that the parameters of the dynamic remote control circuit are changing. Wherein, the missile control system becomes unsteady and incomplete according to information.

By solving the problem precise control for missiles and its stabilization in these conditions it is preferably considered to use universal linear adaptive control with a reference model has applied the MIT law.

This paper presents the development mathematical model of regulator. The developed regulator is recommended to be used in the loop remote control missiles.

The regulator has the following advantages: constructive simplicity; high rate convergence of the output characteristic to the reference; sufficient resistance to external disturbances. The quality of the controller is verified by mathematical modeling using the Matlab-Simulink computer program.

Ключевые слова: зенитно-управляемая ракета (ЗУР); универсальное линейно-адаптивное с эталонной моделью управление, применяющее MIT закон (УЛАУ с МИТом); телеуправление.

Keywords: anti-aircraft missile; universal linear adaptive control with a reference model applying MIT law; telecontrol.

Введение

Изучение телеуправления ЗУР сводится к трем основным вопросам:

- Стабилизация самой ЗУР как объект управления при изменении условий её полета;
- Разработка альтернативного метода наведения с целью получения оптимальной траектории ЗУР в условии маневра цели;
- Обеспечение необходимой устойчивости и точности контура телеуправления с учетом его нестационарности.

По этим вопросам занимается много ученых и существуют многочисленные труды, некоторые из них были реализованы на практике [5]. Однако, вопрос о разработке универсального альтернативного регулятора, способного одновременно компенсировать изменения динамических параметров ЗУР и контура наведения, обеспечивая их устойчивость, остается открытым. Некоторые изучения [4,5] сосредоточены на разработку PID-регулятора, адаптивного с эталонной моделью на основе теории Ляпунова. Нерешенные научные вопросы в этих трудах оказываются применимостью их в контурах наведения ЗУР выше 2-х степеней и сложностью структурно математического аппарата.

Как известно, что изменение условий полета ЗУР вызывается основным изменением скорости, высоты и ограничением угла атаки. Это приводит к изменению динамических параметров (коэффициент: передачи; демфира; постоянная времени) самой ракеты в неопределенных пределах [1,3,7]. Изменение динамических параметров ракеты существенно влияет на управляемость ракеты и контура наведения в целом.

Основываясь на вышних анализах, ставится задача разработки универсального регулятора для ЗУР и контура телеуправления, способного отработать ошибок наведения, возникнувших в изменении условий полета или по внешним воздействиям. Намеренно, что этот регулятор будет построен в виде линейно-адаптивного с эталонной моделью регулятора на основе применения MIT закона.

Метод решения

Синтез универсального линейно-адаптивного с эталонной моделью регулятора на основе MIT закона

Пусть бортовая система стабилизации (БСС) ракеты имеет структуру, показанную на рисунке 1 (рис.1), в которой описываются следующие зависимости:

- $y(t) = a_p(t)$ - нормальное ускорение ракеты как объект управления;
- $y_m(t) = a_m(t)$ - нормальное ускорение, создаваемое эталонной моделью;
- $u_{yc}(t) = a_{yc}(t)$ - требуемое ускорение, создаваемое методом наведения;
- $u(t) = a_d(t)$ - нормально-потребное ускорение для управления.

Передаточная функция ракеты имеет вид:

$$\frac{a_p}{a_d} = \frac{y_p}{u} = \frac{B(p)}{A(p)} = \frac{K_p}{T_p^2 p^2 + 2\xi_p T_p p + 1} \quad (1)$$

Где: $B(p) = K_p$; $A(p) = T_p^2 p^2 + 2\xi_p T_p p + 1$ в которых: K_p - передаточный коэффициент; ξ_p - коэффициент демфирования; T_p - постоянная времени ракеты соответственно.

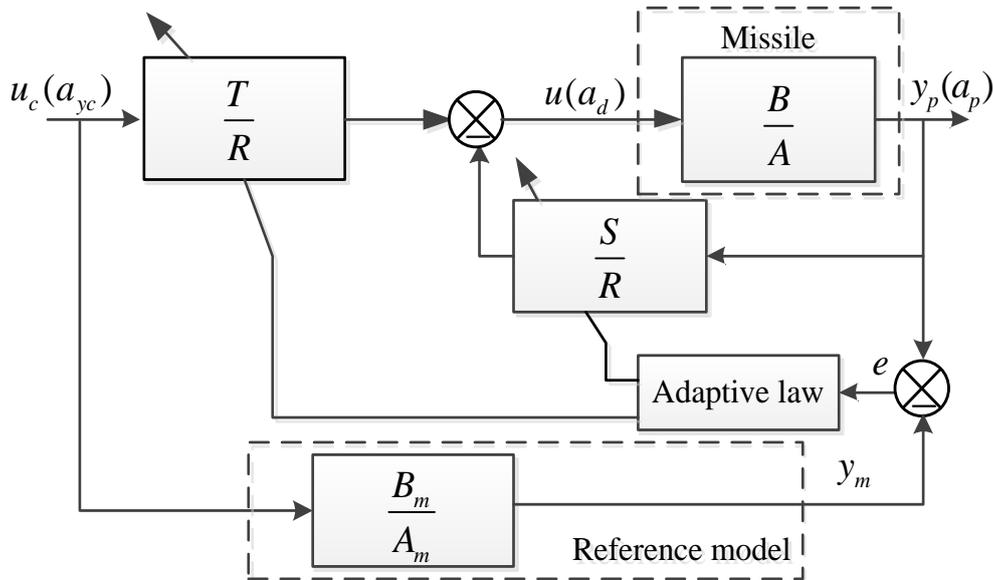


Рис.1. Структурная схема универсального линейно-адаптивного с эталонной моделью регулятора на основе МТ закона

В рисунке 1, R, T, S - полиномы, порядка которых соответствует n_R, n_T, n_S .

Передаточная функция эталонной модели имеет вид:

$$\frac{a_m}{a_{yc}} = \frac{y_m}{u_{yc}} = \frac{B_m(p)}{A_m(p)} \quad (2)$$

Общий закон линейного регулирования согласно с [2,3] имеет вид:

$$R \cdot u = T \cdot u_{yc} - S \cdot y_p \quad (3)$$

Ошибка рассогласования (e) по нормальному ускорению между ракетой и эталонной моделью представлена в виде:

$$e = a_p - a_m = y_p - y_m \quad (4)$$

Ставится задача определения необходимой структуры и закона обновления параметров в полиномах R, T, S так, чтобы $e(t) \rightarrow 0$.

Выходная реакция ракеты с учетом адаптивного регулирования можно описывать соотношением:

$$y_p = \frac{BT}{AR+BS} u_{yc} \quad (5)$$

Выходная реакция эталонной модели в том же условии воздействия:

$$y_m = \frac{B_m}{A_m} u_{yc} \quad (6)$$

Сравнивая (5) и (6), заметим:

- Чтобы выполнить требование регулирования, что ошибка « e » стремится к нулю, необходимо, чтобы полюсовые точки БСС ракеты и эталонной модели были совпадены, т.е. сумма $AR + BS$ делима A_m ;

- Нулевые точки, расположенные в левой части мнимой плоскости матрицы B должно быть ликвидированы полюсовыми точками замкнутого контура стабилизации.

Предположим, что можно разложить $B = B^+ B^-$, при этом B^+ содержит нулевые точки в левой части мнимой плоскости. Условием ликвидации

нулевых точек является делимость суммы $AR + BS$ на B^+ . Поэтому должно быть

$$AR + BS = A_0 A_m B^+ \quad (7)$$

С другой стороны, матрица R будет представлена в виде:

$$R = R_1 B^+ \quad (8)$$

Подставляя (8) в (7), получим:

$$AR_1 + B^- S = A_0 A_m \quad (9)$$

Учитывая (5) и (7), имеется место выражение:

$$y_p = \frac{B^+ B^- T}{A_0 A_m B^+} u_{yc} = \frac{B^- T}{A_0 A_m} u_{yc} \quad (10)$$

Сравнивая (10) с (6), получается следующее:

$$\begin{cases} B_m = B^- B'_m \\ T = A_0 B'_m \end{cases} \quad (11)$$

Условие существования решения задачи адаптивного управления по эталонной модели [2,4] является выполнением следующего неравенства:

$$[\text{степень}(A_m) - \text{степень}(B_m)] \geq [\text{степень}(B_m) - \text{степень}(B)]$$

Отсюда, выбирается эталонная модель вида:

$$\frac{y_m}{u_{yc}} = \frac{B_m}{A_m} = \frac{1}{T_m^2 p^2 + 2\xi_m T_m p + 1} \quad (12)$$

в которой:

$$B_m = 1 \text{ и } A_m = T_m^2 p^2 + 2\xi_m T_m p + 1, \omega_m = \frac{1}{T_m}$$

Учитывая (1), следует

$$B = K_p \rightarrow B^+ = 1 \text{ и } B^- = K_p \text{ следует } B'_m = \frac{1}{K_p}$$

Если сравнить (12) с (5) и учитываются выражения (1), (2) и (3), то можно выбрать следующие:

$$T = t_0; R = r_0; S = s_1 p + s_0 \quad (13)$$

при этом соотношение (5) превратилось в (14):

$$\frac{y_p}{u_{yc}} = \frac{K_p t_0}{r_0 (T_p^2 p^2 + 2\xi_p T_p p + 1) + K_p (s_1 p + s_0)} \quad (14)$$

Не теряя общность, можно выбирать $r_0 = 1$ в (14) и при этом:

$$\frac{y_p}{u_{yc}} = \frac{K_p t_0}{T_p^2 p^2 + (2\xi_p T_p + K_p s_1)p + 1 + K_p s_0}$$

$$\frac{y_p}{u_{yc}} = \left(\frac{K_p t_0}{(1+K_p s_0)} \right) \frac{1}{\frac{T_p^2}{(1+K_p s_0)} p^2 + \frac{2\xi_p T_p + K_p s_1}{(1+K_p s_0)} p + 1} \quad (15)$$

Учитывая (12) и (15), установим параметры для эталонной модели:

$$\frac{K_p t_0}{1+K_p s_0} = 1 \quad (16)$$

$$\frac{T_p^2}{1+K_p s_0} = T_m^2 \quad (17)$$

$$\frac{\xi_p T_p + K_p s_1}{1+K_p s_0} = \xi_m T_m \quad (18)$$

Решая (16), (17) и (18), получим следующие результаты:

$$t_0 = \frac{1}{K_p} \frac{T_p^2}{T_m^2} \quad (19)$$

$$s_0 = \frac{K_p t_0 - 1}{K_p} = \frac{1}{K_p} \left(\frac{T_p^2}{T_m^2} - 1 \right) \quad (20)$$

$$s_1 = \frac{1}{K_p} \frac{T_p}{T_m} (\xi_m T_p - \xi_p T_m) \quad (21)$$

Как отмечается в постановке задачи, из-за изменения условий полета, динамические параметры ЗУР (K_p , T_p , ξ_p) изменяются неопределенно. В результате чего величины t_0 , s_0 , s_1 будут неопределены. Отсюда вытекает необходимость синтеза адаптивного закона обновления этих величин в ходе работы адаптивного регулятора.

Из выражения (3) следует закон адаптивного управления:

$$u = t_0 u_{yc} - (s_1 p + s_0) y_p \quad (22)$$

$$R \cdot u = T \cdot u_{yc} - S \cdot y_p \quad (23)$$

Значит образовывается параметрическая матрица в регуляторе как параметрический вектор $\theta = [t_0, s_1, s_0]^T$. Следующий вопрос является нахождением адаптивного закона обновления параметров этого вектора θ , для чего, выбирается штрафная (весовая) функция вида [2,3]:

$$J = \frac{1}{2} e^2 \quad (24)$$

при которой закон обновления параметров вектора θ должен обеспечить так, что $\lim_{e \rightarrow 0} J = 0$.

Закон MIT (Massachusetts Institute of Technology) в [2,3] предлагает, что:

$$\frac{d\theta}{dt} = -\gamma e \frac{\partial e}{\partial \theta} \text{ при условии } \gamma > 0, \quad (25)$$

С MIT законом, установили

$\frac{dJ}{dt} = e \dot{e} = e \left[\frac{\partial e}{\partial \theta} \right]^T \left[\frac{d\theta}{dt} \right] = -\gamma e^2 \left[\frac{\partial e}{\partial \theta} \right]^T \left[\frac{\partial e}{\partial \theta} \right] \leq 0$, поэтому J по времени стремится к минимальному значению (нуль).

Применяя правило определения частных производных много зависимой функции по выходным характеристикам эталонной модели и синтезируемого регулятора, имеем:

$$\frac{\partial e}{\partial t_0} = \frac{\partial y_p}{\partial t_0} - \frac{\partial y_m}{\partial t_0} = \frac{B}{AR+BS} u_{yc} \quad (26)$$

$$\frac{\partial e}{\partial s_1} = \frac{\partial y_p}{\partial s_1} - \frac{\partial y_m}{\partial s_1} = -\frac{B^2 T_p}{(AR+BS)^2} u_{yc} = -\frac{Bp}{AR+BS} y_p \quad (27)$$

$$\frac{\partial e}{\partial s_0} = \frac{\partial y_p}{\partial s_0} - \frac{\partial y_m}{\partial s_0} = -\frac{B^2 T}{(AR+BS)^2} u_{yc} = -\frac{B}{AR+BS} y_p \quad (28)$$

Из-за неизвестности параметров в матрицах A и B , получается то, что соотношения (26), (27) и (28) будут неопределены. Поэтому закон обновления (25) будет невыполним. При этом ставится задача изыскания приближенного выражения для закона обновления параметров вектора θ , минуя вопрос определения параметров матриц A и B .

Смотриваясь система (на рис.1) в установившемся состоянии, из (7) следует $AR + BS = A_0 A_m B^+$. Используя (11) и (19), получим:

$$A_0 = \frac{T_p^2}{T_m^2} \quad (29)$$

Учитывая (7) при $B = B^+ B^-$, следует получить:

$$\frac{\partial e}{\partial t_0} = \frac{K_p T_m^2}{T_p^2 A_m} u_{yc} \quad (30)$$

$$\frac{\partial e}{\partial s_1} = -\frac{K_p T_m^2 p}{T_p^2 A_m} y_p \quad (31)$$

$$\frac{\partial e}{\partial s_0} = -\frac{K_p T_m^2}{T_p^2 A_m} y_p \quad (32)$$

Существовало условие $\frac{K_p}{T_p^2} > 0$ и неизвестно его значение, это сводится к условному обозначению этого параметра под знаком γ и закон обновления параметров вектора (25) переписывается в виде:

$$\begin{cases} \frac{\partial t_0}{\partial t} = -\gamma e \left[\frac{T_m^2}{A_m} u_{yc} \right] = -\gamma e \left[\frac{1}{p^2 + 2\xi_m \omega_m p + \omega_m^2} u_{yc} \right] \\ \frac{\partial s_1}{\partial t} = \gamma e \left[\frac{T_m^2 p}{A_m} y_p \right] = \gamma e \left[\frac{p}{p^2 + 2\xi_m \omega_m p + \omega_m^2} y_p \right] \\ \frac{\partial s_0}{\partial t} = \gamma e \left[\frac{T_m^2}{A_m} y_p \right] = \gamma e \left[\frac{1}{p^2 + 2\xi_m \omega_m p + \omega_m^2} y_p \right] \end{cases} \quad (33)$$

Система уравнений (33) соответствует закону обновления параметров вектора θ синтезируемого регулятора. Структурная динамическая схема синтезированного регулятора показана на рисунке 2 (рис.2). Начальные значения параметров регулятора определяются начальными условиями, параметрами самой ракеты и эталонной модели.

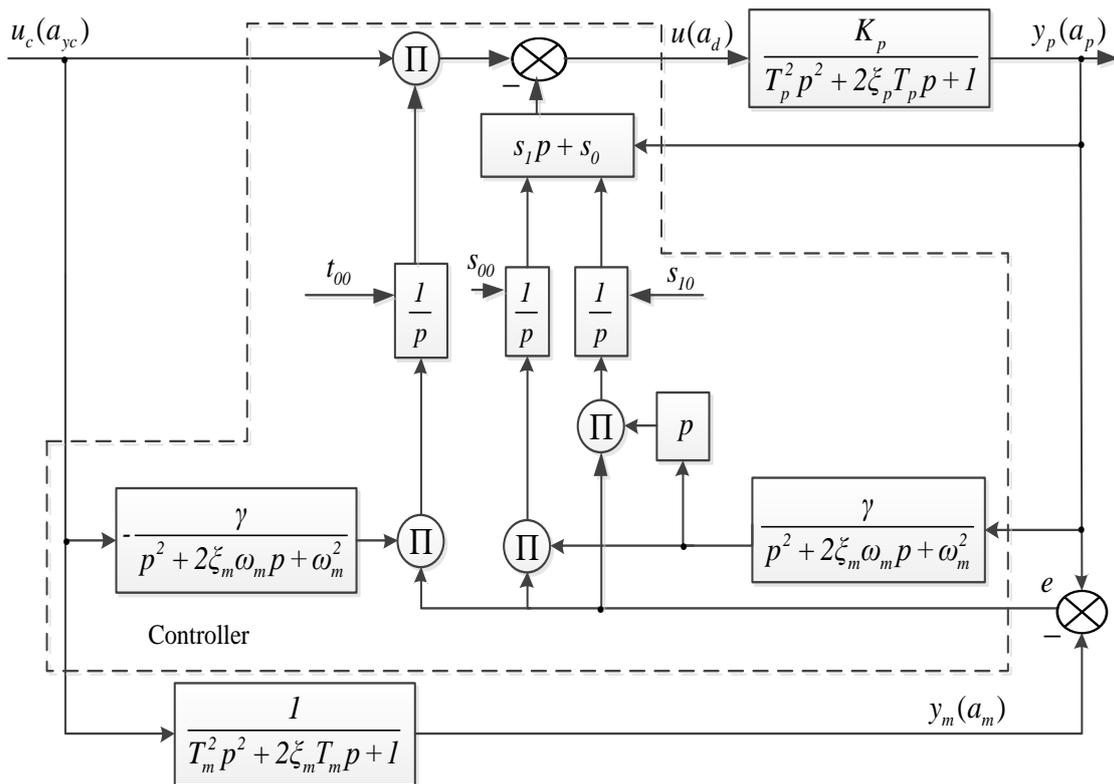


Рис. 2. Структурная динамическая схема БСС, применившей адаптивный с эталонной моделью регулятор на основе MIT закона

Исследование и результаты

В этой части работы, методом математического моделирования с помощью компьютерной программы Matlab – Simulink производится исследование функционирования и качества контура телеуправления ЗУР с БСС, применяющей адаптивный с эталонной моделью регулятор на основе MIT закона. Структурная схема системы [6] с таким регулятором показана на рис.3.

Опора для оценки эффективности разработки в работе будет основана на традиционном контуре

телеуправления, структурная схема которого показана на рисунке 4.

Исследование осуществляется в условиях заданного закона движения цели и выбранного метода наведения «Трёх точек». Имея в виду, что именно закон движения цели вызывает изменение условий полета ракеты, тем самым изменяются динамические параметры ракеты и параметры контура бортовой стабилизации в целом. Результаты исследования доказывают как регулируются основные динамические параметры ракеты в этих условиях, чтобы система была стабилизирована.

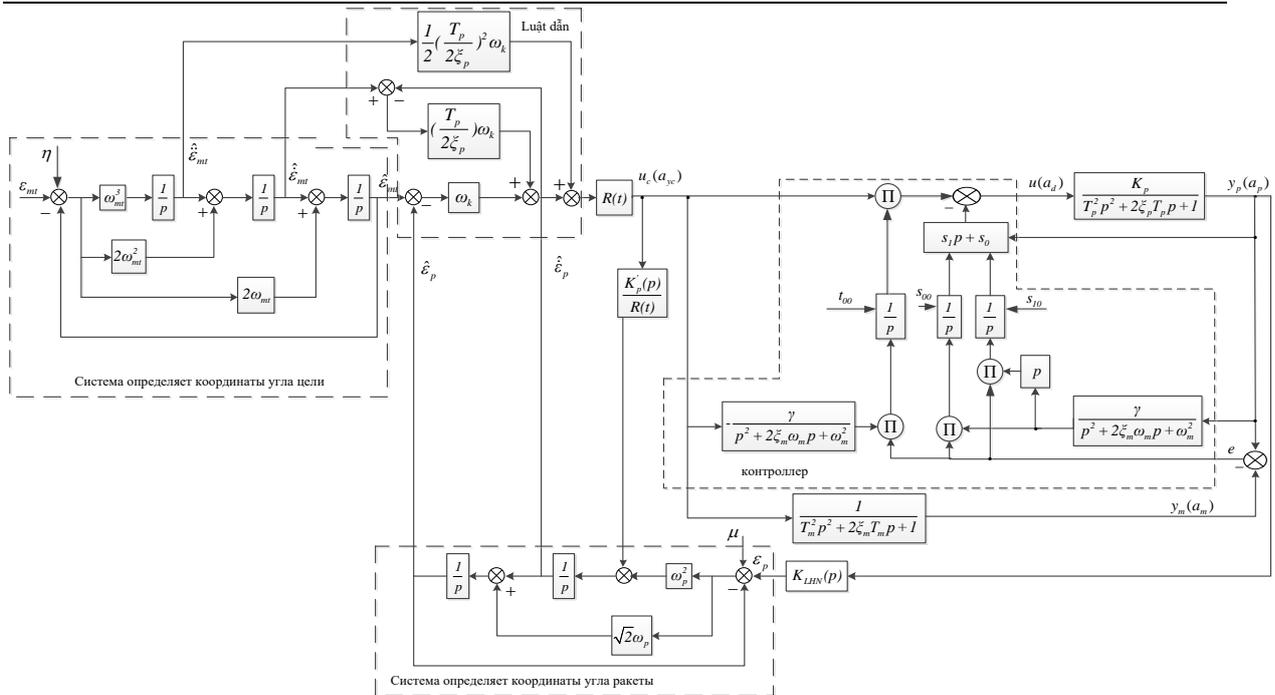


Рис.3. Замкнутый контур телеуправления ЗУР, применяющий адаптивный с эталонной моделью регулятор, работающий на основе МИТ закона

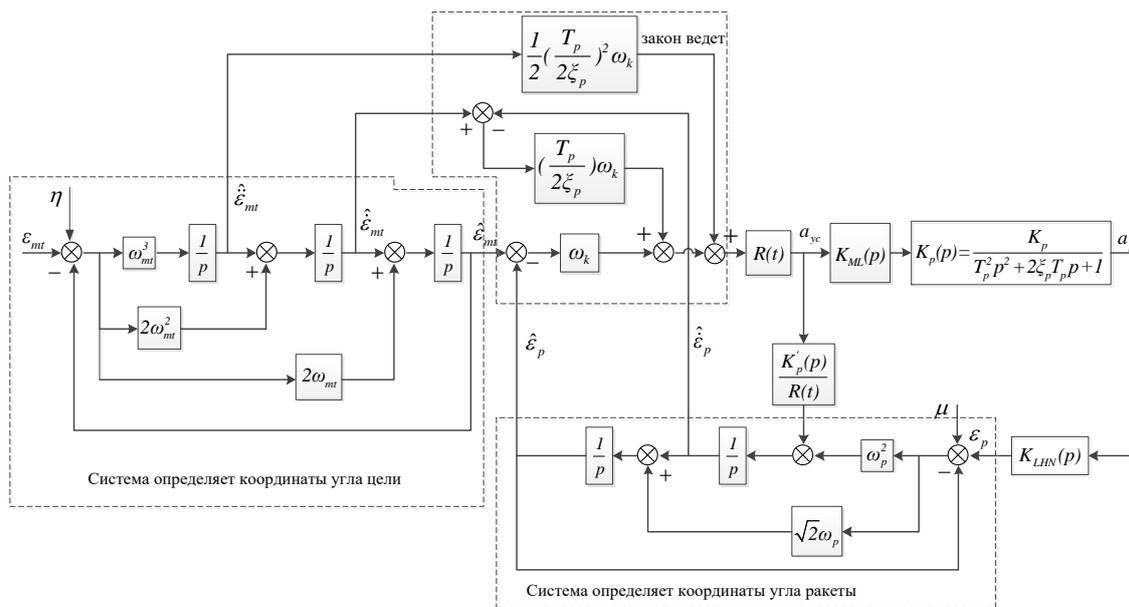


Рис.3. Традиционный замкнутый контур телеуправления ЗУР

Было установлено:
 + Передаточная функция эталонной модели:
 $\frac{B_m(p)}{A_m(p)} = \frac{1}{T_m^2 p^2 + 2\xi_m T_m p + 1}$, с параметрами $T_m = 0,1s$,
 $\xi_m = 0,7$;
 + Начальные параметры t_0, s_0, s_1 определяются соответственно по (19), (20) и (21);

+ Адаптивный коэффициент $\gamma = 0,03$;
 + Передаточная функция ЗУР:
 $\frac{B(p)}{A(p)} = \frac{K_p}{T_p^2 p^2 + 2\xi_p T_p p + 1}$, где динамические
 параметры (K_p, T_p, ξ_p) ЗУР рассматриваются как
 функции изменения условий полета [3,7];

$$T_p = \frac{1}{\sqrt{\frac{57,3 \cdot C_y^\alpha \cdot \rho \cdot \frac{V_p^2}{2} \cdot S \cdot (\bar{X}_m - \bar{X}_F \alpha) \cdot L \Phi}{I_{Z_1}}}} \quad (S) \quad (34)$$

$$\xi_p = \frac{\frac{m_{Z1} \omega_{Z1} \cdot \rho \frac{V_p^2}{2} \cdot S \cdot L_{\Phi}^2}{V_p \cdot I_{Z1}} + \frac{57,3 \cdot C_y^{\alpha} \cdot \rho \frac{V_p^2}{2} \cdot S}{m V_p} + \frac{P}{m V_p}}{2 \sqrt{\frac{57,3 \cdot C_y^{\alpha} \cdot \rho \frac{V_p^2}{2} \cdot S \cdot (\bar{X}_m - \bar{X}_{F\alpha}) \cdot L_{\Phi}}{I_{Z1}}}} \quad (35)$$

$$K_p = - \frac{C_y^{\delta} (\bar{X}_m - \bar{X}_{F\delta})}{C_y^{\alpha} (\bar{X}_m - \bar{X}_{F\alpha})} \quad (36)$$

В этих функциях: L_{Φ} - длина ракеты; $X_m, X_{F\alpha}, X_{F\delta}$ - координаты центра масс, давления ракеты и её рули соответственно; S, S_{CL} - площади подъёмной поверхности ракеты и рулей соответственно; $C_y^{\alpha}, C_y^{\delta}, I_{Z1}, m_{Z1}^{\omega_z}$ - аэродинамические параметры ракеты; P, V_p, m - силовые и весовые параметры ракеты. Все пересчитанные параметры взяты в технической документации одного типа ЗУР.

Изменение условий полета считается в основном изменением высоты, при котором сильно изменяется плотность воздуха (ρ) по следующей зависимости:

$$\rho = \begin{cases} \rho_0 \left(1 - \frac{H}{44300}\right)^{4,256} & \text{при } H \leq 11 \text{ км} \\ \rho_{11} \cdot e^{\frac{H-11000}{6340}} & \text{при } H > 11 \text{ км} \end{cases} \quad (37)$$

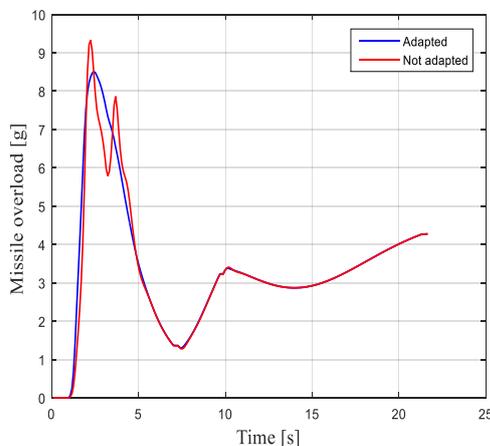


Рис.5. Перегрузочная характеристика ЗУР

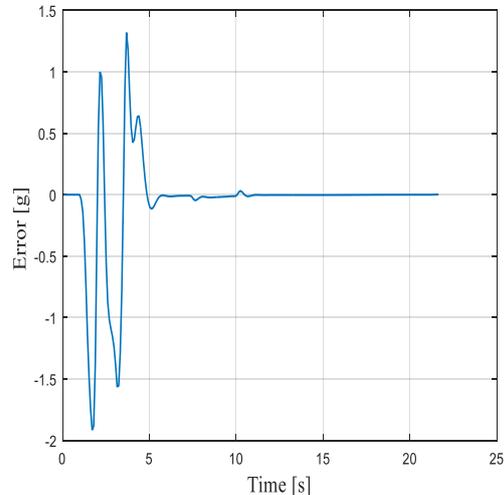


Рис.6. Характеристика изменения ошибок регулирования

Для оценки качеств наведения ЗУР во двух структурах, обычной (рис.4) и адаптивной (рис.3)

контура телеуправления, приведены значения промаха ЗУР с целью в точке встречи в таблице 2.

Таблица 2

ПРОМАХ ЗУР В ТОЧКЕ ВСТРЕЧИ С ЦЕЛЮ

Тип контура телеуправления	Макс. Высота (км)	Промач (м)
Обычный (без регулятора)	17	24.45
Адаптивный (с регулятором)	17	16.79

Обсуждение

В одном и том же условии изменения высоты полета цели, учитывая закон её маневра,

изменяются и динамические параметры ракеты. При этом разработанный адаптивный с эталонной моделью регулятор, работающий по МПТ закону,

хорошо обеспечивает созданию необходимой перегрузки для ЗУР. В результате чего скомпенсируется ошибка наведения, возникающая в ходе маневра цели, т.е. в изменении динамических характеристик самой ракеты.

Заключение

На основе постановки задачи синтеза альтернативного регулятора, способного отработать ошибок регулирования контура теленаведения ЗУР в условиях неопределенности изменения динамических параметров объекта управления, математическим методом сформированы структура и алгоритм функционирования ожидаемого регулятора. Особенность разработанного универсально линейного адаптивного с эталонной моделью регулятора заключается в применении MIT закона, который позволяет постоянно обновить параметры коррекции и улучшать качество контура наведения ЗУР.

Достоинствами данного регулятора являются простота по структуре и большая скорость сходимости выходного параметра к эталонному. Кроме того, работа регулятора оказывается устойчивой.

