



AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI FÖVQƏLADƏ HALLAR NAZİRLİYİNİN AKADEMİYASI

və



İ
Innovation G
in
Science R
Art O
Architecture U
and
Culture P

İSAAC GROUP ACADEMY

(Innovation in Sciences, Art, Architecture and Culture)

İPM: TƏBİƏTDƏ FÖVQƏLADƏ HADİSƏLƏR VƏ ONLARIN ELMİ TƏSVİRİ

Müştərək İşçi SEMİNAR

*Azərbaycan Respublikası Fövqəladə Hallar Nazirliyinin
Akademiyasının Elmi-Metodik Komissiyasının
(protokol No 8, 01 sentyabr 2025-ci il) qərarı ilə çap edilir*

**4 sentyabr 2025-ci il
Bakı, Azərbaycan**

Azərbaycan Respublikası Fövqəladə Hallar Nazirliyinin Akademiyasının və İSAAC GROUP ACADEMY Elmi Cəmiyyətinin (Bakı, Azərbaycan) “Investigation in Physics and Mathematics (IPM)” Workshops seriyasından **“IPM: TƏBİƏTDƏ FÖVQƏLADƏ HADİSƏLƏR VƏ ONLARIN ELMİ TƏSVİRİ”** adlı sayca Birinci İşçi Seminarı (Workshop) təşkil edirlər. Bu seminarın məqsədi təbiətdə və məişətdə baş verən bəzi hadisələrin Fizika və Riyaziyyatın baza prinsipləri əsasında elmi təsvirinin verilməsidir. Seminar yalnız **dəvət olunmuş məruzələrdən** ibarət olacaqdır.

IPM: Təbiətdə fəvqəladə hadisələr və onların elmi təsviri:

İPM seriyasından sayca birinci Beynəlxalq İşçi Seminarın Bülleteni, Məruzələr cədvəli və Xülasəsi, 04 Sentyabr 2025-ci il, Fəvqəladə Hallar Nazirliyinin Akademiyası. – Bakı: İSAAC GROUP ACADEMY NƏŞRİYYATI: 2025. –324 səh.

Bu məcmuə Azərbaycan Respublikası Fəvqəladə Hallar Nazirliyinin Akademiyasının və İSAAC GROUP ACADEMY Elmi Cəmiyyətinin elmi, texniki, elektron təchizatı və insan resursları dəstəyi ilə 04 sentyabr 2025-ci il tarixində birgə keçirəcəkləri “IPM:Təbiətdə fəvqəladə hadisələr və onların elmi təsviri” adlı IPM seriyasından sayca birinci Beynəlxalq İşçi Seminarının Bülleteni, Məruzələr Cədvəli və Xülasəsini özündə əks etdirir.

*Tədbir professor Rauf Cəfərovun
dəstəyi ilə reallaşır*

© Authors, text, 2025
© İSAAC GROUP PRESS.
design, 2025



Müzakirə olunacaq mövzular:

- *Xəzər dənizinin səviyyəsinin dəyişməsi faktorları*
- *Azərbaycan Respublikası ərazisində yağıntıların lokal nizamlanması problemləri*
- *Cənubi Qafqazda təbii fəlakətlər: sellər, zəlzələlər. Tarixi xronologiya və elmi əsaslar*
- *LIDAR-lar və onların Mülki və Hərbi Tətbiqləri*
- *Radiasiya Materialşünaslığı*
- *Azərbaycan Respublikasında radiasiya monitorinqi*
- *Alternativ enerji mənbələri*
- *İdarəolunan termo nüvə sintezi alternativ enerji mənbəyi kimi*
- *Plazmoid, Kürəvi İldırım alternativ enerji mənbəyi kimi*
- *Yaşıl Enerji*
- *Azərbaycan Respublikası ərazisində külək enerjisindən istifadə perspektivləri*
- *Günəş elementləri*
- *Optimallaşma və nəzarət*
- *Riyazi modelləşdirmə*
- *Pilotsuz uçuş aparatları*
- *Kvadrokopterin uçuşunun modelləşdirilməsi, idarə edilməsi və sabitləşdirilməsi problemləri*
- *Oyun nəzəriyyəsi ilə Azərbaycan Respublikasında elektrik, su və təbii qazın istehsalçı və istehlakçılar tərəfindən təhlükəsiz-sərfəli istismarının tənzimlənməsi*
- *İqtisadi fizika*
- *Tibbi fizika və peşə xəstəlikləri*
- *Relyativistik nüvə fizikasında rabitəli hallar problemi*
- *Təhsilin və təlimin fəlsəfi və tarixi aspektləri*



TƏŞKİLAT KOMİTƏSİ

KƏMALƏDDİN HEYDƏROV

Azərbaycan Respublikası Fövqəladə Hallar Naziri
general polkovnik

BABA SALAYEV

Azərbaycan Respublikası Fövqəladə Hallar Nazirliyi
Akademiyaşının rəisi
general mayor

Xanlar Həsənov

Azərbaycan Respublikası Fövqəladə Hallar Nazirliyi
Akademiyaşının Elmi tədqiqat şöbəsinin müdiri
fizika elmləri doktoru, professor

Rauf Cəfərov

İSAAC GROUP ACADEMY Cəmiyyətinin baş direktoru
fizika-riyaziyyat elmləri doktoru, Bakı Dövlət Universitetinin
professoru

Fəxri SƏDR

SƏDR

Sədr müavini

Sədr müavini



Proqram Komitəsi

Kərim Allahverdiyev

Azərbaycan Respublikası Aviasiya Akademiyasının Elm Şöbəsinin müdiri, Avropa Elmlər Akademiyasının həqiqi üzvü, fizika-riyaziyyat elmləri doktoru, professor

Telman Əliyev

Akademik, AMEA-nın müşaviri

Dmitri Gitman

Seçilmiş alim, Sao Paulo Universiteti, Sao Paulo, Braziliya və Rusiya Elmlər Akademiyasının PN Lebedev ad. Fizika İnstitutunun İY Tamm ad. Nəzəri Fizika şöbəsinin baş elmi işçisi, Moskva, Rusiya, fizika-riyaziyyat elmləri doktoru, professor

Roman Ryutin

“Kurçatov İnstitutu” Elmi Tədqiqat Mərkəzinin Loqunov ad. Yüksək Enerjilər Fizikası İnstitutunun Nəzəri Fizika şöbəsinin müdir müavini, Protvino şəhəri, Moskva vilayəti, Rusiya Fizika və riyaziyyat elmləri doktoru

Maksim Dvornikov

Rusiya Elmlər Akademiyasının Puşkov adına Yer Kürəsi, Atmosferi və İonosfer İnstitutunun (İZMİRAN) Nəzəri fizika şöbəsinin müdiri, fizika-riyaziyyat elmləri doktoru, professor

Tiago Carlos Adorno de Freitas

Fizika bölüm başkanı, Xi'an Jiaotong-Liverpul Universitetinin (XJTLU) Fizika və Riyaziyyat məktəbi Suzhou Sənaye Parkı, Suzhou, Çin, Dr. Professor

Anzor Xelaşvili

Tbilisi Dövlət Universitetinin Yüksək Enerjilər Fizikası İnstitutunun baş elmi işçisi, Tbilisi, Gürcüstan, Gürcüstan Elmlər Akademiyasının müxbir üzvü, fizika-riyaziyyat elmləri doktoru, professor

Raşit Ahıska

TES Termoelektrik Sistemleri Enerji Ar-Ge Üretim Pazarlama Dağıtım Danışmanlık Eğitim İmalat Sanayi Ve Ticaret Limited Şirketi, Genel Müdür, Prof. Dr

Sohrab Rahvar

Sharif Texnoloji Universiteti, İİR
Dr. Professor

Saccad Mubin

Pakistan Okara Universitetinin vitse-kansleri, professor

Arshad Saleem Bhatti
COMSATS Universiteti, Islamabad,
Pakistan Virtual Universitetinin rektoru
Professor

Şahlar Əsgərov
Azərbaycan Dövlət İqtisadiyyat Universiteti və Bakı Dövlət
Universiteti
Fizika-riyaziyyat elmləri doktoru, professor

Nazim Hacıyev, Topçubaşov adına elmi cərrahiyyə mərkəzi, baş
həkim, Tibb üzrə fəlsəfə doktoru

İslam Mustafayev
Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin Radiasiya
Problemləri İnstitutunun direktoru
AMEA-nın müxbir üzvü, Kimya elmləri doktoru, professor

Rövşən Xəlilov
Bakı Dövlət Universitetinin Biofizika və biokimya kafedrasının
müdiri
Fizika-riyaziyyat elmləri doktoru, professor

Emin Qəribli
Azərbaycan Dövlət İqtisadiyyat Universiteti
İqtisad elmləri doktoru, professor

Səid Səfərov
Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin akademik
H.Ə. Əliyev adına Coğrafiya İnstitutunun şöbə müdiri
Coğrafiya elmləri doktoru, professor

Mütəllim Mütəllimov

Bakı Dövlət Universitetinin nəzdindəki Tətbiqi Riyaziyyat
İnstitutunun Riyazi modelləşdirmə şöbəsinin müdiri,
Riyaziyyat elmləri doktoru

Cahangir Hüseynov

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universitetinin fizika fakültəsinin
ümumi fizika kafedrasının müdiri,
Fizika elmləri doktoru, professor



Lokal Təşkilat Komitəsi

- | | |
|----------------|---|
| Aslan Hüseynov | – Akademiya rəisinin müavini, polkovnik |
| Kazım Kazımov | – Akademiya rəisinin müavini, polkovnik |
| Azadi Quliyev | – FHN RMİTLİETMBİ-nin Layihələrin İdarə edilməsi və Təhsil məsələləri üzrə idarəsinin rəisi |

- Cabir Həsənov – FHN RMİTLİETMBİ-nin Layihələrin İdarə edilməsi və Təhsil məsələləri üzrə Sektorun müdiri, i.ü.f.d., dosent
- Ramiz Əsilbəyli – Akademiyanın Tədris şöbəsinin rəisi, polkovnik
- Ariz Verdiyev – Akademiyanın Magistratura şöbəsinin rəisi polkovnik
- İlqar Dadaşov – Akademiyanın Qiyabi təhsil fakültəsinin rəisi, polkovnik, t.e.d., professor
- Elçin Mahmudov – Akademiyanın Kadrların yenidən hazırlığı və ixtisasartırma fakültəsinin rəisi, polkovnik
- Zaur Bağırov – Akademiyanın Həyat fəaliyyətinin təhlükəsizliyi fakültəsinin rəisi, polkovnik
- Azər Rüstəmov – Akademiyanın Yanğın təhlükəsizliyi fakültəsinin rəisi, daxili xidmət polkovniki
- Fizuli İbrahimzadə – Akademiyanın Humanitar fənlər kafedrasının müdiri, t.ü.f.d., dosent
- Əhməd Əfəndi – Akademiyanın İdman-fiziki və qəza xilasetmə Hazırlığı kafedrasının rəisi, əməkdar bədən tərbiyəsi və idman xadimi, p.ü.f.d., professor
- Aprel Babayev – Akademiyanın Hərbi kafedrasının rəisi, polkovnik
- Xalid Həsənov – Akademiyanın Həyat fəaliyyətinin təhlükəsizliyi ixtisas fənləri kafedrasının rəisi, mayor, t.ü.f.d.

- Kamranalmazov – Akademiyanın Yanğın təhlükəsizliyi ixtisas fənləri kafedrasının rəisi v.m.i.e., daxili xidmət polkovnik- leytenantı
- Asya Əfəndi – Akademiyanın Beynəlxalq əlaqələr bölməsinin rəisi
- Sevinc Məlikova Akademiyanın Təbiət və fundamental fənlər kafedrasının müdiri, f.ü.f.d., dosent

Yaşar Hüseynəliyev

Elmi katib

İSAAC GROUP ACADEMY və Azərbaycan Respublikası Rəqəmsal İnkişaf və Nəqliyyat Nazirliyinin İnnovasiya və Rəqəmsal İnkişaf Agentliyi, Nüvə Tədqiqatları Departamenti, fizika-riyaziyyat elmləri namizədi, dosent

Leyla Ağamalyeva

İSAAC GROUP ACADEMY, Azərbaycan Universiteti və Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin Bakı Dövlət Universiteti Fizika-riyaziyyat elmləri namizədi, dosent

İlahə Rzayeva

İSAAC GROUP ACADEMY və Azərbaycan Dövlət Tibb Universiteti, Tibb üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

Faiq Səfərov

Katib

İSAAC GROUP ACADEMY, İcraçı direktor

Şəfiqə Ələkbərova

İSAAC GROUP ACADEMY və Bakı Dövlət Universiteti

Amin Qasımov

İSAAC GROUP ACADEMY və Bakı Dövlət Universiteti

Kənan Salayev

İSAAC GROUP ACADEMY və Bakı Dövlət Universiteti



Seminarın strukturu

- İştirak həm **canlı**, həm də **onlayn** rejimdə həyata keçiriləcəkdir.
- Yalnız dəvətnaməsi olan şəxslər iştirak edə bilərlər.
- Hər məruzə **15 - 20 dəqiqə** olmaqla **10-12 dəvətli məruzədən** ibarət iki sessiya keçiriləcəkdir.

Suallara 5 dəqiqə ayrılacaq (istək əsasında əlavə vaxt mümkündür) və hər

- çıxışdan sonra cari xarakterli debatlar təşkil ediləcəkdir.
- Axşam maksimum bir saat ərzində müvafiq ümumi problemlərin moderatorlu açıq müzakirəsi ediləcəkdir.
- Gənc iştirakçılar (kursantlar və doktorantlar) üçün 10 dəqiqəlik canlı sessiyalar və poster sessiyaları nəzərdə tutulur.
- Yalnız qeydiyyatdan keçmiş iştirakçılar sessiyaları izləyə və müzakirələrdə iştirak edə bilərlər.
- **Seminarın dili** – Azərbaycan, İngilis və Rus
- **Seminarın materialları çap olunacaqdır.**



ƏHƏMİYYƏTLİ TARİXLƏR

- **10 avqust 2025-ci il** – qeydiyyat və abstraktların təqdim edilməsində son tarixi
- **31 avqust 2025-ci il** – məruzəçilərin qeydiyyatının başa çatması
- **04 sentyabr 2025-ci il** – Seminarın başlanğıcı

İştirak

İcmal xarakterli məruzələrlə iştirak Təşkilat Komitəsinin dəvəti ilə həyata keçirilir.

Təşəbbüskar müraciət olduqda, qərar Təşkilat Komitəsi tərəfindən qəbul edilir.

Seanslar müvafiq proqram təminatı ilə **ONLAYN**, həmçinin **CANLI** keçiriləcəkdir.

HEÇ BİR QEYDİYYAT ÖDƏNİŞİ YOXDUR.

Seminar ilə əlaqə:

Faiq F. Səfərov

İSAAC GROUP və prof. Rauf Q. Cəfərovun adından

e-mail: ipm.isaacgroup@gmail.com

r.g.jafarov@gmail.com

Mobil: +99455 9876254

www.raufjafarov.org.az/Home/IPMWorkshops

Ünvan: AZ1089, Bakı şəhəri, Suraxanı rayonu, Hövsan qəsəbəsi, Elman Qasımov küçəsi-8

MƏRUZƏLƏRİN VAXT CƏDVƏLİ

04 Sentyabr

09³⁰– 10⁰⁰ **Qeydiyyat**

PLENAR SESSİYA:

Sədr **Şəfiqə Ələkbərova**

10⁰⁰ – 10¹⁰ Açıliş nitqi. General mayor **Baba Salayev**

10¹⁰ –10³⁰ Perspectives of Using LASER's and LIDAR's Systems in Azerbaijan. **Akademik Arif M. Paşayev, Kərim**

R. Allahverdiyev. OFFLINE

10³⁰ –10⁵⁰. 2D materials – new frontiers in electronic processing and energy storage devices. **Professor Arşad Saleem Bhatti**

OFFLINE

10⁵⁰ –11¹⁰. Smart Thermoelectric Generator Systems. **Professor**

Raşit Ahişka ONLINE

11¹⁰ –10³⁰. Hydrological regime of the Volga river and its influence on Caspian sea level changes. **Professor Səid Səfərov**

OFFLINE

11³⁰ –11⁵⁰. Ball lightning: a puzzle for contemporary science

Professor Maxim Dvornikov ONLINE

PLENAR SESSİYA:

Sədr **Şəfiqə Ələkbərova**

11⁵⁰ - 12²⁰ **COFFEE BREAK**

12²⁰ –12⁴⁰. Təhsil problemlərinə ekonofizik baxış . **Professor**

Şahlar Əsgərov OFFLINE

12⁴⁰ –13⁰⁰. Лечение пострадавших с ранениями магистральных сосудов на этапах медицинской эвакуации. **Dr. Nazim**

Наси́ев OFFLINE

13⁰⁰ –13²⁰ . . Problems of modeling, control and stabilization of

quadcopter motion . **Professor Mütəllim Mütəllimov OFFLINE**

13²⁰ –13⁴⁰ On the possibility of detecting natural disasters using gamma radiation. **Y. H. Huseynaliyev OFFLINE**

13⁴⁰ –14⁰⁰ . Development of laser range finder using 1550 nm wavelength. **Syed Javaid Iqbal. ONLINE**

14⁰⁰ –15³⁰ . **NAHAR**

I PARALEL SESSIYA:

Sədr Kənan Salayev

15³⁰ –15⁴⁰ . Модель социального благосостояния и критерии оптимизации. **İ.M. Sadıqov OFFLINE**

15⁴⁰ –15⁵⁰ Model of consumption electric energy in conditions of transition period. **Emin Garibli OFFLINE**

15⁵⁰ –16⁰⁰ . Model on pair creation by peak electric field.

Tiago Adorno. ONLINE

16⁰⁰ –16¹⁰ The Effect of Saffron Extract on Catalase Activities in Brain Structures Under Exposure to X-Ray Irradiation.

Dr. İlahə Adil Rzayeva OFFLINE

16¹⁰ –16²⁰ Electron in a long-lived natural plasma structures as one-dimensional toy model. **Leyla A. Agamaliyeva OFFLINE**

16²⁰ –16³⁰ . Model of a relativistic bound states and quark confinement problem. **Teimuraz Nadareishvili. ONLINE**

II PARALEL SESSIYA:

Sədr Amin Qasimov

15³⁰ –15⁴⁰ . AI-Based Flood Prediction and Early Warning System for the South Caucasus Region. **Dr. Ghulam Ali.**

ONLINE

15⁴⁰ –15⁵⁰ . Реальное положение с молниями на территории Азербайджанской Республики. **Гульнарə Мехтиева**

OFFLINE

15⁵⁰ –16⁰⁰ . Azərbaycanca təbii dağdıcılı hadisələrlə fəvqəladə halların vəhdəti. **Əfəndi Əhməd OFFLINE**

16⁰⁰ –16¹⁰ . Occupational Health Risks in Emergency Responders: Psychological, Physical and Environmental Hazards During Disaster Relief. **Ayesha Jabbar. ONLINE**

16¹⁰–16²⁰ . Mapping the Historical Progress of Special Education: An Analysis of National Acts and International Declarations on Disability Rights. **Hina Fazil. ONLINE**

16²⁰–16³⁰ İçməli su: hamımıza çatırmı? . **İsmət Əhmədov OFFLINE**

16³⁰ **ÇAY SÜFRƏSİ. XOŞ GƏLMIŞSINIZ**

“IPM: TƏBİƏTDƏ FÖVQƏLADƏ HADİSƏLƏR VƏ ONLARIN ELMİ TƏSVİRİ”

MÜŞTƏRƏK İŞÇİ SEMİNARIN

X Ü L A S Ə S İ

MÜNDƏRİCAT

Bölmə I. FÖVQƏLADƏ HADİSƏLƏR VƏ TEXNOLOJİ VASİTƏLƏR	22
1.1. Arif MirJalal oğlu Pashayev and Karim Rahim oğlu Allahverdiyev. Perspectives of Using LASER’s and LIDAR’s Systems in Azerbaijan	22
1.2. Rauf G. Jafarov and Mutallim M. Mutallimov. Problems of modeling, control and stabilization of quadcopter motion	25
1.3. Rasit Ahiska. Smart Thermoelectric Generator Systems	37
1.4. Рауф Г. Джафаров, Муталлим М. Муталлимов. О ста- билизации движения квадрокоптера по данным GPS	46
1.5. Syed Javaid Iqbal. Development of Laser range finder using 1550 nm wavelength	57
Bölmə II. FÖVQƏLADƏ HADİSƏLƏR VƏ NƏZƏRİ-RİYAZİ MODELLƏR	58
2.1. Leyla A. Agamaliyeva, Rauf G. Jafarov, Kenan J. Salayev. Electron in a long-lived natural plasma struc- tures as one-dimentional toy model	58
2.2. И.М. Садыгов Модель социального благосостояния и критерии оптимизации	64
2.3. M.A. Sadigov Extremum conditions in biconvex programm- ing	69
2.4. L.A. Aghamaliyeva, M.S. Dvornikov, R.G. Jafarov and K.J. Salaev. Neutrino oscillations as neutral particle in plasma	

-like structure.....	75
2.5. M.S. Dvornikov. Ball lightning: a puzzle for contemporary science	82
2.6. Anzor Khelashvili and Teimuraz Nadareishvili. Model of a relativistic bound states and quark confinement problem	93
2.7. T. C. Adorno, S. P. Gavrilo, and D. M. Gitman. Model on pair creation by peak electric field.....	100
2.8. Emin Garibli, G.Sh. Mehdiyeva and I.M. Sadigov. Model of consumption electric energy in conditions of transition period	109
Bölmə III. TƏXLİYYƏ VƏ FÖVQƏLADƏ HALLARIN VƏHDƏTİ	115
3.1. Назим А. Гаджиев. Лечение пострадавших с ранениями магистральных сосудов на этапах медицинской эвакуации	115
3.2. Ghulam Ali. AI-Based Flood Prediction and Early Warning System for the South Caucasus Region	144
3.3. Safarov S.H. and Safarov E.S. Hydrological regime of the Volga river and its influence on Caspian sea level changes	145
3.4. Ayesha Jabbar. Occupational Health Risks in Emergency Responders: Psychological, Physical and Environmental Hazards During Disaster Relief	157
3.5. Саид Сафаров, Гульнара Мехтиева. Реальное положение с молниями на территории Азербайджанской Республики	159
3.6. Nəsimov Faiq Məmməd, Bayramov Əhməd Şərif. Ərazi sularından istifadənin beynəlxalq hüquqi əsasları və beynəlxalq hava hüququ	168
3.7. Əfəndi Əhməd, Mikayılov Hacıəli. Çırtlənmiş mühitin mühafizəsinin hüquqi əsasları tarixindən.....	175
3.8. Əfəndi Əhməd Suleyman oğ. Atmosfer mühiti və insan	183
3.9. Sadıq-zadə Ülvi Adil oğlu. Azərbaycanda təbii dağdıcı hadisələrlə fəvqəladə halların vəhdəti	190
3.10. Əfəndi Əhməd Suleyman oğlu. . Çırtlənmiş su mənbələri və fəvqəladə hallar	196
3.11. Y. H. Huseynaliyev, L.Y.Huseynaliyev, A. S. Salimzade, M. H. Imranov. On the possibility of detecting natural	

disasters using gamma radiation	208
Bölmə IV. FÖVQƏLADƏ HALLAR, TƏHSİLVƏ FƏLSƏFİ ASPEKTLƏR	211
4.1. Şahlar Q. Əsgərov. Təhsil problemlərinə ekonofizik baxış211	
4.2. Sidra Anser, Hina Fazil. Exploring the Role of Artificial Intelligence in Emotion Recognition and Regulation for Children with Autism: A Quantitative Survey on Awareness, Effectiveness, and Implementation Feasibility	219
4.3. Sidra Anser, Hina Fazil. Mapping the Historical Progress of Special Education: An Analysis of National Acts and International Declarations on Disability Rights	221
Bölmə V. RADİASİYA MATERIALŞÜNASLIĞI	223
5.1. Arshad Saleem Bhatti. 2D materials – new frontiers in electronic processing and energy storage devices	223
5.2. Hafsa Shabbir. Eudragit-capped and Ag nanowires interconnected CdTe as a Robust Electrode for Energy Storage and water oxidation	225
Bölmə VI. MÜXTƏLİF MÖVZULAR	227
6.1. М.Н. Велиева, И.А.Рзаева, С.А.Самедов. Цифровая трансформация фармацевтического сектора.....	227
6.2. İlaha Adil Rzayeva. The Effect of Saffron Extract on Catalase Activities in Brain Structures Under Exposure to X-Ray Irradiation dose.....	236
6.3. Р.Г. Джафаров, М.А. Садыгов. Исследование бивыпуклых операторов.....	243
6.4. R.K.Hüseynov, Z.M.Zeynalov, N.İ.Quliyev. Müxtəlif metodlar vasitəsi ilə alınmış silisium lövhələrinin aşındırılması və lövhələrdə çər şlifin alınması metodikası.	268
6.5. S.Zərbəliyeva, V.Bağirov İçməli su və onun ekologiyası274	
6.6. Y.G.Nacıyeva. Polipropilen ilə CdS/ZnS binar sistemi əsasında kompozitlərin elektrofiziki xassələrinə qamma şüalanmanın təsiri	278
6.7. S.Zərbəliyeva. Naxçıvanın ekoloji vəziyyəti və həlli yolları.....	280

6.8. R.S.Rzayeva. İnsan sağlamlığı və iqlim dəyişmələri	283
6.9. V.V. Dadaşova. Azərbaycan ekologiyası XX əsrin sonunda	289
6.10. Samirə Orucova. Azərbaycan türklərinin feneologiyasında təbii fəvqəladə hadisələrin öncəgörmələri	299
6.11. Gulnara Mehdiyeva, Tamilla Ahmad. Some alternative and renewable energy sources and peculiarities of maintain – valley winds as dependent on the local relief.....	306
6.12. İsmət Əhmədov, Rövşən Xəlilov. İçməli su: hamımıza çatırmı?.....	314

BÖLMƏ I. FÖVQƏLADƏ HADİSƏLƏR VƏ TEXNOLOJİVASİTƏLƏR

1.1.Perspectives of using LASER's and LIDAR's systems in Azerbaijan

**Arif MirJalal oğlu Pashayev,
Karim Rahim oğlu Allahverdiyev**

National Aviation Academy of Azerbaijan,
Mardakyan avenue 30, AZ1045, Baku, Azerbaijan

One of the main and overlooked part of oil pollution prevention is rapid and reliable oil spill detection [1]. Early detection of oil spills is important, because it will minimize its financial as well as environmental influence. Several methods exist for remote sensing of oil spills on water and earth surfaces, such as: •multispectral imagers in the Ultraviolet (UV), visible and near-, and mid-IR (infrared), range of electromagnetic spectra; •microwave radiometers etc. Light-induced fluorescent (LIF- light induced fluorescence) and Raman scattering (RS) methods are unique methods for detecting and identifying oil spills on objects such as water and terrestrial surfaces, soil, ice and snow. It is well known that if oil is irradiated by UV light, then latter will be absorbed by oil spills and some part of electromagnetic radiation will be emitted at longer wavelengths (LIF) and some part will be scattered at different wavelength (RS). Due to different chemical content of oils taken from different OGPCs fluorescence spectra will be different. Latter gives possibility not only for detection of oil spills on water surfaces, but also to discriminate between different classes of oil [1]. It is possible also to detect by LIDAR other pollutants, including aerosols in atmosphere.