Литература

- [1]. Л. А. Зунг, Н. Х. До, Х. Л. Нгуа (1999), Теория полета и Основы построения ЗРК. – Воениздат. СПб (том 1,2,3), 250ст.
- [2]. Х. Т. Хоанг (2014), Теория современного автоматического управления. Издат. Политехнического Университета г. Хо Ши Мина, 210ст.
- [3]. В. Х. Тиен (2011), Основы проектирования бортовой системы стабилизации летательных аппаратов. – Воениздат СПб, 180ст.
- [4]. Amerongen, J. van (March, 2004), Intelligent Control - MRAS, (part 1), Lecture notes, University of Twente, The Netherlands.
- [5]. Pankaj, K., Kumar, J.S. and Nema, R.K. (2011), “Comparative Analysis of MIT Rule and Lyapunov Rule in Model Reference Adaptive Control Scheme”, Innovative Systems Design and Engineering, Vol.2, pp. 154-162.
- [6]. Е.А. Федосов, В.Т. Бобронников, М.Н. Красилыщиков, В.И. Кухтенко, А.А. Лебедев, В.В. Малышев, Е.В. Орлов, Б.В. Пучков, А.И. Силаев, В.А. Стефанов (1997), Динамическое проектирование систем управления автоматических маневренных летательных аппаратов, Машиностроение, Москва, стр. 49-269.
- [7]. Голубев И.С. и Светлов В.Г. (2001), Проектирование зенитных управляемых ракет, Издательство МАИ, Москва.
UDC 378.1

Abdurayeva¹ G.E., Bakei² D.K.

*The Karaganda state university of E.A.Buketova Karaganda,
The Karaganda state university of E.A.Buketova Karaganda,*

ON THE APPLICATION OF INTELLIGENT MONITORING SYSTEMS IN PASSENGER TRANSPORT

Abstract. The article deals with the issues of solving many production problems related to the provision of daily comfort, safety and compliance with the schedule of transportation of passengers and ways to effectively solve such production problems. A rational solution of these issues requires careful and complete control over the progress of work at the enterprise. The article considers the ways of solution through the use of modern satellite monitoring system and the introduction of GPS-terminal monitoring of any type of transport.

Keywords: intelligent, systems, monitoring, sensor, passenger transport, GPS, bus, passenger flow, control, transportation

Each head of the transport company daily solves many production tasks related to comfort, safety and compliance with the schedule of transportation of passengers. And achieving effective solutions to production problems requires careful and complete control over the progress of work. Today, the use of modern satellite monitoring systems and the introduction of GPS monitoring terminals for all types of urban and intercity transport are being widely established.

Installation of trackers does not require intervention in the operation of the main components of vehicles, contributing to their rapid payback.

Advantages of satellite monitoring system for passenger transportation:

- * Real-time tracking of all fleet objects.
- * Reports on route and Parking traffic.
- * Passenger traffic control.

* Fixation of the real fuel consumption.

* Guaranteed license acquisition or renewal.

Almost all professionals associated with the passenger transportation market are aware of three key problems of the industry:

1. High accident rate during transportation of passengers due to the driver's non-compliance with traffic rules. This problem is especially relevant for suburban and intercity routes.

2. Not the schedule of routes. Complaints of passengers urban and district authorities that drivers do not always drive on a set schedule, especially during rush hour, too long standing at the last stop, do not go gently, etc. As a consequence of the dissatisfaction of passengers in the quality of services provided.

3. The low profitability of the traffic. Carriers are forced to balance between the state requirements of the cost of a ticket and the need to maintain a fleet of

equipment, personnel and pay for fuel costs. At the same time, carriers need to earn at least something else. Naturally, this situation does not allow improving the quality and safety of passenger transportation [1].

To date, no one will be surprised by GPS monitoring, such technologies are widely used in Kazakhstan. But the world does not stand still, modern requirements for urban infrastructure and transportation require modern information technologies that can be integrated into a single urban management network. When developing a monitoring system, it is necessary to take into account the current needs of domestic passenger carriers, modern trends for the future "smart bus for a smart city" and ensuring greater comfort and safety for passengers. The main requirements for the equipment will be reliability and vandal resistance".

As part of the project implementation, each new bus and truck is equipped directly on the factory conveyor with an on-Board terminal of the monitoring system. With its help, each owner will be able in real time to monitor the location of their vehicles and driving style of the driver, and if necessary, to respond to emergency messages. The modern monitoring system automatically detects and reports abnormal situations, such as delays in the schedule or unauthorized departure from the route. If the customer wishes, it is possible to additionally connect to the system: a reading module for an electronic ticket, an information Board in the bus and at stops, a fuel level sensor, a driver's ID, external and internal cameras, Wi-Fi, and in the near future a passenger flow sensor.

The use of intelligent monitoring systems in passenger transport allows not only to take control of its work, but also to reduce the number of accidents. Improving road safety is essential for passenger transport and especially for the transport of children on school buses. In addition, the modern transport monitoring system allows to control fuel consumption and prevent its theft, control the real mileage and prevent "left" flights, which for any fleet means a significant reduction in operating costs [2]. And thanks to the connection of the on-Board terminal to the car bus, the bus owner can remotely obtain information about the parameters of the main systems of the car (for example, fuel consumption, temperature and engine speed, axle load, etc.).

Modern monitoring systems provide new opportunities for operating enterprises. The bus with the use of intelligent transport technologies is transformed from the usual means of transportation of passengers on the "smart bus" and becomes a source of valuable information for decision-making motor transport enterprise. In turn, road carriers that use the monitoring system can quickly integrate into a single management system of the "smart city". Such projects on passenger transport are already being implemented in the cities of Astana, Almaty with the support of local administrations and show their effectiveness. It is possible that such initiatives will soon become a single state standard for all passenger carriers in each region of Kazakhstan.

GPS monitoring system improves the safety of passengers and saves the cost of carriers no less important problem is the accounting of passengers of public transport. In practice, there are many means of counting passenger flows. In order to solve the problem correctly, I propose to compare sensors and video recorders. A passenger flow sensor has been developed specifically for monitoring the number of passengers. With it, you can track the occupancy of the cabin taxi in real time. The passenger control system makes it possible to clearly know the amount of revenue that the driver must pass at the end of the shift.

The software of the GPS tracking and passenger accounting system includes comprehensive reports on the quality of traffic. The results of monitoring of critical accelerations or brakes, presented in the form of reports, will allow you to see how comfortable the passengers felt during the trip, and thus determine the professionalism of the driver. Exceeding the established traffic safety standards leads to premature wear of the transmission, brake pads, etc., and the parameters presented in the reports allow you to literally see how the vehicle is operated [3].

The accuracy of the passenger registration system, equipped with a sensor to control passenger traffic depends on the bus route load. The greater the number of passengers transported and the closer the occupancy of the bus cabin on the route to the operating standards, the more accurate the reading of the accounting system. For example, on the route with a length of 14 kilometers and the occupancy of the bus cabin 60-90 people, which is 500-800 passengers transported per day, the error relative to the actual transported passengers is 3-5%. This includes the so-called "gatherings" for the purpose of carrying passengers to exit. Most bus routes have just such indicators of occupancy of the passenger compartment.

The passenger counting system of control is made of the cumulative method, to the extent of filling and unloading of the cabin of passenger transport. The exact data we receive in the interval from the "empty" to the "empty" interior of the bus. From the last stop to the last. Between the final stops of the bus route in real time, the passenger counting system shows at least how many passengers have been transported to date.

To date, this method of accounting for passengers is the most effective, completely eliminating the human factor and sources of corruption within the enterprise. The daily error of the system does not exceed 5%, even when transporting passengers with violations of operating standards, the error rate of the system is not more than 7%. Numerous all-season tests of the passenger registration sensor allow to create a reliable means of cost optimization and increase of profitability of the enterprise [4,5].

The GPS control system of passengers is a necessary tool for accounting the income of the transport enterprise. It looks like the interior of the bus taxi with installed sensor accounting the number of passengers (Fig. 1.3).



Figure 1. Installation of the sensor of control of passengers on the bus GROOVE. Side view.



Figure 2. View of the control sensor passengers, ready to work

The idea of developing modern passenger meters came to us not by chance. We had a chance to test a lot of existing passenger accounting systems on the market. As shown by the test tests, none of the submitted "applicants" for the correct registration of passengers did not show itself on the positive side. Sensors of different types and different accounting principles were tested. The error of the tested sensors of our competitors was not less than 30%, or the durability did not exceed two months of continuous operation. The issue of control of passengers in public transport remained open. It made us think and move to decisive actions on the way of realization of such an important product.

We realized that the second most important object of control with the use of GPS monitoring after fuel accounting is the accounting of passengers in urban transport – buses and taxis.

The passenger registration sensor is securely installed on the first step at the entrance to the bus. The sensor is designed with an anti-slip coating and has an imperceptible stroke of the contact platform for transmitting information to the connected GPS passenger accounting system. Stepping on the sensor, the passenger, without knowing it, launches a complex, multi-stage mechanism to control the occupancy of the bus. The sensor is activated only when the passenger actually entered or exited the vehicle.

In order for the system of accounting for the number of passengers to be as accurate as possible, several conditions must be met. The complex of equipment, and most importantly, the passenger metering sensor, must work accurately and reliably. Operational and technical characteristics must meet the requirements of work in an aggressive environment, as the sensor is the most physically exposed to the working node of the hardware complex GPS equipment. After the operation of the equipment is debugged, the turn comes to finalize the software. The correct result is achieved through the use of complex counting algorithms. Then the data is processed and stored in the computer for further construction of a variety of reports and statistics on bus routes.

For two years, tests were carried out and this sensor of passenger registration was improved, which confirmed the all-season use and reliability of the current model of the product.

The sensor is covered with a casing made of special hard-to-wipe rubber, which protects the working mechanism. Therefore, he is not afraid of rain or slush or icing. And now, when the sensor has passed the most severe tests, we can say with confidence that the project was a success.

Method of control of passengers in public transport with application (Fig.3) all kinds of options for DVRs is very interesting, because, at first glance, such a system should give accurate counting results.



Figure 3. Registration of passengers using the DVR

The DVR is installed in the interior of the bus and, in fact, is a small computer that records the video signal to the built-in hard drive. The DVR camera is located

above the front entrance door outside the vehicle, so as to "see" both entrances to the interior of the bus. During the operation of the DVR, information about the

passenger's visit to the bus cabin is carefully stored on the hard drive.

Well, that's fine. We assume that the system is purchased and installed. It would seem that now we can accurately determine the number of passengers on the route.

Now consider the practical side of the acquisition of the DVR to account for passengers. Established, started, went. To obtain information about the number of passengers, it is necessary to remove the disk from the DVR to take readings, which requires direct access to transport. The frequency of these actions depends on how quickly you want to receive information about the number of passengers carried. After removing the disk, connect it to the computer and using a special program to get a picture of the entrance and exit of passengers in the bus. Consider them. So far everything looks great, clear and easy. Time passes – because in order to visually count the passengers, you need the same time that was spent on the record. We can use accelerated scrolling, but there is a risk of increasing the error in the calculation. About 30 stops on the bus route, lasting from about 0.5 to 1 minute. About 12 flights per shift. By simple calculations we calculate that about 3 (!) hours, we will assume passengers in a single (!) bus for one (!) change. But if recording in a week? We consider further, attention is dulled. We start making mistakes and missing people. Thus obtained "accurate" data recorded in a notebook or Excel table. Someday we'll use them for some kind of report or statistical evaluation.

All the taping was over! Well, finally you can relax the whole day left to do the hard work. What? Another disk, which need to view!? And another... Well, of course, we have the same fleet of 20 or even 50 buses!!! It is necessary to undertake something cardinal because it is inconceivable hard work demanding close attention. It begs the decision to hire a "human robot", which will be "responsible" approach to the issue of "accurate" accounting data DVR. Here you need to stop and ask yourself the question: who said that the account will be accurate? How is this person different from you? Plus sticks to the base for the growth of "corruption" within the enterprise. You will not be engaged in checking the accuracy of passenger records! How do you imagine that? And time for it, as a rule, simply isn't present.

What did we get in the end? As a result, we acquired the illusion of passenger control, which has

nothing to do with the real situation. Yes, undoubtedly, for individual cases, the DVR is an acceptable way of accounting for passengers. But if we are talking about automation of accounting, convenience and practicality of solutions, this method is categorically not suitable.

Again, returning to the effective automation of the process of control of public transport passengers based on the online system and the use of the sensor, it is worth noting the following important advantages of their implementation:

- there is no need to attract additional personnel to service the system (remember the removal of disks and "questionable" counting of passengers);

- the absence of reasons for "corruption" and shortcomings within the enterprise (with the passenger control system, which includes a metering sensor, it is impossible to agree);

- monitoring the occupancy of the bus from anywhere in the world, where there is Internet in real time;

- fast and accurate formation of the necessary reports for any period of the fleet (reports on the indicators of professionalism of the driver: driving quality-unacceptable acceleration and braking);

- the ability to control the parameters of on-Board transport systems in a single complex (passenger accounting, control of fuel consumption, mileage, engine speed and temperature, real-time tracking, etc.).

Control of these parameters in online mode is possible only when using GPS technology.

List of references

1. Gerami V. D. Organization and management of urban passenger transportation: Studies. manual. V. D. De, G. V., Dukarevich.-M.:MADI, 1994.-144c
2. Khalil'ev, R. F. design of intelligent transport systems, international scientific research journal. - 2013. - № 7-2 (14).- P. 98-100.
3. Zhankaziev S. V., Tur A. A., R. F. Halili Intelligent roads – a modern perspective // Science and technology in the road sector. - 2010. - № 2. – C. 1 – 7.
4. Zhankaziev S. V. Formation of the life cycle of the local project of the intelligent transport System / S. V. Zhankaziev, R. F. Khaliyev// Transport enterprise.- 2012. - № 11.- P. 31-33.
5. Mun, E. E. Organization of passenger transportation taxi /E. E. Mun, A. D. Scar. - Moscow: Transport, 1986.- 136s.

A METHOD OF PROTECTION OF INFORMATION IN IP-TELEPHONY NETWORKS AGAINST UNAUTHORIZED ACCESS BASED ON ASTERISK PBX

Annotation: The article is devoted to the consideration of the problem of increasing the level of security of the IP-telephony network and access to confidential information within this network. The paper proposes a method for delimiting access to telephony by blocking unauthorized IP addresses and entering a blacklist of permitted, suspicious operations. The example of such operations may be password, which was incorrectly entered several times. And also the way to determine the burglary, if the above checks were successfully passed. The algorithm and block diagram of the blocking system operation of a unique network address that implements the proposed method are considered in the paper.

Keywords: network protection, IP telephony, VoIP, cybersecurity, network access, protection against unauthorized access, protection of information in networks, system vulnerabilities, system protection.

I. INTRODUCTION

The 21st century is characterized by the dynamic development of the information technology industry. It is impossible to imagine an enterprise or a person, who does not use achievements of this industry. The more technology is used, the more cybercriminals are interested in it.

VoIP is based on IP technology and uses the Internet, it also imitates all their vulnerabilities. In addition to imitators, IP telephony has vulnerabilities that arise from the features of VoIP network architecture. All of these vulnerabilities create the need for enhanced security and thorough network analysis. The consequences of IP telephony attacks can be: theft of calls, server crashes, as well as theft of personal data and subsequent actions with them. To date, one of the most important tasks of IP-telephony are to protect the network, improve existing ones, or implement new methods of counter-attack.

When using a global network in a security system, it is based on the use of access control and authorization systems, i.e. it contains the following tasks:

- Identification is the procedure for recognizing a user on a system, that is, establishing a correspondence between a subscriber who connects via a remote access channel to another IP telephony client or clients. Customers are identified by their username and IP address.

- Authentication – action that confirms a subscriber's authority to use the customer ID he / she entered. That is, the check or caller is really who he/she pretends to be. Authorization is the granting of rights to a user to access resources and to perform certain actions, as well as the process of verifying and confirming these rights when attempting to perform these actions.

- Discharge integrity control is a complex of measures that makes it impossible to change or withhold an order when transmitting from a subscriber to the system via a remote access channel.

- Confidentiality is the prevention of the transmitted data via a remote access channel to a third party.

Thus, the urgency of the task of ensuring the security of IP-telephony networks is associated with

widespread use in various organizations, enterprises and institutions, and the great interest of the attackers in this field. So that is one of the more important tasks of IP-telephony is to secure the network, improve existing ones or implement new methods of counter-attack.

II. FORMULATION OF THE PROBLEM

The great interest of cyber-criminals in IP-telephony networks is growing at a fast pace, in parallel with an increase in the number of users. Such kind of interest usually causes attacks on the network. The consequences of attacks can be as following: theft of calls, server failure, as well as theft of personal data and further actions with them.

The complication and number of attacks on VoIP servers continue to increase. Automatic port scanning and security sensing are used many times a day. Each new attack attempt is from another IP, and potential hackers use the botnet. This makes it more difficult to block them by firewall. Another difficulty in blocking attacks is that the source address is intentionally tampered. Such actions make it difficult to identify the true sender address, which is disguised as "noise" generated random addresses.

IP Telephony (VoIP) is a set of communication protocols, technologies and methods that provide traditional two-way voice messaging for telephony, as well as video messaging over the Internet or other IP networks. Today, most businesses use VoIP for both external and internal communications. The use of IP-telephony systems allows companies to significantly reduce the cost of calls, especially international ones, and integrate telephony with Internet services and provide intelligent services.

Thus there is a need to improve existence or to develop a new method of combating attacks that can circumvent these problems. Especially important is the creation of subsidiary or firewall applications replacing to block suspicious random IP-addresses.

III. FORMULATION OF PURPOSE AND TASKS

The purpose of the work is creation algorithm of method of protection of information in ip-telephony networks against unauthorized access based on Asterisk PBX.

According to the purpose of the work it is necessary to solve the following tasks:

- To explore IP telephony network;
- To analyze IP telephony vulnerability;
- To develop an application to block unwanted IPs.

The scientific novelty of the research is the following: the algorithm of blocking of intruders and definition of other necessary components of system of protection are developed and implemented. The algorithm helps to protect the network more carefully, and is able to prevent repeated attacks.

The practical value of the work is that the method, applied in the system, provides reliable protection against possible threats and creates a strong counter attack against attackers. This ensures the stable operation of the network and the protection of personal data of users from leakage, as well as the secrecy of telephone conversations.

IV. MAIN PART

The method is developed to determine the user IP address authenticity when logging in to the network and filtering addresses with a block of false or suspicious actions when trying to access valid addresses. This method avoids attacks that pretend being undetected. The application of this protection option can be used in all closed IP-networks. Solving the problem of the networks protection is thus possible by registering at the IP address of the address for further authorization. The algorithm is able to reduce the frequency of false authentication attempts. The method shown in this work is great for protecting the system against DDOS, called denial-of-service attacks and brute-force attacks, making it impossible to change numbers (prevents IP addresses from being tampered with).

The first part of the method is the IP address filtering. Since IP telephony is a private network, there is a specific list of users who have access to the system. That is, the first step is to check if there is an address trying to access the filter range. If there is an address, access is granted, if not, it is blocked.

The second part of the method is that the program scans log files and forbids IP addresses that detect signs of harmful activity. Such signs include a large number of password crashes, searches for exploits. Addresses marked with such features are blocked at a specified time using the iptables management interface. The method is a security policy that can also set conditions for usernames and passwords, which allows you to prevent from a weak authentication problem. The second step allows you to prevent a deliberate change of address and interference to the network through any access to the computer.

The third part gives an opportunity to determine the substitution of CallerID, through the analysis of the SIP package contents, which causes the real end user to be identified. This helps to protect the system from indirect hacking (when a cyberattack is performed on a user of the system who has passed all stages of verification).

In a set of three stages, the method gives a powerful deflection to attacks, especially attacks such as "denial of service and break the password by the method of full scan. The method works independently of other Asterisk protocols, so its operation cannot damage its own communication work.

This method of protection also includes the following components of the IP network protection system: complex password policy, disabling the response to the wrong password and blocking access after unsuccessful attempts to register. In addition, this approach perfectly complements other components. Such as the use of firewalls, encryption of telephone conversations and the actual use of VPN.

In addition, the connection and voice session of the identified clients is secure. The basis of any secure connection is cryptography. Cryptography is called the technology of addition, that is, encryption, and decryption of encrypted messages. In addition, cryptography is an important component in ensuring integrity, confidentiality, and authentication. Authentication is a mechanism for verifying, verifying the identity of the sender or recipient of the information. Integrity assumes that the data was not subject to change during the transfer, and confidentiality provides conditions under which no data will be understood by anyone except the sender and the recipient to whom it was addressed. Typically, the mechanisms of cryptography appear in the form of an algorithm, namely a mathematical function, and a secret value, that is, a secret key. The algorithms used are widely known, so only cryptographic keys should be kept secret. The reliability of a key depends on its size, that is, the more bits in such a secret key, the less vulnerable it is.

Unlike existing some analogs, this method has a number of advantages. Firstly, it is used particularly in Asterisk, that is, there is no need to set anything. Secondly, it can run without a firewall, in opposition to an analog that only complements the firewall. Thirdly, the method can be used as a security policy for network logon, while the analog cannot affect weak authentication. Fourthly, the method does not provide constant monitoring of the system.

The block diagram of the algorithm is used for protecting the IP-telephony network from unauthorized access by the method of blocking IP-addresses is shown in Fig. 1. When attempting to connect to the network, authorization is initiated at the IP address initially (each address may have its own specific rights). At the same time, defining the rights, it checks if there is this IP address within the filter. If the authorization fails, the address immediately falls into the ban, and only administrator can unblock it. If it is successful - check the authorization (determine whether the specified login and password is valid). If authentication fails (5 attempts), lock at the given time. You can unblock both the administrator and the system automatically after the coincidence of the specified time. If it is successful - the user can use his authority on the network.

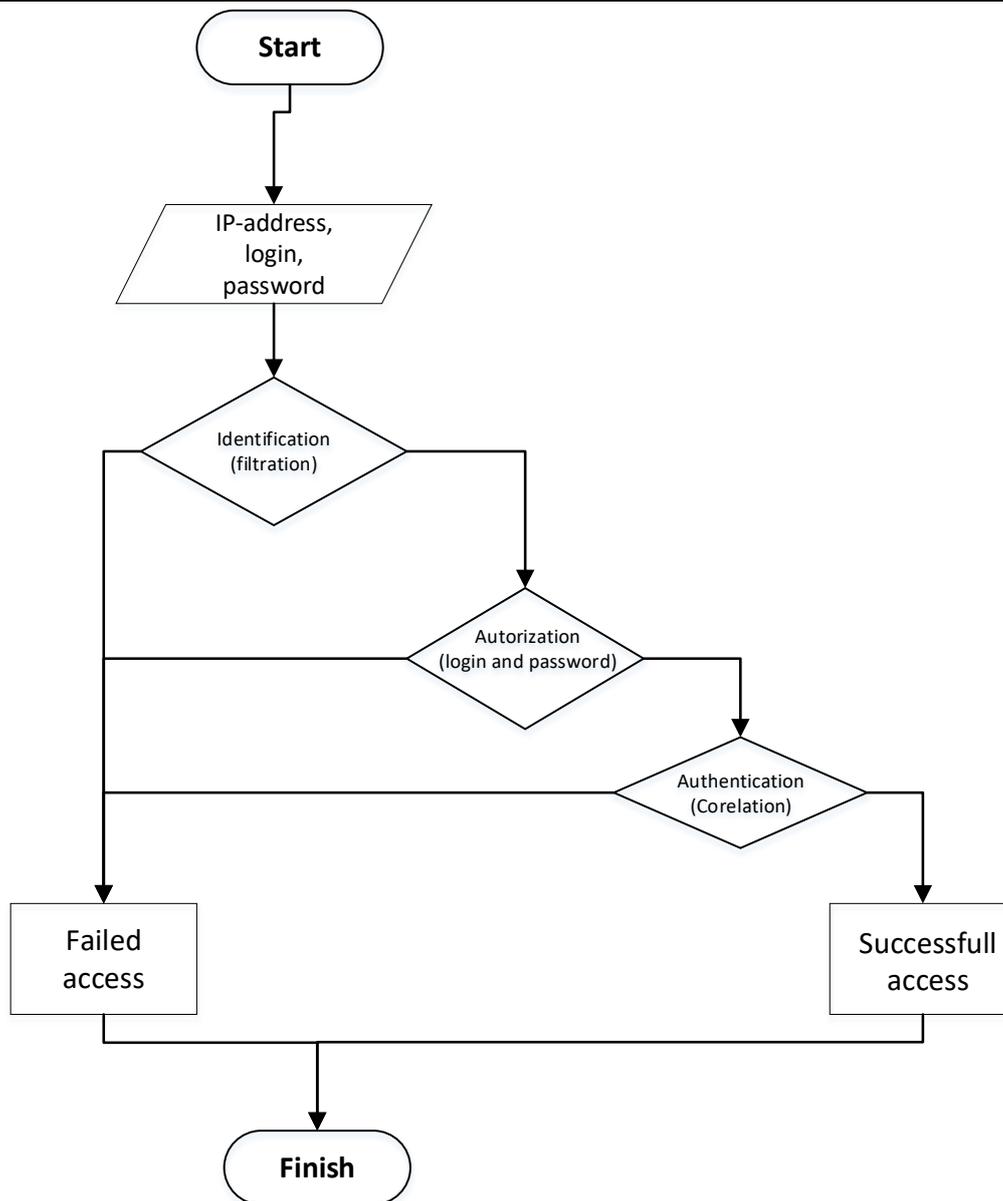


Fig.1. Block diagram of the method algorithm method of blocking IP-addresses

The method demonstrated in the article will provide better protection for the IP-telephony system when using a network security system. Such system includes appropriate settings of VoIP server, use of firewalls, encryption of telephone calls. For example, use a combination of TLS and SRTP protocols to encrypt voice data on a network and transmit voice data between remote users through an encrypted tunnel, namely IPsec. The application of the created algorithm of blocking of IP-addresses will allow to improve the security system. Using all of the above methods in combination will provide improved security of information within the network and with remote users.

Also ensuring safe operation of IP systems requires the client to follow the following common guidelines:

- keeping secrets and not passing on to third parties their own passwords, one-time code tables, cryptographic key carriers and other means of network access;

- use of computers and other communications technologies whose software is fully controlled by the client for use on systems;

- Immediately lock your account in case of loss of passwords, one-time code tables, cryptographic key carriers or other means of accessing the IP telephony network, and when access to a third party network is detected.

V. CONCLUSIONS

The article shows the method of information security in IP-telephony networks from unauthorized access based on Asterisk ATS. This method can potentially increase the security level of IP-telephony networks and reduce the possibility of interruption the network and the stealing of personal data as well as the usage of it. It also includes not only ways to prevent intrusion directly into IP telephony, but also a method for recognizing a trusted SIP client. The method of protection against suspected interference presented in the article takes into account the fact that upon access to the system by a third party or a group of persons, all

means have been taken to minimize the losses during a successful hacking attempt.

The main problem refers to IP-telephony security is that they are too open, and violators can attack their components relatively easily. Despite the fact that such attacks are not yet widespread, hackers can optionally carry them out, since attacks on traditional IP networks can be directed almost unchanged to the transmission of digital signal, voice or video. On the other hand, the similarity between conventional IP networks and IP telephony networks also tells us how to protect them. Thanks to the developed system it is possible to prevent attacks on the system of IP-telephony and to minimize losses in case of successful attempt of intervention. Also, in the article the block diagram and the principle of the algorithm of the proposed method are considered.

The proposed method and system can be used when using IP-telephony networks for communication on Unix-like platforms and the usage of the Putty application by Windows software users.

It is important to remember that malicious attacks are applicable to both traditional and IP telephony. The question is that detecting, locating and preventing threats in the IP telephony system is a much simpler and less costly task. In this case, the cost of IP-telephony is significantly lower than analog. The task is to properly implement and debug the IP system and ensure its

smooth running with minimal risk aversion. Security features were explored at TIS Telecom.

References:

1. L. Madsen, J. V. Meggelen, J. Smith "Asterisk: The Future of Telephony", 656, 2015
2. Кавун С.В. Інформаційна безпека. Навчальний посібник. Ч.1. – Харків: Вид. ХНЕУ, 2008. – 352 с.
3. Хорев П.Б. Методы и средства защиты информации в компьютерных системах: Учеб. Пособие для студ. Высш.учеб. заведений – М.: Издательский центр – Академия, 2005. – 8с.
4. Демпстер Б. Gomillion D. Побудова систем телефонії за допомогою Asterisk – Birmingham: Packet Publishing, 2005. – 176 с.
5. Bekala Katarzyna. Algorithm for protecting access to confidential information in IP-telephony networks // Европейская наука XXI века. – 2018. – с. 55-58.
6. Корниенко Б.Я., Бекала К.И., Галата Л.П. Исследование уязвимостей сетей IP-телефонии // Тенденции современной науки. – 2018. – с. 39-42.
7. Бекала К.И. Алгоритм защиты сетей IP-телефонии от несанкционированного доступа // Комп'ютерні системи і мережні технології. – № 11, 2018. – с. 9-10.

Данилов Александр Петрович
Инженер-механик, горный инженер
Автор теории Поглощения энергии,
советник генерального директора
ООО «Компания «Восточный уголь»,
121059, г. Москва,
Деулин Евгений Алексеевич
Доктор технических наук,
профессор МГТУ им. Н.Э.Баумана
105005, Москва

УДК 533.5:614.839.54:620.9:661.9:622.235

© А.П. Данилов, Е.А. Деулин 2019

ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДОРОДО -СОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ПРИ ШАХТНОЙ ДОБЫЧЕ УГЛЯ

Аннотация. В статье говорится, что атомарный водород, являющийся попутным видом топлива при добыче каменного угля появляется в виде раствора атомов водорода в частицах угольной пыли, являющейся продуктом воздействия рабочего органа комбайна или струговой установки на добываемый уголь. Мелкая угольная пыль, появляющаяся во время добычи угля и оседающая на стены и пол выработок шахт и, отдельно, забоев представляет собой «вакуумную взрывчатку», которая представляет собой опасность, с другой стороны она представляет собой уже, обогащенное водородом топливо, которое нам надо научиться утилизировать для получения дополнительной прибыли при угледобыче и на ТЭЦ, что нано-структурированное топливо в 2-3 раза дешевле дизельного топлива и приближается низкой стоимости водоугольного топлива, хотя по теплотворной способности значительно превосходит последнее, приближаясь к дизельному топливу.