In recent years, the applied research group of the Azerbaijan National Academy of Aviation (NAA), the Scientific Research Institute of Transport and Aerospace Problems (Research Institute of Aerospace Problems) have been directed to remote sensing of oil spills on the surface of the Caspian Sea. For this purpose, the KA-14 LIDAR has been developed, which makes it possible to detect oil spills [2,3] from distances up to 250 m.

It follows from the above, that measuring the LIF and RS spectra of various crude oils taken from different OGPC and establishing the distinctive features of these spectra is a promising task of using lasers in Azerbaijan. These data will certainly be useful for creating a database of fluorescence and Raman scattering spectra of crude oils of the Absheron Peninsula of the Caspian Sea.

Another equally important and promising area of laser research in Azerbaijan is the creation and practical use of aerosol LIDARS.

In conclusion, we note some important (in our opinion) areas of practical use of lasers and LIDARS in Azerbaijan:

1. Research in the field of creating a data bank of phosphorescence and Raman scattering spectra of crude oil of various OGPCs of the Absheron Peninsula of Azerbaijan (8 belong to Azerbaijan + 4 joint with foreign companies).
2. Research in the field of creating a LIDAR for detecting atmospheric aerosols.
3. Research in the field of creating a LIDAR for detecting industrial gases (including toxic ones.- defense industry).
4. Research in the field of creating a LIDAR for detecting atmospheric gases.

5. Continuation and development of laser research in the field of Nonlinear Optics of layered crystals of GaSe and its structural analogues - in order to create lasers with tunable frequency in a wide range of the spectrum (including the THz region of the spectrum).

6. Studies of laser oscillations in triple semiconductors with a type structure CaGa_2S_4 thiogallate doped with laser-active impurities (Nd^{3+} , Eu^{2+} , Eu^{3+} and others).

REFERENCES

[1] R. Karpiez, A. Dementjev, Z. Kuprinos, S. Pakalnis, R. Westpal, R. Reuter, and A. Palucci. “Oil spills fluorosensing lidar for inclined onshore or shipboard operation”. *Appl. Opt.* vol. 45(25), **2006**, pp. 6620 – 6625.

[2] A. Pashayev, B. Tagiyev, K. Allahverdiyev, A. Musayev, I. Sadikhov. “LIDAR for remote sensing of contaminations on water and earth surfaces taking place during oil-gas production”. XII International Conference on Atomic and Molecular Pulsed Lasers, edited by Victor F. Tarasenko, Andrey M. Kabanov, *Proc. of SPIE*, vol. 9810, **2015**, pp. 981018-1 – 981018-7.

[3] A.M. Pashayev, B.G. Taghiyev, N.A. Veliyev, Y.M. Baghirov, A.A. Musayev, K.R. Allahverdiyev, I.Z. Sadikhov. “Fluorescence spectra of oil spills on the Caspian Sea surface as measured by KA-14 LIDAR developed at the National Aviation Academy of Azerbaijan”. *Azerbaijan Neft Teserrufati*, vol. 07-08, **2018**, pp. 67 – 73.

1.2. Problems of modeling, control and stabilization of quadcopter motion

Rauf G. Jafarov^{1,2,3,a)}, Mutallim M. Mutallimov^{4,b)}

¹ISAAC GROUP ACADEMY

²Institute for Physical Problems, Baku State University, Baku, Azerbaijan

³Department of theoretical physics of Baku State University, Baku, Azerbaijan

⁴Institute of Applied Mathematics, Baku State University, Baku, Azerbaijan

e-mail: ^{a)} r.g.jafarov@gmail.com , ^{b)} mmutallimov@bsu.edu.az

The problem of quadcopter flight control attracts the attention of a huge amount of researchers all over the world. Its successful solution requires knowledge of the quadrotor mathematical model. There are many various papers devoted to this problem solution. This article discusses the problems of constructing a mathematical model of quadcopter motion and also develops an algorithm for controlling and stabilizing the motion of this unmanned aerial vehicle.

Keywords: *modeling, control, stabilization, quadcopter motion.*

Introduction

The state of the art in computing and information technology allows using mathematical modeling as a tool for solving problems of control of complex technical systems at a fundamentally new level. The use of modern mathematical application software packages makes it possible to carry out multifaceted studies with high accuracy and with minimal costs of resources of these technical systems.

An example of these complex systems is unmanned aerial vehicles (UAVs), in particular quadcopters, which have recently become increasingly popular as affordable and relatively inexpensive technical means of remote data collection, environmental monitoring, delivery of small-sized cargo, and a number of other tasks.

Recent development of unmanned aerial vehicles, including quadcopters, makes it possible to use them in various fields of human activity. Light weight, small size, maneuverability, ease of control are the main advantages of quadcopters, which allow them to be used in many industries, including in the military field. For this reason, there is a need for a mathematical model that could describe control of an UAV. The difficulties lies in the fact that a quadcopter has six degrees of freedom, while we can control only four parameters: the rotational speeds of the propellers. The process of controlling the quadcopter flight dynamics should be carried out on the basis of an adequate mathematical model [1].

There are many studies devoted to quadcopter motion modeling [2-5], where various versions of motion equations with various automatic control and stabilization systems are proposed.

In this article, we propose a simulation of a system of control and stabilization of quadcopter motion. Using the results of works [2, 3], a simulation of a quadcopter motion control system is presented.

1. Modeling of quadcopter motion

Consider a quadcopter (Fig. 1) with known physical parameters, the motion of which can be controlled by changing the speed of the propellers.



Fig. 1. Quadcopter

The aircraft moves relative to an Earth-fixed inertial frame of reference and specified by the coordinate axes Ox , Oy and Oz that are perpendicular to each other, with the axis Oz directed in opposition to the gravity vector. The problem involves making the quadcopter move from the starting point (x_0, y_0, z_0) with initial yaw angle ψ_0 , roll angle φ_0 and pitch angle θ_0 to a specified point (x_d, y_d, z_d) with specified yaw angle ψ_d , roll angle φ_d and pitch angle θ_d . The diagram of such a quadcopter is shown in Fig. 2 (see [2, 3]).

As noted in [7], let $\xi = [x \ y \ z]'$ be the radius vector of the quadcopter center of mass, ψ, θ, φ are the yaw, pitch and roll angles respectively. f_i is the lifting force produced by the i -th motor M_i ($i = \overline{1,4}$). Here and further the prime denotes transposing.

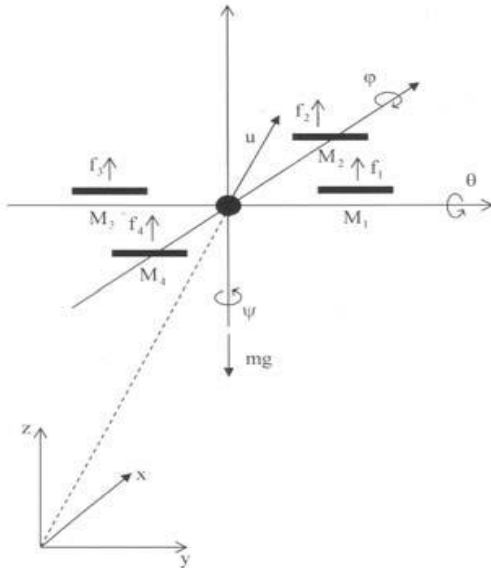


Fig. 2. The diagram of a quadcopter.

In accordance with [2, 3], the motion of this system is described by the following equations:

$$m\ddot{x} = -u \sin \theta, \quad (1)$$

$$m\ddot{y} = u \cos \theta \sin \varphi, \quad (2)$$

$$m\ddot{z} = u \cos \theta \cos \varphi - mg, \quad (3)$$

$$\ddot{\psi} = \tilde{\tau}_\psi, \quad (4)$$

$$\ddot{\theta} = \tilde{\tau}_\theta, \quad (5)$$

$$\ddot{\phi} = \tilde{\tau}_\phi. \quad (6)$$

In equations (1) – (6), m is the mass of the quadcopter, $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ is the gravity acceleration, u , as well as $\tilde{\tau}_\psi$, $\tilde{\tau}_\theta$, $\tilde{\tau}_\phi$ are the control inputs, which are the functions of f_i . In [6], the control input u is used for the quadcopter altitude control, and the control input $\tilde{\tau}_\psi$ allows stabilizing the yaw angle. In accordance with [7], the control inputs $\tilde{\tau}_\theta$ and $\tilde{\tau}_\phi$ are used for control of the pitch θ and roll φ angles, as well as for control of the quadcopter motion along the axes x and y .

2. Control of quadcopter motion

Further, considering the angles θ, φ small in (1) and (2), as in [6, 7], and taking in account equations (5), (6), we have the following relations defining the variation of these coordinates:

$$\ddot{y} = g\varphi, \quad (7)$$

$$\ddot{\phi} = \tilde{\tau}_\phi, \quad (8)$$

$$\ddot{x} = -g\theta, \quad (9)$$

$$\ddot{\theta} = \tilde{\tau}_\theta \quad (10)$$

Thus, here, as in [7], we will propose a linear algorithm for stabilizing the horizontal movement of the quadcopter. First, we will consider the control of the coordinates (φ, y) . Denoting

$$p_1 = \left[(y - y_d), \frac{d(y - y_d)}{dt}, (\varphi - \varphi_d), \frac{d(\varphi - \varphi_d)}{dt} \right]',$$

$$A_1 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & g & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad B_1 = [0 \ 0 \ 0 \ 1]', \quad u_1 = \tilde{\tau}_\varphi,$$

from subsystem (9)-(10), we get

$$\begin{aligned} \dot{p}_1 &= A_1 p_1 + B_1 u_1 \\ p_1(0) &= p_1^0 \end{aligned} \quad (11)$$

To synthesize the optimal linear controller of problem (11), we will use the following performance index

$$J_1 = \int_0^\infty (p_1' Q_1 p_1 + u_1' R_1 u_1) dt, \quad (12)$$

where Q_1 and R_1 are matrices satisfying solutions of the synthesis problem for control of the movement along the axis y and the angle φ . As a result of solving the synthesis problem and applying the standard LQR synthesis procedure, we have the state feedback gains $u_1 = -K_y p_1$ in the form of $K_y = [a_{y_1}, a_{y_2}, a_{\varphi_1}, a_{\varphi_2}]$, thus providing for $y \rightarrow y_d, \varphi \rightarrow \varphi_d$ at $t \rightarrow \infty$.

We will now consider the control of the coordinates (θ, x) . In this case, denoting

$$p_1 = \left[(x - x_d), \frac{d(x - x_d)}{dt}, (\theta - \theta_d), \frac{d(\theta - \theta_d)}{dt} \right]',$$

$$A_2 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -g & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, B_2 = [0 \ 0 \ 0 \ 1]', u_2 = \tilde{\tau}_\theta,$$

from subsystem (9)-(10), we get

$$\begin{aligned} \dot{p}_2 &= A_2 p_2 + B_2 u_2 \\ p_2(0) &= p_2^0 \end{aligned}, \quad (13)$$

To synthesize the optimal linear controller of problem (13), in this case we will use the following performance index

$$J_2 = \int_0^\infty (p_2' Q_2 p_2 + u_2' R_2 u_2) dt, \quad (14)$$

where Q_2 and R_2 are matrices satisfying solutions of the synthesis problem for control of the movement along the axis x and the angle θ . As a result of solving the synthesis problem and applying the standard LQR synthesis procedure, we have the state feedback gains $u_2 = -K_x p_2$ in the form of $K_x = [a_{x_1}, a_{x_2}, a_{\theta_1}, a_{\theta_2}]$, thus providing for $x \rightarrow x_d, \theta \rightarrow \theta_d$ at $t \rightarrow \infty$.

To solve systems (3) and (4), we proceed as follows. First, we consider (3). Suppose that

$$p_3 = [(z - z_d), \frac{d(z - z_d)}{dt}]',$$

Denote

$$A_3 = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, B_3 = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}. \quad (15)$$

Then from (3) we get

$$\begin{aligned} \dot{p}_3 &= A_3 p_3 + B_3 u_3 \\ p_3(0) &= p_3^0 \end{aligned}, \quad (16)$$

Further, in this case we will use the following performance index

$$J_3 = \int_0^{\infty} (p_3' Q_3 p_3 + u_3' R_3 u_3) dt, \quad (17)$$

where Q_3 and R_3 are matrices satisfying solutions of the synthesis problem for control of the movement along the axis z . As a result of solving the synthesis problem and applying the standard LQR synthesis procedure, we have the state feedback gains $u_3 = -K_z p_3$ in the form of $K_z = [a_{z_1}, a_{z_2}]$ or $u_3 = r_1 = -a_{z_1} \dot{z} - a_{z_2} (z - z_d)$, thus providing for $z \rightarrow z_d$ at $t \rightarrow \infty$.

In a similar manner, we can solve (4).

Then, substituting $u_1 = -K_y p_1$, $u_2 = -K_x p_2$ and $u_3 = -K_z p_3$ in (11), (13) and (16), respectively, and solving these Cauchy problems, we get the solutions that are the coordinates of the quadcopter flight path.

Thus, as a result of quadcopter motion control synthesis, we have $(x(t), y(t), z(t))$, for which $\theta \rightarrow \theta_d$, $x \rightarrow x_d$, $y \rightarrow y_d$, $\varphi \rightarrow \varphi_d$, $\psi \rightarrow \psi_d$, $z \rightarrow z_d$ at $t \rightarrow \infty$.

3. Stabilization of quadcopter motion

Note that along with the development of mathematical modeling and control of quadcopter motion [2, 3, 6], a special place is occupied by the problems of stabilization and the development of optimal controllers [1]. For example, in [7], a controller was designed to control and stabilize the motion of a quadcopter in three-dimensional space. However, in this and many other publications, it is assumed that all coordinates of the aircraft's motion are known or measured accurately and there are no random influences. But in practice, there are random influences in the mathematical model, and there are random errors during ob-

servation or measurement. In such cases, it is impossible to apply the methods described in [4-6]. We have to apply other methods for designing optimal controllers. One way to design such controllers is to solve the problem of designing optimal controllers and filters for a linear-quadratic Gaussian (LQG) problem in steady state, which is described in [8] for the continuous systems, i.e. state and observation equations are given in the continuous form. Using the method of designing optimal controllers and filters for the linear-quadratic Gaussian (LQG) problem, we will try to solve the problem of quadcopter flight stabilization using data from the global positioning system (GPS) or the satellite navigation system. Note that when solving the problem of quadcopter flight stabilization on GPS data, the observation of the quadcopter motion is carried out discretely. In other words, the data from the satellite navigation system are obtained in discrete instants of time with a certain period. Therefore, it is advisable to consider the discrete linear-quadratic Gaussian problem. In [9], an algorithm was developed for designing optimal controllers and filters for the discrete linear-quadratic Gaussian problem in a steady state in a more general case in comparison with [10, 11].

As shown in [7], assuming $\cos\theta\cos\varphi \neq 0$, and after the corresponding quasi-linearization to control the flight altitude Z and the yaw angle ψ of the quadcopter, we have the following relations:

$$\dot{P}^1(t) = \tilde{F}_1 P^1(t) + \tilde{G}_1 u^1(t) + \omega^1(t), \quad P^1(t_0) = P_0^1, \quad (18)$$

where $\omega^1(t)$ is an error of quasi-linearization,

$$P^1(t) = \left[z(t) - z_d, \frac{d}{dt}(z(t) - z_d), \psi(t) - \psi_d, \frac{d}{dt}(\psi(t) - \psi_d) \right],$$

The observation along the z -axis carries out through

$$s^1(\tau) = H^1 P^1(\tau) + v^1(\tau) \quad (19)$$

for $\tau \leq t$, where v^1 are random measurement inaccuracies.

It is required to find such a control action u^1 as a function of the observation s^1 , which minimizes the quadratic functional

$$J_1 = E \left\{ \frac{1}{2} \int_0^\infty [(P^1)^T (u^1)^T] \begin{bmatrix} A_1 & N_1 \\ (N_1)^T & B_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P^1 \\ u^1 \end{bmatrix} dt \right\}. \quad (20)$$

Note that the resulting problem (18)–(20) is a linear-quadratic Gaussian problem.

Similarly, to control motion along the y axis and roll angle φ , we obtain the following linear-quadratic Gaussian problem

$$\begin{aligned} \dot{P}^2(t) &= \tilde{F}_2 P^2(t) + \tilde{G}_2 u^2(t) + \omega^2(t), & P^2(t_0) &= P_0^2, \quad (21) \\ P^2(t) &= \left[(y(t) - y_d), \frac{d(y(t) - y_d)}{dt}, (\varphi(t) - \varphi_d), \frac{d(\varphi(t) - \varphi_d)}{dt} \right]^T \end{aligned}$$

$$s^2(\tau) = H^2 P^2(\tau) + v^2(\tau), \quad \tau \leq t, \quad (22)$$

$$J_2 = E \left\{ \frac{1}{2} \int_0^\infty [(P^2)^T (u^2)^T] \begin{bmatrix} A_2 & N_2 \\ (N_2)^T & B_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P^2 \\ u^2 \end{bmatrix} dt \right\} \quad (23)$$

In the same way, the linear-quadratic Gaussian problem for controlling movement along the axis x and pitch angle θ can be derived

$$\begin{aligned} \dot{P}^3(t) &= \tilde{F}_3 P^3(t) + \tilde{G}_3 u^3(t) + \omega^3(t), & P^3(t_0) &= P_0^3, \quad (24) \\ P^3(t) &= \left[(x(t) - x_d), \frac{d(x(t) - x_d)}{dt}, (\theta(t) - \theta_d), \frac{d(\theta(t) - \theta_d)}{dt} \right]^T, \end{aligned}$$

$$s^3(\tau) = H^3 P^3(\tau) + v^3(\tau), \quad \tau \leq t, \quad (25)$$

$$J_3 = E \left\{ \frac{1}{2} \int_0^\infty [(P^3)^T (u^3)^T] \begin{bmatrix} A_3 & N_3 \\ (N_3)^T & B_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P^3 \\ u^3 \end{bmatrix} dt \right\}. \quad (26)$$

The above mentioned linear-quadratic Gaussian problems (18)–(20), (21)–(23) and (24)–(26) are continuous problems. This means that the observation should be carried out at any instants of time. However, the data from the GPS is received in a discrete way, i.e. after some discrete time. Therefore, it is expedient, to reduce continuous problems to discrete ones by approximation, and then solve the resulting discrete linear-quadratic Gaussian problems.

Note that the algorithm in [10] was proposed for designing optimal controllers and filters for the linear-quadratic Gaussian problem in the steady state. For clarity, we present some facts from this article.

Let the motion of an object can be described by the equation

$$x_{i+1} = \Phi x_i + \Gamma u_i + \omega_i, \quad (27)$$

and in the time state i , the measurements z_i linearly correlated to the trajectory state x_i are implemented

$$z_i = H x_i + v_i \quad (28)$$

where ω_i is the vector of random external perturbations, and v_i is the vector of random measurement errors, which are assumed to be Gaussian random variables of the “white noise” type. By [8], the mathematical expectations for random variables x_0 , ω_i , and v_i become

$$E(\omega_i) = E(v_i) = E(x_0) = 0 \quad (29)$$

and the correlation matrices are defined as

$$E \left\{ \begin{bmatrix} \omega_i \\ v_i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_j^T & v_j^T \end{bmatrix} \right\} = \begin{bmatrix} Q & 0 \\ 0 & R \end{bmatrix} \delta_{ij} \quad (30)$$

$$E\{x_0 x_0^T\} = P_0, \quad E\{x_0 v_j^T\} = E\{x_0 \omega_j^T\} = 0 \quad (31)$$

It is required to find such a control action u_i as a function of the observation z_i , which minimizes the quadratic functional

$$J = E \left\{ \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{\infty} [x_i^T u_i^T] \begin{bmatrix} A & N \\ N^T & B \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_i \\ u_i \end{bmatrix} \right\} \quad (32)$$

To solve the linear-quadratic Gaussian problem (27)-(32), the following algorithm was proposed in [8].

Algorithm.

1. The matrices $\Phi, \Gamma, H, Q, R, A, B, N$ are formed.
2. The Matrix Algebraic Riccati Equation (MARE)

$$S = \Phi^T S \Phi - C^T (B + \Gamma^T S \Gamma) C + A$$

is being solved and a positive definite solution – the matrix S , is found.

3. The MARE

$$M = \Phi M \Phi^T - \Phi M H^T (H M H^T + R)^{-1} H M^T \Phi^T + Q$$

is being solved and a positive definite solution – the matrix M , is found.

4. The matrices C are formed from

$$C = (\Gamma^T S \Gamma + B)^{-1} (\Gamma^T S \Phi + N^T)$$

and K from

$$K = MH^T(HMH^T + R)^{-1}.$$

5. The optimal estimate \hat{x}_i is determined from

$$\hat{x}_{i+1} = [\Phi - KH\Phi]\hat{x}_i + [\Gamma - KH\Gamma]u_i + Kz_{i+1}, \quad \hat{x}_0 = 0$$

and optimal controller u_i from

$$u_i = -C\hat{x}_i.$$

4. Instead of a conclusion

Based on the obtained results, a quadcopter flight simulation was performed in the above-mentioned mode. The simulation results demonstrate the effectiveness of the proposed control laws in terms of the quality of transient processes in the above-mentioned subsystems, as well as the limitation of pitch and roll angles to acceptable values, which is very important for practical implementation.

Further, based on the mathematical model of quadcopter motion, three different discrete linear-quadratic Gaussian problems are considered in the work, which are solved in parallel independently of each other. Here, as an observation, data from the GPS satellite navigation system are used, or rather, the coordinates of the center of gravity of the quadcopter, as well as the projection of the speed of the aircraft along the coordinate axes. The new linear-quadratic Gaussian problems are stated. Further, by solving the Kalman-Bucy filtering problem, controllers are constructed that ensure the asymptotic stability of the closed system "object + controller" and exclude rounding errors that occur during motion. Algorithms of the above-mentioned problems solving, in the discrete case, are represented.

Acknowledgments

The author expresses gratitude to ISAAC GROUP and its leader prof. Rauf Oafarov for providing the opportunity to participate in the First Workshop.