Abstract. The article states, that atomic hydrogen, which we consider as a by-product of coal mining appears as a solution of hydrogen atoms in the particles of coal dust, which is the product of the impact of the working body of the combine or plow installation on the extracted coal. Fine coal dust that appears during coal mining and settles on the walls and floor of mine workings and, separately, the faces is a "vacuum explosive", which is a danger, on the other hand, it is already hydrogen-enriched fuel, which must be learned to recycle for additional profit in coal mining and in the mills of thermal power plants, we show that nano-structured fuel is 2-3 times cheaper than diesel fuel and approaching the low cost of coal fuel, although the calorific value is much superior to the latter, approaching the diesel fuel.

Основные термины и слова: уголь, угольная пыль, атомный водород, нано-структурированное топливо, шахтные выработки.

Basic terms and words: coal, coal dust, atomic hydrogen, nanostructured fuel, mine workings.

Говоря об отходах при шахтной добыче угля напомним, что одним из наиболее часто упоминаемых попутных продуктов, появляющихся при добыче каменного угля является метан, взрывоопасность которого хорошо известна, тем не менее задача утилизации угольного метана в газоносных бассейнах РФ, например, на основе концепции локальных угле-газ-энергетических комплексов (ЛУГЭК) уже рассматривается [1]. Мировой опыт извлечения угольного метана и его использования в промышленных целях [2] уже доказал свою эффективность в США, Китае, и может быть рекомендован для создания углеэнергетических комплексов в Кузбассе, Печерском и Дальневосточном угольных бассейнах. По данным [1] метан, находящийся в угольных пластах в свободной фазе легко поддается извлечению, в то время как метан содержащийся в микропористой фазе трудно извлекаем. По тем же данным теплотворная способность метана, добавляемого в газовое топливо составляет около 10 МДж/м^3 . В данной статье речь идет о другом известном, но хорошо забытом попутном продукте – атомарном водороде, являющимся более эффективным чем метан, и в то же время попутным газообразным топливом, появляющимся при добыче каменного угля. Использование водорода при угледобыче еще не нашло применения, хотя это технологически просто реализуемо, о чем далее пойдет речь. Известен ряд российских и иностранных патентов на так называемое водо-угольное топливо [3,4,5] которое использует угольные частицы, размером от 1 мкм до 10 мкм , размещаемые в воде, используемой в качестве носителя основного продукта топлива. Авторы указанных патентов используют хорошие тепловыделяющие свойства мелких угольных частиц, но при этом они пошли по кратчайшему и простейшему технологическому пути, используя воду в качестве носителя, не

учитывая того, что при сгорании угольной составляющей топлива вода должна испаряться, забирая большую теплоту идущую на парообразование. Этот недостаток устранен авторами в патенте [7], рассматриваемом ниже.

Теперь вернемся к водороду, учитывая, что водород- это составляющая атмосферы, и при этом содержание водорода в атмосфере очень мало ($P_{\text{H}} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ Торр}$), и его получение, реализуемое на практике электролизом воды просто, но не эффективно и опасно. С другой стороны, технология получения водорода, как элемента топлива, основанная на использовании свойств многих материалов активно поглощать атомы водорода в процессе трения, подробно описана в публикации [6] и может быть промышленно реализуема. Эта технология вызывает наводороживание материала, которое на 3-4 порядка превышает наводороживание, достигаемое традиционными методами [8]. Опыт авторов показывает возможность накопления водорода и его изотопов в нано частицах предлагаемого топлива, основанного на использовании водорода, что подробно описано в патенте на способ получения нано-структурированного топлива [7]. Рассмотрим физику получения водорода, используемого в топливе из окружающей нас воды, согласно запатентованной технологии. Вода, всегда входящая в состав атмосферы сорбируется на всех поверхностях шахтного забоя и при работе инструмента её молекулы диссоциируют на $\text{H} + \text{OH}$ составляющие [8]. Основа технологического процесса базируется на процессе проникновения атомов водорода внутрь нано частиц перемалываемого угля с их поверхности, а именно, из первого монослоя сорбата (слева и в центре на рис.1), где он возникает в результате диссоциации сорбированных на поверхности молекул воды: $\text{H}_2\text{O} = \text{H} + \text{OH}$. [9].

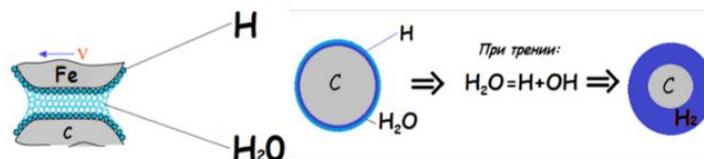


Рис. 1 Вид процесса образования атомов водорода H на поверхностях твердых частиц угля (C) и их диффузии в материал от поверхности трения. Зона диффузии атомов водорода выделена темным цветом

Представленный на рис 1 процесс происходит при т.н. «сухом трении» везде и всегда, но становится взрывоопасным лишь при очень малых размерах измельчаемых частиц, в нашем случае угольной пыли. Существенным преимуществом способа является то, что с целью предотвращения взрывов смеси процесс измельчения производится в вакууме, при рабочем давлении насыщающих

паров воды, а процесс проникновения продуктов измельчения в жидкость – носитель также производится в вакууме [6,10]. Время, затрачиваемое на измельчение, определяется среднеквадратичным расстоянием x от поверхности до центра нано частицы, а расчётная концентрация растворённого в центре частицы водорода и его изотопов составляет [9]:

$$C_0(x, t) = (C_{surfH} - C_i) \cdot \left(1 - \operatorname{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{D \cdot t}}\right)\right) + C_i \quad (1)$$

F_T - расчётная площадь поверхности nano частицы, подвергнутая трению,

C_{surfH} - исходная концентрация атомов водорода или его изотопа в первом монослое, сорбированном на поверхности nano частицы;

$$\theta = e^{\frac{E_1 - E_L}{RT}} \cdot p \cdot \left((p_s - p) \cdot \left(1 + \left(e^{\frac{E_1 - E_L}{RT}} - 1\right) \cdot \frac{p}{p_s}\right) \right)^{-1} \quad (2)$$

E_1 - теплота физической адсорбции 1^{го} слоя Дж·кмоль⁻¹;

E_L - теплота парообразования L-го слоя, Дж·кмоль⁻¹;

p, p_s - истинное давление и давление насыщающих паров сорбата, Па;

R - универсальная газовая постоянная;

T - температура сорбата,

N_{II} - число «мест» для сорбируемых молекул водорода или его изотопов на единичной площади поверхности частицы угля, подвергаемой трению

d_0 - диаметр молекулы сорбата ($d_0 = 0,3$ нм)

C_i - начальная концентрация водорода или его изотопа в объеме материала накопителя ат/см³;

D - коэффициент диффузии водорода или его изотопа в материале nano частицы,

x - среднеквадратичное расстояние от поверхности до центра nano частицы, образующей топливную суспензию;

Накопление требуемого N_T количества атомов водорода или его изотопов в единице объёма отдельно рассматриваемой nano частицы зависит от указанных выше параметров процесса трения при измельчении сырья и определяется выражением:

$$N_T = F_T \cdot \int^x \int^t dC_0(x, t) / dx \cdot dt \quad (3)$$

Тогда суммарное количество атомов водорода, накопленное в объёме nano частицы топлива составляет:

$$N_{\Sigma} = N_T \cdot V_N \quad (4)$$

$$C_{surf} = \Theta N_{II} d_0 F_T$$

Θ - коэффициент покрытия поверхности трения сорбированным водородом или его изотопом

При этом теплотворная способность производимого нами топлива будет равна:

$$A_T = N_{\Sigma 1} (N_{\Sigma} A_{OH} + V_P A_P) \quad (5)$$

Где: $N_{\Sigma 1}$ - Число nano частиц твердой составляющей в единичном объёме топлива, /м³

V_P - объём растворителя, приходящийся на объём одной nano частицы, м³

V_N - среднестатистический объём одной nano частицы A_{OH} - энергия связи атомов водорода и кислорода (работа окисления атома водорода), Дж/атом

A_P - удельная теплотворная способность растворителя топлива, Дж/м³

Полученное выражение ф.(5) позволило авторам произвести оценку теплотворной способности описываемого nano-структурированного топлива [7] и сравнение с другими видами топлива, предлагаемыми на мировом рынке. Авторами был произведен расчёт теплотворной способности топлива-суспензии для 3х вариантов топлива: Вариант I -суспензия: 30.74% уголь, 68% этанол. Вариант II -суспензия: 65.32% уголь, 32% Этанол, Вариант III: уголь nano-структурированный (100%) без этанола. На рис.2. представлено сравнение весовой (J/kg) теплотворной способности различных видов топлива на мировом рынке с теплотворной способностью первого варианта топлива - суспензии, (которая у второго варианта выше).

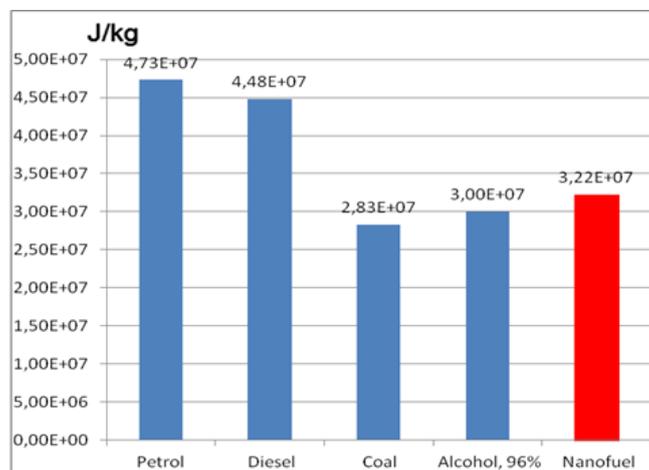


Рис.2 Сравнение весовой (J/kg) теплотворной способности различных видов топлива на мировом рынке, слева-направо: 1-бензин, 2-дизельное топливо, 3-уголь каменный, 4- этиловый спирт, 5- nano-структурированное топливо-суспензия

На рис.3 показано объемное и весовое соотношение составляющих наноструктурированного топлива, из которого наглядно

виден огромный энергетический вклад маленьких атомов водорода в теплотворную способность наноструктурированного топлива

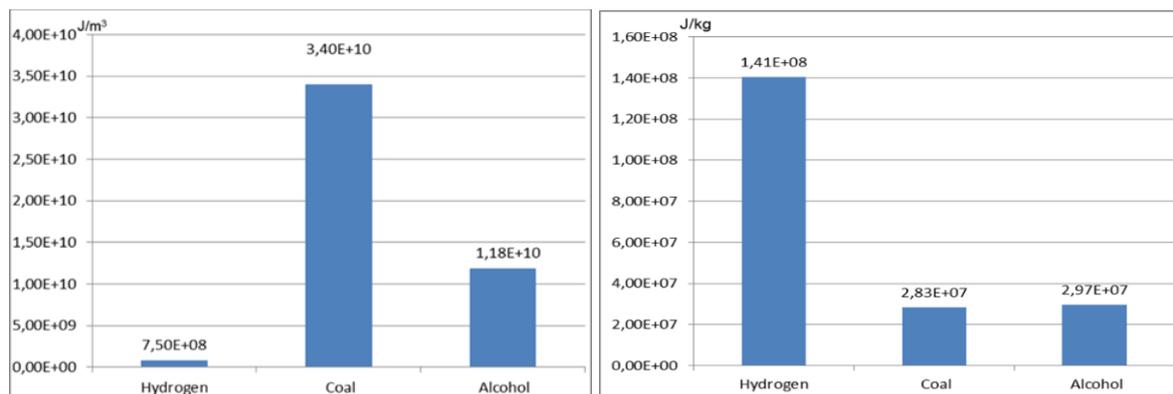


Рис.3. Диаграммы объемной (J/m³, слева) и весовой (J/kg, справа) теплотворной способности компонентов наноструктурированного топлива: водорода (Hydrogen), угля (Coil), этилена (Alcohol)

Сравнение расчетных цен наноструктурированного топлива [7] с ценами на дизельное и водоугольное топливо[3], представленное в таблице 1 показывает, что цена топлива с увеличенным содержанием наводороженного угля (3я строка) в 2-3 раза

меньше стоимости дизельного топлива и приближается к низкой стоимости водоугольного топлива, хотя по теплотворной способности значительно превосходит последнее, приближаясь к дизельному топливу.

Таблица 1

Параметры топлива	Цена, руб. /Gkal	Цена, Euro/Gkal
Дизельное топливо Rental+	2433,01	609
nano structured fuel 30.74% coil, 68% ethanol Patent of RF № 244461	1503,08	351
nano structured fuel 65.32% coil, 32% ethanol Patent of RF № 244461	850,71	163
Dry nano structured fuel (уголь)	140	35
water coil fuel (patent RF № 2178455)	644,85	161

Наглядное представление о процессе обогащения угольной частицы запатентованного [7] авторами топлива водородом дает метод ВИМС – анализа (Вторичной Ионной Масс Спектрометрии), позволяющий оценивать распределение концентрации атомов анализируемых газов (у нас

изотопов водорода) на глубине до 10 мкм с точностью до .001% . Так на рис. 4 и 5 представлены: вид образца угля ,и результаты трения этого образца, полученные методом ВИМС-анализа на нано-масштабном уровне.

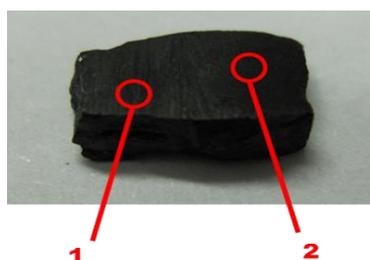


Рис.4 Вид образца угля, после 30 секунд трения о наждачную бумагу . Цифрами обозначены: 1- зона подвергнутая трению, 2- базовая зона(без трения)

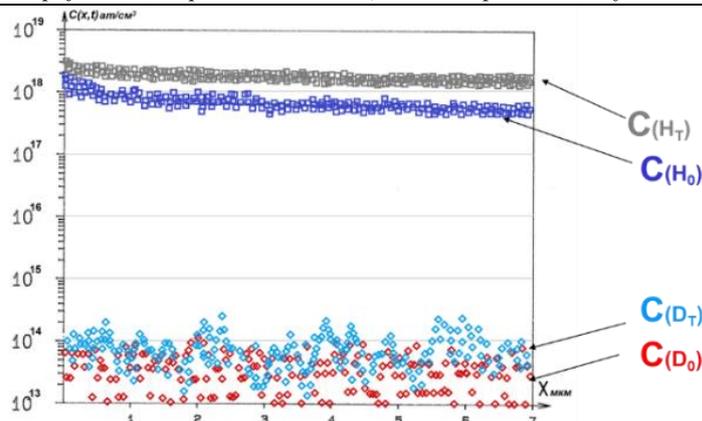


Рис.5 Результаты проникновения изотопов водорода (Против H_2 и Дейтерия D_2) в образец угля на глубину 7 нм после 30 секунд трения (нижние диаграммы –до, верхние-после трения)

Описанный выше простейший эксперимент с куском угля выполненный авторами в лаборатории ВИМС –анализа показал, что любое контактное взаимодействие угледобывающего инструмента с углем приводит к «наводороживанию» как инструмента так и добываемого (измельчаемого) угля. Водород, попадающий при трении в инструмент вызывает его охрупчивание,

называемое «водородной болезнью» металла [8], тогда как водород проникающий в уголь увеличивает его теплотворную способность, что наглядно показано в таблице 2 где теплотворная способность наноструктурированного угля на 20% процентов превышает теплотворную способность кусочков угля в топливе «Эковут», согласно патенту [4]

Таблица 2

Параметр	Топливо			
	Дизельное топливо	Бензин	Уголь измельчённый	Уголь наноструктурированный
Плотность при 20°C, kg/m ³	833,2	938	863	700
Теплотворная способность (наименьшая), kJ/kg	44000	47000	28000 - «эковут»	32000

Физика увеличения теплотворной способности угля при его измельчении известна физикам давно и идея военного использования этого эффекта была реализована гитлеровской Германией в 1943г. в «вакуумной бомбе», основу которой составляла угольная пыль, насыщенная водородом с добавкой тротила. Основой «вакуумного взрыва» является мгновенное чередование ударной взрывной волны, возникающей от скачка давления при окислении взрывчатого вещества (тротила, как в обычной бомбе) чередуемой с резким падением окружающего давления из-за мгновенного уменьшения концентрации молекул газа, происходящего одновременно с окислением основного взрывчатого вещества, которым являлся водород, растворенный в угольной пыли.. Взрывная (ударная) сила вакуумного взрыва немного слабее силы взрыва традиционной

взрывчатки но при этом «вакуумный взрыв» способен мгновенно поражать биологические объекты в объёмах, атмосферно связанных с местом взрыва: -в траншеях, окопах, блиндажах, и, естественно, в шахтных выработках и, отдельно, в забоях, где слоями лежит угольная пыль, образовавшаяся при добыче угля. Известно, что угольная пыль многослойно скапливается на тепловых электростанциях, при сухом измельчении угля до подачи его на форсунки котлов. Собранная угольная пыль, наводороживается в металлических мельницах, что приводит к необъяснимым авариям со взрывами на ТЭЦ [10]. Для сжигания наводороженной угольной пыли требуется своя режимная карта и, прежде всего, требуется аккуратное удаление этой «вакуумной взрывчатки» из забоев шахт, и из угольных отвалов на ТЭЦ (см. рис.б), с целью её эффективной реализации.



Рис.6 Уборка угольной пыли, пылесосом, на тепловых электростанциях.

Рассмотрим плюсы и минусы явления «вакуумного взрыва» угольной пыли. **Минус**-очевиден, т.к. угольная наводороженная пыль это «вакуумная взрывчатка», которой надо опасаться, **Плюс**- это большое количество лежащего под ногами (в прямом смысле) эффективного уже обогащенного водородом топлива, которое легко можно утилизировать, резко повышая эффективность угледобычи.

Вернемся к физике наводороживания угля при добыче и рассчитаем технические параметры «вакуумного взрыва» 1 Кило моля водорода. Для этого рассчитаем энергию затрачиваемую при окислении 1моля водорода 1м молям кислорода: $E(H+O)=435$ кдж/моль, к которой добавим энергию вторичной связи водорода с гидроксильной группой воды: $+E(H+OH)= 495$ кдж/моль и получим суммарную накопленную для взрыва энергию: $E(435+495) =930$ кдж/моль. При взрыве водорода происходит изменение суммарной молекулярной концентрации газов находящихся в месте взрыва: $2 *H_2 + O_2 = H_2O$, т.е. из 3х исходных молекул : (2 водорода + 1 кислорода) получается одна молекула воды. Мы видим, что исходное число молекул смеси (водород + кислород) в её исходной молекулярной концентрации **n** сокращается более чем на 30% . Учитывая, что молекулы кислорода составляют около 23% молекул воздуха, то уменьшение суммарной молекулярной концентрации в месте взрыва составит около 8% . Учебник по вакуумной технике [9] даёт нам определение давления **P** как :

$$P = n \times k \times T \quad (6)$$

Где: **k** –постоянная Больцмана, **T**-температура, **n**- молекулярная концентрация

Мы видим, что. Давление в месте взрыва , пропорциональное молекулярной концентрации **n** мгновенно падает на величину $-P = -60$ торр., но согласно той же формуле (6) давление газа должно увеличиться за счет увеличения температуры газа на величину $+T = 2/3 * (+E)$:

$$+ P = n \times k \times (+T) = 40 \text{ торр} \quad (7)$$

что за счёт указанных выше добавленных при взрыве 930 кдж/моль, составляет для нашего случая ударную волну давления величиной $-P + P = 100$ торр , безопасную с точки зрения разрушения окружающих построек. Более опасным с медицинской точки зрения является мгновенно возникающий вакуум -60 торр с летальными последствиями.

Выводы

1. Показано, что атомарный водород, являющийся попутным видом топлива при добыче каменного угля появляется в виде раствора атомов водорода в частицах угольной пыли, являющейся продуктом воздействия рабочего органа комбайна или струговой установки на добываемый уголь.

2. Мелкая угольная пыль, появляющаяся во время добычи угля и оседающая на стены и пол выработок шахт и, отдельно, забоев представляет собой «вакуумную взрывчатку», которая представляет собой опасность, с другой стороны она является топливом, уже, обогащенным водородом которое надо научиться утилизировать для получения дополнительной прибыли при угледобыче и на мельницах ТЭЦ.

3. Показано, что разработанное авторами наноструктурированное топливо в 2-3 раза дешевле дизельного топлива и приближается к низкой стоимости водоугольного топлива, хотя по теплотворной способности значительно превосходит последнее, приближаясь к дизельному топливу.

Литература

[1]. Васючков Ю.Ф. Добыча угольного метана для получения газового топлива Уголь12-2018 стр.77-78. [2]. Coalbed Methane Extraction: Detailed Study Report/2010 EPA-820-R10-022.URL:<http://large.stanford.edu/> [3]. Патент РФ № 2178455 ., С10L 1/32 от 20.01.2002 г Водо-угольное топливо «Эковут» на основе каменно-угольных частиц от 3мкм. [4]. Водо-угольное топливо Патент

Великобритании N 2047267, кл. С 01 L 1/02, 1979 г.)

[5]. Патент РФ № 2249029 . C10L .B01F 7/12, 7/28 1/32 от 27.03.2005 Водо-угольное топливо на основе каменно-угольных частиц 1-10 мм [6]. Деулин. Е.А. Физика Вакуумной Механики. - М. Горячая линия -Телеком» 2018. 282с. [7]. Патент РФ.№ 2 444 561 C1 Способ получения наноструктурированного топлива от 10.03.2012

[8]. Гельд П.В., Рябов Р.А. Водород в металлах и сплавах,- М.: Металлургия, 1974.

[9]. Розанов Д.Н. Вакуумная техника, ;, Учебник для вузов –М.- Высш. шк. 1980.-320с

[10]. Данилов А.П. Энергия вакуума, относительно теории поглощения энергии // Уголь. 2016. № 2. С. 93-95. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/022016.pdf> (дата обращения: 15.01.2019).

Literature

[1]. Vasyuchkov Y. F. Extraction of coal methane to obtain a gas fuel Уголь12-2018 page 77-78. [2]. Coalbed Methane Extraction: Detailed Study

Report/2010 EPA-820-R10-022.URL: [http // / large.stanford.edu /](http://large.stanford.edu/) [3]. Patent RF № 2 178455 ., C10L 1/32 from 20.01.2002 g Hydrocarbon fuel "ECOWOOT" on the basis of stone-coal particles from 3 µm. [4]. Hydrocarbon fuel UK Patent N 2047267, class C 01 L 1/02, 1979.)

[5].Patent RF № 2249029 . C10L .B01F 7/12, 7/28 1/32 from 27.03.2005 Hydrocarbon fuel on the basis of stone-coal particles 1-10 mm [6]. Deulin.E. A. Physics Of Vacuum Mechanics. - М. Hotline-Telecom " 2018. 282s. [7]. The patent of the Russian Federation. No. 2 444 561 C1 a Method of producing nanostructured fuel 10.03.2012

[8]. Geld P. V., Ryabov R. A. Hydrogen in metals and alloys, M.: metallurgy, 1974.

[9]. Rozanov D. N. Vacuum technology: Textbook for universities –М - Higher. SHK. 1980.-320S .

[10]. Danilov A. P. Energy of vacuum, with respect to the theory of energy absorption // Coal. 2016. No. 2. P. 93-95. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/022016.pdf> (date accessed: 15.01.2019).

*Ж.В.Еремеева¹, Р.А.Скориков², В.Ю.Лопатин¹,
Н.Д. Нгуен¹, А.И. Конрвалова,² Н.М. Ниткин³
НИТУ МИСис, ПАО КБ-Туполев, Московский политех*

УДК 621.762

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАНОМОДИФИКАТОРОВ И ВИДА СМЕШИВАНИЯ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И УПЛОТНЯЕМОСТЬ ПОРОШКОВЫХ СМЕСЕЙ УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ

В настоящее время порошковые материалы применяются практически во всех известных отраслях науки и техники, без них не может обойтись автомобильная промышленность и металлообработка, медицина и ядерные исследования. Это широкая гамма конструкционных и инструментальных материалов, материалов специального назначения, которые обладают высокой жаростойкостью, износостойкостью, стойкостью в агрессивных средах. Благодаря хорошей формуемости порошка, конфигурация получаемых из него изделий может быть максимально приближена к конфигурации готовой детали, что сводит к минимуму обработку резанием, что в итоге приводит к снижению затрат труда и материалов на изготовление деталей. Производство порошковых изделий отличается незначительным количеством технологических операций и легко поддается автоматизации. Порошковая металлургия особенно эффективна при больших масштабах производства различного типа конструкционных деталей (шестерни, втулки, крышки и многих других).

Кроме того, немаловажными преимуществами порошковой металлургии являются ее экологическая чистота и повышение производительности труда, что, несомненно, перспективнее традиционных технологий, где имеются значительные отходы, а также загрязняется вода, атмосфера и окружающая среда.

Быстрое развитие порошковой металлургии и непрерывно расширяющаяся номенклатура материалов и изделий, получаемых с ее использованием, стимулируют изучение их строения и свойств, во многом отличающихся от соответствующих характеристик даже аналогичных по составу литых металлов и сплавов. Это отличие объясняется особенностями химического состава и строения исходных порошков, а также специфических способов их обработки.

Основным порошковым материалом общемашиностроительного назначения является порошковая сталь, преимущественно получаемая из порошков железа и углерода. Отличительная черта таких материалов – наличие неравенства концентраций компонентов в различных точках порошкового тела, которое может иметь место либо только в исходном состоянии и на промежуточных этапах, либо сохраняться до конца спекания. Применение этих материалов для изготовления широкой номенклатуры деталей для различных отраслей машиностроения ограничено вследствие трудностей обеспечения высоких и стабильных механических свойств.

Характеристики используемых материалов

Исследуемые железоуглеродистые материалы изготавливали из порошков на основе железа отечественного производства ПЖРВ 2.200.28 , полученного на ПАО Севресталь.

Основным легирующим элементом карандашного ГК-1 (ГОСТ 4404-78 [99]), исследуемых материалов является углерод, соответствующего нормам, указанным в таблице 1 вводимый в шихту в виде графита

Таблица 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ КАРАНДАШНОГО ГРАФИТА ГК-1

Зольность, %, не более	1,0
Массовая доля влаги, %, не более	0,5
Выход летучих веществ, в том числе от флотореагентов, %, не более	0,5
Массовая доля остатка на сетке № 0063, %, не более	0,5

Первым критерием выбора наноразмерных частиц была низкая химическая активность. Наноразмерные частицы при нагревании до температур спекания формовок не должны были взаимодействовать с железом и углеродом. Вторым критерием выбора была форма наноразмерных частиц. Были выбраны частицы максимально отличающиеся по форме.

Таким образом, были выбраны следующие материалы:

- углеродный наноматериал «Таунит» (форма частиц - нитевидная);

- нанодисперсный порошок Al_2O_3 (форма частиц - сферическая);
- нанодисперсный порошок Si_3N_4 (форма частиц – оскольчатая и игольчатая).

Углеродный наноматериал (УНМ) «Таунит» представляет собой одномерные наномасштабные нитевидные образования поликристаллического графита в виде сыпучего порошка черного цвета. Гранулы УНМ микрометрических размеров имеют структуру спутанных пучков многостенных трубок (рисунки 1 и 2). Производится УНМ «Таунит» в ООО «НаноТехЦентр», г. Тамбов. Основные параметры УНМ «Таунит» приведены в таблице 2

Таблица 2

ХАРАКТЕРИСТИКИ УНМ «ТАУНИТ»

Наружный диаметр, нм	20-70
Внутренний диаметр, нм	5 - 10
Длина, μm	2 и более
Общий объем примесей, % (после очистки)	до 5 (до 1)
Насыпная плотность, $г/см^3$	0,4-0,6
Удельная геометрическая поверхность, $м^2/г$	120 - 130 и более

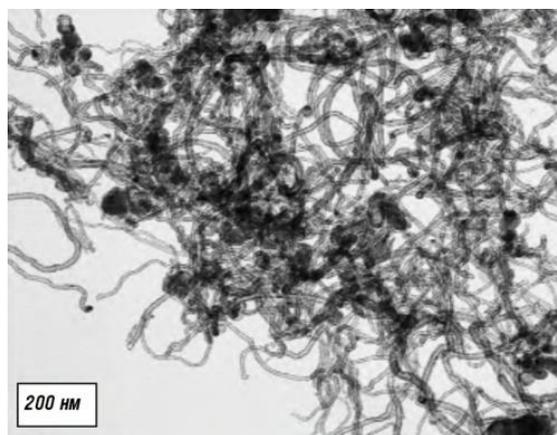


Рисунок 1 – Снимок нитей УНМ «Таунит»

Благодаря своему строению нити УНМ «Таунит» практически не растворяются в железе при спекании порошковых формовок.

В работе использовался нанодисперсный порошок оксида алюминия (смесь δ и θ фаз) производства компании «Плазмотерм» г. Москва.

Основные характеристики нанодисперсного порошка оксида алюминия представлены в таблице 3. Данный порошок получен сжиганием порошка алюминия в воздушной плазме. Частицы порошка имеют правильную сферическую форму (рисунок 2).

Таблица 3

ХАРАКТЕРИСТИКИ НАНОДИСПЕРСНОГО ПОРОШКА ОКСИДА АЛЮМИНИЯ

Размер частиц, нм	60-120
Удельная геометрическая поверхность, $м^2/г$	12-25
Общий объем примесей, %	0,5
Насыпная плотность, $г/см^3$	0,1-0,2

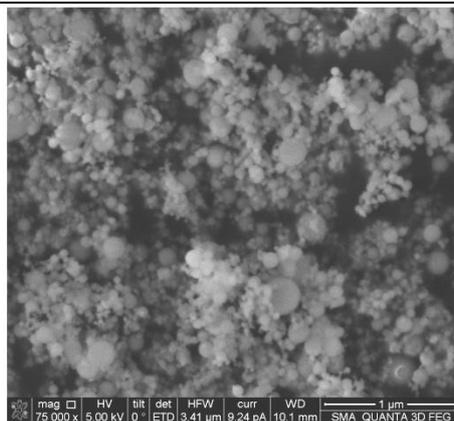


Рисунок 2 – Снимок с РЭМ наночастиц оксида алюминия.

В работе также использовался нанодispersный порошок нитрида кремния производства компании «Плазмотерм» г. Москва. Частицы порошка имеют оскольчатую либо игольчатую форму (рисунок 3). Характеристики нанодispersного порошка

Таблица 4

ХАРАКТЕРИСТИКИ НАНОДИСПЕРСНОГО ПОРОШКА НИТРИДА КРЕМНИЯ

Размер частиц, нм	11-25
Удельная геометрическая поверхность, м ² /г	60-135
Общий объем примесей, %	0,2

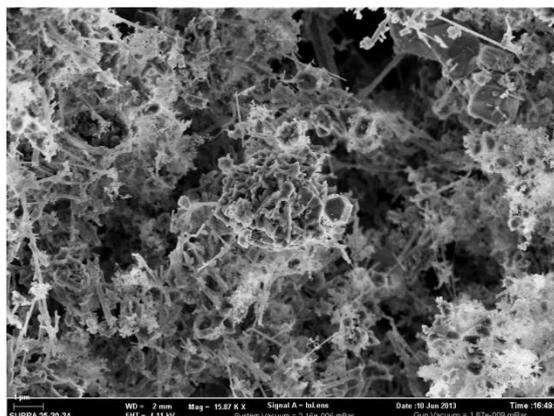


Рисунок 4 – Снимок с РЭМ наночастиц нитрида кремния

Технологический процесс изготовления порошковых образцов состоял из следующих основных операций:

- отжиг железного порошка
- приготовление и смешивание компонентов шихты;
- статическое холодное прессование (СХП);
- гомогенизирующее спекание в вакууме.

Поскольку в состав шихты входили нанодispersные порошки, равномерное размешивание которых является достаточно сложной задачей, были предложены для сравнения три технологии смешивания:

1) Смешивание в двухконусном смесителе ZH10 периодического центробежного действия объемом 10 литров. Наиболее широко применяющийся тип смешивания. Отличается низкой интенсивностью перемешивания и высокой получаемой неоднородностью состава. Время смешивания – 60 минут.

2) Смешивание в планетарно-центробежной мельнице «Pulverisette 5». Данный метод отличается высокой интенсивностью и получаемой однородностью состава. При этом порошок железа сильно наклепывается, что затрудняет его прессование, но существенно активизирует процесс спекания. Данный тип смешивания применяется редко из-за своей сложности. Время смешивания – 10 минут.

3) Раздельное двухступенчатое смешивание.

- Стадия первая – смешивание графита с нанодобавкой в нужной пропорции в жидкой среде под действием ультразвука на ультразвуковой установке типа УЗВД-6, запитанной от генератора УЗГ-3-4. На данной стадии целью является разрушение конгломератов наноразмерных частиц, измельчение частиц графита и получение однородной смеси графит-наночастицы. Время смешивания – 20 минут.

- Стадия вторая – перемешивание полученной смеси графит-наночастицы с

железным порошком в установке «TURBULA C2.0». Смешивание в данной установке отличается высокой интенсивностью и получаемой однородностью состава. При этом практически отсутствует наклеп порошка. Время смешивания – 30 минут.

Образцы изготавливались односторонним прессованием с применением стеарата цинка в качестве смазки для уменьшения трения между прессовкой и стенками матрицы. Статическое холодное прессование осуществлялось на гидравлическом прессе 50Т в лабораторных пресс-формах из сталей X12M. Твердость поверхностей инструментальной оснастки после термообработки составляла 55-62HRCэ.

Микроструктурный анализ и последующее фотографирование проводили на оптических микроскопах «NEOPHOT-21».

Текучесть измерялась по ГОСТ 20899-98 [102]. Замерялось время истечения 50г шихты из калиброванной воронки (прибора Холла) с диаметром отверстия 2,5мм.

Насыпная плотность измерялась по ГОСТ 19440-94 [103] с использованием воронки с диаметром отверстия 2,5 мм стаканчика объемом 17,6 см³ и лабораторных весов AND GR-202.

Общая пористость определялась по ГОСТ 18898-89 [104], путем измерения массы изделия на воздухе и после закрытия поверхностных пор на воздухе и в воде с последующим определением их объема и плотности.

В опытах использовались лабораторные весы AND GR-202 с точностью измерения до 0,0001г.

Обсуждение полученных результатов

Технологические операции смешивания, прессования и спекания являются важнейшими в технологии порошковой металлургии, т.к. они определяют структуру и свойства материала. Каждая из этих операций имеет определяющее значение на качество изделий.

На операции смешивания отдельные порошки должны превратиться в гомогенно-однородную порошковую смесь. Для этой операции важно правильно подобрать вид смешивания, его режимы и оборудования.

На операции прессования требуется получить плотную прессовку с равномерно распределенной пористостью, без осыпания кромок, расслоенных трещин и других дефектов.

Задача спекания состоит в получении изделий с заданными размерами, поэтому для каждой порошковой смеси необходимо знание закономерностей, которыми определяется ход уплотнения при данной операции и его конечный результат. Это необходимо для управления процессом спекания на производстве.

Смешивание – приготовление однородной механической смеси металлических порошков различного химического и/или

гранулометрического состава или смеси металлических порошков с неметаллическими компонентами.

Задача смешивания – превратить совокупность частиц при их начальном произвольном расположении между собой в макрооднородную смесь. Чаще всего под произвольным расположением подразумевается две или более совокупности разных порошков, приведенные в соприкосновение друг с другом.

На результат смешивания и время получения требуемой смеси влияет очень большое количество факторов: форма и средний размер частиц, гранулометрический состав (общий и отдельные по компонентам), число смешиваемых компонентов, соотношение их количеств, плотности компонентов и степень их различия, коэффициент трения между частицами, их способность к агрегации и даже степень изменения грансостава при смешивании.

Помимо этого на результаты смешивания оказывает влияние конструкция смесителя, поскольку она определяет скорость и траектории движения частиц, а также характер их взаимодействия.

Слишком большое время процесса приводит к нежелательному измельчению частиц порошка или даже к их взаимодействию.

Смеси порошковых сталей можно готовить в мельницах шаровых и планетарных, что упрощает аппаратное оформление технологической цепочки изготовления того или иного порошкового изделия. Однако в этих аппаратах может наблюдаться нежелательное измельчение частиц или даже их взаимодействие.

Если возникает задача смешивания компонентов, количества которых в смеси сильно отличаются, то сначала готовят вспомогательную смесь, называемую лигатурой, в которой соотношение компонентов близко к 50:50. Затем к этой смеси добавляют оставшийся порошок.

В работе для оптимизации смешивания его проводили в двухконусном смесителе, планетарно-центробежной мельнице, и предварительное смешивание графита с нанодобавкой в ультразвуке + окончательное смешивание всей смеси в установке "Турбула".

При экспериментальном изучении процесса смешивания для полученной шихты определяли текучесть, насыпную плотность и коэффициент неоднородности по углероду. Результаты исследований представлены в таблице 3.1.

Контроль содержания графита производился химическим анализом по десяти пробам, коэффициент неоднородности К определялся как отношение среднеарифметической суммы абсолютных отклонений содержания графита в каждой пробе к его расчетному значению.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШИХТЫ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ СОСТАВОВ И СПОСОБОВ СМЕШИВАНИЯ

Свойства	ШИХТА											
	0,05% Al ₂ O ₃			0,1% Al ₂ O ₃			0,2% Al ₂ O ₃			0,5% Al ₂ O ₃		
	ДК С	УЗ+ Т	ПЦ М	ДК С	УЗ+ Т	ПЦ М	ДК С	УЗ+ Т	ПЦ М	ДК С	УЗ+ Т	ПЦ М
Насыпная плотность	2,8	2,78	3,32	2,83	2,85	3,28	2,87	2,84	3,11	2,88	2,82	2,96
Текучесть	35,8	33,9	38,1	35,8	35	38,6	35	35,4	38,8	35,4	35,8	39,1
Неоднородность шихты (К)	0,12	0,03	0,04	0,18	0,05	0,07	0,22	0,05	0,08	0,3	0,07	0,09
	0,05% Таунит			0,1% Таунит			0,2% Таунит			0,5% Таунит		
Насыпная плотность	2,80	2,85	3,38	2,81	2,82	3,27	2,83	2,80	3,15	2,80	2,76	2,91
Текучесть	36	34,6	38,5	36,3	34,8	39,1	37,4	35,1	39,5	37,8	35,9	40,6
Неоднородность шихты (К)	0,13	0,02	0,03	0,18	0,04	0,07	0,23	0,05	0,07	0,31	0,06	0,09
	0,05% Si ₃ N ₄			0,1% Si ₃ N ₄			0,2% Si ₃ N ₄			0,5% Si ₃ N ₄		
Насыпная плотность	2,74	2,84	3,41	2,82	2,91	3,32	2,88	2,90	3,12	2,85	2,88	3,01
Текучесть	36,6	35,3	38,7	36,9	35,78	39,4	37,2	36,7	40,9	37,4	36,9	41,2
Неоднородность шихты (К)	0,14	0,03	0,05	0,16	0,03	0,06	0,21	0,04	0,08	0,27	0,06	0,09

Как видно из полученных результатов повышение концентрации нанодобавок ухудшают текучесть, так как наночастицы повышают трение между частицами железного порошка. Сильнее остальных ухудшает текучесть нитрид кремния, что объясняется осколчатой формой его частиц. При смешивании по схеме ультразвук + «Турбула» это влияние усиливается по сравнению со смешиванием в двухконусном смесителе, что объясняется гораздо более равномерным распределением наночастиц по поверхности частиц железного порошка.

На насыпную плотность концентрация наночастиц не оказывает существенного влияния.

Особо следует отметить, что смешивание в планетарно-центробежной мельнице повышает насыпную плотность, но из-за наклепа частиц ухудшает текучесть. Это связано со склепыванием частиц железного порошка и их укрупнением. При данном типе смешивания повышение концентрации нанодисперсных добавок оказывает уже более выраженное влияние - уменьшает насыпную плотность и ухудшает текучесть. Это можно объяснить тем, что большое количество наноразмерных частиц препятствует склепыванию частиц железного порошка

Так же из полученных зависимостей следует, что повышение концентрации наноразмерных частиц увеличивает коэффициент неоднородности

углерода. Это можно объяснить тем, что наноразмерные частицы становятся препятствием для намазывания графита на частицы железного порошка. Способ смешивания шихты тоже оказывает очень сильное влияние на коэффициент неоднородности углерода. Самый высокий коэффициент неоднородности наблюдается при смешивании в двухконусном смесителе, что объясняется его низкой интенсивностью перемешивания. Самый низкий коэффициент неоднородности наблюдается при смешивании по отдельной двухступенчатой технологии ультразвук + «Турбула». Это можно объяснить измельчением частиц графита на первой стадии и интенсивным перемешиванием шихты на второй стадии.

Прессованием в настоящее время производится подавляющее большинство продукции порошковой металлургии. Экспериментальное исследование процесса прессования проводили на цилиндрических образцах диаметром 12мм и массой 3г. Давление прессования составляло от 100 до 1000 МПа. На операции прессования были экспериментально получены зависимости относительной плотности прессовок от давления прессования и способа смешивания при введении в шихту наноразмерных частиц Si₃N₄, Al₂O₃ и УНМ «Таунит». Данные зависимости представлены на рисунке 5.

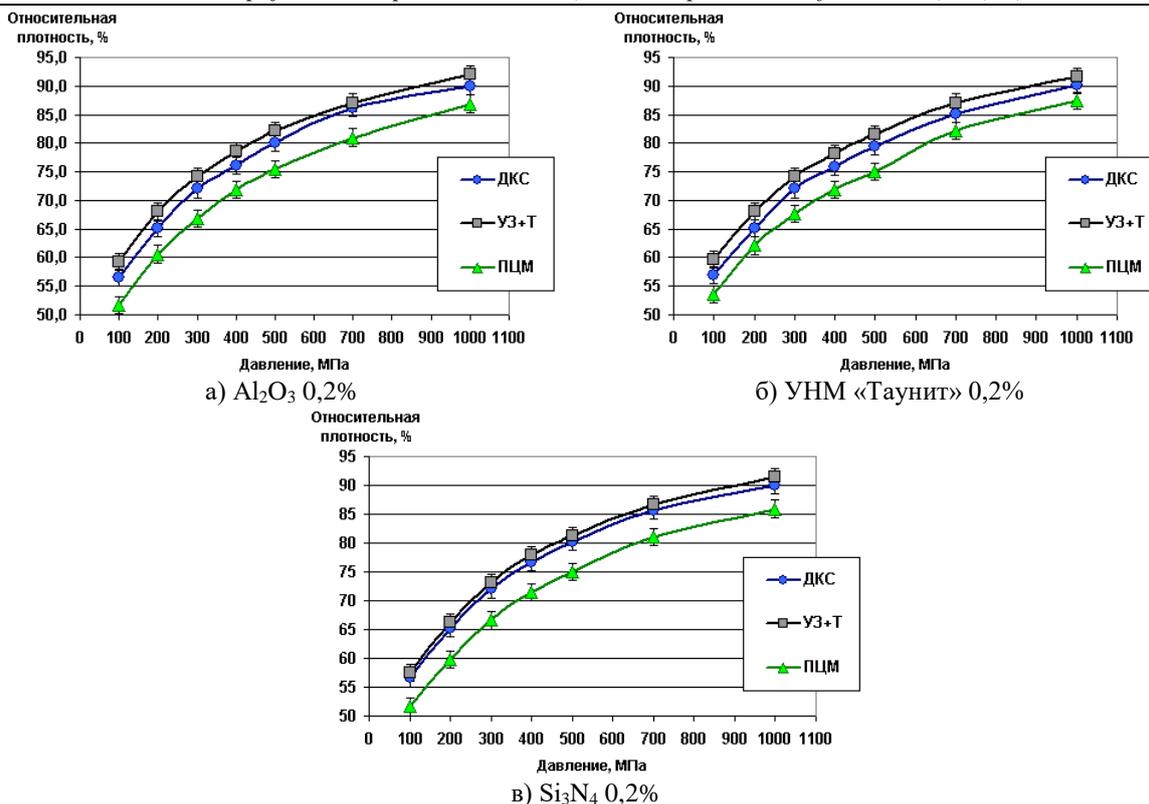


Рисунок 5 – Зависимость относительной плотности от давления прессования.

Из представленных зависимостей видно, что после смешивания в планетарно-центрифужной мельнице достигается меньшая относительная плотность при аналогичных значениях давления прессования. Это можно объяснить сильным наклепом частиц железного порошка. А большая относительная плотность достигается при раздельном двухступенчатом смешивании ультразвуком + «Турбула». Это можно объяснить более равномерным покрытием частиц железного порошка графитом.

Для описания механизма процессов прессования ранее были разработаны теории М.Ю.Бальшина, Г.М.Ждановича [3]. В этих теориях дан анализ условий контактного взаимодействия частиц и получены уравнения, связывающие плотность образцов с давлением прессования.

В рамках этих теорий наиболее приемлемым является уравнение прессования Агте-Петрдлика.

Данное уравнение наиболее хорошо описывает уплотнение большинства порошков в широком интервале давлений, и особенно в области малых давлений и малых плотностей прессовки. Уравнение Агте-Петрдлика удобно представить в виде:

$$\vartheta = \vartheta_0 + K \cdot P^m \quad (1)$$

где: ϑ_0 – относительная насыпная плотность; P – давление прессования;

K и m – константы, определяемые экспериментально.

При этом если $P = 0$, то $\vartheta = \vartheta_0$. Два коэффициента определяются методом наименьших квадратов из экспериментальных данных.

Обработка экспериментальных данных с применением вышеуказанного уравнения позволило получить значения коэффициентов K и m . Полученные уравнения представлены в таблице 6.

Таблица 6

УРАВНЕНИЯ ПРЕССОВАНИЯ ПО АГТЕ-ПЕТЕРДЛИКУ

Смешивание	Al ₂ O ₃ 0,2%	УНМ «Таунит» 0,2%	Si ₃ N ₄ 0,2%
ДКС	2,87+19,6*P ^{0,217}	2,83+ 20,8*P ^{0,209}	2,88+ 20,6*P ^{0,212}
УЗ+Т	2,84+ 22,8* P ^{0,199}	2,80+23,4*P ^{0,194}	2,9+21*P ^{0,21}
ПЦМ	2,64+16,8*P ^{0,235}	2,64+ 18,1*P ^{0,224}	2,64+ 16,8*P ^{0,234}

Результаты расчётов по уравнению Агте-Петрдлика с использованием экспериментально определённых значений насыпной плотности в сопоставлении с экспериментальными данными представлены на рисунках 6-8.

Сопоставление экспериментальных данных по зависимости плотности от давления прессования с результатами расчётов по уравнению Агте-

Петрдлика показали, что очень хорошее совпадение экспериментальных и теоретических кривых, независимо от типа смешивания и природы наноразмерных добавок. Отклонение в меньшую сторону от теоретических кривых наблюдается в зоне высоких давлений, отклонение в большую сторону в области средних давлений. Особенно это

заметно на образцах, содержащих нанодисперсный нитрид кремния.

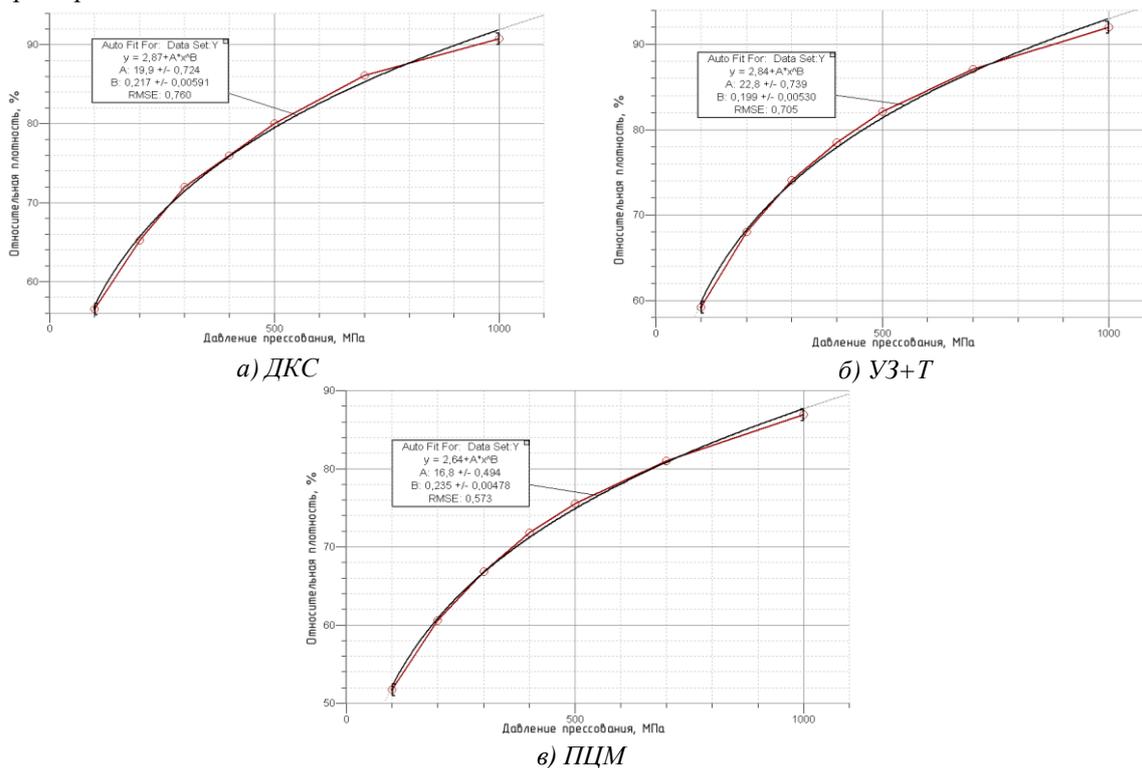


Рисунок 6 - Зависимость относительной плотности образцов от давления прессования состава с 0,2% НДП Al₂O₃ при различных способах смешивания

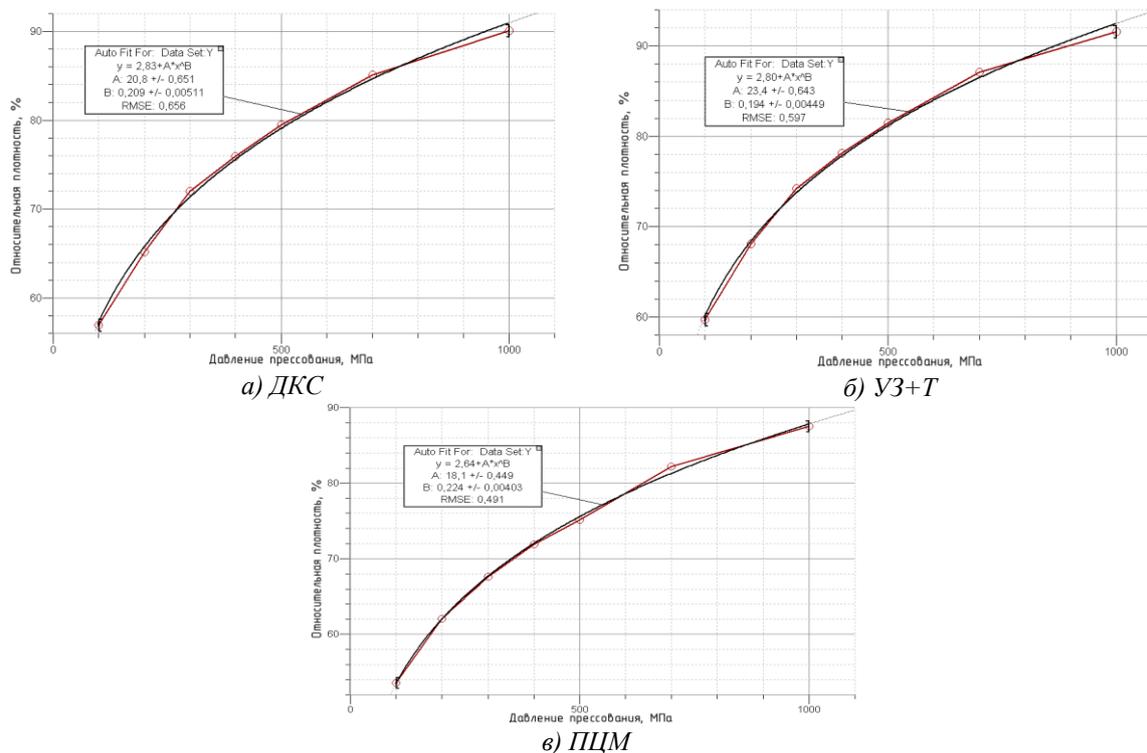


Рисунок 7 - Зависимость относительной плотности образцов от давления прессования состава с 0,2% УНМ «Таунит»

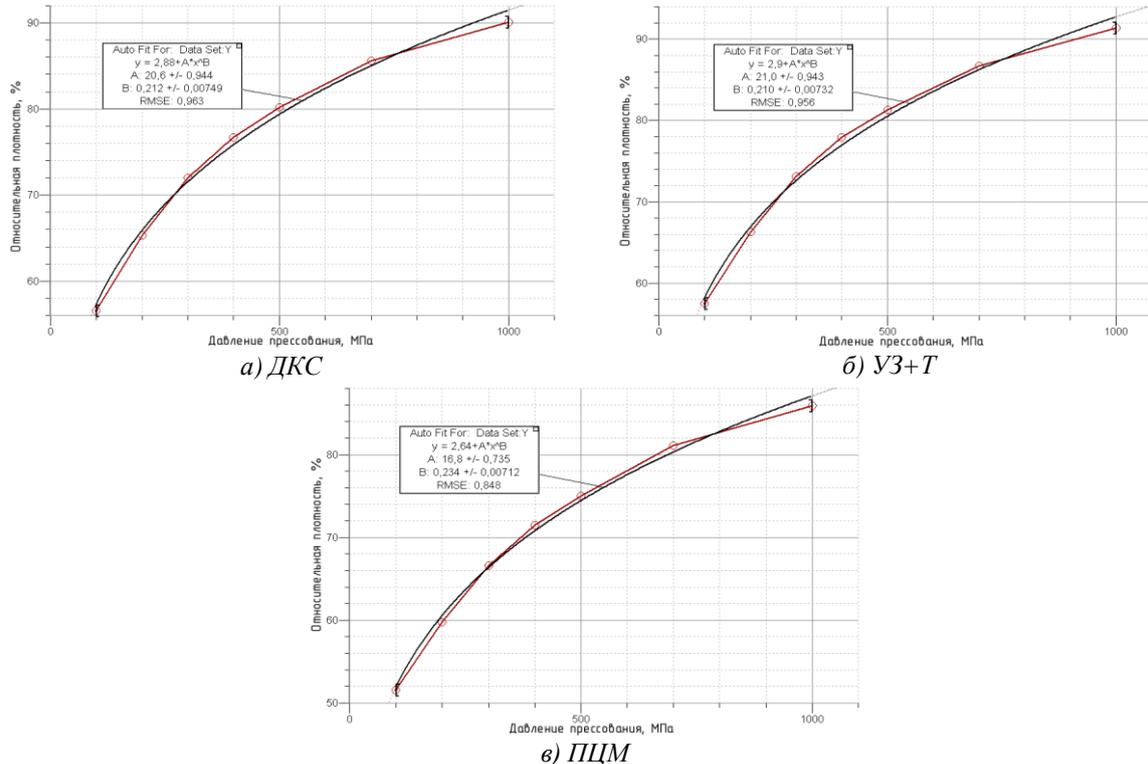


Рисунок 8 - Зависимость относительной плотности образцов от давления прессования состава с 0,2% НДП Si₃N₄

Выводы

1. Установлен наиболее благоприятный тип смешивания для каждой нанодисперсной добавки. Показано, что нанодисперсные порошки Al₂O₃ и Si₃N₄ лучше распределяются в объеме шихты при смешивании по раздельной двухступенчатой схеме ультразвук + «Турбула», а углеродный наноматериал «Таунит» в планетарно-центральной мельнице.

2. Установлено, что при смешивании по раздельной двухступенчатой схеме ультразвук + «Турбула» достигается максимальная равномерность распределения углерода в объеме материала. Это связано с предварительным измельчением частиц графита в ультразвуковой ванне и последующим интенсивным смешиванием его с железным порошком в установке «Турбула».

Литература

1. Либенсон Г.А., Лопатин В.Ю., Комарницкий Г.В. Процессы порошковой металлургии. Т. 2. Формование и спекание. - М.: МИСИС, 2002. - 320 с.

2. Кипарисов С.С., Либенсон Г.А. Порошковая металлургия. - М.: Металлургия, 1980, - 496 с.

3. Анциферов В.Н., Перельман В.Е. Механика процессов прессования порошковых и композиционных материалов. - М.: 2001. - 628 с.

4. Гусев А.И. Нанокристаллические материалы: Методы получения и свойства. - Екатеринбург: УрО РАН, 1998. - 178 с

5. Влияние тугоплавких наночастиц на модификацию структуры металломатричных композитов / Т.А. Чернышова и др. // Металлы. 2007. - №3. - С. 79-84.

6. Портной, К.И. Дисперсно-упрочненные материалы / К.И. Портной, Б.Н. Бабич. М. : Металлургия, 1974. - 200 с.

7. ГОСТ 20899-98 Порошки металлические. Определение текучести с помощью калиброванной воронки (прибора Холла)

8. ГОСТ 19440-94 Порошки металлические. Определение насыпной плотности. Часть 1. Метод с использованием воронки. Часть 2. Метод волюмометра Скотта

9. ГОСТ 18898-89 Изделия порошковые. Методы определения плотности, содержания масла и пористости

УДК 621.317

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПЕРЕМЕННОГО ДВУХПОЛЯРНОГО НАПРЯЖЕНИЯ В ПОЛОЖИТЕЛЬНОЕ СМЕЩЕННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ

Аннотация. В статье рассматриваются схемы входных преобразователей, которые могут использоваться в различных интеллектуальных микропроцессорных системах в качестве датчиков параметров сети переменного тока, в частности, непосредственно напряжения сети, а также тока нагрузки. Рассмотренные схемы преобразователей согласовывают рабочие диапазоны измеряемых токов и напряжений с рабочими диапазонами применяемых в составе интеллектуальных микропроцессорных систем аналого-цифровых преобразователей и могут использоваться в различных устройствах для исследования токов и напряжений в сетях переменного тока.

Ключевые слова: интеллектуальные микропроцессорные системы, датчик, сеть переменного тока, положительное напряжение

Актуальность темы статьи обусловлена широким распространением в настоящее время интеллектуальных микропроцессорных систем (ИМС), в частности в электроэнергетике. Прямое включение ИМС в сеть переменного тока невозможно, поскольку у большинства аналого-цифровых преобразователей (АЦП), применяемых в составе ИМС, существуют ограничения по входному напряжению, диапазон которого задается, как $-0,5 \dots +5$ В.

Примером указанных ИМС может служить многофункциональное микропроцессорное устройство для сбора информации о сети при несинусоидальной и несимметричной нагрузке [1]. Другими примерами ИМС являются микропроцессорный счетчик ресурса силовых трансформаторов (СРТ) [2], а также оперативные контроллеры мощности нагрузки энергопотребителей, описанные в [3, 4], у которых качестве входного сигнала используется переменный ток нагрузки.

Предшествующий уровень техники наиболее полно отражает исследование, выполненное в работе [5].

Известным устройством, предназначенным для выполнения поставленной в статье цели, является амплитудный преобразователь переменного напряжения в постоянное [6], содержащий входные зажимы, трансформатор, фильтр нижних частот, первый и второй формирователи модуля, первый и второй конденсаторы, резистор, коммутатор, повторитель напряжения, выходной зажим, пороговый элемент, одновибратор.

Недостатком аналога является значительная сложность схемы, для ее реализации требуется 5 операционных усилителей.

В качестве схемы входного преобразователя (ВП), являющегося датчиком напряжения контролируемой сети, может использоваться без каких-либо изменений схема двухполупериодного прецизионного выпрямителя (см. рис. 1), опубликованная в [7].

Схема выполнена на операционных усилителях ОП1 и ОП2, диодах Д1 и Д2, резисторах R1 – R5.

Недостатками схемы на рис. 1 являются наличие диодов (в частности, затрудняющих балансировку операционных усилителей) и большое количество резисторов, что существенно при серийном изготовлении ВП.

Другим примером подобного ВП является буферный усилитель входного сигнала с большим коэффициентом усиления и большим входным сопротивлением [8] (см. рис. 2), содержащий операционный усилитель, неинвертирующий вход которого подключен к входному зажиму, а выход связан с выходным зажимом, соединенным через резистор обратной связи с инвертирующим входом операционного усилителя, соединенным через дополнительный резистор с шиной нулевого потенциала, выводы «+» и «-» двухполярного источника стабилизированного напряжения соединены соответственно с выводами «+» и «-» операционного усилителя.