List of references

1. Larin V.B., Tunik A.A., Ilnytska S.I. Some algorithms for unmanned aerial vehicles navigation, *Outskirts*. - 2020 - 204 P.
2. Castillo P., Lozano R., Dzul A. Stabilization of a Mini Rotorcraft with Four Rotors. *IEEE Control Systems Magazine*. December, – 2005. –P. 45 – 55.
3. Larin V. B., Tunik A. A. Synthesis of the Quad-rotor Control Algorithms in the Basic Flight Modes // *TWMS Journal of Pure and Appl. Math.* –2018. – 9, N2. – P. 147 – 158.
4. Krasovskiy A.N., Suslova O.A. On the mathematical model of the controlled motion of a quadcopter drone. *Agrarnyy Vestnik Urala*, 2016, No. 4, pp. 55-59. [in Russian]
5. Luukkonen T., *Modelling and control of quadcopter*, Aalto University, 2011, 26 P.
6. Tunik, A.A., Sushchenko, O.A., Ilnytska, S.I., Kondratiuk, V.M. Determination of the quadrotor mathematical models for control systems synthesis and simulation, *Appl. Comput. Math.*, V.122, N.1, 2023, pp.116-132.
7. Aliev F.A., Mutallimov M.M., Tunik A.A., Velieva N.I., Rasulova U.Z., Mirsaabov S.M. Constructing an optimal controller for maneuver of quadrotor in 3-d space // *TWMS J. Pure Appl. Math.*, V.13, N.2, 2022, pp.211-221.
8. Bryson A., Ho Yu Shi. *Applied Optimal Control Theory* // M.: Mir, 1972. 544 p.
9. Mutallimov M.M., Javadov N.G., Rasulova U.Z., Velieva N.I., Aliev F.A. Algorithm for constructing optimal controllers and filters for a discrete linear-quadratic Gaussian problem in a steady state // *Proceedings of IAM*, V.11, N.2, 2022, pp.113-119.
10. Aliev F.A., Larin V.B., Naumenko K.I., Suntsev V.N. *Optimization of linear time-invariant control systems* / Kyiv: Naukova Dumka, 1978, 327 p.
11. Larin V.B., Aliev F.A. On the solution of algebraic Riccati equations. On "Discrete Control Systems", 1973, pp.15-39.

1.3. Smart Thermoelectric Generator Systems

Rasit Ahiska

Gazi University Faculty of Science Physics
Department Lecturer and TES Ltd Co.

e-mail: rasitahiska@gmail.com

Environmental, energy, and clean water issues are among the fundamental problems facing humanity today. To address these issues, scientists and institutions are conducting intensive research on renewable energy sources. However, methods for generating electricity from these sources are not sufficiently studied. For example, when considering renewable sources such as solar or waste heat energy, photovoltaic panels are generally the only option. However, thermoelectric technology, a more effective and efficient method for generating electricity from waste heat, also exists. In this study, a smart generator system operating using thermoelectricity and generating electricity from waste heat has been developed. The physical properties of the system have been investigated, and it has been used in applications such as combi boilers, geothermal resources, and industrial waste heat. In the tests conducted: a- 20% energy savings were achieved in combi boilers. Furthermore, the developed system will also enable savings in clean water and natural gas. b- This ratio was even higher for geothermal and industrial waste heat.

Furthermore, these thermoelectric generators were able to produce both hot water and electricity. The developed system has been shown to be applicable not only to these three energy sources but also to many other sources, such as solar energy, waste biomass, hydrogen, and waste heat from nuclear power plants.

Keywords: *Smart, Thermoelectric, Generator, Systems*

Introduction and Motivation

Yenilenebilir enerji ve atık ısı teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte, çevreye zarar veren fosil yakıtlardan uzaklaşıp bu alternatif enerji yöntemlerine yönelmek kaçınılmaz hale gelmiştir. Bilimsel verilere göre, insan faaliyetleri sonucunda dünyada üretilen toplam atık ısı miktarı 30 trilyon W'tır. (Güneşten dünyaya gelen watt olarak enerji $17 \cdot 10^{16}$ W) Akıllı Termoelektrik Atık Isı Jeneratör (ATAIJ) ile atık ısı enerjisinin en az %10 - %30'nun geri dönüşümü sağlanmaktadır. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 30 Haziran 2022 verilerine göre Türkiye'nin teorik toplam atık ısı potansiyeli yıllık $160.000 \text{ TJ/Yıl} = 3 \cdot 10^8 \text{ MWh'tır}$ ($1 \text{ TJ/yıl} = 2060 \text{ MWh}$) Türkiye'de termoelektrik teknolojisiyle her yıl en az $3 \cdot 10^7 \text{ MWh}$ bir enerji geri dönüştürülebilir (T.C. ETKB, 2024). Örneğin, 2024 yılı Ekim ayında Türkiye'nin elektrik tüketimi yaklaşık 26,9 milyon MWh olarak gerçekleşmiştir. Yıllık tüketimi bu rakamın 12 katı olarak düşünersek, toplam ihtiyaç 300 milyon MWh civarındadır. Atık ısıdan elde edilecek enerji, yıllık ihtiyacın %10'unu karşılayabilir. Bu, enerji tasarrufu açısından oldukça büyük bir orandır.



Şekil 1. Türkiye Atık Isı Enerjisi Potansiyeli Grafiği (T.C. ETKB, 2024)

Devlet Su İşlerine göre, Atatürk Barajı ve HES yılda 8,9 milyar kilovatsaat (KWh) elektrik üretebilmektedir. Akıllı Termoelektrik Atık Isı Jeneratörleri (ATAIJ) Türkiye'de kullanıldığında, her yıl 33 Atatürk HES kadar elektrik üretilebilir. Üstelik bu enerji, geri dönüşümle elde edildiği için en ucuz ve çevre dostu seçenektir.

Bu teknoloji, çevreyi kirleten ve küresel ısınmaya yol açan atık ısıyı geri dönüştürerek sadece Türkiye'nin enerji ve çevre sorunlarına çözüm sunmakla kalmaz; aynı zamanda küresel ısınma, enerji krizi ve temiz su gibi dünyayı etkileyen sorunlara da katkı sağlar.

ATAIJ teknolojisi, kombi, sanayi ve nükleer santrallerin atık ısını doğrudan elektriğe dönüştürmekle kalmaz; aynı zamanda güneş, jeotermal, hidrojen, toprak, deniz ve hatta insan ve hayvanların ürettiği ısılardan da elektrik üretiminde kullanılabilir. Bu teknoloji, ara madde kullanımına gerek bırakmadan verimli ve yenilikçi bir enerji çözümü sunar. Yarıiletken ve termoelektrik teknolojilerindeki gelişmeler, insanlığın doğa ve evrene bakış açısını değiştirecektir. İnsanlık, doğayı yok etmek yerine, çevreyi koruyarak ve kirletmeden

faydalanmayı öğrenerek hem kendisini hem de dünyayı kurtarabilir. Bu proje, bilim dünyasına ve insanlığa bu yönde büyük bir katkı sağlama potansiyeline sahiptir. Enerji fiyatlarındaki artış ve küresel iklim değişikliği, yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilginin artmasına ve temiz enerji teknolojilerinin geliştirilmesine öncelik verilmesine neden olmuştur. Küresel ısınmanın, doğal olayların (örneğin volkan patlamaları) yanı sıra, insan faaliyetlerinden kaynaklanan atık ısı enerjisiyle de bağlantılı olduğunun anlaşılması, atık ısıyla ilgili bilimsel ve uygulamalı çalışmaların hız kazanmasını sağlamıştır.

Bilimsel araştırmalar, atık ısının gelecekte yenilenebilir enerji kaynaklarının önemli bir parçası olacağını göstermektedir. Güneş, rüzgâr ve jeotermal gibi yenilenebilir enerji türlerine ek olarak, atık ısı da bu enerji dönüşümünde kritik bir role sahiptir. Atık ısıyla ilgili çalışmalar iki gruba ayrılabilir:

1. Kaynakların keşfi ve özelliklerinin incelenmesi: Elektrik üretim potansiyelinin belirlenmesi ve bu kaynakların kullanımının fizibilite çalışmaları.
2. Elektrik üretim yöntemlerinin ve teknolojilerinin geliştirilmesi.

Maalesef bu ikinci grup çalışmalara dünya genelinde ve Türkiye’de yeterince ağırlık verilmemektedir.

Termoelektrik yöntem, ısı kaynağına bağlı kalmaksızın atık ısı, güneş ve jeotermal gibi tüm yenilenebilir enerji türleri için kullanılabilen bir elektrik üretim yöntemidir. Ancak, bu teknoloji dünyada az, Türkiye’de ise neredeyse hiç kullanılmamaktadır. Türkiye’de bu alanda yapılan çalışmalar arasında Ömer, G ve arkadaşları tarafından geliştirilen sanayi atık ısı jeneratörü termoelektrik güneş panelleri örnek gösterilebilir (Omer, 2017; Omer, 2020).

Bu çalışmalar, PV güneş panellerine alternatif olan

- Termoelektrik panellerin modül yüzeyleri arasında 1 m²’lik yüzeyde 100°C sıcaklık farkıyla 4000 W elektrik üretebildiğini,
- Isıdan bozulmadığını, günde en az 10 saat çalıştığını,

- Çok az yer kapladığını, sıcaklık farkı arttıkça veriminin ve ürettiği elektrik gücün parabolik olarak arttığını
- Çevre dostu, dayanıklı ve maliyetinin geleneksel PV panellerden daha düşük olduğunu,
- En az 25 yıl kullanılabilceğini ortaya koymuştur.

Termoelektrik jeneratörlerin birçok kullanım alanı vardır ve bunlardan biri de atık ısı jeneratörleridir. Bu çalışmada, birden fazla modüle sahip farklı atık ısı termoelektrik jeneratörler tasarlanmış ve geliştirilmiştir. Termoelektrik modüllerin ve jeneratörlerin temel özellikleri hem teorik hem de deneysel olarak incelenmiştir. Bu amaçla, termoelektrik modüller için bir test düzeneği geliştirilmiştir. Ayrıca, Antalya’da halihazırda ikamet edilen bir bina dairesinde gereken düzenekler kurularak kombine kullanılan özel uygulama sistemi tasarlanmış, gerçekleştirilmiş ve araştırılmıştır.

1.Theory

Termoelektrik jeneratörler, yarıiletken teknolojisine dayalı sistemlerdir ve ısı enerjisini elektrik enerjisine dönüştürürler. Geleneksel ısı pompalarının aksine hareketli parçaları yoktur, bu nedenle sessiz çalışırlar. TEJ’ler, NASA tarafından uzay araştırmalarında sondalarda kullanılmış ve 30 yıl boyunca bakım gerektirmeden çalışmıştır. Her ne kadar verimleri klasik ısı pompalarına göre daha düşük olsa da, kompakt yapıları, basit tasarımları ve kolay kullanımları sayesinde küçük ölçekli uygulamalar için etkili bir alternatiftir. Bu teknoloji, atık ısının geri kazanımı, evlerdeki ısıtma sistemleri ve geri kazanım projeleri gibi pek çok alanda kullanılabilir. Hatta vücut ısısını elektrik enerjisine çevirebilen küçük jeneratörlerde bile kullanılabilir. TEJ verimliliği, Carnot verimliliği terimleriyle de ifade edilir.

Carnot verimliliği şu formülle hesaplanır:

$$\eta_{\max} = \frac{(T_H - T_C)}{T_H} \times \frac{\sqrt{1 + ZT_{\text{ave}}} - 1}{\sqrt{1 + ZT_{\text{ave}}} + \frac{T_C}{T_H}}$$

Burada; T_H TEJ'in sıcak taraf sıcaklığı, T_C TEJ'in soğuk taraf sıcaklığı ve T_{ave} TEJ'in ortalama $(T_H + T_C) / 2$ sıcaklığıdır (Bierschenk, 2008; Yoshida, 2006).

TEJ'in üretebileceği en yüksek gerilim uçlarının açık olduğu durumda gerçekleşir. Bu gerilim şu şekilde hesaplanır:

$$V_{OC} = N(\alpha_p - \alpha_n)(T_H - T_C)$$

Burada N , Termoelementlerin sayısı, $\Delta T = T_H - T_C$ olup sıcaklık farkı, α_p ve α_n yarıiletkenlerin Seebeck sabitleridir (Bierschenk, 2008). Sonuç olarak, TEJ'lerin performansı sıcaklık farkı, kullanılan malzemelerin özellikleri ve termoelement sayısı gibi faktörlere bağlıdır. Teknolojideki gelişmelerle birlikte TEJ verimliliği hızla artmakta, bu da onların daha geniş bir kullanım alanına sahip olmasını sağlamaktadır. Bir termoelektrik modüle bağlı yük R_L üzerinde üretilen güç P_L aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$P_L = I_L V_L = I_L [\alpha \Delta T - I_L R_{in}] = \alpha^2 \Delta T^2 \frac{R_L}{(R_{in} + R_L)^2}$$

Burada; P_L TEJ'in yük üzerinden elde edilen çıkış gücü, I_L TEJ'in yük üzerinden geçirdiği elektrik akımı, V_L TEJ'in bağlanan yük üzerinde oluşturduğu gerilimdir. Yük direnci R_L TEJ'in iç direncine R_{in} eşit olduğunda, TEJ'in maksimum çıkış gücü ürettiği yük karşılaşma durumu oluşur ve alınacak maksimum güç $P_{L\max}$ değeri aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$P_{L\max} = \frac{\alpha^2 \Delta T^2}{4R_{in}}$$

2.Experiment

Termoelektrik modülleri incelemek için tasarlanan test düzeneği, şu bileşenlerden oluşmaktadır: 5x5 cm boyutlarında iki

adet TEJ modülü, 2 adet DC su pompası, 12V/9Ah akü, demo amaçlı 12V'luk DC fan, bir adet DC ve bir adet AC LED'ler.

Akıllı Termoelektrik Atık Isı Jeneratörünün parametrelerini incelemek amacıyla, 16 ve 2 adet TEJ modülden üretilmiş jeneratörler, bir kombi, bir DC LED projektör, 12V/9Ah akü, 1 adet DC fan ve bir şarj cihazından oluşan bir düzenek kurulmuştur. Deney düzenekleri aşağıdaki Şekillerde gösterilmektedir.



Özel Laboratuvar Deney Düzenekleri

ATEAIJ, termoelektrik bir sistem olarak çevre dostu yeşil teknolojilere örnek teşkil eder. Güneş, nükleer, jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının yanı sıra ev kombi, sanayi atıkları ve diğer ısı kaynaklarından elde edilen ısıyı doğrudan elektrik enerjisine dönüştürme kapasitesine sahiptir. Bu amaçla, ATEAIJ'nin ev kombisi, jeotermal ve sanayi atık ısı uygulamaları gerçekleştirilmiştir.

Jeotermal uygulaması Afyon Sandıklıda bulunan bir termal otelin terminal bölümünde yapılmıştır. Buraya kurulan düzenek Şekil de gösterilmiştir.



Sanayi atık ısı uygulaması Düzcede bulunan bir tesisin terminal bölümünde yapılmıştır. Buraya kurulan düzenek Şekil’de gösterilmiştir.



Ev kombisi uygulaması, ATEAIJ projesi kapsamında gerçekleştirilen termoelektrik jeneratörün kombi uygulaması Antalya ilinde aktif kullanılmakta olan bir daireye ait çalışan bir kombi üzerinde yapılarak görsel olarak kayda geçirilmiştir. Uygulama kış mevsiminde yapıldığından kombinin kalorifer hattına 2 modüllü deney düzenek jeneratörü, sıcak su hattına ise 16 modüllü deney düzenek jeneratörü bağlanmıştır.



Instead of a conclusion

Bu proje, Türkiye için stratejik bir öneme sahiptir. Hem Türkiye’nin enerji güvenliğine katkı sağlayacak hem de ülkenin teknoloji alanında bağımsızlığını güçlendirecektir. Proje kapsamında, Türkiye’de ilk kez termoelektrik yarıiletkenler ve termoelektrik modüller seri olarak üretilecektir. Bu sayede Türkiye, dünyada en önemli yarıiletken teknolojilerine sahip gelişmiş ülkeler arasında yer alacaktır.

Termoelektrik jeotermal, güneş ve atık ısı santralleri, çevre dostu tesisler olarak öne çıkmaktadır. Bu santraller, ısıyı doğrudan elektriğe dönüştürerek ısı kirliliğini ortadan kaldıracaktır. Ayrıca proje, Türkiye’de yeni termoelektrik sanayi alanlarının gelişimine olanak sağlayarak istihdamın artırılmasına önemli bir katkı sunacaktır.

Termoelektrik Akıllı TEJ tesisleri, yalnızca elektrik üretimi yapmakla kalmayacak, aynı zamanda soğutma, yalıtım ve sıcak su üretimi gibi işlevleri de üstlenecektir. Bu işlemler, gelişmiş akıllı teknolojilerle gerçekleştirilecektir. Böylece, bu faaliyetler için harcanan maliyetler tesisin içinde kalacak ve TEJ santralının genel işletme maliyetleri düşecektir.

Acknowledgments

Bu çalışma TES Ltd şirketi tarafından desteklenmiştir.

LIST OF REFERENCES

1. Ahiska, R. (2007). New method for study dynamic exit properties of thermoelectric modules. J. Fac. Eng. Arch. Gazi Univ.–22, 709.
2. Ahiska, R., Mamur, H., & Ullis, M. (2011). Modelling and experimental study of thermoelectric module as generator. Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 26(4).
3. Ahiska, R.(2012). Comparison of thermoelectric generator systems and photovoltaic systems in energy production. In Project Based Mechatronics Training Workshop, MKT2012 (Vol. 6).
4. Ahiska, R., & Mamur, H. (2013). Design and implementation of a new portable thermoelectric generator for low geothermal temperatures. IET Renewable Power Generation, 7(6), 700-706.
5. Baranowski, L. L., Snyder, G. J., & Toberer, E. S. (2012). Concentrated solar thermoelectric generators. Energy &

Environmental Science, 5(10), 9055-9067.

6. Bierschenk, J., (2008) “Optimized thermoelectric for energy harvesting applications”, *17th International Symposium on the Applications of Ferroelectrics ISAF 2008, Santa Re*, 1–4 (2008).
7. Champier, D., Bedecarrats, J. P., Rivaletto, M., & Strub, F. (2010). Thermoelectric power generation from biomass cook stoves. *Energy*, 35(2), 935-942.

1.4. О стабилизации движения квадрокоптера по данным GPS

Р.Г. Джафаров^{1,2,3,а)}, М.М.Муталлимов^{4,5,б)}

¹Институт физических проблем,
Бакинский государственный университет,
ул. З.Халилова, 23, AZ1148 Баку, Азербайджан

²Кафедра теоретической физики,
физический факультет,
Бакинский государственный университет, ул. З.Халилова, 23,
AZ1148 Баку, Азербайджан

³ISAAC GROUP ACADEMY

⁴Институт прикладной математики, Бакинский государственный университет, ул. З.Халилова, 23, AZ1148 Баку, Азербайджан

⁵Институт информационных технологий,
Министерство Науки и Образования Республики Азербайджан, ул. Б. Вахабзаде, 9А,
AZ1141 Баку, Азербайджан

e-mail: ^{а)} r.g.jafarov@gmail.com , ^{б)} mutallim@mail.ru

В докладе будут обсуждаться общие принципы стабилизации полета квадрокоптером с использованием данных спутниковой навигационной системы GPS.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, квадрокоптер, стабилизации движением, спутниковая навигационная система GPS, LQG-задача.

Использование в последнее время беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), в том числе и квадрокоптеров в различных областях деятельности жизни, особенно в военной сфере привлекли внимание ученых и специалистов к

этим видам летательных аппаратов. Благодаря развитию современных математических пакетов прикладных программ в настоящее время разрабатываются различные подходы по управлению и стабилизации движений этих летательных аппаратов. Отметим, что наряду с разработкой математического моделирования и управления движением квадрокоптера [1, 2], особое место занимает задачи стабилизации и построения оптимальных регуляторов [3, 4]. Так, например, в работе [5] построен регулятор для управления и стабилизации движением квадрокоптера в трехмерном пространстве. Однако, в этой и многих прочих работах подразумевается, что все координаты движения летательного аппарата известны или измеряются точно и нет никаких случайных воздействий. А на практике в математической модели присутствуют случайные воздействия и при наблюдении или при измерении имеются случайные ошибки. В таких случаях невозможно применять методик, изложенных в работах [3-5]. Приходится применять другие методы построения оптимальных регуляторов. Одним способом построения таких регуляторов возможно через решения задачи построения оптимальных регуляторов и фильтров для линейно-квадратичной гауссовой (ЛКГ) задачи в установившемся режиме, которое изложена в [6-8] для непрерывного случая, т.е. уравнение и наблюдение задаются в непрерывном виде. Используя метод построения оптимальных регуляторов и фильтров для линейно-квадратичной гауссовой (ЛКГ) задачи постараемся решать проблему стабилизации полета квадрокоптером с использованием данных спутниковой навигационной системы GPS. Отметим, что при решении задачу стабилизации полета квадрокоптером по данным GPS, наблюдение движением квадрокоптера осуществляется дискретно, иными словами, данные от спутниковой навигационной системы получается по дискретному времени через некоторой промежутки времени. Поэтому, целесообразно использовать дис-

кретную линейно-квадратичную гауссовую задачу. В работе [9] разработан алгоритм построения оптимальных регуляторов и фильтров для дискретной линейно-квадратичной гауссовой задачи в установившемся режиме в более общем случае, чем в [7, 8].

В предлагаемой работе на базе математической модели движения квадрокоптера [1, 2] рассматривается три различных дискретных линейно-квадратичной гауссовых задач, которых можно решать параллельно независимо друг от друга. Сначала как в работах [2, 5] предлагается алгоритм управления высотой полета по оси z и углом рыскания ψ . Далее, разрабатываются алгоритмы управления движением по оси y и углом крена φ , а также управления движением квадрокоптера по оси x и углом тангажа θ . В качестве наблюдения используются данные спутниковой навигационной системы GPS, а точнее координаты (x, y, z) центра тяжести квадрокоптера, а также проекции скорости летательного аппарата по координатным осям. Отметим, что при наблюдении только одну из них соответствующая задача оказывается неразрешенной.

1. Постановка задачи.

Допустим, что летательный аппарат в качестве квадрокоптера движется относительно неподвижной инерциальной системы отсчета, связанной с Землей и заданной перпендикулярными друг другу координатными осями Ox , Oy и Oz , причем ось Oz направлена противоположно вектору силы тяжести. Задача заключается в том, что квадрокоптер перемещался из начальной точки (x_0, y_0, z_0) с начальными углами рыскания ψ_0 , крена φ_0 и тангажа θ_0 к заданной точке (x_d, y_d, z_d) с заданными углами рыскания ψ_d , крена φ_d и тангажа θ_d . Как мы отметили во введении, эта задача в детерминированном случае решены в работах [3-5]. Сейчас используя метод построения оптимальных регуляторов и фильтров для линейно-квадратичной гауссовой (ЛКГ) задачи по-

пытаемся решать проблему стабилизации полета квадрокоптером с использованием данных спутниковой навигационной системы GPS. Как показана в [3-5] математическая модель движения такого летательного аппарата описывается следующей системой обыкновенных дифференциальных уравнений

$$m\ddot{x} = -u \sin \theta, \quad (1)$$

$$m\ddot{y} = u \cos \theta \sin \varphi, \quad (2)$$

$$m\ddot{z} = u \cos \theta \cos \varphi - mg, \quad (3)$$

$$\ddot{\psi} = \tilde{\tau}_\psi, \quad (4)$$

$$\ddot{\theta} = \tilde{\tau}_\theta, \quad (5)$$

$$\ddot{\varphi} = \tilde{\tau}_\varphi. \quad (6)$$

Здесь m – масса аппарата квадрокоптера, $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ – ускорение силы тяжести, u , а также $\tilde{\tau}_\psi, \tilde{\tau}_\theta, \tilde{\tau}_\varphi$ – управляющие воздействия, которые являются функциями подъемных сил f_i i -го двигателя M_i ($i = 1, 4$). Необходимо отметить, что воздействие u , используется для управления высотой положения аппарата, а управление $\tilde{\tau}_\psi$ позволяет стабилизировать угол рыскания. Согласно [3-5], воздействия $\tilde{\tau}_\theta$ и $\tilde{\tau}_\varphi$ используются для управления углами θ и φ , и перемещением аппарата по осям x и y соответственно. Как показано в [5] предположении $\cos \theta \cos \varphi \neq 0$ и после соответствующей квазилинеаризации для управления высотой полета z и углом рыскания ψ аппарата имеем следующие соотношения:

$$\dot{P}^1(t) = \tilde{F}_1 P^1(t) + \tilde{F}_1 u^1(t) + \omega^1(t), \quad P^1(t_0) = P_0^1, \quad (7)$$

где $\omega^1(t)$ – ошибка при квазилинеаризации,

$$P^1(t) = \left[z(t) - z_d, \frac{d}{dt}(z(t) - z_d), \psi(t) - \psi_d, \frac{d}{dt}(\psi(t) - \psi_d) \right],$$

а

$$\tilde{F}_1 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad \tilde{G}_1 = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad u^1(t) = \begin{bmatrix} \tau_z \\ \tau_\psi \end{bmatrix}.$$

Наблюдение за движением по оси z осуществляется через

$$s^1(\tau) = H^1 P^1(\tau) + v^1(\tau) \quad (8)$$

для $\tau \leq t$, где v^1 - случайные погрешности измерения.

Требуется найти такое управляющее воздействие u^1 как функция от наблюдения s^1 , которое минимизирует квадратичный функционал

$$J_1 = E \left\{ \frac{1}{2} \int_0^\infty [(P^1)^T (u^1)^T] \begin{bmatrix} A_1 & N_1 \\ (N_1)^T & B_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P^1 \\ u^1 \end{bmatrix} dt \right\}. \quad (9)$$

Отметим, полученная задача (7)-(9) является линейно-квадратичной гауссовой задачей.

Аналогично, для управления движением по оси y и углом крена φ получаем следующую линейно-квадратичную гауссовую задачу

$$\begin{aligned} \dot{P}^2(t) &= \tilde{F}_2 P^2(t) + \tilde{G}_2 u^2(t) + \omega^2(t), & P^2(t_0) &= P_0^2, & (10) \\ P^2(t) &= \left[(y(t) - y_d), \frac{d(y(t) - y_d)}{dt}, \right. \\ &\quad \left. (\varphi(t) - \varphi_d), \frac{d(\varphi(t) - \varphi_d)}{dt} \right]^T \end{aligned}$$

$$\tilde{F}_2 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & g & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad \tilde{G}_2 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad u_\tau^2(t) = \tau_\varphi,$$

$$s^2(\tau) = H^2 P^2(\tau) + v^2(\tau), \quad \tau \leq t, \quad (11)$$

$$J_2 = E \left\{ \frac{1}{2} \int_0^\infty [(P^2)^T (u^2)^T] \begin{bmatrix} A_2 & N_2 \\ (N_2)^T & B_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P^2 \\ u^2 \end{bmatrix} dt \right\}. \quad (12)$$

Точно так же, получаем линейно-квадратичную гауссовую задачу для управления движением по оси x и углом тангажа θ

$$\dot{P}^3(t) = \tilde{F}_3 P^3(t) + \tilde{G}_3 u^3(t) + \omega^3(t), \quad P^3(t_0) = P_0^3, \quad (13)$$

$$P^3(t) = \left[(x(t) - x_d), \frac{d(x(t) - x_d)}{dt}, (\theta(t) - \theta_d), \frac{d(\theta(t) - \theta_d)}{dt} \right]^T,$$

$$\tilde{F}_3 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & g & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad \tilde{G}_3 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad u^3(t) = \tau_\theta,$$

$$s^3(\tau) = H^3 P^3(\tau) + v^3(\tau), \quad \tau \leq t, \quad (14)$$

$$J_3 = E \left\{ \frac{1}{2} \int_0^\infty [(P^3)^T (u^3)^T] \begin{bmatrix} A_3 & N_3 \\ (N_3)^T & B_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P^3 \\ u^3 \end{bmatrix} dt \right\}. \quad (15)$$

Поставленные выше линейно-квадратичные гауссовы задачи (7)-(9), (10)-(12) и (13)-(15) являются непрерывными задачами. Это означает, что наблюдение должно осуществляться в любых значениях времени. Однако, данные от GPS получается в дискретно, т.е. через некоторого дискретного времени. И поэтому, целесообразно, с помощью аппроксимации необходимо привести непрерывные задачи к дискретным, а затем решать полученные дискретные линейно-квадратичные гауссовы задачи.

Отметим, что в работе [7] предложен алгоритм построения оптимальных регуляторов и фильтров для линейно-квадратичной гауссовой задачи в установившемся режиме. Для наглядности приведем некоторые факты из этой работы.

Пусть движение объекта описывается уравнение

$$x_{i+1} = \Phi x_i + \Gamma u_i + \omega_i, \quad (16)$$

и во временном состоянии i проводится измерения z_i , которые линейно связаны с состоянием траектории x_i

$$z_i = H x_i + v_i \quad (17)$$

где ω_i - вектор случайных внешних возмущений, а v_i - вектор случайных погрешностей измерений, которые предпола-

гаются гауссовыми случайными величинами типа «белый шум». Кроме того, как в [6] математические ожидания для случайных величин x_0 , ω_i и v_i имеют вид

$$E(\omega_i) = E(v_i) = E(x_0) = 0, \quad (18)$$

а корреляционные матрицы определены в виде

$$E \left\{ \begin{bmatrix} \omega_i \\ v_i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_j^T & v_j^T \end{bmatrix} \right\} = \begin{bmatrix} Q & 0 \\ 0 & R \end{bmatrix} \delta_{ij} \quad (19)$$

$$E\{x_0 x_0^T\} = P_0, \quad E\{x_0 v_j^T\} = E\{x_0 \omega_j^T\} = 0 \quad (20)$$

Требуется найти такое управляющее воздействие u_i как функция от наблюдения z_i , которое минимизирует квадратичный функционал

$$J = E \left\{ \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{\infty} [x_i^T u_i^T] \begin{bmatrix} A & N \\ N^T & B \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_i \\ u_i \end{bmatrix} \right\} \quad (21)$$

Для решения линейно-квадратичной гауссовой задачи (16)-(21) в работе [7] предложен следующий алгоритм.

Алгоритм.

6. Формируются матрицы Φ , Γ , H , Q , R , A , B , N .

7. Решается МАУР

$$S = \Phi^T S \Phi - C^T (B + \Gamma^T S \Gamma) C + A \quad (22)$$

и находится положительно-определенное решение - матрица S .

8. Решается МАУР

$$M = \Phi M \Phi^T - \Phi M H^T (H M H^T + R)^{-1} H M^T \Phi^T + Q \quad (23)$$

и находится положительно-определенное решение - матрица M .

9. Формируются матрицы C из

$$C = (\Gamma^T S \Gamma + B)^{-1} (\Gamma^T S \Phi + N^T) \quad (24)$$

и K из

$$K = M H^T (H M H^T + R)^{-1} \quad (25)$$

10. Определяется оптимальная оценка \hat{x}_i из

$$\hat{x}_{i+1} = [\Phi - K N \Phi] \hat{x}_i + [\Gamma - K N \Gamma] u_i + K z_{i+1}, \quad \hat{x}_0 = 0 \quad (26)$$

и оптимальный регулятор u_i из

$$u_i = -C\hat{x}_i. \quad (27)$$

Для того, чтобы применять алгоритм построения оптимальных регуляторов и фильтров для линейно-квадратичной гауссовой задачи (16)-(21) в установившемся режиме приведем посредством аппроксимации непрерывные линейно-квадратичные гауссовые задачи (7)-(9), (10)-(12) и (13)-(15) к дискретным линейно-квадратичным гауссовым задачам вида (16)-(21). Сначала аппроксимируем задачу (7)-(9) для управления высотой полета z и углом рыскания ψ . Обозначая $t_i = t_0 + i \cdot \Delta t$, $P_i^1 = P^1(t_i)$, $u_i^1 = u^1(t_i)$ и аппроксимируя $\dot{P}^1(t)$ как

$$\dot{P}^1(t_i) = \frac{d}{dt} P^1(t_i) \approx \frac{P_{i+1}^1 - P_i^1}{\Delta t},$$

из (7) получим

$$P_{i+1}^1 = \Phi^1 P_i^1 + \Gamma^1 u_i^1 + \omega_i^1 \quad (28)$$

где $\Phi^1 = E + \Delta t \tilde{F}_1^1$, $\Gamma^1 = \tilde{G}_1^1$.

Предположим, наблюдение через спутниковой навигационной системы GPS осуществляется формулой

$$s_i^1 = H^1 P_i^1 + v_i^1 \quad (29)$$

где $H^1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$. А это означает, что GPS измеряет координаты и скорость движения аппарата по оси z . При дискретизации функционал (9) переходит

$$J_1 = E \left\{ \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{\infty} [(P_i^1)^T (u_i^1)^T] \begin{bmatrix} A_1 & N_1 \\ (N_1)^T & B_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_i^1 \\ u_i^1 \end{bmatrix} \right\} \quad (30)$$

Далее, предположим, что выполняются аналогичные (18)-(20) условия при $x_0 = P_0^1$,

$\omega_i = \omega_i^1$, $v_i = v_i^1$, $A = A_1$, $B = B_1$, $N = N_1$, $Q = Q_1$, $R = R_1$.

Тогда если обозначать

$x_i = P_i^1$, $u_i = u_i^1$, $H = H^1$ и $s_i = s_i^1$ то задача (28)-(30) с дополнительными условиями перейдет к линейно-квадратичной гауссовой задаче (16)-(21), для которой можно

применять предложенный выше алгоритм. Параметры в условиях (18)-(20) определим в виде $Q_1 = 10^{-3}E_{4,4}$, $R_1 = E_{2,2}$, $A_1 = E_{4,4}$, $B_1 = E_{2,2}$, $N_1 = 0_{4,2}$, где $E_{k,k}$ – единичная матрица размерности $k \times k$, а $0_{k,l}$ – нулевая матрица размерности $k \times l$.

Аналогично, аппроксимируя задачи (10)-(12) и (13)-(15) мы получим следующие дискретные линейно-квадратичные гауссовы задачи, которые позволяют построить регуляторы для управления движением летящего аппарата соответственно по оси y с углом крена φ и по оси x и углом тангажа θ . Из задачи (10)-(12) при $P_i^2 = P^2(t_i)$,

$u_i^2 = u^2(t_i)$ получим

$$P_{i+1}^2 = \Phi^2 P_i^2 + \Gamma^2 u_i^2 + \omega_i^2 \quad (31)$$

где $\Phi^2 = E + \Delta t \tilde{F}_2$, $\Gamma^2 = \tilde{G}_2$.

$$s_i^2 = H^2 P_i^2 + v_i^2 \quad (32)$$

$$J_2 = E \left\{ \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{\infty} [(P_i^2)^T (u_i^2)^T] \begin{bmatrix} A_2 & N_2 \\ (N_2)^T & B_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_i^2 \\ u_i^2 \end{bmatrix} \right\} \quad (33)$$

В качестве параметров будем брать

$$H^2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad Q_2 = E_{4,4}, \quad R_2 = E_{2,2}, \quad A_2 = E_{4,4}, \quad B_2 = 1, \\ N_2 = [0 \ 0 \ 0 \ 0]^T.$$

Для задачи (13)-(15) при $P_i^3 = P^3(t_i)$, $u_i^3 = u^3(t_i)$ получим

$$P_{i+1}^3 = \Phi^3 P_i^3 + \Gamma^3 u_i^3 + \omega_i^3 \quad (34)$$

$\Phi^3 = E + \Delta t \tilde{F}_3$, $\Gamma^3 = \tilde{G}_3$.

$$s_i^3 = H^3 P_i^3 + v_i^3 \quad (35)$$

$$J_3 = E \left\{ \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{\infty} [(P_i^3)^T (u_i^3)^T] \begin{bmatrix} A_3 & N_3 \\ (N_3)^T & B_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_i^3 \\ u_i^3 \end{bmatrix} \right\} \quad (36)$$

$$H^3 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad Q_3 = E_{4,4}, \quad R_3 = E_{2,2}, \quad A_3 = E_{4,4}, \quad B_3 = 1, \\ N_3 = [0 \ 0 \ 0 \ 0]^T.$$

Данная задача решена для конкретного примера. Предполагается, что информация от спутниковой навигационной системы GPS поступает дискретно согласно вычисленным значениям заданной функции (красная линия в графике) и на основе этих данных разрабатывается алгоритм построения оптимальных регуляторов и фильтров для дискретной линейно-квадратичной гауссовой задачи в установившемся режиме и определяется движение квадрокоптера (синяя линия в графике).

Plot of motion of the quadrotor

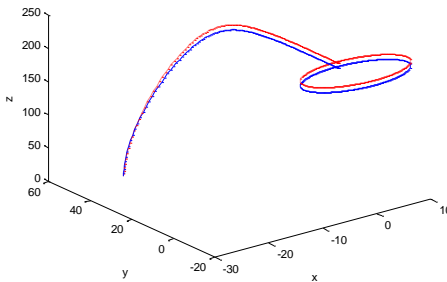


Рис.1. График движения квадрокоптера

ЛИТЕРАТУРА

1.Castillo P., Lozano R., Dzul A. Stabilization of a Mini Rotorcraft with Four Rotors // IEEE Control Systems Magazine. December, 2005. P. 45 – 55.

2. Larin V.B., Tunik A.A. Synthesis of the Quad-rotor Control Algorithms in the Basic Flight Modes // TWMS Journal of Pure and Appl. Math. 2018. **9**, N2. P. 147 – 158.
3. Larin V.B., Tunik A.A., Ilnytska S.I. Some algorithms for unmanned aerial vehicles navigation / Outskirts, 2020, 204 p.
4. Aliev F.A., Larin V.B., Veliyeva N.I. Algorithms of synthesis of optimal regulators / Outskirts, 2021, 202 p.
5. Aliev F.A., Mutallimov M.M., Tunik A.A., Veliyeva N.I., Rasulova U.Z., Mirsaabov S.M. Constructing an optimal controller for maneuver of quadrotor in 3-d space // TWMS J. Pure Appl. Math., V.13, N.2, 2022, pp.211-221.
6. Брайсон А., Хо Ю Ши. Прикладная теория оптимального управления / М.: Мир, 1972. 544 с.
7. Алиев Ф.А., Ларин В.Б., Науменко К.И., Сунцев В.Н. Оптимизация линейных инвариантных во времени систем управления / Киев: Наукова Думка, 1978, 327 с.
8. Ларин В.Б., Алиев Ф.А. О решении алгебраических уравнений Риккати. В сб. «Дискретные системы управления», 1973, с.15-39.
9. Муталлимов М.М., Джавадов Н.Г., Расулова У.З., Велиева Н.И., Алиев Ф.А. Алгоритм построения оптимальных регуляторов и фильтров для дискретной линейно-квадратичной гауссовой задачи в установившемся режиме // Proceedings of IAM, V.11, N.2, 2022, pp.113-119

1.5. Development of laser range finder using 1550 nm wavelength

Syed Javaid Iqbal, PhD
Associate Professor
Faculty of Engineering University
Putra Malaysia

In the name of Allah, Most Gracious, Most Merciful

This material presents a design for measuring distance using infra light at 1550nm. A lot of experience has been gained in amplifying optical signal at 1550nm, however, another kind of range finder is being presented. The wavelength of 1550nm is selected because it is not harmful to the human eyes; it has less atmospheric absorption which makes it performs better in free space. A 1550 nm has less attenuation in free space than 902 nm or 1064 nm. 1550 nm is also safer than 902 nm and 1064 nm laser. In our system a 1550 nm, pulsed laser is used. Pulsed power is amplified by Erbium Doped Fiber Amplifier (EDFA), which is pumped by 1480nm, getting a 53.15mW 1550nm signal laser. A portion of the power after passing through the 1550 nm coupler triggers the counter to start the count. Optical pulse is collimated before it propagates in a free space. The receiver detects the laser power reflected from the target. The reflected amplified signal is used to stop the counter.

The number of counts is proportional to time of flight. The resulting distance is calculated from the time of flight measured by the range finder. Since distance can be calculated this tends that, the velocity can be calculated.

From the results, it is observed that the error is due to the time delay of the photodetector, and using EDFA gave an advantage of power control.

BÖLMƏ II. FÖVQƏLADƏ HADİSƏLƏR VƏ NƏZƏRİ- MODELLƏR

2.1. Electron in a long-lived natural plasma structures as one-dimensional toy model

^{1,2,3, a)}Leyla A. Agamaliyeva and ^{3,4,5, b)}Rauf G. Jafarov,
^{3,6, c)}Kenan J. Salayev

¹Department of “Matter Structure” of Faculty of Physics
of State University, Z. Khalilov, 23, AZ1148, Baku, Azerbaijan

²”Azerbaijan University”., Baku, Azerbaijan

³ISAAC GROUP ACADEMY, Baku, Azerbaijan

⁴Department of “Theoretical Physics” of Faculty of Physics
of Baku State University, Z. Khalilov, 23, AZ1148, Baku,
Azerbaijan

⁵Institute for Physical Problems of Baku State University,
Z. Khalilov, 23, AZ1148, Baku, Azerbaijan

⁶Physics Faculty of Baku State University, Z. Khalilov, 23,
AZ1148, Baku, Azerbaijan

e-mail: ^{a)}ag.leyla@hotmail.com, ^{b)}r.g.jafarov@gmail.com ,

Keywords: *Magnetohydrodynamics, Alfvén waves, spectral problem.*

As modern trends in theoretical physics harmonic oscillator model has numerous applications in solid state physics, radio-physics, optics, particle and plasma physics and other fields of physics. Generally, considering oscillator models the following problems are of interest: the problem of two interacting harmonic oscillators in a non-linear mechanics, the problem of a multi-boundary non-relativistic oscillator in classical and quantum statistics, and the system of an infinite number of boundary relativistic quantum oscillators in quantum field theory. The purpose of our study is:
(1) Theoretical consideration of fluctuations in subsystems, as

electron oscillation in a conductor medium in a constant magnetic field.

(2) Studying solutions of the Schrödinger equation with external fields in cylindrical coordinate system.

(3) Studying energy spectra of the Schrödinger equation

An electromagnetic processes have a fundamental sense for a number of natural phenomena. The combination of the classical electrodynamics with hydrodynamics has resulted in magnetic hydrodynamics, which is directly related to plasma physics. When solving magnetic hydrodynamics equations in the form of a plane wave $\exp\{i(\vec{k}\vec{r} - \omega t)\}$ for propagating electron oscillations in the conductor medium located in the external uniform magnetic field, according to the dispersion law, the electron oscillation frequency ω substantially depends on the direction of the wave vector \vec{k} as $\omega = (4\pi\varphi)^{-1/2} \vec{H}\vec{k}$ i.e., the oscillation of the electron in the ideal conducting medium located in the constant magnetic field is, in principle, the oscillation of the electron in the Alfen wave [1, 2] propagating in the constant magnetic field.

To study this problem, we first determine the energy levels of the electron in the constant magnetic field following L.D. Landau [3]

Consider the problem of the electron oscillations in the conducting medium in a constant magnetic field, for the Hamiltonian

$$H = \frac{\left(\vec{p} + \frac{e}{c} \vec{A}\right)^2}{2M} + \frac{M \omega_A^2 \vec{r}^2}{2}, \text{ where } M \text{ is a mass; } e > 0 \text{ is the}$$

electron charge and $\omega_A = \frac{1}{\sqrt{4\pi\varphi_{Fluid}}} \vec{B}\vec{k}$ is the frequency plasma

potential is the oscillation frequency of an electron in a conductor (in the Alfen medium takes the form

$$\frac{M \omega_A^2 \vec{r}^2}{2} = \frac{M \vec{r}^2}{8\pi\varphi_{Fluid}} (\vec{B}\vec{k})^2, \rho_{Fluid} \text{ is a density of the fluid)..}$$

In cylindrical polar coordinates with the z -axis in the direction of the magnetic field, the vector potential has component $A_\phi = \frac{1}{2}B\rho$, $A_z = A_\rho = 0$ and based on some simple postulations, we determine and Schrödinger equation:

$$-\frac{\hbar^2}{2M} \left[\frac{\partial^2 \psi}{\partial \rho^2} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial \psi}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial \phi^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} \right] - i\hbar \frac{\omega_B}{2} \frac{\partial \psi}{\partial \phi} + \frac{M\omega_B^2}{8} (\rho^2 + z^2) \psi - \frac{M\omega_{BA}^2}{2} (\rho^2 + z^2) \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} - E\psi = 0. \quad (1)$$

Here $\omega_B = \frac{eB_z}{Mc}$ and $v_A = \frac{B}{\sqrt{4\pi\rho_{Fluid}}}$ is the Alfven speed.

We seek a solution in following form

$$\psi(\rho, \phi, z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{im\phi} e^{\frac{i}{\hbar}p_z z} R(\rho), \quad (2)$$

$$\frac{\hbar^2}{2M} \left(R'' + \frac{1}{\rho} R' \right) + \left[E - \hbar m \frac{\omega_B}{2} - \frac{\hbar^2}{2M} \frac{m^2}{\rho^2} - \frac{p_z^2}{2M} - \frac{M\omega_B^2}{8} (\rho^2 + z^2) - \frac{Mp_z^2 v_A^2}{2\hbar^2} (\rho^2 + z^2) \right] R = 0, \quad (3)$$

where m is a magnetic quantum number. This equation is identic to formula (2) (see [3, p.535]). In our equation, two additional terms arise, like, $-\frac{M\omega_B^2}{8} z^2$ and $-\frac{Mp_z^2 v_A^2}{2\hbar^2} (\rho^2 + z^2)$, which significantly complicates the radial part of the equation. By introducing the new independent variable

$$\xi = \frac{M\omega_B}{2\hbar} \rho^2 \quad (4)$$

and we rewrite equation (4) in the form

$$\xi \frac{d^2 R(\xi)}{d\xi^2} + \frac{dR(\xi)}{d\xi} + \left[-\left(\frac{1}{4} + \frac{p_z^2 v_A^2}{\hbar^2 \omega_B^2} \right) \xi + \beta - \frac{m^2}{4\xi} \right] R_\xi = 0, \quad (5)$$

where

$$\beta = \frac{1}{\hbar\omega_B} \left(E - \frac{p_z^2}{2M} - \frac{Mp_z^2 v_A^2}{2\hbar^2} z^2 - \frac{M\omega_B^2}{8} z^2 \right) - \frac{m}{2}. \quad (6)$$

At $\xi \rightarrow \infty$ the desired function behaviors as $e^{-\xi/2}$, and at $\xi \rightarrow 0$ as $\xi^{\frac{m}{2}}$. According to this considerations, we search the solution of (5) in the form

$$R(\xi) = e^{-\frac{\xi}{2}} \xi^{\frac{|m|}{2}} w(\xi) \quad (7)$$

and substituting into Eqs.(5) we obtain the equation of a degenerated hypergeometric function

$$\xi \frac{d^2 w(\xi)}{d\xi^2} + (|m|+1-\xi) \frac{dw(\xi)}{d\xi} - \Omega_A \xi w(\xi) + \left(\beta - \frac{|m|+1}{2} \right) w(\xi) = 0, \quad (8)$$

where $c = |m|+1$ and

$$\Omega_A = \frac{M^2 c^2}{4\pi e^2 \hbar^4} \cdot \frac{p_z^4}{\rho_{liq}}. \quad (9)$$

The general solution of this equation is well known (for the analytical continuation see, for example, [4]).

Introducing

$$w(\xi) = e^{\frac{1}{2}[1-\sqrt{1+\Omega_A}]\xi} z(\zeta). \quad (10)$$

$$\zeta = -\sqrt{1+\Omega_A} \cdot \xi \quad (11)$$

is reduced to solving the differential equation of Kummer type. For the new desired function $z(\zeta)$ (see [4]) we find

$$z(\zeta) = {}_1F_1(B; |m|+1; \zeta), \quad (12)$$

where

$$B = \frac{1}{\sqrt{1+\Omega_A}} \times \left\{ \frac{|m|+1}{2} \left[1 + \sqrt{1+\Omega_A} \right] + \frac{M}{2c\hbar^2} \Omega_B^{-1} \left(E - \frac{p_z^2}{2M} \right) - \frac{\Omega_B}{4} (1+\Omega_A) z^2 - \frac{|m|+m+1}{2} \right\} \quad (13)$$

$$\text{and } \Omega_B = \frac{e}{2c\hbar} \cdot B_z.$$

The solution of equation (12) takes the form:

$$w(\xi) = {}_1F_1(B; |m|+1; -\sqrt{1+\Omega_A} \cdot \xi) \cdot e^{\frac{1}{2} [1 - \sqrt{1+\Omega_A}] \xi}. \quad (14)$$

As a result of the too strong postulate within the framework of the traditional exposition of quantum mechanics in the interval from $-\infty$ to $+\infty$ about the finiteness of the wave function, the expression for B (13) and function (14) must be a non-negative integer n_ρ . In this case, the energy levels are given by the formula

$$E = \frac{2c\hbar}{M} \Omega_B \left[n_\rho + \frac{|m|+m+1}{2} - \frac{|m|+1}{2} \left[1 + \sqrt{1+\Omega_A} \right] + \frac{\Omega_B}{4} (1+\Omega_A) z^2 \right] + \frac{p_z^2}{2M},$$

where the first term, the Landau level gives discrete energy values corresponding to the motion in the plane xy perpendicularly to the field B_z . The radial wave functions corresponding to these levels

$$R(\xi) = \xi^{\frac{|m|}{2}} \cdot e^{-\frac{\sqrt{1+\Omega_A}}{2} \cdot \xi} \cdot {}_1F_1(B; |m|+1; -\sqrt{1+\Omega_A} \cdot \xi), \quad (15)$$

In the variables ρ

$$R_{n_\rho m}(\rho) = C \cdot \Omega_B^{\frac{1}{2}|m|} \rho^{|m|} \cdot e^{-\frac{\Omega_B}{2} \sqrt{1+\Omega_A} \cdot \rho^2}.$$

$${}_1F_1\left(\frac{1}{\sqrt{1+\Omega_A}}\left\{\frac{|m|+1}{2}[1+\sqrt{1+\Omega_A}]+\frac{M\Omega_B^{-1}}{2ch^2}\left(E-\frac{p_z^2}{2M}\right)-\frac{\Omega_B(1+\Omega_A)}{4}z^2-\frac{|m|+m+1}{2}\right\};|m|+1;-\sqrt{1+\Omega_A}\rho^2\right) \quad (16)$$

is normed by the condition $C \cdot \Omega_B^{\frac{1}{2}|m|} \int_0^\infty R^2 \rho d\rho = 1$.