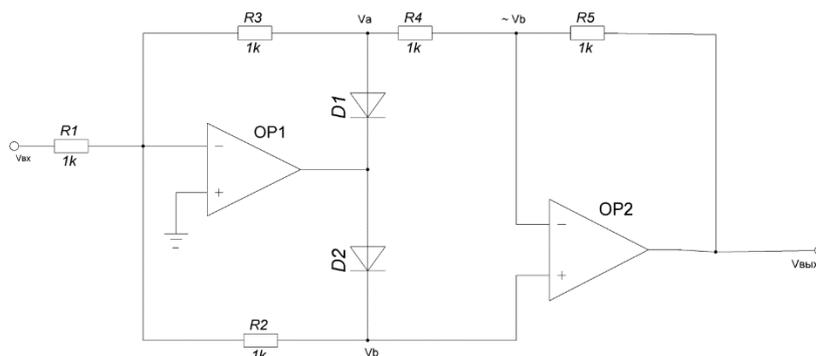


Рис. 1. Схема прецизионного выпрямителя [7]

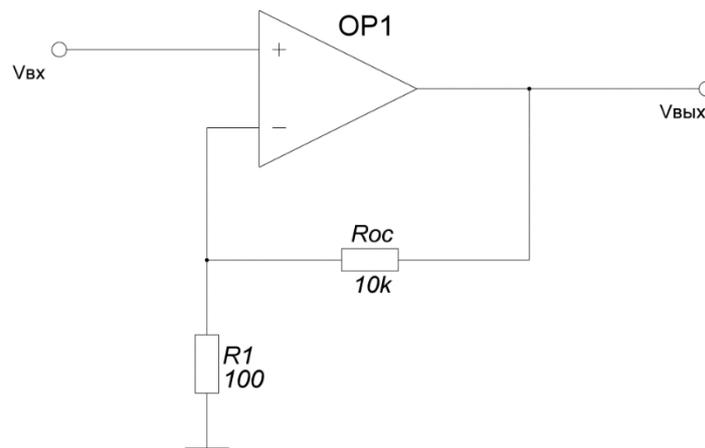


Рис. 2. Схема буферного усилителя входного сигнала с большим коэффициентом усиления [8]
 Схема выполнена на операционном усилителе OP1 и резисторах R1 и Roc.
 В качестве примера на рис. 2 приведена схема усилителя, имеющего коэффициент передачи около 100.

Учитывая перечисленные недостатки получить на выходе положительное смещенное известным схем далее в статье на рис. 3 напряжение.
 предлагается схема ВП, которая позволяет

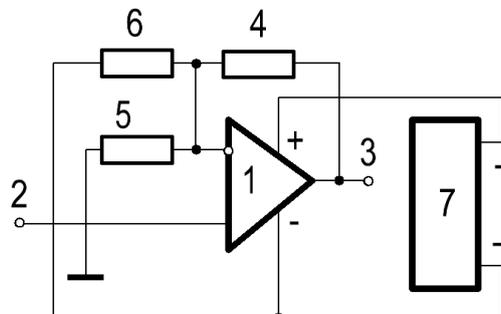


Рис. 3. Схема преобразователя переменного двухполярного напряжения
 в положительное смещенное напряжение

Схема содержит операционный усилитель 1, входной 2 и выходной 3 зажимы, резистор 4 обратной связи, дополнительный резистор 5, резистор 6 смещения, двухполярный источник 7 стабилизированного напряжения.

Литература

1. Пат. 2514788 РФ, МПК G06F 17/18. Многофункциональное микропроцессорное устройство для сбора информации о сети при несинусоидальной и несимметричной нагрузке (варианты) /Ермаков В.Ф., Горобец А.В. Нехаев С.В. Юндин К.М. (РФ) – № 2013118959/08, заявл. 23.04.2013; опубл. 10.05.14, Бюл. № 13.
2. Пат. 2487363 РФ, МПК G01R 11/00. Счетчик ресурса трансформатора (варианты) / Балькин Е.С., Воротницкий В.Э., Ермаков В.Ф., Ермакова Е.В. Зайцева И.В., Коваленко А.Н. (РФ) – № 2011131664/28, заявл. 27.07.2011; опубл. 10.07.13, Бюл. № 19.
3. Патент 2130190 РФ, МПК G01R 21/00. Оперативный контроллер мощности нагрузки энергопотребителя /В.Ф. Ермаков, Ф.А. Кушнарв, И.В. Ермакова (РФ). – 1999, Бюл. № 13.
4. Патент 2145717 РФ, МКП G01R 21/00. Оперативный контроллер суммарной мощности нагрузки группы энергопотребителей

- /В.Ф. Ермаков, Ф.А. Кушнарв, В.И. Свешников, И.В. Ермакова (РФ). – 2000, Бюл. № 5.
5. В.Ф. Ермаков, Ештокина П.Е., Кудря А.В., Кудря Н.А., Попандупуло И.Д. Анализ схем входных преобразователей микропроцессорных интеллектуальных систем /Современные энергетические системы и комплексы и управление ими: Материалы XII Междунар. науч.-практич. конф., г. Новочеркасск, 25 июня 2014 г. /Юж.-Рос. гос. политехн. ун-т (НПИ) им. М.И. Платова. – Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2014. – С. 12 – 14.
6. Пат. 2190230 РФ, МПК G01R 19/22. Амплитудный преобразователь переменного напряжения в постоянное / В.Ф. Ермаков, Кушнарв Ф.А., Приз М.В., Семькин К.В. (РФ). – 2002, Бюл. № 27.
7. Применение интегральных схем: Практическое руководство: В. 2 кн.: Пер. с англ. /Л. Брэдшо, С. Гош, Х. Олдридж и др.; Под ред. А. Уильямса. – М.: Мир, 1987: Кн. 1. – 432 с.
8. Граф Р. Электронные схемы: 1300 примеров: Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 688 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРАХ НА РАЙОННОЙ ПОДСТАНЦИИ «МАГАС»

Аннотация. В статье выполнено исследование переходных тепловых процессов трансформаторов ТРДН-16/110/10 в процессе его эксплуатации при существующем графике нагрузки.

Ключевые слова: трансформатор, максимальная температура, наиболее нагретая точка обмотки, загрузка трансформатора.

Актуальность темы статьи обусловлена значительной погрешностью используемых методов определения расчетной мощности нагрузки [1 – 5], разнообразием конструкций силовых трансформаторов [6, 7], а также протекающих в них тепловых процессов [8, 9].

Расчетная математическая модель, позволяющая исследовать тепловые процессы в кабеле, разработана профессором Брагиным С.М. [8], она описывается дифференциальным уравнением нагрева первого порядка. В [10] эта модель адаптирована для выбора номинальной мощности силового трансформатора при случайном графике нагрузки. Используем эту модель для исследования тепловых процессов в обмотке трансформатора (возможность такого применения проверена экспериментально [11])

$$\tau \frac{d\theta}{dt} + \theta = (\theta_{ном} - \theta_0) \cdot \left[\frac{I(t)}{I_{ном}} \right]^2 + \theta_{окр}; \quad (1)$$

где θ – температура наиболее нагретой точки обмотки трансформатора;

$\theta_{ном}$ – номинальная длительно допустимая температура изоляции;

$\theta_{окр}$ – температура окружающей среды;

τ – постоянная времени нагрева обмотки;

$I(t)$ – ток нагрузки в момент времени t ;

$I_{ном}$ – номинальный ток трансформатора.

В качестве исходных данных в настоящей статье использован суточный график полной

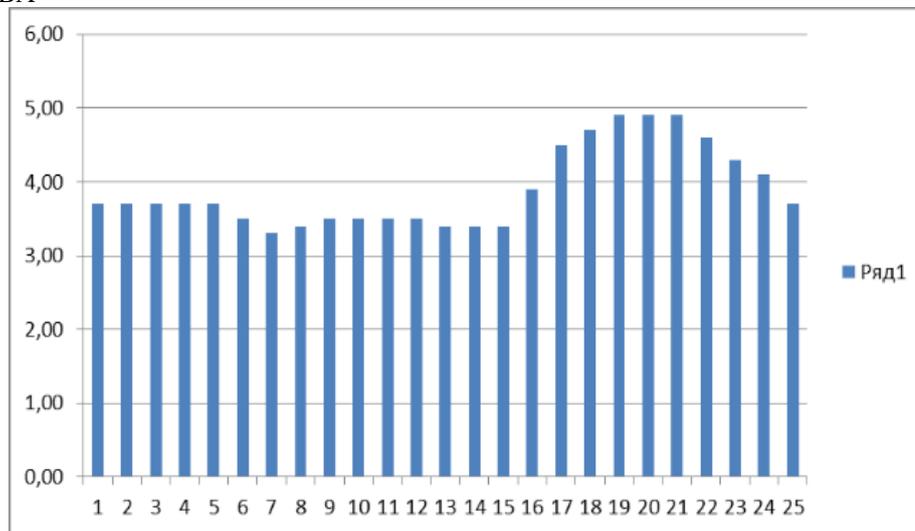
мощности $S(t)$ нагрузки 2-трансформаторной подстанции «Магас», которая питает потребителей: г. Магас Республика Ингушетия, ООО "Транс-Сервис" 10м; Детский сад "Услуги няни"; АЗС-1 ООО "Ислам-Арго" (Эстомиров А); Магазин Евлоев Исса «Хас»; ОКЦ (Костоев М.); "Дробилка" Итазова Ахмеда; Торг.точка «Магазин Муталиева Висита Б.»; Автоцентр Муталиева Висита Б; АЗС ООО «(Хасан) Гайтов Т.А.»; Киоск Дидигова Р.Пятимат (Роза); Центр детского досуга "Ласка" Гулиев Х.Д.» и др. малые предприятия.

На подстанции «Магас» используется автоматизированная система контроля и управления энергопотреблением (АСКУЭ), которая, наряду с другими параметрами, позволяет контролировать суточные графики активной $P(t)$, реактивной $Q(t)$ и полной мощности $S(t)$ нагрузки подстанции, заданные с почасовой точностью.

На рис. 1 и 2 приведены суточные графики полной мощности $S(t)$ нагрузки трансформаторов Т1 и Т2 на подстанции, полученные с помощью АСКУЭ.

Коэффициенты мощности нагрузки различных фаз трансформаторов Т1 и Т2, приведенные в таблицах 1 и 2, имеют близкие значения. Это позволяет для получения суточного графика суммарной полной мощности $S(t)$ нагрузки трансформаторов Т1 и Т2 (т. е. всей подстанции) выполнить суммирование суточных графиков полной мощности $S(t)$ нагрузки трансформаторов Т1 и Т2.

S , МВА



t , час

Рис. 1. Суточный график изменения полной мощности $S(t)$ нагрузки трансформатора Т1 на подстанции «Магас»

S, MVA

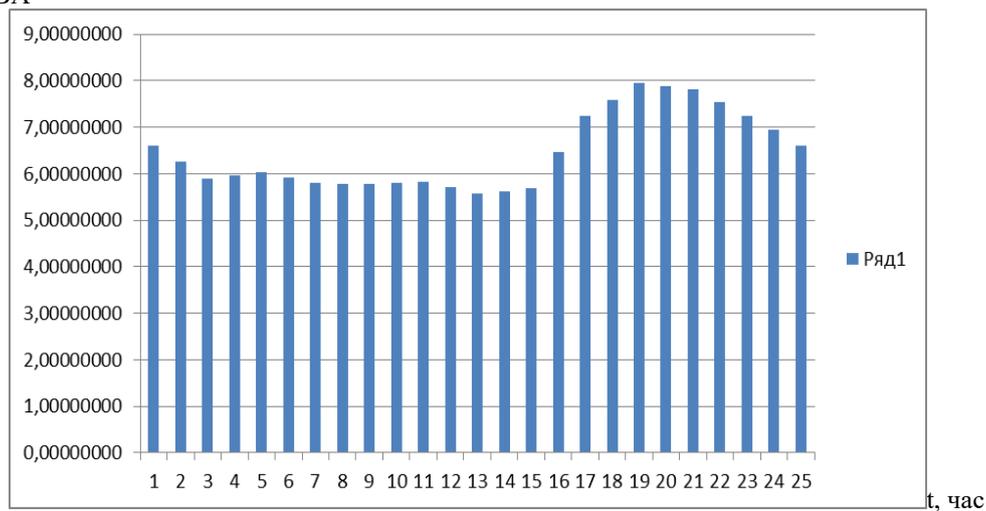


Рис. 2. Суточный график изменения полной мощности $S(t)$ нагрузки трансформатора T2 на подстанции «Магас»

Таблица 1

КОЭФФИЦИЕНТ МОЩНОСТИ НАГРУЗКИ РАЗЛИЧНЫХ ФАЗ ТРАНСФОРМАТОРА T1

время	Коэффициент мощности, фаза А	Коэффициент мощности, фаза В	Коэффициент мощности, фаза С
24.10.2018 03:07:51	0,84	0,82	0,84
24.10.2018 05:08:55	0,84	0,83	0,85
24.10.2018 07:08:55	0,87	0,86	0,87
24.10.2018 09:23:42	0,89	0,88	0,89
24.10.2018 11:23:46	0,9	0,89	0,9
24.10.2018 13:23:45			
24.10.2018 13:23:49	0,88	0,87	0,88
24.10.2018 15:24:14	0,87	0,85	0,88
24.10.2018 17:23:48	0,91	0,9	0,91
24.10.2018 19:23:51	0,93	0,92	0,93
24.10.2018 21:23:50			
24.10.2018 21:23:54	0,91	0,91	0,92
24.10.2018 23:23:49	0,88	0,88	0,88

КОЭФФИЦИЕНТ МОЩНОСТИ НАГРУЗКИ РАЗЛИЧНЫХ ФАЗ ТРАНСФОРМАТОРА Т2

время	Коэффициент мощности, фаза А	Коэффициент мощности, фаза В	Коэффициент мощности, фаза С
24.10.2018 03:07:53	0,84	0,85	0,86
24.10.2018 05:08:53	0,85	0,86	0,87
24.10.2018 07:08:53			
24.10.2018 07:08:57	0,87	0,88	0,89
24.10.2018 09:23:40			
24.10.2018 09:23:45	0,88	0,89	0,89
24.10.2018 11:23:44	0,89	0,89	0,9
24.10.2018 13:23:48	0,88	0,89	0,89
24.10.2018 15:24:17	0,88	0,88	0,89
24.10.2018 17:23:51	0,91	0,91	0,92
24.10.2018 19:23:48	0,92	0,93	0,93
24.10.2018 21:23:52	0,92	0,92	0,92
24.10.2018 23:23:52	0,89	0,9	0,9

График суммарной полной мощности $S_{\Sigma}(t)$ нагрузки подстанции приведен на рис. 3.

S, МВА

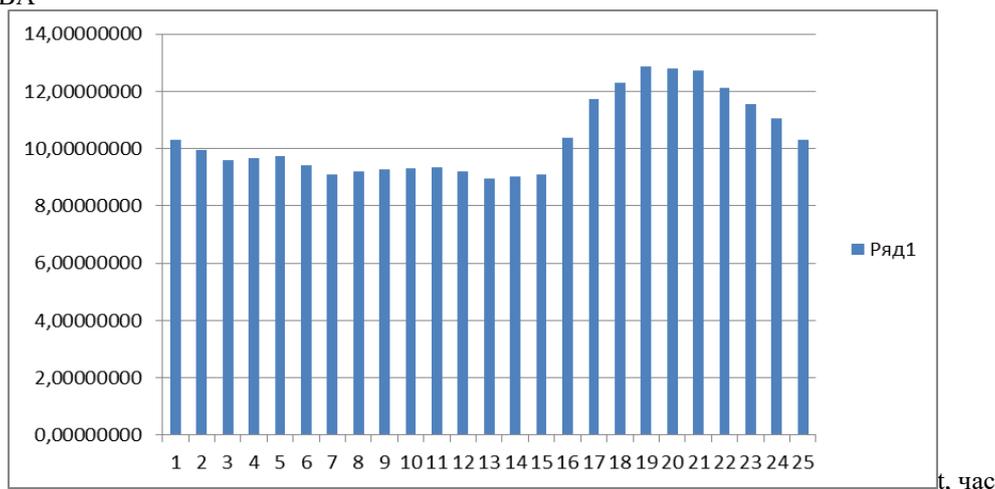


Рис. 3. Суточный график изменения суммарной полной мощности $S_{\Sigma}(t)$ нагрузки подстанции «Магас»

По суточному графику нагрузки $S_{\Sigma}(t)$ (рис. 3) может быть:

- 1) Выбрана мощность силовых трансформаторов на подстанции, достаточная для питания присоединенных потребителей;
- 2) Определена загрузка трансформаторов;
- 3) Исследованы тепловые процессы в трансформаторах.

В проектной практике общепринятым является метод выбора мощности трансформатора $S_{ном}$ по средней мощности за наиболее загруженную смену предприятия $S_{см}$. Средняя мощность за сутки по графику нагрузки на рис. 3 составляет $S_{ср} = 10,35961329$ МВА. Значение $S_{ср}$ автоматически рассчитывается программой, приведенной в [10].

Расчетную мощность S_p трансформатора с учетом допустимой перегрузки в аварийном

режиме на 40 % (возникающей из-за отключения релейной защитой или вывода в ремонт второго трансформатора Т2) определяем по формуле:

$$S_p = S_{ср}/1,4 = 10,35961329/1,4 = 7,3997 \text{ МВт.}$$

Предварительно выбираем ближайшую номинальную мощность трансформатора по шкале стандартных мощностей $S_{ном} = 10,0$ МВА.

Проверим, проходит ли выбранный трансформатор мощностью $S_{ном} = 10,0$ МВА по максимальному нагреву (используя расчетный математический аппарат [10]).

Процесс изменения температуры наиболее нагретой точки обмотки трансформатора $\Theta_{обм}$ (рис. 4) получен путем решения дифференциального уравнения (1), в котором вместо отношения $I(t)/I_{ном}$ использовано отношение $S_{\Sigma}(t) / S_{ном}$; постоянная времени нагрева

трансформатора мощностью $S_{ном} = 10,0$ МВА равна $\tau = 2$ часа.

Предельное значение температуры наиболее нагретой точки трансформатора в режиме систематических нагрузок согласно ГОСТ 14209-97 [12] составляет 140 °С, а в режиме кратковременных перегрузок 160 °С. Исследование суточного графика изменения температуры трансформатора мощностью $S_{ном} = 10,0$ МВА (рис.4) показывает, что при имеющимся суточном графике суммарной нагрузки (рис.3)

трансформатор будет перегреваться до недопустимой температуры $140,77$ °С всего несколько минут, что значительно меньше постоянной времени нагрева данного трансформатора (2 час; данное условие предписывает ГОСТ 14209-97 [12]), подобные нагрузки могут считаться кратковременными.

Следовательно, можно сделать вывод о том, что трансформатор мощностью 10 МВА подходит при выборе по максимальному нагреву.

$\Theta_{обм},$ °С

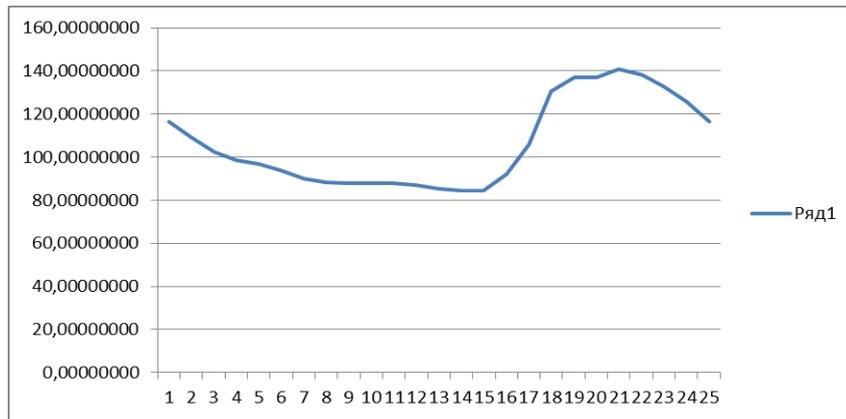


Рис.4. Суточный график изменения температуры наиболее нагретой точки обмотки трансформатора $\Theta_{обм}$ номинальной мощности 10 МВА при температуре окружающей среды $\Theta_{окр} = 20$ °С; $\Theta_{обм.макс} = 140,77$ °С

При продолжительности ремонта в несколько суток износ изоляции трансформатора составит $502,73/24 = 20,95$ суток за 1 сутки ремонта.

Проверим нагрев при ремонте одного из трансформаторов установленного на районной подстанции «Магас» трансформатора мощностью $16,0$ МВА. Результаты представлены на рис. 5.

При нормальном режиме работы трансформаторов Т1 и Т2 на подстанции «Магас» (см. рис. 1 и 2, на которых приведены суточные графики нагрузки) их температурный режим иллюстрируется графиками изменения температуры наиболее нагретой точки обмотки, приведенными на рис. 6 и 7.

$\Theta_{обм},$ °С

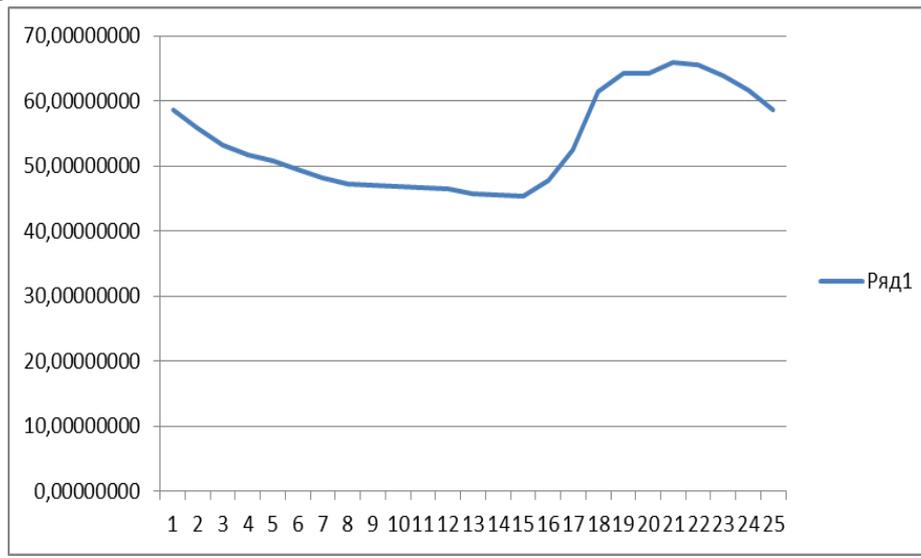


Рис.5. Суточный график изменения температуры наиболее нагретой точки обмотки трансформатора $\Theta_{обм}$ номинальной мощности 16 МВА при температуре окружающей среды $\Theta_{окр} = 20$ °С; $\Theta_{обм.макс} = 65,85$ °С

$\Theta_{обм},$ °С

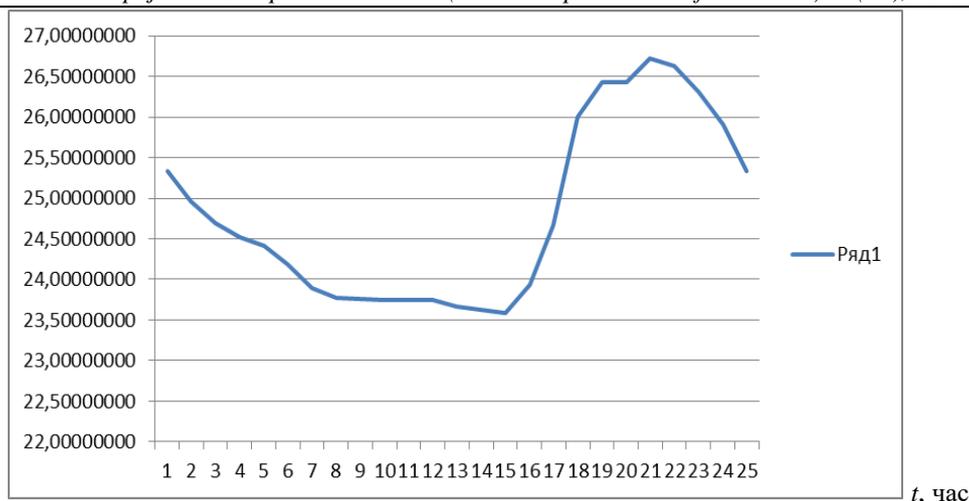


Рис.6. Суточный график изменения температуры наиболее нагретой точки обмотки $\Theta_{обм}$ трансформатора T1 номинальной мощности 16 МВА при нормальном режиме работы подстанции; температура окружающей среды $\Theta_{окр} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$; $\Theta_{обм.макс} = 26,73\text{ }^{\circ}\text{C}$

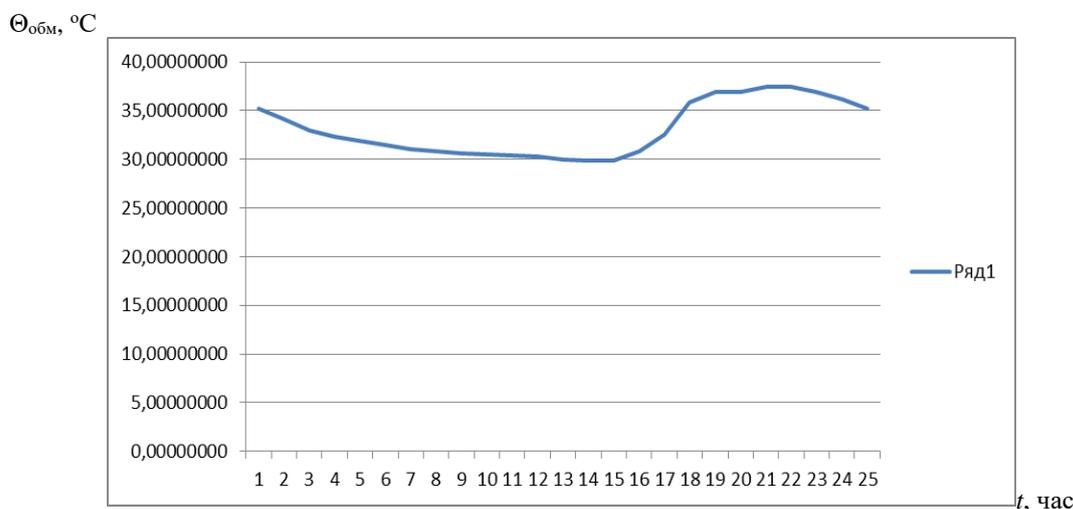


Рис.7. Суточный график изменения температуры наиболее нагретой точки обмотки $\Theta_{обм}$ трансформатора T2 номинальной мощности 16 МВА при нормальном режиме работы подстанции; температура окружающей среды $\Theta_{окр} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$; $\Theta_{обм.макс} = 37,46\text{ }^{\circ}\text{C}$

Вывод: Выбор трансформаторов мощностью 40 МВА можно считать обоснованным с учетом перспективного плана развития энергетического района.

Список использованной литературы

1. Фокин Ю.А. Вероятностно-статистические методы в расчетах систем электроснабжения. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 240 с.
2. Кудрин Б.И. О комплексном методе расчета электрических нагрузок //Изв. вузов. Электромеханика. – 1981. – № 2. – С. 209 – 210.
3. Вагин Г.Я. О причинах завышения расчетных нагрузок по нагреву //Промышленная энергетика. – 1980. – № 3. – С. 28 – 29.
4. Ермаков В.Ф. Анализ составляющих погрешности определения расчетной электрической нагрузки /Электрические нагрузки и электропотребление в новых условиях хозяйствования: Материалы семинара. – М.: МДНТП, 1989. – С. 93 – 96.

5. Ермаков В.Ф. Исследование процессов в электрических сетях: методы, средства, детерминированные и вероятностные модели. – Ростов н/Д: Изд-во Ростовского ун-та, 2003. – 288 с.

6. Силовые трансформаторы: Справочная книга /Под ред. С.Д. Лизунова, А.Е. Лоханина. – М.: Энергоиздат, 2004.

7. Киш Л. Нагрев и охлаждение трансформаторов /Пер. с венг. Под ред. Г.Е. Тарле. – М.: Энергия, 1980. – 208 с.

8. Быстрицкий Г.Ф., Кудрин Б.И. Выбор и эксплуатация силовых трансформаторов: Учеб. пособие для вузов. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 176 с.

9. Брагин С.М. Электрический и тепловой расчет кабеля. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1960. – 328 с.

10. Ермаков В.Ф., Зайцева И.В. Выбор электрооборудования по нагреву. – Ростов н/Д: ЗАО «Книга», 2018. – 176 с.

11. Ермаков В.Ф., Балыкин Е.С., Еволенко Н.А. и др. Опытное определение постоянной

времени нагрева электрооборудования // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2012. – № 1. – С. 66 – 68.

12. ГОСТ 14209-97 (МЭК 354-91) Руководство по нагрузке силовых масляных трансформаторов. – Минск: Межгосуд. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1997. – 80 с.

Белак Владислав Юрьевич
аспирант кафедры «Электроснабжение и электропривод»
ЮРГПУ имени М.И. Платова

УДК 621.317

МОДЕЛЬ И СРЕДСТВО КОНТРОЛЯ ГРАФИКА НАГРУЗКИ ЧЕРЕЗ ИНТЕРНЕТ В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ

Belak Vladislav Yuryevich
postgraduate student of the Department "power Supply and electric drive"
South-Russian state Polytechnic University of M.I. Platov name

MODEL AND CONTROL THE LOAD VIA THE INTERNET IN RURAL AREAS

Аннотация. В статье показано, что одной из действенных мер по борьбе с хищениями электроэнергии является внедрение автоматизированных систем контроля и учета расхода (АСКУЭ). В качестве одного из вариантов реализации АСКУЭ рассматривается целесообразность применения счетчиков электроэнергии с модемом GPRS/3G/4G. Рассмотрены модели хранения и отправки данных о потреблении электроэнергии каждого потребителя энергии. Разработано устройство, удовлетворяющее требованиям предлагаемой модели. Указаны способы подключения данного устройства к любому микропроцессорному счётчику. Разработано необходимое программное обеспечение.

Abstract. The article shows that one of the most effective measures to combat the theft of electricity is the introduction of automated control systems and metering (AMR). As one of variants of implementation of the AMR examines the feasibility of applying electricity meters with modem GPRS/3G/4G. Considered a model store and send data about electricity consumption of each energy consumer. A device was developed that meets the requirements of the proposed model. Shows you how to connect this device to any microprocessor-based meter. Developed the required software.

Ключевые слова: учёт электроэнергии, хищение, интернет.

Key words: metering, theft, Internet.