Taking only the leading order term in the polynomial (16) [4] for the normalizing coefficient of the radial functions, we find

$$C = \cdot \frac{\sqrt{2|m|}}{\sqrt{\Omega_B^{|m|}(1+\Omega_A)^{\frac{|m|+1}{2}}}}, \quad |m| = 1, 2, \dots \quad C = \cdot \frac{\sqrt{2\Gamma(|m|+1)}}{\sqrt{\Omega_B^{|m|}(1+\Omega_A)^{\frac{|m|+1}{2}}}},$$

, $|m|+1 > 0$

Acknowledgment. One of author (RGJ) thanks to Teymuraz Nadareishvili for his useful advice.

REFERENCES

1. Landau L.D., Lifshits E.M. Electrodynamics of Continuous Media. Moscow: Nauka, 1982 (Second Edition), 620 p.
2. Alfven G., Felthammar K.-G. Space Electrodynamics. Moscow: Mir, 1967 (Second Edition), 260 p.
3. Landau L.D., Lifshits E.M. Quantum Mechanics (Non-relativistic Theory). Moscow: Nauka, 1989 (Fourth Edition), Volume III, 495 p.
4. Beitman G., Erdeyi A. Higher Transcendental Functions. Moscow: Nauka, 1973 (Second Edition), Volume I, 294 p.

2.2. Модель социального благосостояния и критерии оптимизации

Садыгов И.М.

Институт Экономики Министерства Науки и
Образования Республики Азербайджан
ilgarsadigov@hotmail.com

В работе рассмотрены оптимизационные модели двухставочного тарифа на продукцию и услуги естественных монополий. В работе учитываются нижняя и верхняя границы тарифа в экономике. В работе также рассматривается задача нахождения максимума функции общественного благосостояния при условии безубыточности фирмы, неотрицательности цены и неотрицательности средней прибыли фирмы.

Ключевые слова: доход, тариф, экономико-математическая модель, оптимизация.

AMS Subject Classification: 90C31

Предположим, что спрос потребителей на продукт естественной монополии зависит не только от цены на данный продукт, но и от параметра θ , позволяющего различать потребителей по их приверженности к данному продукту. На практике таким параметром может быть доход потребителей. Поэтому в дальнейшем параметр θ будем называть доходом. Обозначим через $Q = Q(p, \theta)$ функцию спроса потребителей с доходом θ . Причем, функция спроса удовлетворяет условию сильной монотонности по θ : если $\theta_1 > \theta_2$, то $Q(p, \theta_1) > Q(p, \theta_2)$ для любой цены p . Условие сильной монотонности означает, что потребитель с большим значением параметра θ купит большее количество продукта при любой цене p . Доход бу-

дем рассматривать как случайную величину с известной функцией распределения $G(x)$ и плотностью распределения $g(x)$. Тогда доля потребителей, имеющих доход меньше, чем x равна $G(x)$, а доля потребителей, имеющих доход в интервале $[x, x + \Delta x]$, приблизительно равна $g(x)\Delta x$.

Предположим, что потребителям предложен двухставочный тариф с платой за подключение ε и предельной ценой P . Максимизируя свой излишек, потребитель со значением дохода θ приобретет $Q = Q(P, \theta)$ единиц товара. Пусть $\rho(q, \theta)$ – обратная функция спроса. Значение функции $\rho(Q, \theta)$ представляет собой цену, которую покупатель с доходом θ готов заплатить за Q единиц товара. Для вычисления излишка этого покупателя проинтегрируем разность между его готовностью платить за q единиц товара $\rho(q, \theta)$ и реально уплаченной ценой P по всем единицам приобретенного товара. Далее вычтем из полученной величины входную плату ε . Получим излишек покупателя (см. [1, с.76]):

$$S(P, \varepsilon, \theta) = \int_0^{Q(P, \theta)} (\rho(q, \theta) - P) dq - \varepsilon = \int_0^{Q(P, \theta)} \rho(q, \theta) dq - PQ(P, \theta) - \varepsilon.$$

Вычислим средний излишек покупателей при двухставочном тарифе (P, ε) . Обозначим через $\theta_0 = \theta_0(P, \varepsilon)$ значение дохода, при котором покупатель получает нулевой излишек при тарифе (P, ε) : $S(P, \varepsilon, \theta_0) = 0$, т.е $S(P, \varepsilon, \theta_0(P, \varepsilon)) = 0$. Все покупатели со значением дохода $\theta < \theta_0(P, \varepsilon)$ не будут совершать покупку при тарифе (P, ε) , так как их излишек при этом тарифе отрицателен. Будем называть доход $\theta_0(P, \varepsilon)$ предельным доходом. Через θ_{\max} обозначим наибольшее из возможных значений дохода θ . Проинтегрируем излишки потребителей со всеми возможными значениями дохода θ (от $\theta_0(P, \varepsilon)$ до θ_{\max})

с весами, равными плотностям вероятности для этих значений.

Получим средний потребительский излишек при двухставочном тарифе (P, ε) :

$$S(P, \varepsilon) = \int_{\theta_0(P, \varepsilon)}^{\theta_{\max}} S(P, \varepsilon, x)g(x)dx .$$

Чем многочисленнее группа потребителей с некоторым значением дохода q , тем с большим весом входит излишек этой группы потребителей в общий потребительский излишек. Предположим, что функция издержек естественной монополии (ЕМ) линейна: $C(Q) = F + cQ$, где F - постоянные издержки, c - предельные издержки. Тогда излишек производителя, полученный естественной монополией при обслуживании потребителя со значением дохода $\theta > \theta_0(P, \varepsilon)$, равен

$$\Pi(P, \varepsilon, \theta) = PQ(P, \theta) + \varepsilon - c \cdot Q(P, \theta) = (P - c)Q(P, \theta) + \varepsilon .$$

Тогда средняя прибыль фирмы при двухставочном тарифе (P, ε) составит величину (см. [1, с.77]):

$$\Pi(P, \varepsilon) = \int_{\theta_0(P, \varepsilon)}^{\theta_{\max}} \Pi(P, \varepsilon, x)g(x)dx - F .$$

Рассмотрим задачу нахождения максимума функции общественного благосостояния $W(P, \varepsilon) = S(P, \varepsilon) + \Pi(P, \varepsilon)$ при условии безубыточности фирмы, неотрицательности цены и неотрицательности средней прибыли фирмы:

$$\begin{cases} \max_{P \in [0, b_1], \varepsilon \in [0, b_2]} W(P, \varepsilon), \\ \Pi(P, \varepsilon) \geq 0. \end{cases}$$

Рассмотрим эквивалентную задачу

$$\min_{P \in [0, b_1], \varepsilon \in [0, b_2]} \left\{ F - \int_{\theta_0(P, \varepsilon)}^{\theta_{\max}} ((P - c)Q(P, x) + \varepsilon)g(x)dx - \int_{\theta_0(P, \varepsilon)}^{\theta_{\max}} \left(\int_0^{Q(P, x)} \rho(q, x)dq - PQ(P, x) - \varepsilon \right)g(x)dx \right\},$$

$$F - \int_{\theta_0(P, \varepsilon)}^{\theta_{\max}} ((P - c)Q(P, x) + \varepsilon)g(x)dx \leq 0. \quad (1)$$

Предположим, что задача (1) является регулярной. Тогда функции Лагранжа имеет вид:

$$L(P, \varepsilon, \lambda) = F - \int_{\theta_0(P, \varepsilon)}^{\theta_{\max}} \Pi(P, \varepsilon, x)g(x)dx - \int_{\theta_0(P, \varepsilon)}^{\theta_{\max}} S(P, \varepsilon, x)g(x)dx + \lambda \left(F - \int_{\theta_0(P, \varepsilon)}^{\theta_{\max}} \Pi(P, \varepsilon, x)g(x)dx \right) =$$

$$= (1 + \lambda) \left(F - \int_{\theta_0(P, \varepsilon)}^{\theta_{\max}} ((P - c)Q(P, x) + \varepsilon)g(x)dx \right) - \int_{\theta_0(P, \varepsilon)}^{\theta_{\max}} \left(\int_0^{Q(P, x)} \rho(q, x)dq - PQ(P, x) - \varepsilon \right)g(x)dx.$$

Обозначим $\bar{Q}(P, \varepsilon) = \int_{\theta_0(P, \varepsilon)}^{\theta_{\max}} Q(P, x)g(x)dx$ -спроса при двухставочном тарифе (P, ε) .

Пусть функция $\theta_0(P, \varepsilon)$ непрерывно дифференцируема при $P \in [0, b_1], \varepsilon \in [0, b_2]$, частная производная $\frac{\partial}{\partial P} Q(P, x)$ непрерывна при $P \in [0, b_1]$ и $x \in [0, \theta_{\max}]$, $Q(P, x)$, $\rho(q, x)$ и $g(x)$ непрерывные функции при $P \in [0, b_1], \varepsilon \in [0, b_2], q \in [0, \theta_{\max}]$ и $x \in [0, \theta_{\max}]$. Считаем, что $0 \leq \theta_0(P, \varepsilon) \leq \theta_{\max}$ при $P \in [0, b_1], \varepsilon \in [0, b_2]$ (см. [1]).

Так как $\Pi(P, \varepsilon, \theta(P, \varepsilon)) = (P - c)Q(P, \theta(P, \varepsilon)) + \varepsilon$, то обозначив

$$(1 - G(\theta_0(P, \varepsilon))) = \int_{\theta_0(P, \varepsilon)}^{\theta_{\max}} g(x)dx,$$

$$\bar{Q}(P, \varepsilon) = \int_{\theta_0(P, \varepsilon)}^{\theta_{\max}} Q(P, x)g(x)dx \quad \text{и} \quad \bar{Q}_p(P, \varepsilon) = \int_{\theta_0(P, \varepsilon)}^{\theta_{\max}} \frac{\partial}{\partial P} Q(P, x)g(x)dx \quad \text{имеем,}$$

что

$$\frac{\partial}{\partial P} L(P, \varepsilon, \lambda) = (1 + \lambda) \Pi(P, \varepsilon, \theta_0(P, \varepsilon))g(\theta_0(P, \varepsilon)) \frac{\partial}{\partial P} \theta_0(P, \varepsilon) - (1 + \lambda)(P - c)\bar{Q}_p(P, \varepsilon) - \lambda \bar{Q}(P, \varepsilon)$$

,

$$\frac{\partial}{\partial \varepsilon} L(P, \varepsilon, \lambda) = (1 + \lambda) \Pi(P, \varepsilon, \theta_0(P, \varepsilon)) g(\theta_0(P, \varepsilon)) \frac{\partial}{\partial \varepsilon} \theta_0(P, \varepsilon) - \lambda (1 - G(\theta_0(P, \varepsilon))).$$

Величина $(1 - G(\theta_0(P, \varepsilon))) = \int_{\theta_0(P, \varepsilon)}^{\theta_{\max}} g(x) dx$ представляет собой долю участников данного рынка при двухставочном тарифе (P, ε) по отношению к совокупной численности всех потребителей.

Теорема 1. Если (P, ε) является оптимальным решением задачи (1), то выполняется система:

$$\frac{\partial}{\partial P} L(P, \varepsilon, \lambda) \begin{cases} = 0: P \in (0, b_1) \\ \geq 0: P = 0, \\ \leq 0: P = b_1 \end{cases} \quad (2)$$

$$\frac{\partial}{\partial \varepsilon} L(P, \varepsilon, \lambda) \begin{cases} = 0: \varepsilon \in (0, b_2), \\ \geq 0: \varepsilon = 0, \\ \leq 0: P = b_2 \end{cases} \quad (3)$$

и выполняется равенство $\lambda (F - \int_{\theta_0(P, \varepsilon)}^{\theta_{\max}} ((P - c)Q(P, x) + \varepsilon)g(x)dx) = 0$.

Из теоремы 1 следует, что необходимо составить четыре систем путем попарного комбинирования соотношений из (2), (3). Затем требуется найти решения каждой такой системы и каким-то образом исследовать их на оптимальность.

Литература

1. Зайцева Ю.В. Математические модели ценообразования в естественной монополии. - Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2006. - 117 с.
2. Садыгов И.М. Об оптимизации тарифов на электроэнергию. // Annali d' Italia, 2023, №46, С.11-23.

2.3. Extremum conditions in biconvex programming

Sadygov M.A.

Baku State University, Baku, Azerbaijan
misreddin08@rambler.ru

In this paper, we study the subdifferentiability of biconvex functions, divided 2-Lipschitz functions at a point and study a number of their properties. We also study subdifferentiability of biconvex functions in the Clarke sense. The results obtained are applied to the minimization problem. Using the bisubdifferentiability of biconvex functions, we obtain a necessary and sufficient second-order condition for solving the minimization problem.

Ключевые слова: bilinear function, biconvex function, оптимизация.

AMS Subject Classification: 05C35, 52A20.

Let X and Y be Banach spaces.

A function $f : X \times Y \rightarrow \mathbb{R}_{+\infty} = \mathbb{R} \cup \{+\infty\}$ is called biconvex if the functions $f(\cdot, y) : X \rightarrow \mathbb{R}_{+\infty}$, $f(x, \cdot) : Y \rightarrow \mathbb{R}_{+\infty}$ are convex for $x \in X$ and $y \in Y$, respectively (see [1]).

A function $f : X \times Y \rightarrow \mathbb{R}_{+\infty}$ is called divided 2-Lipschitz with a constant L in a neighborhood of a point (x_0, y_0) if there exists $\delta > 0$ such that

$$|f(z_1 + x, z_2 + y) - f(z_1 + x, z_2) - f(z_1, z_2 + y) + f(z_1, z_2)| \leq L \|x\| \cdot \|y\|$$

at $z_1 \in x_0 + \delta B_X$, $z_2 \in y_0 + \delta B_Y$, $x \in \delta B_X$, $y \in \delta B_Y$.

A function $f : X \times Y \rightarrow \mathbb{R}_{+\infty}$ is called divided 2-Lipschitz with constant L at a point (x_0, y_0) , if there exists $\delta > 0$ such that

$$|f(x_0 + x, y_0 + y) - f(x_0 + x, y_0) - f(x_0, y_0 + y) + f(x_0, y_0)| \leq L \|x\| \cdot \|y\|$$

at $x \in \delta B_X, y \in \delta B_Y$.

Putting

$$f^+((x_0, y_0); (x, y)) = \overline{\lim}_{t \downarrow 0} \frac{1}{t} (f(x_0 + tx, y_0 + ty) - f(x_0, y_0)),$$

$$f'((x_0, y_0); (x, y)) = \lim_{t \downarrow 0} \frac{1}{t} (f(x_0 + tx, y_0 + ty) - f(x_0, y_0)).$$

Lemma 1. If $f : X \times Y \rightarrow \mathbb{R}$ a biconvex divided 2-Lipschitz function at a point (x_0, y_0) , then $f'((x_0, y_0); (x, y)) = f'((x_0, y_0); (x, 0)) + f'((x_0, y_0); (0, y))$ at $(x, y) \in X \times Y$.

Lemma 2. If a biconvex function $f : X \times Y \rightarrow \mathbb{R}$ is continuous at a point (x_0, y_0) , then f satisfies the Lipschitz condition in some neighborhood of the point (x_0, y_0) .

Lemma 3. If a biconvex function $f : X \times Y \rightarrow \mathbb{R}$ is continuous at a point (x_0, y_0) , then

$$f^+((x_0, y_0); (x, y)) \leq f'((x_0, y_0); (x, 0)) + f'((x_0, y_0); (0, y)) \quad \text{at} \\ (x, y) \in X \times Y.$$

Let $f : X \times Y \rightarrow \mathbb{R}$ and

$$f^0((x_0, y_0); (x, y)) = \limsup_{\substack{z_1 \rightarrow x_0, z_2 \rightarrow y_0 \\ \lambda \downarrow 0}} \frac{1}{\lambda} (f(z_1 + \lambda x, z_2 + \lambda y) - f(z_1, z_2))$$

It follows from Lemma 2 that f is subdifferentiable in the Clarke sense at the point (x_0, y_0) and the subdifferential in the Clarke sense $\partial_C f(x_0, y_0)$ is a nonempty convex weakly* compact set in $X^* \times Y^*$ (see [2, p.34])

Lemma 4. If a biconvex function $f : X \times Y \rightarrow \mathbb{R}$ is continuous at a point (x_0, y_0) , and satisfies divided 2-Lipschitz condition in the neighborhood of the point (x_0, y_0) , then

$$f^0((x_0, y_0); (x, y)) = f'((x_0, y_0); (x, y)) = f'((x_0, y_0); (x, 0)) + f'((x_0, y_0); (0, y)) \\ \text{at } (x, y) \in X \times Y.$$

Let Z be a Banach space. Let $I_C(z_0)$ ($T_C(z_0)$) be the set of all hypertangent (tangent) vectors to the set $C \subset Z$ at the point $z_0 \in C$ and $N_C(z_0) = T_C^-(z_0)$ (see [2, p.59, p.54]). Note that (see [2, p.56, p.59])

$$T_C(z_0) = \{v \in Z: \forall h_n > 0, h_n \rightarrow 0, \forall z_n \rightarrow z_0, z_n \in C, \exists u_n \rightarrow v, z_n + h_n u_n \in C\}$$

$$I_C(z_0) = \{v \in Z: \exists \varepsilon > 0 \text{ that } y + t\omega \in C \text{ at } y \in (z_0 + \varepsilon B) \cap C, \omega \in v + \varepsilon B, t \in (0, \varepsilon)\}$$

Let X, Y and Z are Banach spaces, $f_i: X \times Y \rightarrow \mathbb{R}$, $i \in I = \{0, 1, \dots, m\}$, $F: X \times Y \rightarrow Z$, $C \subset X \times Y$.

Let's consider the problem

$$f_0(\tilde{x}, \tilde{y}) \rightarrow \min, \text{ at } (\tilde{x}, \tilde{y}) \in \{(x, y) \in X \times Y: f_i(x, y) \leq 0, i = 1, \dots, m, F(x, y) = 0, (x, y) \in C\}. \quad (1)$$

Theorem 1. If X, Y and Z are Banach spaces, (x_0, y_0) - is point local minimum in problem (1), $f_i: X \times Y \rightarrow \mathbb{R}$ is biconvex function and satisfies divided 2-Lipschitz condition in the neighborhood of the point (x_0, y_0) , $f_i: X \times Y \rightarrow \mathbb{R}$ is continuous function at point (x_0, y_0) , where $i \in I$, operator $F: X \times Y \rightarrow Z$ strictly differentiable at the point (x_0, y_0) , $F'(x_0, y_0)(X \times Y) = Z$, $C \subset X \times Y$, $I_C(x_0, y_0) \neq \emptyset$, then there exist simultaneously non-zero $\alpha_0 \geq 0, \alpha_1 \geq 0, \dots, \alpha_m \geq 0$ and $z^* \in Z^*$ such that

$$\sum_{i=0}^m \alpha_i (f'_i((x_0, y_0); (x, 0)) + f'_i((x_0, y_0); (0, y)) + \langle z^*, F'(x_0, y_0)(x, y) \rangle) \geq 0 \quad \text{at } (x, y) \in T_C(x_0, y_0).$$

Is Theorem 1 it follows that

$$0 \in \sum_{i=0}^m \alpha_i (\partial_x f_i(x_0, y_0), \partial_y f_i(x_0, y_0)) + F'^*(x_0, y_0) z^* + N_C(x_0, y_0).$$

2. Let X and Y be Banach spaces, $B(X \times Y, \mathbb{R})$ the space of all continuous bilinear functions from $X \times Y$ in \mathbb{R} and $f: X \times Y \rightarrow \mathbb{R}_{+\infty}$ a biconvex function. We denote

$\text{dom } f = \{(x, y) \in X \times Y : f(x, y) < +\infty\}$. It is easy to verify that if f is a biconvex function, then $\text{dom } f$ is a biconvex set. The bisubdifferential of a function f at a point $(\bar{x}, \bar{y}) \in \text{dom } f$ is the following set

$$\partial_2 f(\bar{x}, \bar{y}) = \{x^* \in B(X \times Y, \mathbb{R}) : f(x, y) - f(\bar{x}, \bar{y}) \geq x^*(x, y) - x^*(\bar{x}, \bar{y}) \text{ at } (x, y) \in X \times Y\}$$

If $x^* \in B(X \times Y, \mathbb{R})$ and $f : X \times Y \rightarrow \mathbb{R}_{+\infty}$, then let's put (see [1, p.59])

$$f^*(x^*) = \sup_{x \in X, y \in Y} \{x^*(x, y) - f(x, y)\}.$$

Lemma 5. If $\partial_2 f(\bar{x}, \bar{y}) \neq \emptyset$, then $f^{**}(\bar{x}, \bar{y}) = f(\bar{x}, \bar{y})$.

Lemma 6. $(\bar{x}, \bar{y}) \in \partial f^*(\bar{x}^*)$ then and only then when $f^*(\bar{x}^*) + f^{**}(\bar{x}, \bar{y}) = \bar{x}^*(\bar{x}, \bar{y})$.

Theorem 2. In order for $(\bar{x}, \bar{y}) \in X \times Y$ to be a minimum point of a biconvex function $f : X \times Y \rightarrow \mathbb{R}_{+\infty}$ in the space $X \times Y$, it is necessary and sufficient that $0 \in \partial_2 f(\bar{x}, \bar{y})$.

If $f(\bar{x}, \bar{y}) = \min_{(x, y) \in X \times Y} f(x, y)$, then we get that $f(\bar{x}, \bar{y}) = -\max_{(x, y) \in X \times Y} \{-f(x, y)\} = -f^*(0)$. Therefore $f(\bar{x}, \bar{y}) + f^*(0) = 0$. It also follows from this that $0 \in \partial_2 f(\bar{x}, \bar{y})$. Since $\partial_2 f(\bar{x}, \bar{y}) \neq \emptyset$, it follows from Lemma 5 that $f^{**}(\bar{x}, \bar{y}) = f(\bar{x}, \bar{y})$. Therefore $f^{**}(\bar{x}, \bar{y}) + f^*(0) = 0$. Then it follows from Lemma 6 that $(\bar{x}, \bar{y}) \in \partial f^*(0)$.

Corollary 1. If a biconvex function f reaches a minimum at a point (\bar{x}, \bar{y}) of $X \times Y$, then $0 \in \partial_2 f(\bar{x}, \bar{y})$ and $(\bar{x}, \bar{y}) \in \partial f^*(0)$.

Let's $C \subset X \times Y$, $(\bar{x}, \bar{y}) \in C$ and

$$\Omega_C(\bar{x}, \bar{y}) = \{x^* \in B(X \times Y, \mathbb{R}) : x^*(x, y) - x^*(\bar{x}, \bar{y}) \leq 0, \forall (x, y) \in C\}.$$

It follows from the definition $\Omega_C(\bar{x}, \bar{y})$ that $x^* \in \Omega_C(\bar{x}, \bar{y})$ if and only if $\sup\{x^*(x, y) : (x, y) \in C\} = x^*(\bar{x}, \bar{y})$.

Lemma 7. If $f : X \times Y \rightarrow \mathbb{R}_{+\infty}$ is a biconvex function and $\alpha \in \mathbb{R}$, then the set

$C = \{(x, y) \in X \times Y : f(x, y) \leq \alpha\}$ is a biconvex set.

If $A \subset B(X \times Y, \mathbb{R})$, then we put $\text{con } A = \{\lambda x^* : x^* \in A, \lambda \geq 0\}$.