1. Общие положения

В настоящее время при контроле и учёте электроэнергии существует ряд проблем, связанных с неточностью данных, получаемых со счётчиков электропотребителей (ЭП). Причиной могут быть как инструментальные погрешности измерительных приборов, так и потери при хищении электроэнергии со стороны ЭП [1]. Поэтому вопросы уменьшения потерь электроэнергии являются весьма актуальными и подкрепляются правительственными постановлениями. Так, 1 апреля 2017 года премьер-министр Российской Федерации Дмитрий Медведев распорядился: 1) внести в Госдуму законопроект, который закрепит понятие системы учёта электрической энергии (мощности), 2) наделить правительство полномочиями по утверждению состава и правил предоставления услуг интеллектуальными счётчиками. Законопроект также предусматривает, что с 1 июля 2018 года электросетевые организации смогут устанавливать только «умные» счётчики.

2. Хищения электроэнергии и их предотвращение

Хищения электроэнергии возникает при недостаточно хорошо организованном контроле за потребителями со стороны электроснабжающих организаций. Также причинами такого поведения ЭП можно указать повышения тарифа на

электроэнергию, снижение покупательной способности населения и увеличение количества электроприёмников в связи с техническим прогрессом, которое влечёт за собой увеличение потребляемой энергии. Так как коммерческие потери, связанные с хищениями не имеют математического описания их нужно выявлять индивидуально, либо предотвращать.

Одним из важнейших мероприятий по снижению коммерческих потерь электроэнергии в электрических сетях, и, в частности, потерь от хищения электроэнергии, является повсеместное внедрение автоматизированных систем контроля и учета расхода (АСКУЭ).

3. Реализация наименее затратной модели АСКУЭ в сельской местности

Так как потребители сельской местности не столь плотно рассредоточены на местности как потребители городов и не у каждого энергопотребителя имеется доступ к сети интернет, а если и имеется, то является объектом частной собственности, то возникает вопрос о том, какой канал связи необходимо организовать между счётчиком электроэнергии и электроснабжающей организацией. Практически сразу в голову приходит мысль, о том, что у каждого потребителя должен быть установлен современный счётчик, с модемом GPRS/3G/4G. Однако на практике данный способ является слишком финансово затратным,

поскольку для его реализации понадобится провести следующие мероприятия:

1) Заменить установленные счётчики электроэнергии на недорогие аналоги с модемом GPRS/3G/4G.

2) Согласовать и поставить условия сотрудничества с предпочитаемым оператором сотовой связи, поскольку пользоваться розничной тарифной линейкой операторов сотовой связи для

таких малых объёмов передаваемых данных не является целесообразным. Также использование большого количества сим-карт потребует дополнительных соглашений.

3) Согласовать с оператором сотовой связи дополнительную перегрузку сети мобильной связи.

Схема АСКУЭ с использованием счётчиков электроэнергии со встроенным GPRS модемом приведена на рис. 1.

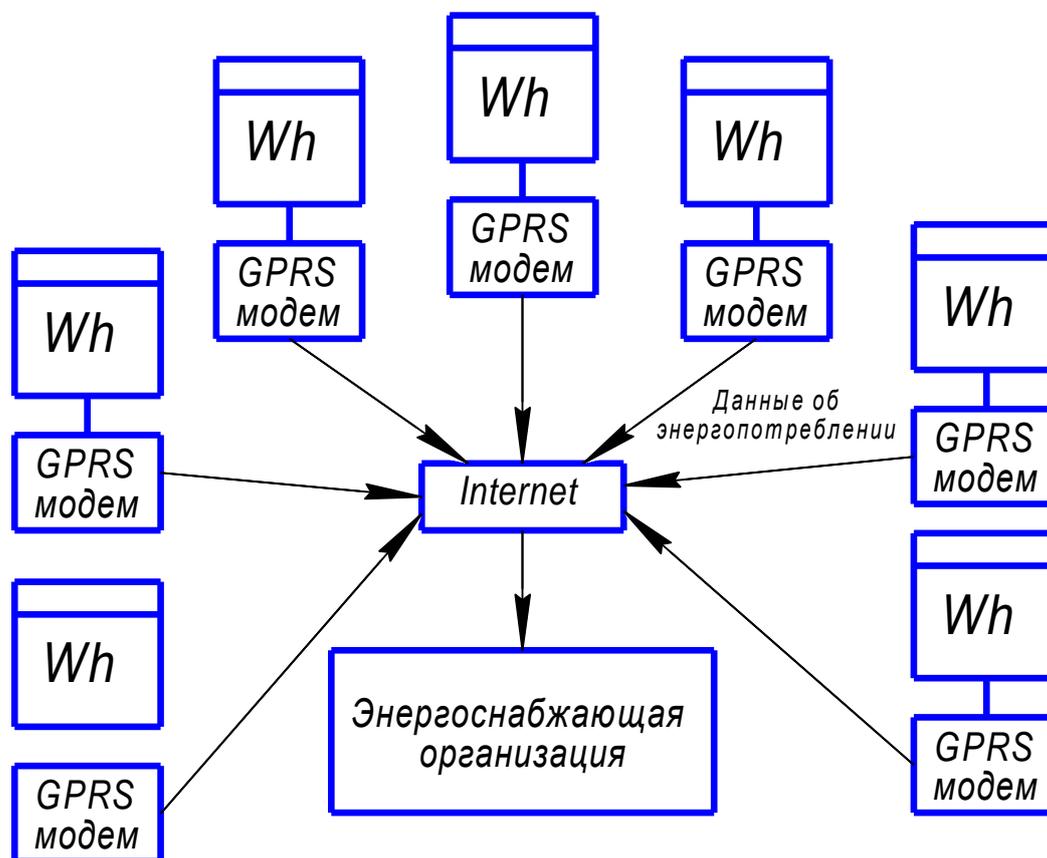


Рис. 1. Схема системы сбора данных с использованием счётчиков электроэнергии со встроенным GPRS модемом

Как видим, система выглядит вполне работоспособной, но её реализация может стоить больших капиталовложений. Поэтому далее рассмотрим вариант системы, которая позволит организовать сбор данных при меньших капиталовложениях, не используя GPRS-модем счётчика.

Поскольку не все современные счётчики электроэнергии могут хранить данные о суточных графиках нагрузки, также возникает потребность в устройстве, имеющем функцию хранения данных.

Основываясь на описанных выше соображениях, была разработана универсальная

система отправки данных посредством смартфона (в качестве которого может использоваться любая из имеющихся в наличии реализаций), на котором подключен мобильный интернет. Может использоваться как смартфон потребителя, так и работника энергоснабжающей организации, в случае если у потребителя бытового сектора смартфона нет.

Схема способа отправки данных о потреблении электроэнергии с использованием смартфона приведена на рис. 2.

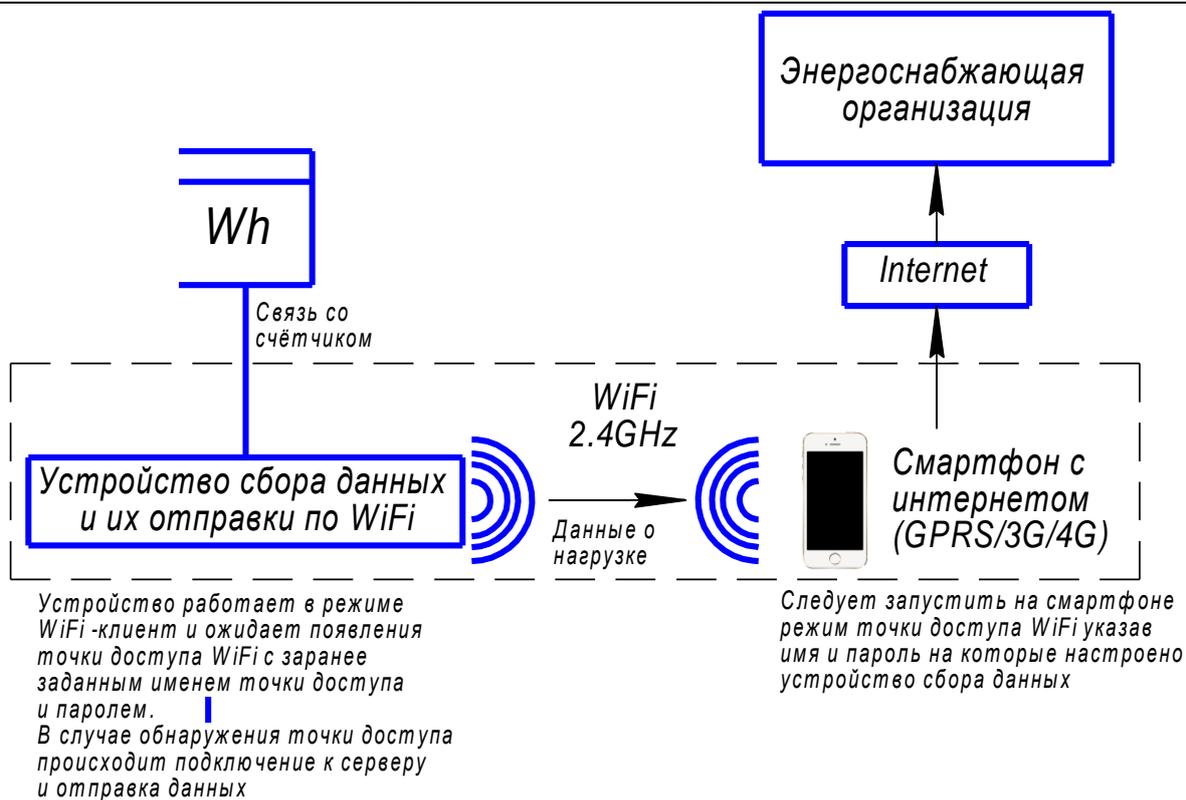


Рис.2. Схема способа отправки данных о потреблении электроэнергии с использованием смартфона

К счётчику электрической энергии подключается устройство сбора данных, способное обнаруживать точки доступа беспроводной сети Wi-Fi. Варианты подключения к счётчику могут быть разнообразны. Это может быть подключение по протоколу RS-485, оптопорту, импульсному датчику, а когда доступ к данным интерфейсам затруднителен или они отсутствуют, можно собрать простую схему преобразователя для подсчета импульсов с импульсного светодиода.

4. Разработка устройства сбора данных

В качестве прототипа устройства для сбора данных был выбран одноплатаый миниатюрный компьютер (МК) Raspberry Pi 3 Model B [2 – 5].

Основными критериями в пользу его выбора послужило наличие встроенного модуля Wi-Fi, USB-выходов, контактов ввода/вывода общего назначения (GPIO) и относительно простота настройки.

МК Raspberry Pi 3 Model B работает на архитектуре ARM под управлением операционной системы семейства Linux.

Давайте рассмотрим, какими методами можно получить информацию со счётчиков, в зависимости от того, какие интерфейсы он имеет. Для работы с Raspberry Pi используем язык программирования Python.

При подключении к счётчику через RS-485 возможен контроль информации о суммарной потреблённой энергии со счётчика за определенный период времени. Для того, чтобы получить ответ от счётчика необходимо отправить

запрос по серийному интерфейсу. У каждого счётчика запрос отличается, он основывается на используемом им протоколе.

Ниже приведен пример запроса и сохранения полученного значения в переменную x:

```
import serial
ser = serial.Serial('/dev/ttyUSB0') # открываем порт
ser.write(01040000000131ca) # отправить запрос на счётчик
x = ser.readline() # сохранить полученный ответ в переменную x
ser.close() # закрываем порт
```

Запрос данных при подключении к счётчику через оптопорт не отличается от приведённого выше примера. Единственным отличием является фиксированная скорость обмена данными, равная 9600 бит/с.

На счётчиках, не снабжённых цифровыми интерфейсами, обычно имеется светодиодный индикатор, а также может находиться импульсный датчик, дублирующий мигание лампочки. На лицевой стороне счётчика указан параметр A [imp/kW·h], указывающий, какое количество энергии расходуется при одном импульсе. Например, если A=1000 imp/kW·h, тогда при одном импульсе $W=1/A=1/1000$ [imp/kW·h]=1W·h.

Сбор данных с импульсного датчика реализуется следующим методом:

схема подключения GPIO Raspberry Pi к датчику импульсов приведена на рис. 3.

Телеметрический выход счетчика

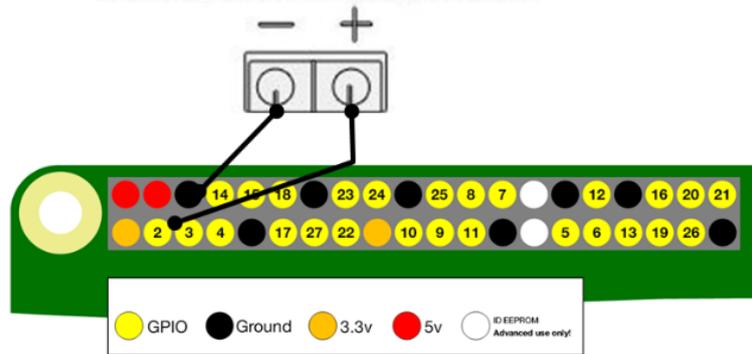


Рис.3. Схема подключения GPIO Raspberry Pi к импульсному датчику

```

Подпрограмма записи количества импульсов в
переменную x:
from gpiozero import Button # Подключаем
GPIO библиотеку
from signal import pause
x=0
def zagorelas():
    x=x+1
button = Button(2)

```

```

button.when_pressed = zagorelas
pause()

```

Для регистраций световых импульсов с помощью Raspberry Pi 3 используется простой датчик-преобразователь импульсов, схема которого содержит фоторезистор, резистор, потенциометр и АЦП Microchip MCP3008.

Схема устройства для считывания световых импульсов приведена на рис. 4.

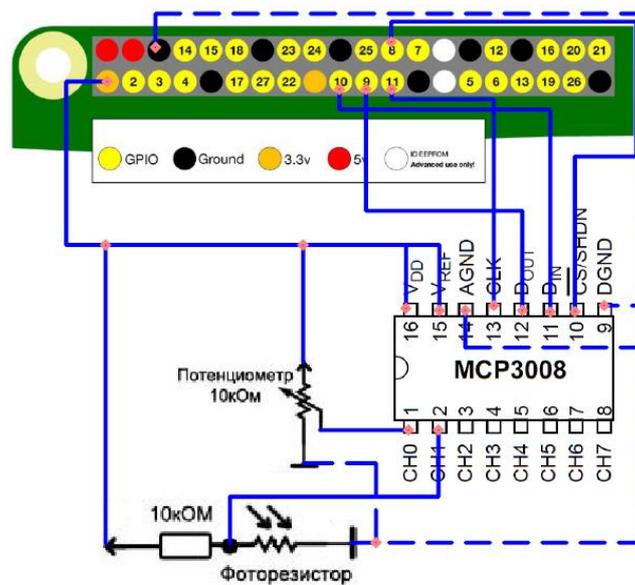


Рис.4. Схема устройства для считывания световых импульсов

```

Подпрограмма записи количества импульсов
переменную x:
from gpiozero import MCP3008
from time import sleep
x = 0
pot = MCP3008(channel=0)
phot = MCP3008(channel=1)
while True:
    if phot.value < pot.value:
        x = x + 1
        sleep(0.5)

```

МК сравнивает сопротивления фоторезистора и потенциометра, и, при условии, что первое меньше второго, регистрирует импульс в памяти устройства хранения данных. С помощью ползунка потенциометра представляется возможным настроить чувствительность срабатывания

системы. Для корректной работы данной модели фоторезистор вплотную прикрепляется к светодиоду импульсов счётчика. Фоторезистор для защиты от внешней подсветки должен быть закрыт светонепроницаемым кожухом и плотно прижат к счётчику.

5. Хранение данных в МК

Рассмотрим способы хранения данных в МК с интервалом усреднения в 1 час.

В том случае, если доступ к счётчику производится через цифровой интерфейс, такой как RS-485 или оптопорт, задача сводится к сравнению суммарной потреблённой энергии за два соседних часа. Разница предыдущего зарегистрированного значения и текущего значения будет равна значению потреблённой за этот период электрической энергии.

$$W_{\Delta t} = W_{t_n} - W_{t_{n-1}} \quad (1)$$

где $W_{\Delta t}$ – количество потреблённой энергии за время Δt ;

W_{t_n} – показание суммарной энергии, снятое со счётчика в текущий момент времени;

$W_{t_{n-1}}$ – показание суммарной энергии, снятое ранее за период времени Δt до накопления показаний W_{t_n} ;

Δt – интервал, равный 1 час.

Таким образом, для регистрации показания в базу данных на Raspberry Pi необходимо сохранять дату, время, текущее показание суммарной мощности за весь период W_{t_n} , и разность текущего и предыдущего показаний суммарной мощности $W_{\Delta t}$. Для сбора показаний каждый час необходимо использовать утилиту Cron, которая каждый новый

наступивший час будет запускать подпрограмму для нахождения $W_{\Delta t}$ и сохранять его в базу данных Raspberry Pi 3.

В отличие от цифровых интерфейсов, сбор данных от импульсов светодиода и импульсного датчика подразумевает не почасовой, а непрерывный контроль устройством сбора данных.

Таким образом для сбора и хранения данных понадобится две таблицы базы данных и две подпрограммы.

Первая подпрограмма (см. рис. 5), которая работает непрерывно, будет заполнять первую таблицу базы данных, а точнее одну её ячейку (целочисленного типа). При регистрации импульса программой скрипта значение данной ячейки будет увеличиваться на 1. Таким образом ячейка накапливает количество импульсов.

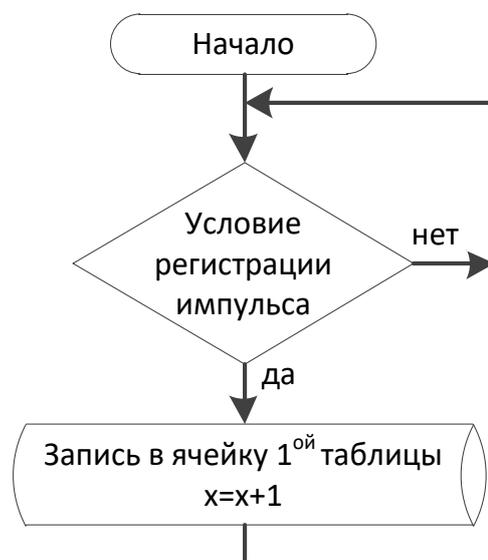


Рис. 5. Бесконечный цикл регистрации импульсов

Вторая подпрограмма (см. рис. 6) будет запускаться каждый новый наступивший час посредством утилиты Cron. Назначение подпрограммы состоит в том, чтобы преобразовать количество импульсов, сохранённых в первой таблице, в количество энергии и сохранить во второй таблице, указав дату, время, и количество потреблённой энергии $W_{\Delta t}$ за Δt . После регистрации значений во второй таблице, значение ячейки в первой таблице приравнивается к нулю.

Для того, чтобы рассчитать количество потреблённой энергии, зная количество импульсов, необходимо использовать параметр счётчика $A[\text{imp/kW}\cdot\text{h}]$.

$$W_{\Delta t} = \frac{n_{\Delta t}}{A} [\text{kW}\cdot\text{h}], \quad (2)$$

где $n_{\Delta t}$ – количество импульсов, зарегистрированных за период Δt ;

Δt – интервал времени, равный 1 час.

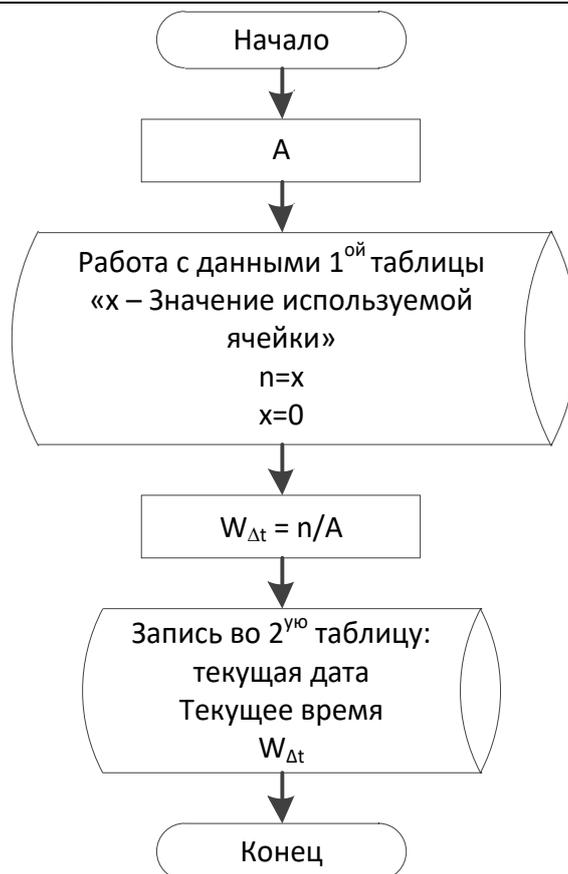


Рис. 6. Блок-схема подпрограммы, преобразующая количество импульсов в количество потреблённой энергии с почасовой регистрацией импульсов

6. Отправление данных в сервер

Учитывая, что основной расчёт выполняется в МК непрерывно и то, что необходимая Wi-Fi сеть создаётся смартфоном потребителя, алгоритм должен быть быстродействующим. Поэтому было принято решение об исполнении подпрограммы

для отправления данных каждую минуту. Так как запуск подпрограммы строго не привязан к отчётности, то используется утилита Anasron (см. рис. 7), которая является разновидностью указанной ранее утилиты Cron.

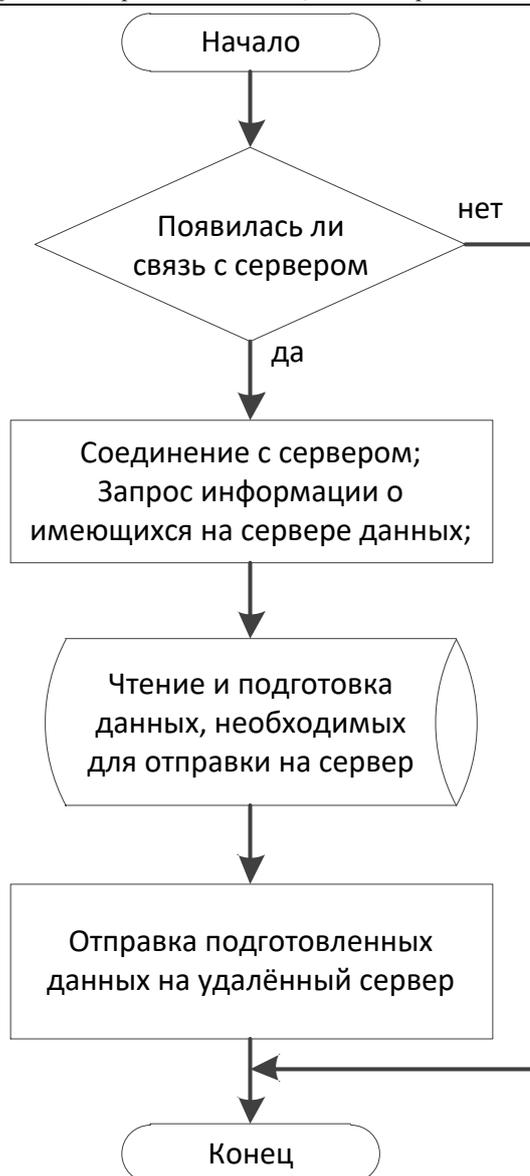


Рис.7. Блок-схема алгоритма отправки данных

7. Выводы

Экспериментальная проверка опытного образца описанного устройства показала его хорошие эксплуатационные возможности.

Библиографический список

1. 102 способа хищения электроэнергии / В.В. Красник. – М. : ЭНАС, 2013. -160с.
2. Raspberry Pi. Руководство по настройке и применению / Магда Ю.С. - М.:ДМК Пресс, 2014. – 188 с.
3. Микрокомпьютеры Raspberry Pi. Практическое руководство. / Петин В.А. - СПб.: БХВ-Петербург, 2015. – 240 с.
4. Arduino и Raspberry PI в проектах Internet of Things. / Петин В.А. – СПб.: БХВ-Петербург, 2016. – 320 с.

5. Learn Raspberry Pi Programming with Python (Technology in Action) - Wolfram Donat, 2014 – 231 с.

Bibliographical list

1. 102 method of theft of electricity / V. V. Sochi. – M. : ENAS, 2013. -160 p.
2. Raspberry Pi. Setup guide and application / Magda S. - M.:DMK Press, 2014. – 188 p.
3. The Microcomputer Raspberry Pi. A practical guide. / Petin V. A. - SPb.: Cisco press, 2015. – 240 p.
4. Arduino and Raspberry PI projects in the Internet of Things. / Petin V. A. – SPb.: Cisco press, 2016. – 320 p.
5. Learn Raspberry Pi Programming with Python (Technology in Action) - Wolfram Donat, 2014 – 231 с.

Іванюта А.О.

*к.т.н, асистент кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів
Національного університету біоресурсів та природокористування України*

АНАЛІЗ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ ВТОРИННОЇ РИБНОЇ СИРОВИНИ З ПРІСНОВОДНИХ РИБ

Ivanyta A.O.

c.t.s., assistant National University of Bioresources and Environmental Sciences of Ukraine

ANALYSIS OF SCIENTIFIC RESEARCH OF THE BIOLOGICAL VALUE OF SECONDARY FISH RAW MATERIALS

Анотація. У статті розглянуто перспективні напрямки комплексної переробки прісноводних риб. Наведено співвідношення окремих частин тіла прісноводної риби, хімічний склад голів та кісткового скелета рослиноїдних риб. Проаналізовано амінокислотний склад білковмісної частини голів рослиноїдних риб та вітамінний склад.

Summary. The article deals with perspective directions of complex processing of freshwater fish. The correlation of individual parts of the body of freshwater fish, the chemical composition of the heads and the skeleton of herbivorous fish are given. The amino acid composition of the protein-containing part of the heads of herbivorous fish and the vitamin composition were analyzed.

Формування споживних властивостей харчової продукції шляхом комплексної переробки прісноводних риб є перспективним напрямом розширення асортименту продукції вітчизняного виробництва та підвищення конкурентоспроможності рибопереробних підприємств. Високу харчову цінність вторинної рибної сировини рослиноїдних риб відмічають вітчизняні та закордонні вчені [1-8].

Строкатий і білий товстолобик (*Arctichthys nobolis Rich*, *Hypophthalmichthys molitrix val*) – важлива промислова риба. Строкатий товстолобик має вищий темп росту, ніж білий, за рахунок більш

різноманітного харчування, у якому крім фітопланктону та детриту присутній зоопланктон, що є джерелом білка [2].

Дослідженнями вітчизняних науковців доведено, що в процесі переробки прісноводних риб утворюється близько 35 % різноманітних відходів, з яких можна отримати цінні кормові, технічні та ветеринарні препарати [3].

Основною сировиною для виробництва харчових продуктів з малоцінної частини рослиноїдних риб є голови, кістки та плавці. Співвідношення окремих частин тіла прісноводної риби наведено в таблиці 1.1 [4,7].

Таблиця 1.1

СПІВВІДНОШЕННЯ ОКРЕМИХ ЧАСТИН ТІЛА ПРІСНОВОДНОЇ РИБИ, %

Вид риби	Тушка	Філе	Голова	Внутрішні органи	Кістки	Луска	Плавці
Короп	76,7±1,2	49,8±0,9	23,3±0,8	15,6±0,7	8,7±1,1	5,4±0,5	2,6±0,06
Білий товстолобик	78,9±0,6	65,2±1,1	21,1±0,4	9,0±0,6	6,3±0,8	2,1±0,3	1,3±0,04
Строкатий товстолобик	71,7±0,7	55,7±0,8	28,3±0,5	6,5±0,3	7,4±0,5	2,2±0,3	1,7±0,03
Білий амур	79,1±0,3	53,1±0,9	20,9±0,3	13,3±0,3	7,2±0,2	3,7±0,1	2,8±0,05

Отже, голови, кістки та плавці прісноводних риб складають 28,7 % - 37,4 % від маси цілої риби. Найвищим виходом неїстівної частини відрізняється строкатий товстолобик (37,4%).

Одним із найбільш важливих показників придатності вторинної рибної сировини для виробництва харчової продукції є вміст білків. Вміст білків в головах товстолобика коливається

від 14 до 27 %, що залежить від віку, фізіологічного стану, часу і місця вилову, характеру живлення тощо [4,6].

Блок риби відрізняється гарною засвоюваністю. За харчовою цінністю білки риби не поступається білкам теплокровних тварин, а в багатьох відношеннях навіть перевершують їх.

Таблиця 1.2

АМІНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД БІЛКОВІСНОЇ ЧАСТИНИ ГОЛІВ РОСЛИНОЇДНИХ РИБ

Амінокислота	Вміст, г/100 г білковісних частин голови		
	Товстолобик білий	Товстолобик строкатий	Амур білий
Валін	0,36	0,46	0,36
Лізін	0,70	0,84	0,68
Триптофан	0,36	0,44	0,35
Лейцин + ізолейцин	0,99	1,35	1,03
Метіонін + цистин	0,58	0,78	0,61
Треонін	0,28	0,44	0,36
Фенілаланін + тирозин	0,55	0,69	0,54
Сума незамінних амінокислот	3,82	5	3,93
Аланін	0,33	0,48	0,35
Аргінін	0,36	0,53	0,41
Аспарагінова кислота	0,96	1,25	0,97
Гістидин	0,17	0,28	0,18
Гліцин	0,36	0,48	0,39
Глутамінова кислота	1,14	1,50	1,12
Пролін	0,24	0,33	0,25
Серин	0,25	0,35	0,27
Сума замінних амінокислот	3,81	5,2	3,94
Разом	7,63	10,2	7,87

Фізіологічна цінність білків для людини є різною і визначається вмістом у них незамінних амінокислот. Білки рослиноїдних риб є повноцінними, оскільки містять всі незамінні амінокислоти, в тому числі лізін і лейцин. За вмістом метіоніну риба займає одне з перших місць серед білкових продуктів тваринного походження. Амінокислотний склад білковісної частини голів товстолобика та білого амура наведено в таблиці 1.2. За даними таблиці 1.2., найбільший вміст визначено лізину, лейцину та ізолейцину. Ізолейцин – одна з незамінних амінокислот, необхідних для синтезу гемоглобіну [9-10]. Лейцин та ізолейцин сприяють відновленню м'язової тканини. Серед замінних амінокислот переважаючими визначено глутамінову та аспарагінову.

Найбільш поширеним білком риб є колаген. Під час термічної обробки він набрякає та збільшується в об'ємі і масі, що дозволяє підвищувати желюючі властивості створюваного продукту.