Lemma 8. If $g : X \times Y \rightarrow \mathbb{R}$, $C = \{(x, y) \in X \times Y : g(x, y) \leq g(\bar{x}, \bar{y})\}$, then $\text{con } \partial_2 g(\bar{x}, \bar{y}) \subset \Omega_C(\bar{x}, \bar{y})$.

Let's consider the problem

$$(2) \quad f(x, y) \rightarrow \min, \quad (x, y) \in C$$

Corollary 2. Let $C \subset X \times Y$ be a biconvex set. In order for $(\bar{x}, \bar{y}) \in C$ to be a minimum point of a biconvex function $f : X \times Y \rightarrow \mathbb{R}_{+\infty}$ in the set C , it is necessary and sufficient that $0 \in \partial_2(f + \psi_C)(\bar{x}, \bar{y})$, where $\psi_C(x, y)$ is the indicator function of the set C (see [2]).

Lemma 9. If $0 \in \partial_2 f(\bar{x}, \bar{y}) + \Omega_C(\bar{x}, \bar{y})$, then $(\bar{x}, \bar{y}) \in C$ is a solution to problem (2).

Let $f_0 : X \times Y \rightarrow \mathbb{R}_{+\infty}$, $f_1 : X \times Y \rightarrow \mathbb{R}_{+\infty}, \dots, f_k : X \times Y \rightarrow \mathbb{R}_{+\infty}$, $C \subset X \times Y$.

Let's consider the problem

$$(3) \quad f_0(x, y) \rightarrow \min$$

$$(4) \quad f_1(x, y) \leq 0, \dots, f_k(x, y) \leq 0, \quad (x, y) \in C$$

Theorem 3(sufficient condition). Let the point (\bar{x}, \bar{y}) satisfy conditions (4) and there exist numbers $\lambda_1 \geq 0, \dots, \lambda_k \geq 0$, that are not simultaneously equal to zero, such that

$$0 \in \partial_2 f_0(\bar{x}, \bar{y}) + \lambda_1 \partial_2 f_1(\bar{x}, \bar{y}) + \dots + \lambda_k \partial_2 f_k(\bar{x}, \bar{y}) + \Omega_C(\bar{x}, \bar{y})$$

$$\lambda_i f_i(\bar{x}, \bar{y}) = 0 \text{ at } i = 1, \dots, k,$$

Then (\bar{x}, \bar{y}) is a solution to problem (3), (4).

REFERENCES

1. Sadygov M.A. Study of the first and second order subdifferential of non-smooth functions.- Baku, Elm, 2007, -224 p.

2. Clark F. Optimization and non-smooth analysis. - Moscow: Nauka, 1988.- 280 p.

2.4. Neutrino oscillations as neutral particle in plasma- like structure

L.A. Aghamaliyeva^{1,2,3,a)}, M.S. Dvornikov^{4,b)},

R.G. Jafarov^{3,5,6,c)}, K.J. Salaev^{3,7,8,c)}

¹“Azerbaijan” University, Baku, Azerbaijan

²Department of Matter Structure, Baku State University,
Azerbaijan

³ISAAC GROUP ACADEMY, Baku, Azerbaijan

⁴Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and
Radiowave Propagation (IZMIRAN), Moscow, Russia

⁵Department of Theoretical Physics, Baku State University,
Azerbaijan

⁶Institute for Physical Problems, Baku State University,
Azerbaijan

⁷Faculty of Physics, Baku State University, Azerbaijan

⁸THOMSON Ltd, Baku, Azerbaijan

Corresponding author: ^{a)}ag.leyla@hotmail.com ,

^{b)}maxdvo@izmiran.ru , ^{c)}r.g.jafarov@gmail.com ,

Abstract. We study spin and flavor oscillations of neutrinos under the influence of gravitational waves (GWs). First, we consider neutrino spin oscillations in nonmoving and unpolarized matter, a transverse magnetic field, and a plane GW. We show that a parametric resonance can take place in this system. We also study neutrino flavor oscillations in GWs. The equation for the density matrix of flavor neutrinos is solved when we discuss the neutrino interaction with stochastic GWs emitted by coalescing supermassive black holes. We find the fluxes of cosmic neutrinos, undergoing flavor oscillations in such a gravitational back-

ground, which can be potentially measured by a terrestrial detector. Some astrophysical applications of our results are considered

1. General

Neutrinos are known to be massive and mixed particles. These neutrino properties lead to neutrino oscillations [1]. There are various types of neutrino oscillations. We can mention neutrino flavor oscillations, when transitions between different flavor eigenstates happen, $\nu_\alpha \leftrightarrow \nu_\beta$, where $\alpha, \beta = e, \mu, \tau$. Transitions between different helicity states within one neutrino generation $\nu_L \leftrightarrow \nu_R$ are called neutrino spin oscillations.

We consider one neutrino eigenstate, which is supposed to be a Dirac particle, and neglect the mixing between different neutrino types. The wave equation for a massive Dirac neutrino with the anomalous magnetic moment μ , interacting with background matter and the electromagnetic field $F_{\mu\nu}$ in curved spacetime, reads

$$\left[i\gamma^\mu \nabla_\mu - \frac{\mu}{2} F_{\mu\nu} \sigma^{\mu\nu} - \frac{V^\mu}{2} \gamma_\mu (1 - \gamma^5) - m \right] \psi = 0, \quad (1)$$

where m is the neutrino mass, ∇_μ is the covariant derivative, and V^μ is the effective potential of the neutrino interaction with background matter.

Using Eq. (1) we get the effective Schrodinger equation for the neutrino wave function $\nu^T = (\nu_L, \nu_R)$ if a neutrino interacts with a plane GW, transverse magnetic field, and background matter,

$$\tilde{H}_{eff} = \begin{pmatrix} -V^0/2 & \mu B [1 - h e^{-\dot{\phi} t} / 2] \\ \mu B [1 - h e^{\dot{\phi} t} / 2] & V^0/2 \end{pmatrix}. \quad (2)$$

where ϕ and h are the phase and the amplitude of GW. The solution of Eq. (2) for the parameters of a neutrino and external fields corresponding to a particle propagating in the vicinity of merging black holes, surrounded by a dense magnetized accretion disk, was found in [2]. Using these results, one find that there is a parametric resonance in neutrino spin oscillations, i.e. the transition probability for the process $\nu_L \leftrightarrow \nu_R$ can reach great values.

1. NEUTRINO FLAVOR OSCILLATIONS

Now we study neutrino flavor oscillations under the influence of GW. We suppose that we deal with three flavor neutrinos (ν_e, ν_μ, ν_τ) which are related to the neutrino mass eigenstates ψ_a , $a=1,2,3$, with masses m_a , by means of the matrix transformation $\nu = U\psi$. These neutrinos are taken to interact with GWs. Let us consider the interaction of a neutrino with a stochastic GW background. In this situation, the density matrix ρ_I obeys the equation [3],

$$\frac{d}{dt}\langle\rho_I\rangle = -\frac{3}{64}\langle h^2\rangle\tau[M, [M, \langle\rho_I\rangle]], \quad (3)$$

where τ is the correlation time and

$$M = \frac{1}{2E}U \cdot \text{diag}(0, \Delta m_{21}^2, \Delta m_{31}^2) \cdot U^+. \quad (4)$$

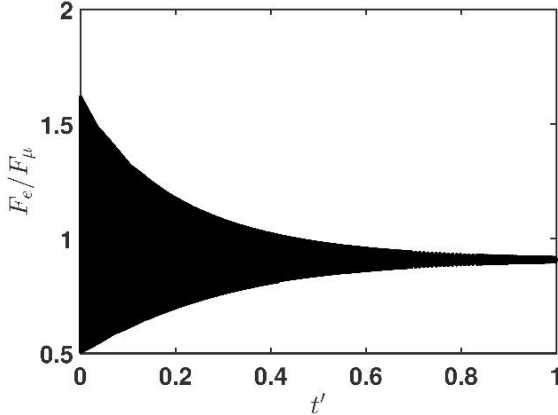
Here $\Delta m_{ab}^2 = m_a^2 - m_b^2$ is the standard definition for the mass squared differences.

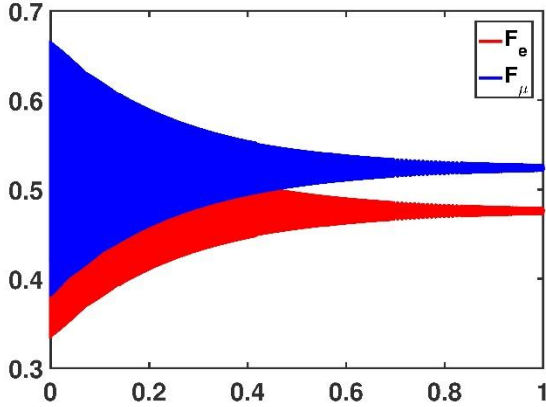
3. NUMERICAL REALIZATION

The numerical solution of Eq.(3) was found in [3]. We consider the following parameters: $\langle h^2 = 1.6 \times 10^{-32} \rangle$, and

$L = 1Gpc$ is the propagation length, which correspond to the neutrino interaction with stochastic GWs emitted by supermassive black holes. We get that, for the normal mass ordering, the asymptotic fluxes (at the Earth) are $F_{e\oplus} = 0.3127$, $F_{\mu\oplus} = 0.3504$ and $F_{\tau\oplus} = 0.3369$. For the inverted ordering, one has $F_{e\oplus} = 0.3154$, $F_{\mu\oplus} = 0.3497$, and $F_{\tau\oplus} = 0.3349$. It means that, at the Earth, the predicted fluxes are close to the case $(F_e : F_\mu : F_\tau)_\oplus = (1 : 1 : 1)$. However, there is a small deviation from this prediction of [4] for both normal and inverted mass orderings. Moreover, one can see that there is a small dependence of our results on the hierarchy of the neutrino masses. The recent measurement of the flavor content of cosmic neutrinos was made in [5].

In Fig 1, we show the This numerical solution is represented in Fig. 1. In Fig. 1(a), we show the fluxes of nu_e and nu_mu versus the propagation distance. This solution is based on the fluxes at a source (the initial condition)





in the form, $F_e(0) = 1/3$ and $F_\mu(0) = 2/3$. The characteristics of neutrinos and GW are taken as in Ref. [3]. One can see in Fig. 1(b) that the asymptotic value of the fluxes ratio is $(F_e/F_\mu)_{\text{Earth}} = 0.9$, which is in the agreement with the results of Ref. [3]. Performing analogous simulations, we show that $(F_e/F_\tau)_{\text{Earth}} = 21.8$ can be also reproduced.

Fig. 1: The numerical solution of Eqs. (3) and (4), rewritten in the two flavors approximation, for neutrino oscillations in stochastic GWs. (a) The fluxes of electron neutrinos F_e (red line) and muon neutrinos F_μ (blue line) versus the propagation distance. (b) The ratio of fluxes F_e/F_μ as a function of the propagation distance.

We show the fluxes of different neutrino flavors in Fig. 3 in the general case of three neutrino flavors.

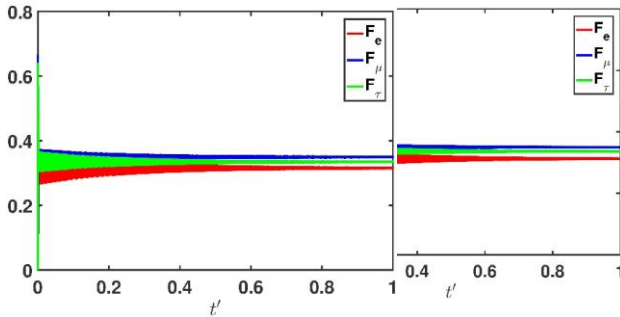


Fig. 2: The numerical solution of Eqs. (3) and (4) in the general case of three neutrino flavors, for neutrino oscillations in stochastic GWs. (a) Normal mass ordering; (b) Inverted mass ordering.

CONCLUSION

In the present work, we have studied the neutrino spin evolution in background matter and an external electromagnetic field in curved spacetime. This study was motivated by the necessity for the substantiation of the quasiclassical equation for the neutrino spin evolution, which was proposed earlier. We study neutrino spin oscillations in the vicinity of coalescing BHs surrounded by a magnetized accretion disk. We predict the resonant enhancement of spin oscillations if an accretion disk has a sharp outer edge.

In this work, we have also studied neutrino flavor oscillations under the influence of a plain GW with the circular polarization for the first time. We have analyzed the evolution of the mass eigenstates in the quasiclassical approximation. Using the expression for the action for a massive particle, interacting with GW, we have derived the contribution of GW to the effective Hamiltonian for the neutrino mass eigenstates. We have revealed that, in case of the neutrino propagation along GW, GW does not influence neutrino flavor oscillations. However, neutrino flavor oscillations can be influenced by stochastic GWs. Using the numerical solution of the evolution equation, we predicted the neutrino fluxes, measured by a terrestrial neutrino telescope, are in the region not excluded in [5]. Neutrino flavor oscillations in stochastic GWs were further studied in Refs. [6].

REFERENCES

1. S. Bilenky *Introduction to the Physics of Massive and Mixed Neutrinos*, (Springer, 2nd ed, 2018), pp. 277.

2. M. Dvornikov, Phys. Rev. **D99**, .P.116021 (2019) (Preprint arXiv:1902.11285).
3. M. Dvornikov, Phys. Rev. **D100**, P.096014 (2019) (Preprint arXiv:1906.06167).
4. J.F. Beacom, N.F. Bell, D. Hooper, S. Pakvasa and T.J. Weiler, Phys. Rev. **D68**, P.093005 (2003) (Preprint [hep-ph/0307025]).
5. M.G. Aartsen et al, Phys. Rev. Lett. **V.114**, P.171102(2015) (Preprint arXiv:1502.03376).
6. M. Dvornikov, Interaction of supernova neutrinos with stochastic gravitational waves, Phys. Rev. D 104, 043018 (2021), arXiv:2103.15464.
M. Dvornikov, Flavor ratios of astrophysical neutrinos interacting with stochastic gravitational waves having arbitrary spectra, JCAP 12 (2020) 022, arXiv:2009.02195.

2.5. Ball lightning: a puzzle for contemporary science

Maxim Dvornikov

Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere
and Radiowave Propagation (IZMIRAN),
108840 Moscow, Troitsk, Russia

maxim.dvornikov@gmail.com

We review our recent works on the theoretical model of a stable plasmoids based on spherically symmetric oscillations of electrons in plasma. Oscillations of electrons are studied within both classical and quantum approaches. In frames of the classical electrodynamics approach we consider linear and nonlinear types of plasma waves. The quantum treatment of spherical plasmoids is based on the solutions of the nonlinear Schrödinger equation for electron gas in plasma. We compare the typical characteristics of classical and quantum plasmoids like internal density distribution, size, and energy content. Then we study the effective interactions between electrons participating in rapid spherically symmetric oscillations due to the exchange of acoustic and ion acoustic waves. We find that this kind of interactions can be attractive and electrons can form bound states. The applications of the obtained results to the theory of natural plasmoids are considered.

Key words: ball lightning, quantum plasma, nonlinear plasma waves, effective attraction.

PACS No: 92.60.Pw, 52.35.Sb, 52.35.Mw

Introduction

The existence of natural long lived plasma structures still cannot be explained by conventional electrodynamics and plasma physics [1]. The application of the classical Boltzmann and Gibbs

statistics to particles distributions inside such a plasmoid leads to the controversial results [2]. Moreover the static cluster of charged particles maintained by its own electromagnetic forces is unlikely to be stable since plasma has a tendency to expand at the absence of any external pressure or additional attractive forces like gravity etc (see Ref. [3]).

Nevertheless we can construct a stable plasma structure as a spherically symmetric Langmuir wave [4-8]. Such a model of a spherical plasmoid has many advantages compared to the static electric charge distribution models. First this model does not require any additional external forces to provide the stability of the system since its stability is provided by the dynamics of the particles. Second, a charged particles system making the spherically symmetric motion does not loose energy for radiation. Thus, such a spherical plasmoid will be dynamically stable compared to any other unstructured plasma formations since the latter will loose their energy and recombine with the time scale of several milliseconds. Third, in frames of this model one can point out an internal energy source which would compensate the inevitable energy losses and provide the long life-time of a plasmoid.

In this paper we review our previous works [4, 6-8] on the theory of spherically symmetric plasma structures. In Sec. 1 we study spherically symmetric oscillations of electron gas in plasma in frames of the classical electrodynamics approach. We will discuss both linear and nonlinear plasma waves. Then, in Sec. 1, we examine spherically symmetric oscillations of quantum plasma on the basis of the nonlinear Schrödinger equation. The discrepancy between classical and quantum cases are also discussed. In Sec. 0 we discuss the possible formation of a bound state of electrons participating in spherically symmetric oscillations due to the exchange of acoustic and ion acoustic waves. Finally in Sec. 0 we discuss our results.

1. Classical plasmoids

In this section we will show that one can describe spherically symmetric oscillations of electrons in plasma within the classical approach. First we will study the case of linear radial Langmuir waves and then we will take into account various nonlinearities.

At the absence of collisions and other forms of dissipation the system of the hydrodynamic equations for the description of the evolution of the electrons velocity \mathbf{v}_e , the electric field \mathbf{E} and plasma pressure tensor p_{ij} can be presented in the following way [7]:

$$\begin{aligned} \frac{\partial n_e}{\partial t} + \nabla \cdot (n_e \mathbf{v}_e) &= 0, \\ \frac{\partial \mathbf{v}_{ej}}{\partial t} + (\mathbf{v}_e \cdot \nabla) \mathbf{v}_{ej} &= -\frac{e}{m} E_j - \frac{1}{mn_e} \nabla_i p_{ij}, \\ \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} &= 4\pi e (n_e \mathbf{v}_e - n_i \mathbf{v}_i), \quad \nabla \cdot \mathbf{E} = -4\pi e (n_e - n_i), \end{aligned} \quad (1)$$

where n_e is the number density of electrons, n_i is the number density of ions, \mathbf{v}_i is their velocity, m is the mass on an electron, and $e > 0$ is the proton charge. In Eq. (1) we take into account that a spherically symmetric system does not have a magnetic field (see Ref. [4-8]).

If we consider that ions are at rest, $\mathbf{v}_i = 0$ and $n_i = n_0$, and small perturbations of the electrons density $n_e - n_0 = n \square n_0$, we get the following solution for the perturbation of the electron density [6]: $n(r, t) = A \cos(\omega t) \sin(\gamma r) / r$, where the frequency of oscillations ω is related to the length scale $1/\gamma$ as $\omega^2 = \omega_e^2 + 3v_T^2 \gamma^2$, where $\omega_e = \sqrt{4\pi n_0 e^2 / m}$ is the Langmuir frequency for electrons, $v_T = \sqrt{T_e / m}$ is the thermal velocity of electrons, and T_e is the electron temperature. The disadvantage of the linear theory of

Langmuir waves is that it cannot provide a characteristic size of a plasmoid.

To describe a plasmoid with a specific size we take into account various electron and ion nonlinearities in Eq. (1). For example, we may take into account that ions also slightly participate in oscillations of plasma as well as electron-electron interactions. Decomposing the electric field as $\mathbf{E} = \mathbf{E}_s + (\mathbf{E}_1 e^{-i\omega_e t} + \mathbf{E}_2 e^{-2i\omega_e t} + \text{c.c.}) + \dots$, where \mathbf{E}_s is the slowly varying term and $\mathbf{E}_{1,2}$ are the rapidly varying harmonics, we get the following system of nonlocal nonlinear equations [7]:

$$\begin{aligned}
 i\dot{\mathbf{E}}_1 + \frac{3}{2}\omega_e r_D^2 \nabla(\nabla \cdot \mathbf{E}_1) - \frac{\omega_e}{2n_0} \delta n_i \mathbf{E}_1 - \frac{\beta(d)}{12\pi m n_0 \omega_e} \frac{\mathbf{E}_1 |\mathbf{E}_1|^2}{r^2} \\
 - \frac{v_T^2}{2n_0 \omega_e} [\mathbf{E}_1 \Delta \delta n_i - \nabla[\delta n_i (\nabla \cdot \mathbf{E}_1)] - \nabla_j (\delta n_i \nabla_j \mathbf{E}_1) \\
 - \nabla_j (\delta n_i \nabla E_{1j}) - \nabla[(\mathbf{E}_1 \cdot \nabla) \delta n_i] \\
 + (\nabla \cdot \mathbf{E}_1) \nabla \delta n_i + 3\delta n_i \nabla(\nabla \cdot \mathbf{E}_1)] = 0, \\
 \left(\frac{\partial^2}{\partial t^2} - c_s^2 \Delta \right) \delta n_i = \frac{\Delta |\mathbf{E}_1|^2}{4\pi M},
 \end{aligned} \tag{2}$$

where δn_i is the ion density perturbation, $r_D = v_T / \omega_e$ is the Debye length, $c_s = \sqrt{T_e / M}$ is the sound velocity, M is the ion mass, and $\beta(d) = (d-1)(4-d)/2$ is a function equal to 1 for axial ($d=2$) and spherical ($d=3$) plasmoids.

The solutions of Eq. (2) can be analyzed only numerically in the subsonic limit [7]. It is interesting to notice that in 3D case both stable and unstable solitons can coexist. One gets that a plasmoid based on classical nonlinearities can have rather small energy and a big size $\sim 10^2$ cm. Thus this kind of plasma structures may appear only in the upper atmosphere or ionosphere. We can however use our model at the initial stages of the plasmoid formation when the amplitude of the electric field is not so high

since in Eq. (2) we keep only cubic nonlinearity. Higher nonlinear terms, which seem to be important for denser plasma, can explain smaller size and bigger energy content.

1. Quantum plasmoids

Now we will describe oscillations of electrons in plasma in frames of the quantum approach. We will use the concept of the wave function normalized on the number density of electrons [9], $|\psi(\mathbf{r},t)|^2 = n_e(\mathbf{r},t)$. At the absence of the exchange effects [10] the Schrödinger equation for the description of $\psi(\mathbf{r},t)$ evolution has the form [4],

$$i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = \hat{H}\psi, \quad \hat{H} = -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 + e\varphi(\mathbf{r},t) + e^2 \int d^3 r' \frac{|\psi(\mathbf{r}',t)|^2}{|\mathbf{r}-\mathbf{r}'|}, \quad (3)$$

where $\varphi(\mathbf{r},t)$ is the potential of an external field. In the case when we study the interaction between electrons and ions this potential has the form, $\varphi(\mathbf{r},t) = -e \int d^3 r' n_i(\mathbf{r}',t) / |\mathbf{r}-\mathbf{r}'|$.

As in Sec. 1 we suppose that ions do not participate in plasma oscillations keeping their density unchanged $n_i = n_0$. We will look for a spherically symmetric solution of Eq. (3) using the perturbation theory, $\psi(r,t) = \psi_0 + \chi(r)e^{-i\omega t}$, where $|\psi_0|^2 = n_0$ is the unperturbed density and χ is the small perturbation of the wave function. The solution of the linearized Eq. (3) has the form, $\chi(r) = A \sin(\gamma r) / r$, where A is the small constant. The density of electrons can be calculated on the basis of the obtained wave function, $n_e(r,t) = n_0 + A \cos(\omega t) \sin(\gamma r) / r + \dots$, which coincides with the classical one studied in Sec. 1.

The frequency of quantum oscillations ω depends on the parameter γ as

$$\gamma^2 = \frac{\omega m}{\hbar} \left[1 \pm \left(1 - 4 \frac{\omega_e^2}{\omega^2} \right) \right]. \quad (4)$$

One can see that the dispersion relation (4) is different from its classical analogue and has two branches. The upper branch corre-

sponding to the sign “+” in Eq. (4) can be treated as the classical one since at high oscillations frequencies one gets $\hbar\omega = (\hbar\gamma)^2 / 2m$ as for a classical particle. The quantum effects are likely to be responsible for the appearance of the lower branch corresponding to the sign “-” in Eq. (4) since $\gamma \rightarrow \sqrt{2m\omega_e^2 / \hbar\omega}$ for $\omega \gg \omega_e$, i.e. the Plank constant cannot be eliminated. One also gets that within the quantum approach oscillations of electrons can exist if $\omega \geq 2\omega_e$ whereas in classical approach the critical frequency is $\omega = \omega_e$.

2. Effective attraction between electrons

In this section we will study the effective interaction between electrons participating in rapid spherically symmetric oscillations of plasma. First we will discuss this interaction mediated by ion acoustic waves and then the case of acoustic waves will be examined. The effective attraction is shown to be possible in both cases.

If a charged particle moves in plasma, then due to the collective response of plasma in some cases it can generate ion acoustic waves in its wake. Thus one may suppose that a particle is surrounded by a cloud of virtual quanta of these waves and its electric charge is somehow shielded. Thus we may expect that two particles of the same polarity will experience an effective attraction [11].