Цікавість до рибного колагену як природного структуроутворювача значно зросла. Це

обумовлено тим, що губчаста енцефалопатія (хвороба сказу великої рогатої худоби) стала дуже серйозною проблемою і використання колагену тваринного походження вже небезпечно. Крім того, рибний колаген є гіпоалергенним, оскільки на 96 % ідентичний людському білку. Основними перевагами колагену є відсутність токсичності і канцерогенності, висока механічна міцність, здатність утворювати комплекси з біологічно активними речовинами [7, 11-13].

Важливим критерієм вибору раціональних способів використання та переробки рибної сировини є її хімічний склад. Саме він визначає харчову та біологічну цінність риби (табл.1.3), [11,13]. Найбільший вміст білків відмічено в головах товстолобика – 25, 96 %, що пояснюється особливостями його харчування.

Ліпіди риб є одними із основних лабільних компонентів, що впливають на харчову і біологічну цінність рибних продуктів. Важлива відмінна риса жиру риб - переважання в його складі ненасичених жирних кислот (до 84%), у тому числі жирних кислот [7, 3,14].

ХІМІЧНИЙ СКЛАД ГОЛІВ РОСЛИНОЇДНИХ РИБ

Вид риби	Вміст, %			
	Вологи	Білків	Жирів	Мінеральних речовин
Сом	67,0	16,0	4,0	1,0
Судак	67,0	17,0	6,0	10,0
Товстолобик	68,02	25,96	4,63	1,39
Краснопірка	62,3	17,7	10,6	9,4
Сазан	59,0	15,0	15,0	10,0

Результатами досліджень Акимової А.Ю, Цибизової М.Е, Язенко Д.С. встановлено, що кістки рослиноїдних риб є цінною та перспективною сировиною (табл. 1.4), [7].

Таблиця 1.4

ХІМІЧНИЙ СКЛАД КІСТКОВОГО СКЕЛЕТА РОСЛИНОЇДНИХ РИБ

Вид риби	Вміст у кістках риби, %				
	Вологи	Білків		Жирів	Мінеральних речовин
			в тому числі колагену		
Щука	71,3±1,5	18,5±0,7	6,8±0,2	4,1±0,3	8,0±0,7
Окунь	69,2±1,3	17,9±0,5	6,5±0,2	5,2±0,2	7,8±0,6
Сом	63,2±1,3	17,1±0,7	7,1±0,2	6,5±0,4	8,7±0,8
Сазан	66,1±1,6	18,0±0,4	6,9±0,2	6,4±0,2	9,7±0,5
Товстолобик	69,2±1,8	17,5±0,5	6,7±0,2	5,8±0,3	9,1±0,4

Кістковий скелет можна розглядати як джерело макро- і мікроелементів, що підтверджується вмістом мінеральних речовин до 9,7 %.

Вітаміни в рибі розподілені нерівномірно. Значна частина їх знаходиться у внутрішніх органах. У рибі міститься невелика кількість жиророзчинних вітамінів - А, D. Вміст токоферолів у риби складає 0,32-1,8 мг/100 г. У м'язовій тканині риб виявлено також вітаміни групи В (В₁, В₂, В₆, В₁₂), Н, РР, С.

Прісноводна риба, порівняно з морською, містить у своєму складі менше мінеральних речовин. Необхідно відмітити, що мінеральний склад рослиноїдної риби, зокрема, товстолобика, характеризується відсутністю таких життєво важливих елементів, як йод та селен, що пояснюється особливостями його харчування. Крім того, науковими дослідженнями встановлено необхідність оптимізації мінерального складу продукції на основі рослиноїдної риби. Тому, для досягнення необхідних функціональних властивостей продуктів харчування та підвищення їх біологічної цінності доцільним є поєднання білкової рибної сировини з морськими водоростями.

Таким чином, результати досліджень свідчать про високу біологічну цінність вторинної рибної сировини з прісноводних риб та перспективність її використання для формування споживних властивостей готової харчової продукції.

Список літератури

1. Червко А. И. Новые направления переработки прудовой и океанической рыбы в

кулинарную продукцию / А. И. Червко, Т. М. Постнов, И. О. Пронин : моногр. – Х. : ХДАТО. – 2003. – С. 149.

2. Резникова И. Растительные рыбы в поликультуре с осетровыми / И. Резникова // Тваринництво України. – 2008. – № 6. – С. 4–6.

3. Багров А.М. Растительные рыбы – будущее рыбного хозяйства России / А.М. Багров, В.К. Виноградов // Рыбное хозяйство. – 2001. – № 4. – С. 37–39.

4. Сидоренко О. В. Формування асортименту та якості риборослинних продуктів : монографія / Олена Володимирівна Сидоренко. - К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2006. С– 313.

5. Технология продуктов из гидробионтов / [Артюхова С.А., Богданов В.Д., Дацун В.М. и др.] ; под ред. Т.М. Сафроновой, В.И. Шендерюка.- М.: Колос, 2001. - 496 с.

6. Сидоренко О.В., Москалюк Р.С., Романенко О.В. Теоретико-практичні засади розробки рибних кулінарних виробів підвищеної біологічної цінності // Вісник ДонНУЕТ. – 2009. – № 1(41). – С. 166.

7. Цибизова М.Е. Ферментация костной ткани рыбного сырья как один из этапов получения структурообразователей / М.Е. Цибизова, Д.С. Язенкова, А.Ю. Акимова // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. – 2010. – №2. – С. 144–145.

8. Лисовой В.В. Совершенствование технологии структурированных продуктов питания повышенной пищевой ценности из растительного и прудового рыбного сырья дис...кандидат тех. наук: 05.18.01, 05.18.04/ Лисовой Вячеслав Витальевич. – Краснодар., 2009. – 173 с.

9. Коваленко В.А. Рыба лечит гипертонию / В.А. Коваленко // Рыбное хозяйство Украины. – 2002. - № 6. – С.43.

10. Антипова Л.В. Переработка и производство рыбной продукции: современные проблемы и перспективы их решения Текст. / Л.В. Антипова // Известия ВУЗов. Пищевая технология. 2002. – №5 – 6. – С. 9–11.

11. Gomez-Guillen, M.C. Extraction of gelatin from megrim (*Lepidorhombus boscii*) skins with several organic acids Текст. / M.C. Gomez-Guillen, P. Montero // J. Food Sci. – 2001, – Vol. 66. – №2 – P.213 – 216.

12. Пат. 2096456 RU, МПК6С 12 N 9/48; С 12 N 9/64. Способ получения ферментного препарата, обладающего коллагенолитической активностью/ В.Л. Стадников, С.М. Ерохов. № 96121409/13; Заявлено 10.11.96; Опубл. 20.11.97.

13. Ederzeel L.D., Ritskes T.M. The fat content of fish meals. - Fish news int., 1985. №5 (6). – P.48.

14. Язенкова Д.С., Цибизова М.Е. Комплексный подход к переработке маломерного и неиспользуемого сырья Волго-Каспийского бассейна // Материалы МНК «АСТИНТЕХ-2011» - изд. дом «Астраханский университет» - 2011 – С. 137-138.

Ластовка Анатолий Васильевич

ПРОБЛЕМАТИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

THE PROBLEMS OF DESIGNING IRON-CONCRETE CONSTRUCTIONS

Аннотация. Развитие теории и практики строительной науки позволяет совершенствовать основы проектирования, строительства и эксплуатации бетонных и железобетонных конструкций. Однако есть опасность разрушения конструкций на разных этапах жизненного цикла. Необходимо повышать качество и надежность возводимых зданий и сооружений. Российская федерация стремится к интеграции с Европой. Это касается многих сфер и проектирование железобетонных конструкций не осталось в стороне. В Европе сегодня действует масса стандартов, применение которых позволяет сделать максимально качественные конструкции. При реализации данных стандартов в России возникает ряд проблем, о которых речь пойдет в данной статье. Кроме того, автором предложены варианты их решения.

Annotation. The development of the theory and practice of construction science makes it possible to improve the fundamentals of the design, construction and operation of concrete and reinforced concrete structures. However, there is a danger of destruction of structures at different stages of the life cycle. It is necessary to improve the quality and reliability of erected buildings and structures. The Russian Federation is seeking integration with Europe. This applies to many areas and the design of reinforced concrete structures is not left out. In Europe today there are a lot of standards, the use of which allows you to make the highest quality designs. When implementing these standards in Russia, a number of problems arise, which will be discussed in this article. In addition, the author proposed options for their solution.

Ключевые слова: проектирование, бетон, железобетон, железобетонные конструкции, Еврокоды, стандарты, надежность, интеграция.

Keywords: design, concrete, reinforced concrete, reinforced concrete structures, Eurocodes, standards, reliability, integration.

Даже при беглом изучении первых норм проектирования железобетонных конструкций обращает на себя внимание тот факт, что они были достаточно просты как в понимании, так и в практическом применении. Как показано, например в [1], первые датские нормы Dutch Code for Reinforced Concrete (1912) состояли всего из 30 страниц, а Технические условия (ТУ) и нормативы для железобетонных конструкций примерно того же периода времени, принятые Российским министерством путей сообщения в 1911 году (вторая версия) - всего из 28 страниц. Следует отметить, что по этим нормам в начале XX века в России было запроектировано и построено 22 железобетонных моста.

Вместе с тем, несмотря на названные выше причины, уже при введении первых норм проектирования специалисты были обеспокоены ограничивающим эффектом, который может влиять на инновации в строительной отрасли.

Как показано в [1], в одном из первых технических журналов по проектированию конструкций (1905) приводится следующее высказывание: «Необходимо убедиться в том, что предписания строительных норм являются настолько гибкими, что строительная индустрия, в которой каждый день появляются новые идеи, не связана и остается свободной для развития новых способов проектирования и возведения конструкций». Аналогичные мысли и опасения содержались и в статье профессора Н. А. Белелюбского «К составлению технических условий для железобетонных конструкций» в журнале «Цемент, его производство и применение».

В течение последнего столетия разработка норм проектирования железобетонных конструкций - практически непрерывный процесс. В этот период в большинстве стран были разработаны национальные нормы проектирования железобетонных и предварительно напряженных конструкций, имевшие достаточно высокий

уровень (СНиП, АСІ, РN, ВS, DІN, АSCE, АASHTO и др.).

Следует отметить, что выполненный анализ требований и правил проектирования, включенных в нормы различных стран, позволил констатировать, что все они базируются на довольно схожих концептуальных подходах, имея в основе метод предельных состояний, просто содержание (наполнение) каждой из них соответствует уровню экономического развития, географическому положению страны, а главное - существующей национальной инженерной традиции.

В последние десятилетия были предприняты активные действия, направленные на переход от национальных норм к международным, общим для больших групп стран. Наиболее характерным примером интернационализации строительных норм применительно к европейской практике является внедрение единых европейских норм - Еврокодов (EUROCODES), разработка которых продолжается уже более 30 лет. Как подчеркивается в ряде публикаций [1-3], при всех выявленных недостатках наиболее значимым достижением Еврокодов следует считать их гармонизацию на базе единой концепции надежности, общих символов и обозначений, легальных единиц измерения, применяемых в нормах.

Следует отметить, что международные стандарты разрабатывает не только СEN, но и параллельно ISO (International Standard Organization). Применительно к тематике бетонных и железобетонных конструкций в составе ISO действует 8 комитетов, разрабатывающих довольно большое количество норма-тивных документов. Кроме того, действует Азиатский Кодекс - образец для проектирования железобетонных конструкций АСМА (Asian Concrete Model Code). При этом существует довольно тесное взаимодействие между International Committee on Model Code for Asia (ICCMCA) и техническим комитетом ISO/TC 71.

Как отмечают И.В. Ефремов и Н.Н. Рахимова [1], интернационализация норм несет в себе следующие преимущества:

- существенно облегчает обмен научно-техническими данными и мнениями между учеными и специалистами различных стран. Дискуссия на международном уровне и соответствующая кооперация в проведении исследований повышает уровень знания более существенно, чем это может быть получено специалистами отдельной страны (особенно в тех случаях, когда небольшие страны испытывают дефицит высококвалифицированных специалистов по отдельным направлениям исследований);

- обсуждение различных точек зрения является намного более рациональной основой для разработки общепринятых логических правил проектирования.

В качестве примера такого международного консенсуса, достигнутого в результате активных

дискуссий, в работе [1] приводится разработка EN 1168 [4], содержащего требования к пустотным плитам безопалубочного формования (англ. Hollow Core Slabs - HCS). В действующей редакции стандарта EN 1168 [4], который ранее не предполагал разработку Национального приложения, содержатся пункты, относящиеся к национальному применению (National Application Document). Как показано в [1], ранее наблюдали существенные различия в требованиях к плитам, изготавливаемым в Германии и Франции. В германской практике допускали изготовление плит безопалубочного формования длиной не более 6 м. Причиной ограничения длины пролета плиты было то, что существенную роль в сопротивлении срезу играет прочность бетона при растяжении (при отсутствии поперечного армирования). В связи с этим немецкие инженеры не хотели полагаться на столь «ненадежный» параметр, как прочность при растяжении.

Вместе с тем в соответствии с требованиями стандарта Франции плиты изготавливали длиной не менее 6 м. Основным аргументом было то, что длина зоны передачи напряжений и длина анкеровки для напрягающих канатов (номинальным диаметром 9 и 12 мм) в плитах безопалубочного формирования может быть относительно большой (эта проблема достаточно подробно рассмотрена, в частности в [5]). Увеличенная длина зоны передачи напряжений, когда проскальзывание напрягающего каната наблюдается на значительной части длины пролета плиты, оказывает существенное влияние на сопротивление коротких плит при изгибе и срезе.

Важными документами, составляющими основу для подготовки новых поколений Еврокодов по железобетонным конструкциям, являются очередные версии так называемых кодексов-образцов (fib Model Code), подготовленных fib, внесших значительный вклад в развитие как национальных, так и международных норм проектирования. Так, большинство национальных норм и первое поколение Еврокодов опирались на МС 90. Главным назначением МС (Model Codes), которые по своей сути не являются обязательной нормой, а содержат скорее некую передовую реферативную техническую информацию, является формирование предложений по совершенствованию действующих норм на основе обобщенного передового знания, накопленного мировой научной общественностью за некоторый оценочный период до очередного пересмотра норм.

Как утверждается в [3], разработанный и опубликованный в 2013 году fib МС 2010 [6] признан наиболее значимым, хотя в ряде положений и небезошибочным, шагом вперед в теории и практике железобетона. При этом сам документ видится как основа для пересмотра EN 1992.

Стоит отметить, что процесс внедрения Еврокодов в практику проектирования строительных конструкций происходит в

непростых экономических условиях и сопряжен с наличием ряда усложняющих факторов, как внешних, так и внутренних.

К числу внешних усложняющих факторов следует отнести:

- непрерывность и незавершенность процесса создания евроном на базе новых экспериментальных данных и теоретических моделей, разработки новых материалов и технологий;
- неопределенность прогнозирования дальнейшего развития строительных норм в рамках МНТКС СНГ, ЕЭП, ЕвРАЗЭС и т.д.;
- появление новых международных нормативных документов.

К числу внутренних усложняющих факторов относятся:

- многоступенчатость и отсутствие комплексности во внедрении европейских стандартов в Российской Федерации;
- непоследовательность государственных органов при формировании структуры ТНПА в области строительства.

Следует отметить, что представленные выше перечни не исчерпывают полностью все реально имеющиеся усложняющие факторы. Кроме того из сопоставления перечней неизбежно вытекает вывод о большой взаимосвязи внешних и внутренних факторов друг с другом.

Достаточно подробный анализ перечисленных выше и некоторых других факторов был представлен в публикациях [3].

О необходимости сохранения системы национальных ТНПА по проектированию строительных конструкций. Согласно сложившейся практике разработки и принятия европейских нормативных документов, в этом процессе участие могут принимать только страны-члены ЕС. В таких условиях другие страны могут только выражать свой собственный взгляд и понимание принципов и правил проектирования исключительно при разработке своих отечественных нормативных документов. Таким образом, вопрос сохранения и постоянного совершенствования своей национальной нормативной системы, построенной на принципах общей с Еврокодами концепции надежности [8], приобретает принципиальное значение.

Рассмотрим вопрос о необходимости сохранения системы национальных ТНПА по проектированию железобетонных конструкций. Аналогичное обоснование можно сделать, на наш взгляд, и по ТНПА на проектирование конструкций, выполняемых из других материалов.

По своему содержанию EN 1992-1-1:2004 [2] не является документом прямого действия, а устанавливает только основные (базовые) требования по проектированию конструкций (следует отметить, что среди большой группы разработчиков Евроном существует мнение о том, что эти нормы должны содержать главным образом философию проектирования, а детальные правила должны быть включены в национальные нормы).

Для детального проектирования в практике европейских стран разработаны или разрабатываются дополнительные документы (пособия, руководства, рекомендации, учебники, программное обеспечение и т. п.), в которых содержатся в том числе и альтернативные расчетные модели, применение которых обеспечивает устанавливаемую ТКП EN 1990-2011 [4] надежность железобетонных конструкций, но учитывающие отечественные инженерные традиции.

В настоящее время Еврокоды принято рассматривать как наиболее передовые комплексные нормы проектирования. Как утверждают разработчики Еврокодов [1-3], их применение позволяет выработать общее понимание проблемы проектирования и обеспечивает, с одной стороны, разработку гармонизированных проектных стратегий для стран Европы, а с другой - открывает широкие возможности для международного сотрудничества. Необходимо иметь в виду, что реальное отношение к Еврокодам самое разное в странах-членах Европейского Комитета нормирования (CEN). Несмотря на взятые обязательства, касающиеся отмены с марта 2010 года национальных стандартов, входящие в противоречие с Еврокодами, большинство стран, в первую очередь Германия (DIN) и Великобритания (BS), инициировавших применение Евростандартов, не только сохранили национальные нормы, но и продолжают их активно раз-вивать и настойчиво предлагать в качестве международных. Это состояние (возможно, неосознанно) было описано в 2017 году в статье С.Н. Goodchild (MPA Concrete Centre) [3] следующим образом: «Хотя их (Еврокодов) применение по-прежнему не является обязательным в Великобритании, Еврокоды находят всё более широкое применение как наиболее подходящие стандарты для конструкционного проектирования...» (англ. «Although their use is still not obligatory in the UK, the Eurocodes are increasing being accepted as the most appropriate structural design standards... »).

С приходом нового поколения инженеров в странах Европы и с учетом того, что в ряде стран национальные стандарты не получают дальнейшего развития, а в других прекращено финансирование разработок нормативных документов национального уровня, в проектной практике Европы для Еврокодов практически не остается альтернативы. (В данном случае является показательным пример Польша. Так, в настоящем году одна из самых престижных конференций Krynica 2018 в секции Бетонные конструкции едва собрала всего 10 докладов с довольно разрозненной тематикой, результаты которой, очевидно, не могут претендовать на внесение в Еврономы).

Таким образом, при всех декларируемых ранее преимуществах интернализации выделяется группа так называемых «ведущих» стран, имеющих возможности выполнения исследований и

возлагающих на себя право внесения изменений в нормы.

В рамках подхода «дальнейшей гармонизации требований EN 1992-1-1 предполагается сокращение главным образом количества NDPs (Национально-устанавливаемых параметров) без существенных изменений основной структуры и содержания нормативного документа. Вместе с тем, как уже подчеркивалось, не определен механизм, по которому будет проведена такая гармонизация. После введения Евро-кодов ряд Европейских стран заморозили собственные программы разработки национальных документов, а соответственно и исследования для целей стандартизации. В то же время Германия довольно интенсивно проводила исследования в рамках различных программ, поэтому следует ожидать, что большинство из сокращаемых NDPs будут опираться на результаты немецких исследований. Учитывая то обстоятельство, что рабочие группы по отдельным разделам Еврокодов представляют собой некоторые довольно закрытые сообщества, маловероятно, что ими будут услышаны, а тем более приняты предложения других стран, даже если вносимые изменения являются более рациональными, чем немецкие, швейцарские или британские предложения.

В качестве примера образцовых норм по проектированию железобетонных конструкций часто приводят швейцарские нормы Swiss Code SIA 262: 2003 [5], которые состоят всего лишь из 90 страниц, включая правила сейсмического проектирования и огнестойкости. В этом документе принципы и правила проектирования являются простыми и ясными, а формулировки - короткими и сжатыми. По этой причине кодексобразец fib MC 2010 [6] рекомендует при составлении норм использовать принцип LOA (сокр. от англ. Level of Approximation - «Уровень аппроксимации»). В соответствии с данным принципом любая расчетная модель сопротивления, вносимая в нормы (если это возможно), может быть представлена на нескольких расчетных уровнях аппроксимации по мере возрастания сложности. Как следует из [1], наинизший уровень I (LOA I), являясь наиболее простым, характеризуется наименьшей трудоемкостью, но дает наиболее консервативный результат. Наиболее высокий уровень (например, LOA IV для местного среза) требует значительных затрат труда и времени выполнения расчетов, высокой квалификации расчетчика, специальных компьютерных программ и т.д., но дает при этом более объективный результат оценивания сопротивления и является менее консервативным. По замыслу разработчиков норм [1-3] это дает возможность совмещать в одних нормах как простые, так и довольно сложные методы проверок предельных состояний.

Сопротивление срезу, в том числе местному (продавливанию), по-прежнему остается одним из наиболее дискуссионных вопросов современной теории железобетона. Как показали результаты

мониторинга действующего EN 1992, основная доля вопросов и замечаний, поступивших из стран-членов CEN, относится к расчетным моделям среза и местного среза (продавливания). Так, например, согласно информации, содержащейся в сообщении [3], до настоящего времени тематическая группа TG 4 не может остановить свой выбор на одном из трех рассматриваемых вариантов модели сопротивления местному срезу (продавливанию):

- оставить модель сопротивления местному срезу (продавливанию) такой, как она приведена в действующих нормах, внося корректировки для улучшения и устранить недостатки, если это требуется (например, в назначении критического периметра u_{crit});

- принять «швейцарскую модель» A. Muttoni (Model of Critical Crack), включенную в fib MC 2010 [6] (Swiss Federal Institute of Technology Lausanne), принимая базовый периметр $u_b = 0,5d$;

- принять модель в соответствии с немецкими предложениями (Aachen University), принимая базовый периметр $u_{basic} = 0,5d$.

Обращает на себя внимание тот факт, что среди перечисленных моделей отсутствуют другие («словацкая», «польская», «молдавская»), хотя среди европейских моделей заслуживает внимания, например, «испанская модель» A. Mari и др.).

Предложения в fib MC 2010 [6] модель («швейцарская модель») сопротивления местному срезу (продавливанию) базируется на исследованиях A. Muttoni и др., а её научное обоснование, выполненное перед внесением в проект норм, содержится в отчете [1]. Немецкое предложение (German Approach) базируется на работах [6], в рамках которых основные формулировки сделаны при обработке результатов более чем 500 экспериментов на продавливание плит, выполненных различными исследователями. Аналогично складывается ситуация и относительно общей проблемы среза в балочных элементах.

Согласно швейцарскому подходу (Swiss Approach) сопротивление срезу стенки балки или плиты в общем случае определяется из неравенства детерминированного метода частных коэффициентов:

$$VR_d = VR_{d,c} + VR_{d,s} - V_{Ed},$$

где: V_d - расчетное сопротивление срезу; $VR_{d,c}$ - расчетное сопротивление срезу бетонного сечения; $VR_{d,s}$ - составляющая расчетного сопротивления срезу за счет поперечного стального армирования; V_{Ed} - расчетное значение поперечной силы.

При расчете сопротивления срезу элементов с поперечной арматурой изменение угла наклона сжатого подкоса к продольной оси элемента рекомендовано выбирать в интервале: $0_{min} < \theta < 45^\circ$.

Как уже было показано выше, fib MC 2010 [6], а вслед за ним и новый prEN 1992-1-1 предлагают производить расчет сопротивления срезу на IV уровнях аппроксимации (LoAI-IV).

Результаты выполненного анализа свидетельствуют, что, модели, применяющиеся для проверок предельных состояний среза, вносимые в нормы проектирования, продолжают носить эмпирический или полумпирический характер. Они базируются на различных типах испытаний, выполненных при различных условиях.

На конференциях и семинарах различного уровня среди ученых имели место острые дискуссии, в рамках которых рассматривались следующие вопросы: например, какая модель сопротивления при изгибе, срезе, продавливания является адекватной, позволяет лучше описать физическое поведение конструкции под нагрузкой, рассчитать ширину раскрытия трещины и т. д.

Как, правило, в процессе дебатов в качестве аргумента приводят результаты верификации предлагаемой модели на фоне опытных параметров, получаемых как в собственных исследованиях, так и взятых из так называемых банков данных, содержащих обобщенные выборки результатов испытаний, полученных различными исследователями. (В качестве характерных примеров могут быть приведены банки данных по срезу).

Традиционно принято считать, что качество модели определяется оценочными статистическими параметрами (оценочным средним и стандартным отклонением (коэффициентом вариаций)) отношения опытного и рассчитанного значения анализируемого сопротивления. При этом считается, что среднее отношение должно быть близко к единице при минимальном значении коэффициента вариаций. Так, Приложение Д к ТКП EN 1990 содержит описание процедуры для определения статистических параметров ошибки моделирования, применяемой в функции состояния при калибровке значений частных коэффициентов для моделей сопротивления. Коэффициенты, входящие в расчетные модели, калибруют, опираясь, как правило, на заданную квантиль распределения отношения V_{test} / V_{theo} .

Несомненно, представленный подход не лишен определенных недостатков. Во-первых, используемые для статического оценивания результаты испытаний, содержащиеся в так называемых банках данных, не всегда однородны и представляют полные наборы входных характеристик, необходимых для выполнения расчетов с применением теоретических моделей. Так, например, в настоящее время собраны обширные банки данных, содержащие результаты испытаний сопротивления срезу железобетонных балок. При этом в основном собраны результаты испытаний балок прямоугольного сечения малой высоты, испытанные сосредоточенными силами, приложенными в пролете (только около 8% всех данных, относящихся к испытанию на срез, составляют балки, испытанные равномерно распределенной нагрузкой). Для исключения разрушения по сечениям, нормальным к продольной оси элемента (в зоне чистого изгиба),

большинство балок имели, как правило, нереально высокие для практики значения коэффициента продольного армирования.

Безусловно, методики испытаний не в полной мере моделируют физическое поведение элемента при срезе (в частности, плоское напряженно-деформированное состояние).

Другая, более серьезная, проблема связана с выводом эмпирических зависимостей (моделей) на фоне, полученных результатов испытаний. При этом следует иметь в виду, что большинство результатов испытаний, включенных в банки данных, получены на образцах, которые не являются репрезентативными для реальных конструкций, применяемых в инженерной практике, поведение которых они должны описывать. Характерным примером являются зависимости для расчета сопротивления срезу больших элементов без поперечного армирования, включенные в действующие нормы EN 1992-1-1 [8] и предлагаемые для внесения в новое поколение норм в рамках так называемого «немецкого» подхода для проверок сопротивления продавливанию. Очевидно, что предложенная зависимость действительно может быть более всего пригодна для проверок предельных состояний несущей способности при локальном срезе (продавливании) сплошных плит, которые по практическим и экономическим причинам не имеют поперечного армирования. Вместе с тем балки без поперечного армирования фактически запрещены к применению на практике. В балочных элементах, подвергнутых действию изгибающих моментов и поперечных сил по требованиям норм [7; 8], должно быть установлено минимальное количество поперечной арматуры, даже в случае, когда выполняется условие $VR_{dc} > VEd$.

Как отмечается в [1], чувствительность плит к локальным дефектам и повреждениям (например, каверны, неуплотненные места и т.д.) значительно более низкая, чем у балок. Кроме того, испытания балок практически всегда выполняют сосредоточенными силами, приложенными в непосредственной близости к опоре (как правило, пролет среза a / d составляет от 2,0 до 6,0). При такой схеме испытаний максимальная поперечная сила совпадает с максимальным моментом, а фактически в плитах на опорах действует максимальная поперечная сила VEd , которая уменьшается до нуля в сечении с максимальным изгибающим моментом MEd при действии равномерно-распределенной нагрузки.

Характерным примером отсутствия репрезентативности, являются результаты испытаний сосредоточенной силой плит, применяемые для верификации модели местного среза (продавливания). Применяемые в EN 1992 [8] эмпирические модели и предлагаемые полумпирические модели $fib MC 2010$ [6] опираются на результаты лабораторных испытаний фрагментов плоских плит. Анализ показывает, что практически все испытания плоских плит выполнены без ограничения их перемещений на

внешнем контуре. Однако в реальных условиях существует довольно мощное ограничение со стороны оставшейся части плиты, располагаемой вне критического периметра (как горизонтальных перемещений, так и углов поворота на опорах фрагмента). Это особенно ощутимо в постнапряженных плитах, в которых поперечное обжатие (эквивалентная нагрузка) оказывает существенное влияние на сопротивление местному срезу (продавливанию).

Таким образом, совершенно ясно, что полная гармонизация Еврокодов (при полном исключении NDPs) является в настоящее время пока практически невозможной, но станет возможной, когда отдельным странам будет нечего сказать в дискуссии при голосовании очередного проекта ЕС2. Таким образом, если некоторые из NDPs могут быть исключены либо гармонизированы, то основная их часть потребует дальнейшего обсуждения, проведения дополнительных национальных исследований для их обоснования, а затем сравнительного анализа.

Список литературы

1. Ефремов И.В., Рахимова Н.Н. Надежность технических систем и техногенный риск. - Оренбург: ОГУ, 2013. - 163 с.
2. Беленцов Ю.А., Ильинская Г.Г., Лесовик В.С. Повышение надежности конструкций управлением параметрами композиционного

материала // Строит. материалы. - 2011. - № 3. - С. 90-92.

3. Плювинаж Г. Механика упругопластического разрушения. - М.: Мир, 1993. - 448 с.

4. Штенгель В.Г. О корректном применении НК в обследованиях железобетонных конструкций длительно эксплуатирующихся сооружений // В мире неразрушающего контроля. - 2019. - № 3. - С. 56-62.

5. Улыбин А.В. О выборе методов контроля прочности бетона построенных сооружений // Инженерно-строительный журнал. - 2011. - № 4 (22). - С. 10-15.

6. Улыбин А.В., Федотов С.Д., Тарасова Д.С. Определение прочности бетона при обследовании зданий и сооружений // Мир строительства и недвижимости. - 2012. - № 45. - С. 2-5.

7. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции: нормы проектирования (введ. 01.01.2013). - М.: Изд-во стандартов, 2015. - 147 с.

8. Ржаницын А.Р. Теория расчета строительных конструкций на надежность. - М.: Стройиздат, 1978. - 239 с.

12. ГОСТ 22690-2015. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля (введ. 04.01.2016). - М.: Стандартинформ, 2016. - 20 с.