Let us consider a test electron making harmonic oscillations around the point \mathbf{r}_0 with the frequency ω and the amplitude \mathbf{a} : $\mathbf{r}(t) = \mathbf{r}_0 + \mathbf{a} \sin \omega t$. We suppose that only the first harmonic of ion acoustic waves is existed. The wake potential at the distance z from the oscillating electron has the form [6],

$$\varphi_w(z,t) = \pm e \frac{\omega^2}{\omega_i^2 - \omega^2} \frac{k_1 a}{|z|} \cos(k_1 |z| - \omega t), \quad (5)$$

where $\omega_i = \sqrt{4\pi(Ze)^2 n_0 / M}$ is the Langmuir frequency for ions with the charge Ze , $k_1 = k_e \omega / \sqrt{\omega_i^2 - \omega^2}$, $k_e = 1/r_D$ is the Debye wave number, and the signs “ \pm ” stand for $z > 0$ and $z < 0$ respectively. One can see that the Debye-Hückel potential $\varphi_D = -(e/r)e^{-k_e r}$ is negligible at the distances $z > 1/k_e$ compared to φ_w .

Now we can see that the potential (5) can be attractive for another electron if $\cos(k_1 |z| - \Omega t) > 0$ for $z > 0$ and if $\cos(k_1 |z| - \Omega t) < 0$ for $z < 0$. For two electrons to form a bound state in plasma the wake potential should be greater than the kinetic energy of their oscillations, $|e\varphi_w| > E_{\text{osc}} = ma^2\Omega^2/2$. Suppose that two electrons are at the distance $d = 10^3/k_e$ and the amplitude of oscillations $a = 0.1d \ll d$. Studying the plasma consisting of electrons, with the temperature $T = 10^5$ K and the number density $n_0 = 10^{15} \text{ cm}^{-3}$, as well as of singly ionized nitrogen atoms we get that a bound state can be formed if $|\omega_i - \omega| \leq 10^{-4} \omega_i$. Thus we get that the effective attraction can take place in the atmospheric plasma for the reasonable frequencies of electrons oscillations.

Now let us discuss another mechanism for the effective attraction related to the exchange of virtual acoustic waves between oscillating electrons [2, 8]. Suppose that one has excited a plasma oscillation in the form of a spherically symmetric soliton like structure in low temperature plasma having electron, ion, and neutral atoms components. If the density of neutral atoms is sufficiently high, charged particles will collide with neutral atoms generating perturbations of their density or even waves in the neutral component of plasma. Typically this process will result in the acoustic waves emission and finally in the energy dissipation in the system. However, if an acoustic wave is emitted coherently

to be absorbed by another charged particle, one can expect the appearance of an effective interaction.

The general expression for the Fourier transform of the effective potential of such an interaction, normalized on the averaged kinetic energy of electrons $\langle E \rangle$ can be rewritten as [8] $V_{kk'q}/\langle E \rangle = W/(R-1)$, where $W = 2|M_{k,k-q}|^2/\hbar\omega_q\langle E \rangle$ is the ‘‘magnitude’’ of the effective interaction, $R = (\Delta E/\hbar\omega_q)^2$, $M_{k,k-q}$ is the matrix element of the electron interaction with the quantum of the acoustic field, ΔE is the energy change of an electron when it emits an acoustic wave, ω_q is the frequency of an acoustic wave, k , k' , and q are the radial quantum numbers of interacting electrons and a phonon respectively.

The functions W and R were evaluated in Ref. [8] as $W \approx 0.67 \times (n_a/10^{21} \text{ cm}^{-3})^2 (\sigma/10^{-7} \text{ cm})^{-3} f_W(k\sigma)/\xi^2$ and $R \approx 1.7 \times 10^{-2} \times (\sigma/10^{-7} \text{ cm})^{-4} f_R(k\sigma)/\xi^4$, where the density of neutral atoms, σ is the characteristic size of a plasmoid, $k = \omega_q/c_a$, c_a is sound velocity in the neutral gas, and $\xi = \omega_q/\omega_e < 1$.

In Ref. [8] we examined the parameters of this effective interaction and found that it is attractive ($R < 1$) and can significantly influence the dynamics of the system ($V_{kk'q} \square \langle E \rangle$) if $\sigma \square 10^{-6} \text{ cm}$ and $0.1\omega_e < \omega < \omega_e$. It means that this kind of effective attraction can happen inside of a plasmoid with a microscopic size formed due to a rather strong nonlinearity. Such a small plasmoid size is the indirect indication to its possible quantum origin (see Ref. [4]).

3. Discussion

In the present work we have summarized our recent research on the theory of spherically symmetric long lived plasma structures. In Sec. 1 we studied a plasmoid on the basis of classical linear and nonlinear spherically symmetric Langmuir waves.

In both cases a stable plasma structure can be formed. However the typical size of the system can be obtained only for nonlinear plasmoids. We have found that a classical plasmoid based on various ion and electron nonlinearities cannot be a good model for a natural atmospheric plasma structure since its size and the energy content are far beyond the observed values [1]. However we still may use this kind of a model to describe a plasmoid at its initial stages of the evolution.

Then, in Sec. 1, we discussed another possibility for modeling radial plasma oscillations in frames of the quantum approach. We applied the nonlinear Schrödinger equation for the description of electrons motion in plasma. A stable solution of this equation was obtained and the characteristics of the electron gas were calculated. In the first approximation the electron density distribution was shown to coincide with the classical one. It is interesting to notice that the actual size of a quantum plasma structure, where the most intense oscillations are excited, appeared to be quite small. It may be the explanation of the observed fact that a natural plasma structure can pass through tiny holes without destroying surrounding materials [1].

However, if we study the second correction to the electron number density the quantum approach, one gets that the static uncompensated negative volume charge appears in the center of the system [4], $\langle n_e(r,t) \rangle = n_0 + |\chi(r)|^2$. This excessive negative charge will be compensated by the volume charge of positive ions, i.e. the static density of ions will increase in the center of the system. The analysis presented in Sec. 1 is based on the approximate solution of the linearized Schrödinger equation. It means that it just shows the tendency of the ions density enhancement.

In realistic situations the enhancement of the static number density of ions can be rather significant. We may expect that the central density can be high enough for a micro-dose nuclear reactions happen inside a plasmoid. Note that the idea that a natural plasma structure can be fed by an internal energy source based

on nuclear reactions was also discussed in Ref. [12]. Therefore in frames of our model we may also point out to the possible energy source of a plasmoid.

Low energy plasmoids have been considered in frames of our model in Sec. 0. Particles participating in rapid oscillations inside of such a plasmoid will lose their energy because of various friction processes and plasma will recombine in a neutral gas in a very short time interval since no internal energy source is supposed to exist [1]. Thus such a structure should be in a state with the reduced plasma resistance. Note that previously analogous idea was discussed in Ref. [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]. However no physical mechanisms underlying this unusual plasma state was put forward in those works.

In Sec. 0 we have found that due to the exchange of acoustic and ion acoustic waves, rapidly oscillating electrons can form bound states. It is known [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**] that in this case electrons can form a condensate and potentially plasma may transit in a state with the reduced resistance. Note that reduced resistance state due to the acoustic waves exchange happens inside a microscopic quantum plasmoid with the typical size also predicted in frames of our model (see Sec. 1).

Note that all the observed characteristics of a natural atmospheric plasmoid are unlikely to be described by the presence of a single core inside a plasma structure. Thus in a realistic situation a long lived plasma structure may have various centers of rapid plasma oscillations. Note that analogous multi-core plasmoid model was also discussed in Ref. [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

REFERENCES

1. V. L. Bychkov, A. I. Nikitin, and G. C. Dijkhuis, in *Atmosphere and ionosphere: dynamics, processes and monitoring*, ed. by V. L. Bychkov, G. V. Golubkov, and A. I. Nikitin (Dordrecht, Springer, 2010), pp. 201 – 373.

2. A. A. Vlasov and M. A. Yakovlev, *Theor. Math. Phys.* **34**, 124 (1978); *ibid.* **34**, 131 (1978).
3. L. D. Landau and E. M. Lifshitz, *Electrodynamics of continuous media* (Oxford, Pergamon, 1984), 2nd ed., pp. 232 – 235.
4. M. Dvornikov, S. Dvornikov, and G. Smirnov, *Appl. Math. Eng. Phys.* **1**, 9 (2001), [physics/0203044](#); M. Dvornikov and S. Dvornikov, in *Advances in plasma physics research*, vol. 5, ed. by F. Gerard (Nova Science Publishers, Inc., 2007), pp. 197 – 212, [physics/0306157](#).
5. M. L. Shmatov, *J. Plasma Phys.* **69**, 507 (2003); *ibid.* **72**, 277 (2006).
6. M. Dvornikov, *Phys. Scripta* **81**, 055502 (2010), [arXiv:1002.0764 \[physics.plasm-ph\]](#); *ibid.* **83**, 017004 (2011), [arXiv:1101.1986 \[physics.plasm-ph\]](#).
7. M. Dvornikov, *J. Plasma Phys.* **77**, 749 - 764 (2011), [arXiv:1010.0701 \[physics.plasm-ph\]](#).
8. M. Dvornikov, [arXiv:1102.0944 \[physics.plasm-ph\]](#).
9. G. Manfredi and F. Haas, *Phys. Rev. B* **64**, 075316 (2001).
10. L. S. Kuz'menkov and S. G. Maksimov, *Theor. Math. Phys.* **118**, 227 (1999).
11. M. Nambu and H. Akama, *Phys. Fluids* **28**, 2300 (1985).
12. M. D. Altschuler, L. L. House, and E. Hildner, *Nature* **228**, 545 (1970); Yu. L. Ratis, *Phys. Part. Nucl. Lett.* **2**, 64 (2005).

2.6. Model of a relativistic bound state and quark confinement problem

Anzor Khelashvili and Teimuraz Nadareishvili

Nodar Amaglobeli High Energy Physics institute of
Ivane Javakhishvili Tbilisi State University,
Tbilisi, Georgia

The Dirac equation in an external field with infinitely rising central potential, which is a fourth component of the Lorentz-vector, has only continuous spectrum owing to a leakage into infinite barrier (the Klein paradox). The same situation happens in the Breit equation. It is known that the inclusion of the Lorentz-scalar potential changes this undesirable property. From theoretical point of view vector interaction is preferable, because the color gluons, by exchange of which the strong force between quarks is generated, are vector particles.

Below we consider the most general quasipotential equation for spin-1/2 quarks, which was derived by one of the authors (A.K.), but was not published in the form of separate paper. This equation involves a full information of the quantum field theory and is 3-dimensional. In particular cases it follows all known three dimensional equations. The quasipotential contains projective operators in case of instantaneous kernels and reduces to the Salpeter equation. These projective operators induce scalar potential from the vector one. Therefore, the Klein paradox is avoided. In result, there appears bound state solutions.

It is well known, that the Dirac equation in central symmetric field, which is a zero component of the Lorentz four-vector and is infinitely increasing, has a pathological property – the leakage through the infinite wall occurs or equivalently, the wave function has an oscillating (i.e. non-normalizable) asymptotic behavior. This unusual property is known as the Klein Para-

dox [1]. In case of quarks and antiquarks this problem is usually avoided by introducing additional Lorentz-scalar interaction [2,3], particular importance is given to the equal mixture of scalar and vector potentials, which excludes the spin-orbital coupling in Dirac equation [2-4].

It seems quite natural to ask for relativistic covariant QFT equations for bound states such as the Bethe-Salpeter (BS) equation. There is an opinion that only vector exchange interaction is not desirable here due to the Klein paradox. At the same time, it is clear that if the Klein paradox exists here, the situation would be rather vague because the fundamental particles that transfer interaction between quarks are vector gluons and they must provide confinement of quarks into hadrons. Otherwise all attempts to obtain singular (i.e. $1/q^4$) behavior of gluon propagator [5,6] in the infrared area would be useless.

Last decades a lot of article have been dedicated to 3-dimensional relativistic equations which follow from BS equation by using various reduction methods. These equations are interesting because they give the possibility to study quarkonium spectra for different potentials.

Despite the fact that 3-dimensional relativistic equations have a long history of study, recently much attention has been paid to find such formulations, in which by infinite overweighting of one of constituent particles the problem is reduced to the Dirac equation for light particle in an external field.

This paradigm is not clear for us, because, in our opinion, the information on second quantization could not be lost completely whereas one of the particles becomes infinitely heavier. Really when we use 3-dimensional (for example, instantaneous) kernel in BS equation, the latter is reduced to Salpeter equation which differs from two-particle Dirac (Breit) equation by projection operators in interaction term. These operators are the only remnants of secondary quantization and they cannot be neglected.

It was supposed [4] that QFT equations will be free from the Klein paradox. There are remarkable works [7,8] dedicated to the study of Salpeter equation from this point of view. However final conclusions are made basing on some approximations. Below we consider the problem on theoretical grounds of the most general quasipotential approach [9] for spin-1/2 particles [10], which is closer to the BS equation.

For completeness we include here a short derivation of quasipotential equation in the instant form. The critical quantity is the two-time Green function which in momentum space is defined as an integral over relative energy (in CM frame, $\mathbf{P} = 0$)

$$1. \quad \tilde{G}(E; \mathbf{p}, \mathbf{q}) = \int_{-\infty}^{\infty} dp_0 dq_0 G(E; \mathbf{p}, p_0; \mathbf{q}, q_0) \quad (1)$$

The equation for one-time BS amplitude (wave function) follows [9] from the obvious relation

$$\tilde{G}^{-1} \tilde{G} = 1 \quad (2)$$

near the poles of bound state.

Here \tilde{G}^{-1} may be constructed by inverting the integrated BS equation

$$\tilde{G} = \tilde{G}_0 + G_0 K G \quad (3)$$

Considering (2) near the bound state poles one can derive the three-dimensional equation

$$\tilde{G}^{-1} \Psi(\mathbf{p}) = 0, \quad E \approx E_B, \quad (4)$$

where $\Psi(\mathbf{p})$ is the instantaneous BS amplitude

$$\Psi(\mathbf{p}) = \int_{-\infty}^{\infty} dp_0 \chi(\mathbf{p}, p_0) \quad (5)$$

Hence, the construction of three-dimensional equations is related to the inversion of \tilde{G} , which, according to (2) and (3), requires to invert the two-time free Green function \tilde{G}_0 . In the spin less case

it can be obtained easily [9]. But for fermions \tilde{G}_0 is a singular matrix, since [10]

$$\tilde{G}_0 = -2\pi i \delta^{(3)}(\mathbf{p} - \mathbf{q}) \left[E - H_1(\mathbf{p}) - H_2(-\mathbf{p}) \right]^{-1} \beta_1 \beta_2 \Pi(-\mathbf{p}) \quad (6)$$

Here Π is the Salpeter projective operator

$$\Pi(\mathbf{p}) = \Lambda^{(+)}_1(\mathbf{p}) \Lambda^{(+)}_2(-\mathbf{p}) - \Lambda^{(-)}_1(\mathbf{p}) \Lambda^{(-)}_2(-\mathbf{p}) \quad (7)$$

People avoided this trouble mainly by projecting the original equation (3) onto the subspace of positive frequencies [11]. It is clear that the full function \tilde{G} does not possess projective properties. Therefore, there arises a natural question: How to obtain an equation for the full three-dimensional wave function? In the past broad use was made of the Breit equation [12] – an analogous of the Dirac equation in the hydrogen problem. This equation was written for the full three-dimensional wave function. Can one find any ground for this equation in the quantum field theory?

One of the possible solutions was suggested in [10]. It consists in the consideration of auxiliary function

$$\tilde{G}' = F(\mathbf{p}) + G_0 \cdot K \cdot G = \tilde{G} + F(\mathbf{p})(1 - \Pi(-\mathbf{p})) \quad (8)$$

where

$$F(\mathbf{p}) = -2\pi i \left[E - H_1(\mathbf{p}) - H_2(-\mathbf{p}) \right]^{-1} \beta_1 \beta_2 \quad (9)$$

Near the bound state poles behavior of \tilde{G}' coincides with \tilde{G} . Therefore, one can postulate the following equation for the bound states $\tilde{G}'^{-1} \Psi_E = 0$. Since $\tilde{G}'^{-1} \tilde{G}' = 1$, $E \approx E_B$. At the same time

$$\tilde{G}'^{-1} = \left[1 - F^{-1} \cdot G_0 K G \right]^{-1} \cdot F^{-1} \quad (10)$$

Therefore, we obtain the desired equation

$$\left[E - H_1(\mathbf{p}) - H_2(-\mathbf{p}) \right] \Psi_E(\mathbf{p}) = \int d\mathbf{q} \hat{V}(E; \mathbf{p}, \mathbf{q}) \Psi_E(\mathbf{q}) \quad (11)$$

In which the quasipotential is defined formally as follows

$$\hat{V} = \beta_1 \beta_2 F^{-1} \cdot G_0 K G G'^{-1} \quad (12)$$

Similarity of Eq. (11) to the Breit's one is only formal – difference from it lies in the definition of potential. According to Eq. (12) the quasipotential retains all information of quantum field theory. For example, in the instantaneous approximation ($K = K_{st}$) the Eq. (11) is reduced to the Salpeter equation. In fact,

$$\begin{aligned} \hat{V} \Psi_E &= \beta_1 \beta_2 F^{-1} G_0 K_{st} \tilde{G} \cdot \tilde{G}'^{-1} \Psi_E = \\ &\beta_1 \beta_2 F^{-1} F \Pi K_{st} \tilde{G} \cdot \tilde{G}'^{-1} \Psi_E = \beta_1 \beta_2 \Pi K_{st} \Psi_E \end{aligned} \quad (13)$$

because in the bound state poles $\tilde{G}' = \tilde{G}$. Therefore, in this case our quasipotential equation (11) reduces to the form of the Salpeter one

$$\left[E - H_A(\mathbf{p}) - H_B(-\mathbf{p}) \right] \Phi(\mathbf{p}) = \Pi(\mathbf{p}) \int d\mathbf{q} \hat{V}(\mathbf{p} - \mathbf{q}) \Phi(\mathbf{q}) \quad (14)$$

In general, the construction of a quasipotential is a very tedious problem, especially in QCD at large distances, where the perturbative expansions lose any sense. Therefore, we are forced to consider phenomenological quasipotentials, that are permitted by general logic of this method [9].

At the first stage, in coordinate representation, $\hat{V}(r)$ can be taken independent of the derivatives. The simplest choice $\hat{V}(r) = V(r)$ corresponds to the exchange of the 4th component of the Lorentz-vector. The Klein paradox can be avoided if we use relevant matrix structures, following from projective operators above. In the large distance limit or small linear momentum extensively used projective operators behave as

$$\Lambda_1^{(+)}(p) \Lambda_2^{(+)}(-p) - \Lambda_1^{(-)}(p) \Lambda_2^{(-)}(-p) \rightarrow \frac{1}{2}(\beta_1 + \beta_2) \quad (15)$$

In the more general case of non-static kernels, it is possible to have a formulation with projection operator

$$\Lambda_1^{(+)}(\mathbf{p})\Lambda_2^{(+)}(-\mathbf{p}) + \Lambda_1^{(-)}(\mathbf{p})\Lambda_2^{(-)}(-\mathbf{p}) \rightarrow \frac{1}{2}(1 + \beta_1\beta_2). \quad (16)$$

In these formulations it is inconvenient to replace appeared here operators by unity, since the Klein paradox occurs. Either one must make a non-relativistic reduction in powers of v^2 / c^2 in the complete equation or use part of this operator, for example, make a restriction to terms of order $O(1)$ after expansion in v^2 / c^2 . It is readily to seen that there remain from the above projection operator's pure matrix structures (last forms in (15) and (16)), which in Kummer's two-sided notation means [13]

$$\{\hat{V}\Psi\} = \frac{1}{2}V(\beta\Psi + \Psi\beta), \quad \{\hat{V}\Psi\} = \frac{1}{2}V(\Psi + \beta\Psi\beta) \quad (17)$$

Unifying these structures, we derive the equation

$$\begin{aligned} (-i\alpha\nabla + m_1\beta)\Psi(\mathbf{r}) + \Psi(\mathbf{r})(-i\alpha\nabla + m_2\beta) = E\Psi(\mathbf{r}) - \\ \frac{1}{2}V_1(r)(\beta\Psi(\mathbf{r}) + \Psi(\mathbf{r})\beta) - \frac{1}{2}V_2(r)(\Psi(\mathbf{r}) + \beta\Psi(\mathbf{r})\beta) \end{aligned} \quad (18)$$

In such a formulation, it is found that the scalar potential here does not have an independent nature (i.e., does not necessarily admit the existence of scalar gluons) – it can be induced by the vector gluon on course of transition from the covariant Bethe-Salpeter equation to the one-time equation of quasipotential type [10]. Therefore, we expect that the Klein paradox would be absent. This consideration tells us that the correct relativistic equations contain true information about the variant structure of quasipotential in contrast to pure Dirac equation in an external field. Therefore, when one considers the analogous problems, one must

make use of two particle relativistic equations and reduce them by infinite overweighting of one of particles. After all we become to the modified Dirac equation,

$$\left[\boldsymbol{\alpha} \mathbf{p} + \beta m + \Lambda^{(+)}(\mathbf{p}) V(r) \right] \Psi(\mathbf{r}) = E \Psi(\mathbf{r}) \quad (19)$$

It was shown in [14,15], that if this equation is free from the Klein paradox, the same will be true for Salpeter equation and if for the rising potentials the Schrodinger equation has only discrete spectrum, the same conclusion remains for the modified equation (19), (see [16]). Therefore, potential confinement of quarks must be investigated in the frame of true relativistic equations in the framework of quantum field theory.

References

1. J.D.Bjorken, S.D.Drell, "Relativistic quantum mechanics", McGraw-Hill, NY,1964.
2. D.W.Rein, Nouvo Cim., A38,19 (1977).
3. F.Gestesy, L.Pittner. J.PhysA:Math.Gen.,11, 687 (1978).
4. A.A. Khelashvili, Bull.Georg.Acad. Sci., 104, 569 (1981).
5. A.I.Alekseev, B.A.Arbutov, V.A.Baikov, TMF, 52, 187 (1981),
6. K.R. Natroshvili, A.A.Khelashvili, V.Yu.Khmaladze. TMF, 65, 360 (1985).
7. W. Krolikovski. Acta Phys.Austriaca, 51, 243 (1979).
8. A. Turski. Bull de l'acad. Polon. Des Science, 27, 195 (1979).
9. A.A.Logunov, A.N. Tavkheldidze, Nouvo Cim., 29, 380 (1963).
10. A.A.Khelashvili. Preprint of JINR, P2-4327, Dubna (1969).
11. R.N. Faustov. Nucl. Phys., 75, 669 (1966).
12. G. Breit. Phys. Rev. 36, 483 (1930).
13. W.Kummer. Nouvo Cim.,31, 219, 91964).
14. Z.K.Silagadze, A.A. Khelashvili. TMF, 61, 431 (1984).
15. J.Sucher. Phys. Rev. D51,5965 (1995).
16. N. Kevlishvili, A. Khelashvili, T. Nadareishvili. ArXiv: hep-th/0312108 (2003)

2.7. Model on pair creation by peak electric field

T. C. Adorno*¹, S. P. Gavrilov^{tu}
and
D. M. Gitman*^{1,2,4}

¹ Department of Physics, Tomsk State University, Lenin
Prospekt 36, 634050, Tomsk, Russia;

²Instituto de Fisica, Universidade de Sao Paulo, Caixa Post-
al 66318, CEP 05508-090, Sao Paulo, S.P.,Brazil;

³ Department of General and Experimental Physics, Herzen
State Pedagogical University of Russia, Moyka Embankment 48,
191186 St. Petersburg, Russia;

⁴P. N. Lebedev Physical Institute, 53 Leninskiy prospekt,
119991, Moscow, Russia.

Differential and total quantities underlying the vacuum instability by the so-called peak field are further explored, in particular, in the slowly varying field configuration.

Introduction

In a series of works of the present authors [1] we discussed particle creation from the vacuum by time-dependent exponential electric fields in the framework of QED with external fields [3, 4]. In this article, prepared for the proceedings, we detail the main aspects of vacuum instability by peak electric field,

*tg.adorno@mail.tsu.ru, tg.adorno@gmail.com

*gavrilovsergeyp@yahoo.com, gavrilovsp@herzen.spb.ru

*gitman@if.usp.br

¹Greek indices refer to the Minkowski spacetime $\mu = 0, \dots, D$ while Latin indices refer to Euclidean space $i = 1, \dots, D$. Here $d = D + 1$ is the dimension of the spacetime. Bold letters represent

Euclidean vectors such as $r = x^1, x^2, \dots, x^D$. The Minkowski metric tensor is diagonal $\eta_{\mu\nu} = \text{diag}(+1, -1, \dots, -1)$

characterized by a time-dependent electric field directed along a fixed direction¹ $E(t) = (E^i(t) = \delta_1^i E(t), \quad i = 1, \dots, D$

$$E(t) = E \begin{cases} e^{k_1 t}, & t \in I, \\ e^{-k_2 t}, & t \in II, \end{cases} \quad (1)$$

provided by the vector potential

$$A_x(t) = E \begin{cases} k_1^{-1} (-e^{k_1 t} + 1), & t \in I, \\ k_2^{-1} (e^{-k_2 t} - 1), & t \in II, \end{cases} \quad (2)$$

where $I = (-\infty, 0]$, $II = (0, +\infty)$ stands for time intervals where the peak electric field grows exponentially from the infinitely remote past (switching-on at $t = -\infty$) and decreases exponentially to the infinitely remote future (switching-off at $t = +\infty$), respectively. Here k_1, k_2 are positive constants with k_1^{-1}, k_2^{-1} representing scales of time duration for the increasing and decreasing phases of the electric field.