Poliachenko A. I.

graduate student Taras Shevchenko National University of Kyiv

CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK FOR TOMOGRAPHIC AND X-RAY SEGMENTATION

Поляченко А. І.

аспірант Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ЗГОРТКОВА НЕЙРОННА МЕРЕЖА ДЛЯ СЕГМЕНТАЦІЇ ТОМОГРАФІЧНИХ І РЕНТГЕНІВСЬКИХ ЗНІМКІВ

Summary. The article proposed and constructed a convolutional neural network for segmentation of tomographic and X-ray images for the search and localization of pathologies with the establishment of a more accurate diagnosis by a diagnostician. When developing a convolutional neural network for segmentation of tomographic and X-ray images, it is advisable to use the power of cloud technologies, that is, the convolutional neural network can be deployed on a cloud server, which is chosen as ResNet, whose architecture is basic. For traditional convolutional neural networks in the segmentation process, a local receptive field is characteristic, which can lead to the generation of local features. The coding of long-range contextual information is not performed properly, and the resulting local features can lead to significant potential disagreements between the test features that correspond to pixels with the same tags, which can result in inconsistencies within the class of pixels, and ultimately can lead to low recognition efficiency. To solve this problem, the article built associations between functions and improved the convolutional neural network for tomographic and X-ray segmentation.

Анотація. У статті запропоновано та побудовано згорткову нейронну мережу для сегментації томографічних і рентгенівських знімків для пошуку і локалізації патологій із встановленням більш точного діагнозу лікарем-діагностом. При розробці згорткової нейронної мережі для сегментації томографічних і рентгенівських знімків доцільно використовувати потужності хмарних технологій, тобто згорткова нейронна мережа може бути розгорнута на хмарному сервері. У статті для побудови згорткової нейронної мережі з повномасштабною стратегією використано ResNet, архітектура якої є базовою. Для традиційних згорткових нейронних мереж в процесі сегментації властиве локальне рецептивне поле, яке може привести до генерації локальних ознак. Кодування контекстної інформації великого радіусу дії не виконується належним чином, а отримані локальні ознаки можуть привести до значних потенційних розбіжностей між

досліджуваними ознаками, які відповідають пікселям з однаковими тегами, що в результаті може привести до неузгодженості всередині класу пікселів, а в кінцевому підсумку може призвести до низької ефективності розпізнавання. Щоб вирішити дану проблему, у статті виконано побудову асоціацій між функціями і удосконалено згорткову нейронну мережу для сегментації томографічних і рентгенівських знімків.

Key words: convolutional neural network, recognition system, tomography and X-rays, segmentation, pathology search and localization, diagnostician.

Ключові слова: згорткова нейронна мережа, система розпізнавання, томографічні та рентгенівські знімки, сегментація, пошук і локалізація патологій, лікар-діагност.

Постановка проблеми. Сучасна медицина залежить від технічних досягнень у сфері медичного приладобудування та розвитку медичного програмного забезпечення. Однією з найважливіших задач, що постає перед лікарями, є визначення точних меж пухлин та інших аномальних утворень у тканинах організму людини. Для обстеження пацієнта, як правило, використовуються методи комп'ютерної томографії (КТ) та магнітно-резонансної томографії (МРТ). Обидва методи дозволяють проводити пошарове вивчення внутрішньої будови органічних структур без їх фізичного пошкодження (якщо не розглядати можливі побічні ефекти у результаті опромінення чи тривалого знаходження у потужному магнітному полі). Результатом обстеження є серія знімків, що відповідають обраним площинам сканування. На основі отриманих знімків лікар візуально визначає наявність аномальних утворень та їх межі. Проблема полягає у тому, що наявність пухлин досить просто визначити візуально у силу їх характерних структурних особливостей, у той час як визначення точних меж між здоровими та ураженими тканинами є дуже складною задачею, яку практично неможливо вирішити без виконання додаткових процедур або сегментації знімків. Тому виникає необхідність у побудові згорткової нейронної мережі для сегментації томографічних і рентгенівських знімків для встановлення більш точного діагнозу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Аналіз медичних зображень полягає у виборі алгоритму, найбільш підходящого для його сегментації [3, 4, 5, 8, 10, 11, 13]. Фактично таке завдання стоїть, перед розробниками програмних засобів для КТ і МРТ-обладнання, а не перед лікарями-клініцистами, які використовують методи променевої діагностики. При виборі алгоритму доводиться враховувати як властивості конкретного медичного зображення, так і особливості певного алгоритму сегментації [15-17].

Автори роботи [4] класифікують методи сегментації в залежності від властивостей, на основі яких вони виконуються (розривність або схожість низькорівневих ознак); стратегій обробки зображення (послідовна або паралельна); типу зображення (кольорове або півтонове); наявності в використовуваному методі вбудованого (внутрішнього) критерію для перевірки якості

сегментації. У роботах [9, 14] методи сегментації поділяються на три класи в залежності від того, що лежить в їх основі: край, область або пікселі. Класифікація методів сегментації розглянута в роботі [2]. За цією ознакою розрізняють порогову сегментацію; морфологічну сегментацію і метод нарощування областей. У деяких роботах [1, 7], класифікація методів сегментації розглядається з точки зору участі оператора в процесі сегментації: інтерактивні, автоматичні, напівавтоматичні. Класифікувати методи сегментації, які найбільш часто використовують в завданнях обробки медичних зображень можна наступним чином: порогові методи; методи виявлення країв; методи виділення областей; метод морфологічного водорозділу; методи, засновані на атласах; методи кластеризації; штучні нейронні мережі. Для оцінки ефективності застосування того чи іншого методу використовуються, як правило, такі показники [6]: чутливість; специфічність; точність. Практика показує, що один і той же метод може показати гарні результати на певних медичних зображеннях, а на інших зображеннях того ж типу може бути неефективним [12].

У той же час практично повністю відсутня система автоматичної обробки з сегментацією томографічних і рентгенівських знімків для пошуку і локалізації патологій. Тому, даний напрям дослідження, на сьогодні, є актуальним.

Мета статті. У даній статті необхідно розробити згорткову нейронну мережу для сегментації томографічних і рентгенівських знімків для пошуку і локалізації патологій із встановленням більш точного діагнозу лікарем-діагностом.

Основні результати дослідження. При розробці згорткової нейронної мережі (ЗНМ) для сегментації і пошуку аномалій на МРТ знімках доцільно використовувати потужності хмарних технологій, тобто ЗНМ може бути розгорнуто на хмарному сервері, наприклад, таких як GoogleNet, ResNet, QuocNet, тощо. Це надасть можливість загального доступу.

Для побудови ЗНМ з повномасштабною стратегією будемо використовувати ResNet. Дана архітектура є базовою. Для удосконалення існуючих ЗНМ для сегментації МРТ знімків представимо загальний вигляд запропонованої структури (рис. 1).

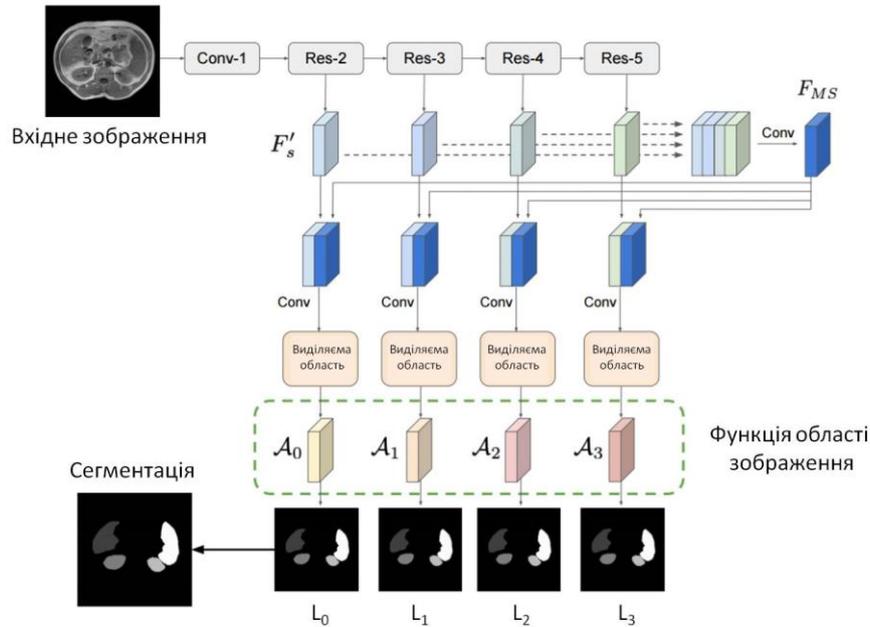


Рис. 1. Загальний вигляд пропонованої структури ЗНМ

Відомо, що багатомасштабні функції корисні в проблемах комп'ютерного розпізнання ще до застосування глибокого навчання. У контексті мереж глибокої сегментації інтеграція багатомасштабних функцій демонструє дивовижну продуктивність, яка дозволяє виконати вивчення функції в різних масштабах, які допомагають кодувати як глобальний, так і локальний контекст.

У такому параметрі, елементи в декількох масштабах позначаються як F'_s , де s вказує рівень в архітектурі нейромережі (НМ). Оскільки об'єкти мають різний дозвіл для кожного рівня s , вони піддаються дискретизації з підвищенням частоти до загального дозволу за допомогою лінійної інтерполяції, що призводить до збільшення блоків об'єктів F'_s .

Потім F'_s з усіх масштабів об'єднуються, утворюючи тензор, який згорнутий для створення загальної багатомасштабної системи об'єктів:

$$F_{MS} = conv([F'_0, F'_1, F'_2, F'_3]). \quad (1)$$

Така нова структура об'єктів НМ об'єднується з кожних блоків об'єктів в різних масштабах і подається в модулі управління для створення функцій виділення області зображення у вигляді:

$$A_s = AttMod_s(conv([F'_s, F_{MS}])). \quad (2)$$

де $AttMod_s$ являє собою модуль управління, виділяемої області управління.

Рецептивні поля в традиційних глибоких моделях сегментації зводяться до локальних меж. Це обмежує можливість моделювання більш широких і великих контекстних уявлень. З іншого боку, блоки каналів можна розглядати як відповіді, специфічні для класу, де різні семантичні відповіді пов'язані одна з одною. Таким чином, іншою стратегією поліпшення уявлення особливостей конкретної семантики є поліпшення залежностей між блоками каналів. Для усунення цих обмежень стандартних ЗНМ будуть використані модулі визначення положення і каналу, які зображені на рис. 2.

Розглянемо модуль визначення положення виділеної області зображення (ВОЗ). Позначимо вхідний блок об'єктів для модуля виділяемої області зображення як $F \in R^{C \times W \times H}$, де C, W, H представляють розміри каналу, ширини і висоти відповідно.

Верхня гілка F пропускається через згортковий блок, в результаті чого виходить блок ознак: $F_0^p \in R^{C' \times W \times H}$, де $C' = C/8$. Потім F_0^p перетворюється в блок ознак форми $(W \times H) \times C'$.

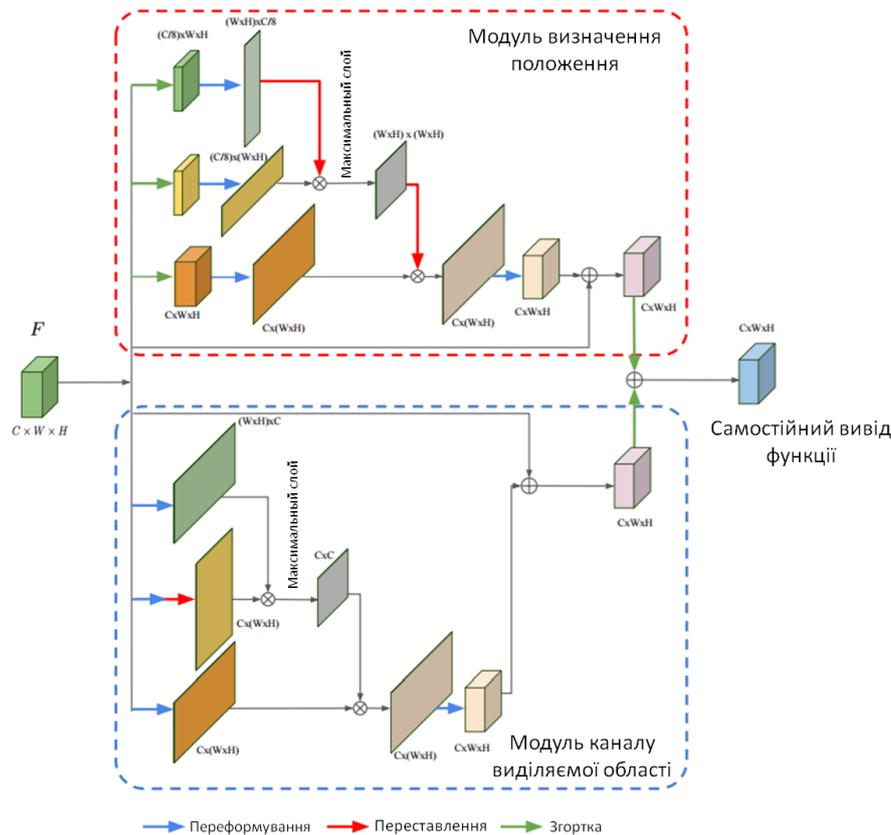


Рис. 2. Модулі визначення положення і каналу виділеної області МРТ зображення

У другій гілці блоку F вхідних об'єктів повторюються ті ж операції і потім транспонується, що призводить до $F_1^p \in R^{C' \times (W \times H)}$.

Обидва блоки множаться, і на отриману матрицю накладається максимальний шар для генерації просторового блоку виділеної області зображення у вигляді: $S^p \in R^{(W \times H) \times (W \times H)}$, та отримується:

$$s_{i,j}^p = \frac{\exp(F_{0,i}^p \cdot F_{1,j}^p)}{\sum_{i=1}^{W \times H} \exp(F_{0,i}^p \cdot F_{1,j}^p)}, \quad (3)$$

де $s_{i,j}^p$ оцінює вплив i -ї позиції на j -у позицію.

Вхід F подається в інший згортковий блок третьої гілки, в результаті чого $F_2^p \in R^{C \times (W \times H)}$, який має ту ж форму, що і F . Як і в інших гілках, F_2^p перетворюється в $F_2^c \in R^{C \times (W \times H)}$, а потім він множиться на переставлену версію блоку S виділеної області зображення, вихід якої перетворюється в: $R^{C \times (W \times H)}$.

Функції області зображення, що виділяється відповідають модулю визначення положення, тобто F_{PAM} . Тому це можна сформулювати наступним чином:

$$F_{\text{ВОЗ},j} = \lambda_p \sum_{i=1}^{W \times H} s_{i,j}^p F_{2,j}^p + F_j. \quad (4)$$

Значення λ_p ініціалізується рівним 0, і поступово вчать надавати більше значення просторовому блоку виділеної області зображення. Таким чином, модуль визначення положення

вбірково агрегує глобальний контекст для вивчених особливостей, керуючись просторовим блоком виділеної області зображення.

Розглянемо модуль визначення каналу (МВК) виділеної області зображення. Сам модуль наведено на рис. 2 внизу.

Вхід $F \in R^{C \times W \times H}$ змінений в перших двох гілках МВК і переставлено в другу гілку, що веде до $F_0^c \in R^{(W \times H) \times C}$ і $F_1^c \in R^{C \times (W \times H)}$ відповідно.

Потім виконується матричне множення між F^c і F_1^c і отримуємо блок визначення каналу

$S^c \in R^{C \times C}$ наступним чином:

$$s_{i,j}^c = \frac{\exp(F_{0,i}^c \cdot F_{1,j}^c)}{\sum_{i=1}^C \exp(F_{0,i}^c \cdot F_{1,j}^c)}, \quad (5)$$

де вплив i -го каналу на j -й визначається через $s_{i,j}^c$.

Потім проводиться множення на транспоновану версію входу F , тобто F_2^c , результат якої перетворюється в $R^{C \times (W \times H)}$.

Аналогічно ВОЗ, остаточний блок визначення каналу МВК виходить як:

$$F_{\text{МВК},j} = \lambda_c \sum_{i=1}^C s_{i,j}^c F_{2,j}^c + F_j, \quad (6)$$

де λ_c контролює важливість блок визначення каналу над вхідним блоком характеристик F .

Аналогічно λ_p, λ_c потрібно встановити вперше на 0, які поступово будуть навчатись. Це формулювання об'єднує зважені версії функцій всіх каналів у вихідні функції, виділяючи блоки класів, які залежать від класу, і збільшуючи розрізнення об'єктів між класами. В кінці обох модулів виділяємої області зображення нові згенеровані ознаки передаються в згортковий рівень перед виконанням операції поелементного підсумовування, щоб згенерувати ознаки в позиційному каналі.

Модуль області зображення, що виділяється, з урахуванням модуля характеристик F на вході модуля управління функції області зображення, що виділяється в масштабі s , згенерованої шляхом зчеплення $F_{\text{ВОЗ}}$ і F'_s , цей модуль генерує функції виділяємої області зображення за допомогою багатоступового уточнення.

Загальний вигляд модуля виділяємої області зображення з семантичною спрямованістю для шкали s наведено на рис. 3.

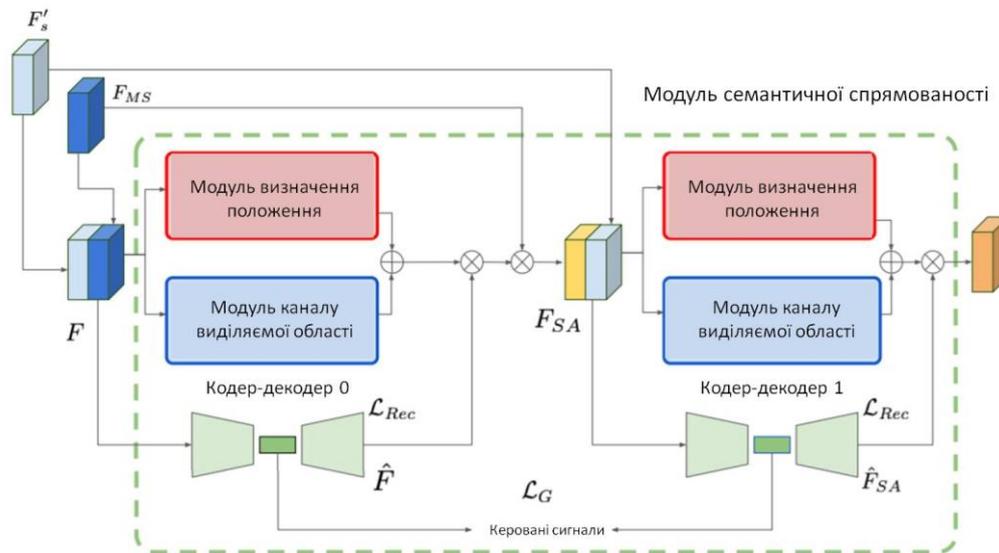


Рис. 3. Модуль області зображення, що виділяється з семантичною спрямованістю для шкали s

На першому етапі F використовується модулями визначення положення і каналу для генерації функцій самоконтролю. Паралельно необхідно інтегрувати мережу кодер-декодер, яка стискає вхідні функції F в стислом уявленні і в прихованому просторі. Завдання полягає в тому, щоб інформація про клас могла бути вбудована в другий модуль каналу положення, змушуючи семантичне зображення обох кодер-декодерів бути близьким, що можна сформулювати як:

$$L_G = \|E_1(F) - E_2(F_{\text{CEГ}})\|_2^2, \quad (7)$$

де $E_1(F)$ і $E_2(F_{\text{CEГ}})$ є кодованими уявленнями першої і другої мереж кодер-декодерів, відповідно, і $F_{\text{CEГ}}$ є характеристиками, що згенеровані після першого модуля подвійної обробки. Зокрема, блоки ознак, відновлені в першому кодер-декодері ($n = 0$) – об'єднуються з ознаками при самостійній роботі, що згенеровані першим модулем за допомогою операції множення матриць для генерації $F_{\text{CEГ}}$.

Крім того, щоб переконатися, що відновлені елементи відповідають функціям на вході модулів визначення каналу положення, вихідні сигнали кодерів повинні бути близькі до їх входу:

$$L_{\text{Rec}} = \|F - \hat{F}\|_2^2 + \|F_{\text{CEГ}} - \hat{F}_{\text{CEГ}}\|_2^2, \quad (8)$$

де F і $F_{\text{CEГ}}$ – відновлені блоки характеристик, тобто $D_0(E_0(F))$ і $D_1(E_1(F_{\text{CEГ}}))$, першої і другої мереж кодера-декодера.

Оскільки модуль області зображення, що виділяється застосовується в декількох масштабах, об'єднані керовані втрати для всіх модулів будуть мати наступне співвідношення:

$$L_{\text{Gзаг}} = \sum_{s=0}^S L_G^s. \quad (9)$$

Аналогічним чином, загальні втрати відновлення стають рівними:

$$L_{\text{Recзаг}} = \sum_{s=0}^S L_{\text{Rec}}^s. \quad (10)$$

де L_{Rec1} і L_{Rec2} – втрати при відновленні для архітектур кодер-декодеру в першому і другому блоці модуля виділяємої області МРТ зображення.

Висновки та пропозиції. У статті запропоновано та побудовано згорткову нейронну мережу для сегментації томографічних і рентгенівських знімків для пошуку і локалізації патологій із встановленням більш точного діагнозу лікарем-діагностом. При розробці згорткової нейронної мережі для сегментації томографічних і

рентгеновських знімків доцільно використовувати потужності хмарних технологій, тобто згортоква нейронна мережа може бути розгорнута на хмарному сервері, наприклад, таких як GoogleNet, ResNet, QuocNet, тощо. Це надасть можливість загального доступу. У статті для побудови згорткової нейронної мережі з повномасштабною стратегією використано ResNet, архітектура якої є базовою. Для традиційних згорткових нейронних мереж в процесі сегментації властиве локальне рецептивне поле, яке може привести до генерації локальних ознак. Кодування контекстної інформації великого радіусу дії не виконується належним чином, а отримані локальні ознаки можуть привести до значних потенційних розбіжностей між досліджуваними ознаками, які відповідають пікселям з однаковими тегами, що в результаті може привести до неузгодженості всередині класу пікселів, а в кінцевому підсумку може призвести до низької ефективності розпізнавання. Щоб вирішити дану проблему, у статті виконано побудову асоціацій між функціями і удосконалено згорткову нейронну мережу для сегментації томографічних і рентгеновських знімків.

На основі розробленої згорткової нейронної мережі для сегментації томографічних і рентгеновських знімків лікар-діагност може встановити більш точний діагноз.

Список літератури:

1. Жук С. В. Обзор современных методов сегментации растровых изображений / С. В. Жук // Известия волгоградского государственного технического университета. - 2009. - № 6. - С. 115-118.
2. Поляченко А.І. Можливості методів пошуку та локалізації аномалій у томографічних та рентгеновських знімках для підвищення точності встановлення діагнозу / А.І. Поляченко // Наукові нотатки. - 2018. - Вип. 64. - С. 159-165.
3. Поляченко А.І. Пошук контурів областей із певною патологічною структурою на МРТ знімках / А.І. Поляченко // Науковий журнал «Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво». - Луцьк, 2019. - Випуск № 34. - С. 96-106.
4. Поршнева С. В. Универсальная классификация алгоритмов сегментации изображений / С. В. Поршнева, А. О. Левашкина // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. - 2008. - № 3. - С. 163-172.
5. Anam M. An Efficient Brain Tumor Detection Algorithm Using Watershed & Thresholding Based Segmentation / M. Anam, J. Ah, F. Tehseen // Image, Graphics and Signal Processing. - 2012. - Vol. 10. - Pp. 34-39.
6. Bansal S. Performance analysis of color based region split and merge and otsu's thresholding techniques for brain tumor extraction / S. Bansal, R. Maini // International Journal of Engineering Research and Applications. - 2013. - Vol. 3, issue 4. - Pp. 1640-1643.
7. Hakeem A. A. A new approach to image segmentation for brain tumor detection using pillar k-means algorithm / A. A. Hakeem, R. Tirumala, I. A. Mohammed // International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering. - 2013. - Vol. 2, issue 3. - Pp. 1429-1436.
8. Hough P. V.C. Method and means for recognizing complex patterns / P. V.C. Hough. - U.S. Patent 3,069,654. - December 18, 1962.
9. Kharrat A. Detection of brain tumor in medical images / A. Kharrat, N. Benamrane, M. Ben Messaoud, M. Abid // International Conference on Signals, Circuits and Systems. - 2009. - Pp. 1-6.
10. Logeswari T. An improved implementation of brain tumor detection using segmentation based on hierarchical self organizing map / T. Logeswari, M. Kaman // International Journal of Computer Theory and Engineering. - 2010. - Vol. 2, no. 4, pp. 1793-8201.
11. Marr D. Proceedings of the Royal Society of London / D. Marr, E. Hildreth // Series B, Biological Sciences. - Vol. 207, no. 1167. - Pp. 187-217.
12. Neeraj Sharma Automated medical image segmentation techniques / Neeraj Sharma, Lalit M. Aggarwal // Journal of medical physics. - 2010. - No. 35. - Pp. 3-14.
13. Prewitt J. M. S. Object enhancement and extraction, picture processing and psychopictorics // J. M. S. Prewitt; B. Lipkin, A. Rosenfeld (ed.). - NY : Academic Press, 1970. - Pp. 75-149.
14. Rakesh M. Image segmentation and detection of tumor objects in MR brain images using fuzzy C-means (FCM) algorithm / M. Rakesh, T. Ravi // International Journal of Engineering Research and Applications. - 2012. - No. 2, issue 3. - Pp. 2088-2094.
15. Roberts L. G. Machine perception of three-dimensional solids / L. G. Roberts // Optical and Electro-Optical Information Processing. - MIT Press, 1965. - Pp. 159-197.
16. Robinson G. S. Edge detection by compass gradient masks / G. S. Robinson // Computer Graphics and Image Processing. - 1977. - Vol. 6, no. 5. - Pp. 492-502.
17. Sobel I. E. Camera models and machine perception, PHD dissertation / I. E. Sobel. - Stanford University, 1970. - 303 p.

#8 (48), 2019 część 1
Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe
(Warszawa, Polska)
Czasopismo jest zarejestrowane i publikowane w Polsce. W czasopiśmie publikowane są artykuły ze wszystkich dziedzin naukowych. Czasopismo publikowane jest w języku polskim, angielskim, niemieckim i rosyjskim.

Artykuły przyjmowane są do dnia 30 każdego miesiąca.

Częstotliwość: 12 wydań rocznie.

Format - A4, kolorowy druk

Wszystkie artykuły są recenzowane

Każdy autor otrzymuje jeden bezpłatny egzemplarz czasopisma.

Bezpłatny dostęp do wersji elektronicznej czasopisma.

Zespół redakcyjny

Redaktor naczelny - Adam Barczuk

Mikołaj Wiśniewski

Szymon Andrzejewski

Dominik Makowski

Paweł Lewandowski

Rada naukowa

Adam Nowicki (Uniwersytet Warszawski)

Michał Adamczyk (Instytut Stosunków Międzynarodowych)

Peter Cohan (Princeton University)

Mateusz Jabłoński (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)

Piotr Michalak (Uniwersytet Warszawski)

Jerzy Czarnecki (Uniwersytet Jagielloński)

Kolub Frennen (University of Tübingen)

Bartosz Wysocki (Instytut Stosunków Międzynarodowych)

Patrick O'Connell (Paris IV Sorbonne)

Maciej Kaczmarczyk (Uniwersytet Warszawski)

Dawid Kowalik (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)

Peter Clarkwood (University College London)

#8 (48), 2019 part 1
East European Scientific Journal
(Warsaw, Poland)
The journal is registered and published in Poland. The journal is registered and published in Poland. Articles in all spheres of sciences are published in the journal. Journal is published in **English, German, Polish and Russian.**

Articles are accepted till the 30th day of each month.

Periodicity: 12 issues per year.

Format - A4, color printing

All articles are reviewed

Each author receives one free printed copy of the journal

Free access to the electronic version of journal

Editorial

Editor in chief - Adam Barczuk

Mikołaj Wiśniewski

Szymon Andrzejewski

Dominik Makowski

Paweł Lewandowski

The scientific council

Adam Nowicki (Uniwersytet Warszawski)

Michał Adamczyk (Instytut Stosunków Międzynarodowych)

Peter Cohan (Princeton University)

Mateusz Jabłoński (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)

Piotr Michalak (Uniwersytet Warszawski)

Jerzy Czarnecki (Uniwersytet Jagielloński)

Kolub Frennen (University of Tübingen)

Bartosz Wysocki (Instytut Stosunków Międzynarodowych)

Patrick O'Connell (Paris IV Sorbonne)

Maciej Kaczmarczyk (Uniwersytet Warszawski)

Dawid Kowalik (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)

Peter Clarkwood (University College London)

Igor Dzedzic (Polska Akademia Nauk)
Alexander Klimek (Polska Akademia Nauk)
Alexander Rogowski (Uniwersytet Jagielloński)
Kehan Schreiner(Hebrew University)
Bartosz Mazurkiewicz (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)
Anthony Maverick(Bar-Ilan University)
Mikołaj Żukowski (Uniwersytet Warszawski)
Mateusz Marszałek (Uniwersytet Jagielloński)
Szymon Matysiak (Polska Akademia Nauk)
Michał Niewiadomski (Instytut Stosunków Międzynarodowych)
Redaktor naczelny - Adam Barczuk

1000 kopii.

Wydrukowano w «Aleje Jerozolimskie 85/21, 02-001 Warszawa, Polska»

Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe

Aleje Jerozolimskie 85/21, 02-001
Warszawa, Polska

E-mail: info@eesa-journal.com ,

<http://eesa-journal.com/>

Igor Dzedzic (Polska Akademia Nauk)
Alexander Klimek (Polska Akademia Nauk)
Alexander Rogowski (Uniwersytet Jagielloński)
Kehan Schreiner(Hebrew University)
Bartosz Mazurkiewicz (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)
Anthony Maverick(Bar-Ilan University)
Mikołaj Żukowski (Uniwersytet Warszawski)
Mateusz Marszałek (Uniwersytet Jagielloński)
Szymon Matysiak (Polska Akademia Nauk)
Michał Niewiadomski (Instytut Stosunków Międzynarodowych)
Editor in chief - Adam Barczuk

1000 copies.

Printed in the "Jerozolimskie 85/21, 02-001 Warsaw, Poland»

East European Scientific Journal

Jerozolimskie 85/21, 02-001 Warsaw,
Poland

E-mail: info@eesa-journal.com ,

<http://eesa-journal.com>