The Dirac equation²

$$\begin{aligned} i\partial_t \psi(x) &= H(t)\psi(x), & H(t) &= \gamma^0(\gamma P + m), \\ P_x &= -i\partial_x - U(t), & P_\perp &= -i\nabla_\perp, & U(t) &= -eA_x(t), \end{aligned} \quad (3)$$

where $\psi_n(x)$ is a $2^{[d/2]}$ -component spinor ($[d/2]$ stands for the integer part of the ratio $(d/2)$), \perp stands for spacial components perpendicular to the electric field, $m=0$ is the electron mass, γ^μ are the γ matrices in d dimensions and $U(t)$ is the potential energy of one electron, can be integrated in terms of Confluent Hypergeometric Functions (CHFs) [5], whose spinors

$$\begin{aligned} \psi_n(x) &= \exp(ipr)\psi_n(t), & n &= (p, \mathcal{G}) \\ \psi_n(t) &= \left\{ \gamma^0 i\partial_t - \gamma^1 [p_x - U(t)] - \gamma_\perp + m \right\} \varphi_n(t) v_{x(\mathcal{G})}, \end{aligned} \quad (4)$$

are expressed in terms of CHFs $\phi(a, c; \eta)$ as follows:

$$\begin{aligned}
\varphi_n^j(t) &= b_2^j y_1^j(\eta_j) + b_1^j y_1^j(\eta_j), \\
y_1^j(\eta_j) &= e^{-\eta_j/2} \eta_j^{v_j} \Phi(a_j, c_j; \eta_j), \\
y_2^j(\eta_j) &= e^{\eta_j/2} \eta_j^{-v_j} \Phi(1-a_j, 2-c_j; -\eta_j),
\end{aligned} \tag{5}$$

Here $v_{\chi,(\vartheta)}$ is a set of constant orthonormalized spinors $V_{x,\{\vartheta\}}^+ V_{x',\{\sigma\}} = \delta_{x,x'} \delta_{\{\vartheta\},\{\sigma\}}$ and the index j distinguish quantities associated to the first I ($j = 1$) from the second II ($j = 2$) interval, respectively, b_1^j, b_2^j are constants fixed by the initial conditions, v_j , a_j and c_j constants and η_j time-dependent functions

$$\begin{aligned}
v_j &= \frac{i\omega_j}{k_j}, \quad \omega_j = \sqrt{\pi_j^2 + \pi_\perp^2}, \quad \pi_j = p_x - (-1)^j \frac{eE}{k_j}, \\
a_j &= \frac{1}{2}(1+x) + (-1)^j \frac{i\pi_j}{k_j} + v_j, \quad c_j = 1 + 2v_j, \\
\eta_1(t) &= ih_1 e^{k_1 t}, \quad \eta_2(t) = ih_2 e^{-k_2 t}, \quad h_j = \frac{2eE}{k_j}
\end{aligned} \tag{6}$$

Selecting $\chi=0$ in Eqs above (5), (6) allows one to discuss exact solutions for the Klein-Gordon (KG) equation. Introducing an additional quantum number $\xi = \pm$ to label particles ($\xi = +$) and antiparticle ($\xi = -$), the set of solutions (5) (and the corresponding Dirac spinors) are conveniently written as

$$\begin{aligned}
+ \varphi_n(t) &= + N \exp(i\pi v_1/2) y_2^1(\eta_1), \quad - \varphi_n(t) = - N \exp(-i\pi v_1/2) y_1^1(\eta_1), \quad t \in I \\
+ \varphi_n(t) &= + N \exp(-i\pi v_2/2) y_1^2(\eta_2), \quad - \varphi_n(t) = - N \exp(-i\pi v_2/2) y_2^2(\eta_2), \quad t \in II
\end{aligned} \tag{7}$$

so that at $t \rightarrow -\infty(\xi\varphi_n(t))$ and $t \rightarrow +\infty(\xi\varphi_n(t))$ these solutions represents free-(anti)particle states. Here ${}_\xi^N$ and ${}^\xi_N$ denotes normali-

zation constants with respect to the inner product of Dirac spinors (or Klein-Gordon solutions, in the case of Bosons).

1. Differential and total quantities

To study particle creation by the field under consideration, it is necessary to compute decomposition coefficients between two pairs of complete and orthonormalized sets of exact solutions, for example, the out-set $\{\xi \psi_n(x)\}$

interms of the in-set $\{\xi \psi_n(x)\}$ of Dirac spinors,

$$\{\xi \psi_n(x)\} = \int_{-} \psi_n(x) g(-|\xi) + \int_{+} \psi_n(x) g(+|\xi) \quad (8)$$

wherein the latters are identified by the coefficients $g(\xi|\xi)$, defined as inner products between both sets³

$$(\xi \psi_n | \xi \psi_n) = \delta_{|,n} g(x) g(\xi|\xi), \quad g(\xi|\xi) = g(\xi|\xi)^* \quad (9)$$

and are diagonal matrix elements with respect to the quantum numbers $n = (p, \sigma)$. These coefficients are important since they define linear canonical transformations between in- and out-sets of creation and annihilation operators [3],

$$\begin{aligned} a_n(in) &= g(+|+) a_n(out) + g(+|-) b_n^{\dagger}(out), \\ k_n^{\dagger}(in) &= g(-|+) a_n(out) + g(-|-) b_n^{\dagger}(out), \end{aligned} \quad (10)$$

from which one may compute basic elements concerning particle creation, for instance, the differential mean number of particles created from the initial vacuum⁴

$$N_n^{cr} = \langle 0, in | a_n^{\dagger}(out) a_n(out) | 0, in \rangle = |g(-|+)|^2, \quad (11)$$

the total number

³The relativistic system of units is used throughout in this paper ($\hbar = c = 1$), except when indicated otherwise

⁴The notation ψ', ψ stands for inner products of Dirac spinors. For details see; e. g., Refs. [1]

⁴Which coincides with the mean number of antiparticles created from the vacuum.

$$N^{cr} = \sum_n N_n^{cr} = \sum_n |g(-|^{+})|^2 = V_{(d-1)} n^{cr}, \quad n^{cr} = \frac{J_{(d)}}{(2\pi)^{d-1}} \int dp N_n^{cr}, \quad (12)$$

and the vacuum-to-vacuum transition probability

$$P_v = \exp \left\{ k \sum_n in [1 - k N_n^{cr}] \right\} \quad (13)$$

In Eqs. (10) and (13), $\kappa = +1$ and $\kappa = -1$ refers to Fermions and Bosons⁵, respectively. Moreover in Eq. (12) n^{cr} denotes the density of pairs created and the number $J_{(d)}$ denotes the spinning degrees of freedom, i. e., $J_{(d)} = 2^{[d/2]-1}$ for Fermions and $J_{(d)} = 1$ for Bosons.

In Ref. [2] we derived the coefficient $g(-|^{+})$ for the peak electric field (2) which, for Fermions takes the form

$$g(-|^{+}) = C\Delta, \quad C = -\frac{1}{2} \sqrt{\frac{q_1^-}{\omega_1 q_2^+ \omega_2}} \exp \left[\frac{in}{2} (v_1 - v_2) \right],$$

$$\Delta = \left[k_1 h_1 y_1^2(\eta_2) \frac{d}{d\eta_1} y_2^1(\eta_1) + k_2 h_2 y_2^1(\eta_1) \frac{d}{d\eta_2} y_1^2(\eta_2) \right]_{t=0}, \quad (14)$$

while for Bosons reads

$$g(-|^{+}) = C_{sc} \Delta|_{x=0}, \quad C_{sc} = (4\omega_1 \omega_2)^{-1/2} \exp[in(v_1 - v_2)/2] \quad (15)$$

The most favorable conditions for pair creation by time-dependent external fields are associated to its large time duration, i. e. in slowly varying field configurations. For a peak field (1), the time dependence is encoded in the parameters h_1 and h_2 , since k_1^{-1}, k_2^{-2} represent scales of time duration for increasing and decreasing phases of the electric field. Hence for k_1, k_2 sufficiently small, satisfying

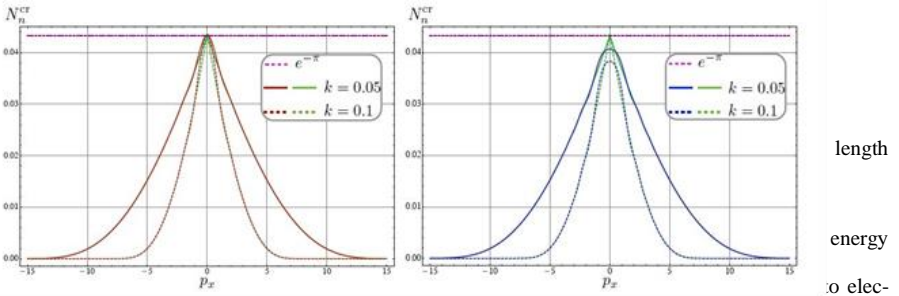
⁵By "Bosons" we mean "Klein-Gordon particles".

$$\min(h_1, h_2) \gg \max(1, m^2 / eE). \quad (16)$$

the differential mean number of particles created N_n^{cr} (11) acquires the asymptotic form

$$N_n^{cr} \sim \begin{cases} \exp[-2\pi(\omega_1 - \pi_1)/k_1], & p_x < 0, \\ \exp[-2\pi(\omega_2 + \pi_2)/k_2], & p_x > 0, \end{cases} \quad (17)$$

as $k_1, k_2 \rightarrow 0$, valid both for Fermions and Bosons (see Ref. [2]). To illustrate the exact (11) and the asymptotic (17) results, we present below plots of the mean number of particles created from the vacuum N_n^{cr} as a function of p_x for different values of k_1 and k_2 (Fig. 1). For simplicity, we select $k_1 = k_2 = k$, set $p_{\perp} = 0$ and consider the reduced system of units, in which besides $\hbar = c = 1$, the particle mass is also set equal to the unity, $m = 1$ ⁶. In Fig 1 is presented plots of exact expressions of eq. (11) (red and blue solid lines) for Fermions and Bosons, respectively, and the asymptotic approximation (17) (green solid lines) for different values of k , namely, $k = 0.05$ (solid gray lines) and $k = 0.1$ (dashed gray lines). Both values fulfil the inequality (16), since $k = 0.05$ corresponds to $h_1 = h_2 = \hbar = 2/k^2 = 800$ and $k = 0.1$ corresponds to $h = 200$.



electron's mass m , that is $p_x = p_x / m$ in the reduced system of units.

Figure 1: Mean number of Fermions (red solid lines) and Bosons (blue solid lines) created from the vacuum (black lines) by a symmetrical peak electric field with amplitude $E = E_c$. Here it is plotted exact results (red/blue) with asymptotic estimates (green lines), for two possible values of k , namely $k = 0.05$ (solid lines) and $k = 0.1$ (dashed lines). The horizontal dashed purple line corresponds to the uniform distribution $e^{-\pi}$.

The results in Fig. 1 reveal wider distributions (solid lines) corresponding to peak electric fields with small values of k in comparison to those with higher values to this phase (dashed lines); feature that is common both for Fermions and Bosons. The results are consistent with the fact that the larger the duration of an electric field, the longer it has to accelerate pairs. Consequently larger values to p_x are expected in plots corresponding to electric fields with larger duration. Besides the characteristics above, it should be noted in Fig. 1 that N_n^{cr} tends to the uniform distribution $e^{-\pi}$ as k decreases (horizontal dashed lines). Moreover, in both plots, it is seen a better approximation between exact and asymptotic results as p_x increases, as expected.

To estimate the total number of pairs created N^{cr} , one has to sum the corresponding differential mean numbers N_n^{cr} over the momenta p and spins projections (for Fermions), as displayed in Eq. (12). In the large time duration regime (16), this can be accomplished through the asymptotic results (17), whose results are given by

$$N_n^{cr} \sim \begin{cases} \exp[-2\pi(\omega_1 - \pi_1)/k_1], & p_x < 0, \\ \exp[-2\pi(\omega_2 + \pi_2)/k_2], & p_x > 0, \end{cases} \quad (18)$$

where n^{cr} and r^{cr} are, the density and rate or pairs created, respectively (see Ref. [2]). From the latter result it follows the vacuum-to-vacuum transition probability P_v (13) is given by

$$P_v = \exp(-\mu N^{cr}), \quad \mu = \sum_{l=0}^{\infty} \frac{(-1)^{(l-k)/2} \epsilon_{l+1}}{(l+1)^{d/2}} e^{-i\pi m^2 / eE}, \quad \epsilon_l = G\left(\frac{d}{2}, \frac{i\pi m^2}{eE}\right) \left[G\left(\frac{d}{2}, \frac{\pi m^2}{eE}\right) \right]^{-1} \quad (19)$$

2. Final comments

In this proceedings contribution we summarized general aspects concerning vacuum instability by peak electric field in the framework of QED with f-electric potential steps and addressed to peculiarities of particle creation by such a field. To examine how the differential mean numbers N_n^{cr} depend on the longitudinal momentum p_x and on the phases k_1, k_2 , we compare plots of exact (11) and asymptotic (17) results. The results show wider distributions for peak fields with small phases k , as expected since k^{-1} correspond to time scale for the peak electric field and, therefore, the field has a larger time to accelerate pairs. Moreover comparing the exact results with asymptotic results, it is seen a higher accuracy at regions of sufficiently large p_x , the latter increasing as k decreases. Conversely, in the range of small p_x and k satisfying (16), the well-known uniform distribution $e^{-\pi\lambda}$ provides a better approximation instead, whose accuracy also increases as k decreases. The results presented in this proceedings illustrate how a peak electric field create particles from the vacuum. These results are important to visualize how differential mean quantities depend on the quantum number p_x and withal to compare with another exactly and non-exactly solvable models. At last, but not least, comparing how the total number of particles created depend on time with another exactly-solvable external fields, namely the T-constant and Sauter type fields (see; e. g. Ref. [6]), we obtain the time dependence for the peak field is effectively represented by the combination $(k_1^{-1} + k_2^{-2})G(d/2, \pi m^2 / eE)$. Thus, a peak electric field with the effective time dependence $T_{eff} = (k_1^{-1} + k_2^{-2})G(d/2, \pi m^2 / eE)$ is equivalent, in particle creation, with a T-constant electric field with time duration $T = T_{eff}$.

Supported by Russian Science Foundation, Research Project No. 15-12-10009.

References

- [1] T. C. Adorno, S. P. Gavrilov, and D. M. Gitman, *Phys. Scr* 90, 074005 (2015); arXiv:1512.01288.
- [2] T. C. Adorno, S. P. Gavrilov, and D. M. Gitman, *Eur. Phys. J. C* 76,447 (2016).
- [3] E.S. Fradkin, D.M. Gitman and S.M. Shvartsman, *Quantum Electrodynamics with Unstable Vacuum* (Springer, Berlin (1991)).
- [4] W. Greiner, B. Muller and J. Rafelsky, *Quantum Electrodynamics of Strong Fields* (Springer, Berlin 1985); N.D. Birrell and P.C.W. Davies *Quantum Fields in Curved Space* (Cambridge University Press, Cambridge (1982)); A.A. Grib, S.G. Mamaev and V.M. Mostepanenko, *Vacuum Quantum Effects in Strong Fields* (Friedmann Laboratory Publishing, St. Petersburg, (1994)).
- [5] NIST Digital Library of Mathematical Functions, <http://dlmf.nist.gov/>, 2015-08-07 DLMF Update; Version 1.0.10.
- [6] S.P. Gavrilov and D.M. Gitman, *Phys. Rev. D* 53,716

2.8. Model of consumption electric energy in conditions of transition period

Emin Garibli, G.Sh. Mehdiyeva and I.M. Sadigov

Within the framework of game theory, the models for the mathematical substantiation of the scientific and economic approach to these topical issues describing the profitability of the use of the above-mentioned energy sources in the housing and business complex and in the production sectors are being built. Some perspectives of the use of these models in the regulation of tariffs for the above types of communal-housing and industrial services in the conditions of monopoly for these services (the 'product') are given. The strategies of the consumer and producer are studied in detail for adjusting the tariff with the amount of consumed 'products'. The tariff issues are analyzed taking into account the interests of the consumer and the manufacturer of these products. Discussions are held on the results of the study and ways of prospective studies on these topics are given and the geography of the application of research results to price adjustments and consumed 'products' under conditions of a transition period and inflation is indicated.

Key-Words: Application of economics, tariffs of electrical energy, strategy of balanced tariffs, game theory

AMS Subject Classification: 91A05; 91B55; 62P20

Development of the economy in the field of electricity consumption etc. in the housing complex and production sectors is one of the most urgent tasks now in the countries of the post-Soviet period and in developing countries. In this context, issues related to the specifics of the mentality of a specific region in the

spaces located in the far-away countries of developed capitalism play an important role, such as the West European countries, for example, Great Britain, Germany, France, Italy, etc., as well as the United States of America, Japan and some countries of Oceania, like Singapore, for example!

It is assumed that the tariff of the first kilowatt (1kw) of electrical energy is p_e conventional units (cu). If the lower and upper limits of the consumed electricity i -th family or industry (in the future sub i -th family or industry adopt the concept of "consumer"), denote through the parameters a_i and b_i , accordingly, so the consumer's electricity costs can be expressed through the functions $e_i(x) = p_e x$ and $a_i \leq x \leq b_i$.

In this case, the consuming function of the electric consumer takes the following form: It is assumed that the complex consuming function of the consumer of electrical energy has the following form

$$\sum_{i=1}^n e_i(x_i) = \sum_{i=1}^n p_e x_i, a_i \leq x_i \leq b_i,$$

for certain consumption limits: $a_i \leq x_i \leq b_i$. To study the choice of tariffs 1kw, it is assumed that the lower and upper limits of electricity tariffs are equal to P_e^{\min} and P_e^{\max} . To construct an algorithm for calculating the function of the complex consumption of electricity consumption, the following notation is introduced: $x = (x_1, \dots, x_n)$, $a = (a_1, \dots, a_n)$, $b = (b_1, \dots, b_n)$. Then the complex consumption function of consumption of electric energy can be rewritten in the following form:

$$f(x, p_e) = \sum_{i=1}^n p_e x_i = p_e \sum_{i=1}^n x_i$$

with certain limits $a \leq x \leq b$ of consumption.

A completely logical and mutually beneficial option, in the conditions of the transition period of the economy, is the relation-

ship between the producer and the consumer about the application of a uniform approach for the establishment of "*balanced tariffs*" by the Tariff Council and the "*water spills*" from the side of "*lean (economical) consumption*" by the consumer of these products . Functions of the financial loss of the manufacturer can be formulated as $f_{Producer}(x, p_e) = -f(x, p_e)$, and the consumer in the following form, $f_{Consumer}(x, p_e) = f(x, p_e)$. It should be noted that the problem considered by us is studied in terms of the 'loss function'. This same problem can be investigated in terms of 'function on profit'.

- 1) We will result research of the above-stated problem with definition of strategy of the consumer and the manufacturer for averting from loss (losses). An arbitrary consumer (x) strategy belongs to a multitude, i.e. $[a, b]$. In terms of 1kvelectricity tariffs P_e^{\min} , we can write the following set $(p_e) \in [P_e^{\min}, P_e^{\max}]$, which in turn leads to the fulfillment of the relationship

$$f_{Consumer}(x, p_e) + f_{Producer}(x, p_e) = 0.$$

Introducing the notation $E = [a, b]$ and $F = [P_e^{\min}, P_e^{\max}]$, we have that in the above relations, the vector of (x) consumed electricity belonging to the sets E is called "*customer strategies*", and the vector (p_e) determining the tariff for 1kv electric energy included in the above-stated sets F is "*producer strategies*". Obviously, the domain of definition of functions $f_{Consumer}$ and $f_{Producer}$, referred to as "the functions of financial losses of the consumer and the producer", respectively - is a set $E \times F$ whose values $R = (-\infty, +\infty)$ belong. Then, from the newly introduced function

$$G(x, p_e) = (f_{Consumer}(x, p_e), f_{Producer}(x, p_e)),$$

it follows that the values of this function belong R^2 , i.e. $G(x, p_e) \in R^2$.

In the case of determining the strategies of the consumer and producer independent of each other, the game between them in a normal or strategic form is determined by means of a mapping $G(x, p_e)$ from a set $E \times F$ with a value in R^2 called the "mapping of the bipoles". To study consumer loss $f_{Consumer}$, if the consumer knows the manufacturer's strategy (\tilde{p}_e) for choosing the tariff $cu \tilde{p}_e$ for the unit electric energy $1kw$, then the consumer should choose such a strategy (\tilde{x}) $\in E$ (i.e. those \tilde{x} from the strategy area $a_i \leq \tilde{x} \leq b_i$), so that $f_{Consumer}(x, \tilde{p}_e)$ its loss function takes a minimum value. In other words, the consumer chooses his strategy from the following sets:

$$S_{Consumer}(\tilde{p}_e) = \{(\tilde{x}) \in E : f_{Consumer}(\tilde{x}, \tilde{p}_e) = \inf_{(x) \in E} f_{Producer}(x, \tilde{p}_e)\}.$$

The linear function of the financial loss of the consumer

$$f_{Consumer}(x, \tilde{p}_e) = \sum_{i=1}^n (\tilde{p}_e x_i)$$

takes its minimum value for an arbitrary (\tilde{p}_e) $\in F$, at a value $\bar{x} = a$, i.e. When the consumer reduces the consumption of electrical energy to a minimum. In this case, the only strategy that satisfies the consumer is the 'strategy of minimum consumer boundaries'. Such a rule for making a decision is called the 'canonical rule of decision-making'. It should be noted that the compromise strategy (a, P_e^{\max}) leads to the so-called "non-cooperative equilibrium" of the canonical decision rule.

Since satisfying the following relations

$$f_{Consumer}(x, p_e) < f_{Consumer}(a, P_e^{\max})$$

and

$$f_{\text{Producer}}(x, p_e) < f_{\text{Producer}}(b, P_e^{\max}),$$

the strategists $(x, p_e) \in E \times F$ do not exist, it (a, P_e^{\min}) will be *Pareto-optimal*, which, as already noted above, does not meet the interests of both the consumer and the producer. It is obvious that the strategy (a, P_e^{\min}) , which corresponds to the minimum consumption of electric energy and the minimum tariff, is the only strategy that satisfies the following condition:

$$f_{\text{Consumer}}(a, P_e^{\min}) = \inf_{\substack{(x) \in E \\ (p_e) \in F}} f_{\text{Consumer}}(x, p_e)$$

and it (this strategy) is more ideally acceptable in a mutually beneficial case. This case is calculated on the interest of the consumer on the part of the manufacturer and the so-called Tariff Council.

Also, obviously, the strategy (b, P_e^{\max}) , with the maximum consumption of electricity and with the maximum value of the tariff, is the only strategy that satisfies the following condition:

$$f_{\text{Producer}}(b, P_e^{\max}) = \inf_{\substack{(x) \in E \\ (p_e) \in F}} f_{\text{Producer}}(x, p_e)$$

which is more profitable only for the manufacturer, i.e. this means increasing the producer's income at the expense of the consumer. In this case, the producer is enriched, and the consumer is depleted.

In this case, the *virtual minimum of the game* is determined by the following vector: $f_{\text{Producer}}(b, P_e^{\max})$.

It is also obvious that, in exceptional cases, there is a strategy (x, p_e) that satisfies the following conditions

$$f_{\text{Consumer}}(a, P_e^{\min}) = f_{\text{Consumer}}(x, p_e)$$

and

$$f_{\text{Producer}}(b, P_e^{\max}) = f_{\text{Producer}}(x, p_e)$$

that could be ideally acceptable for mutual benefit to both parties, both the consumer and the producer.

From the definition of the virtual minimum of the game [5], we obtain that for an arbitrary choice of the aggregate of consumption, and the electricity tariff (x, p_e) , the following inequalities are satisfied:

$$f_{Consumer}(a, P_e^{\min}) \leq f_{Consumer}(x, p_e) ,$$
$$f_{Producer}(b, P_e^{\max}) \leq f_{Producer}(x, p_e) .$$

The questions of economic regulation of expenses for consumed electric power have been studied in detail and are presented on very specific recipes for solving regional economic problems on the economic consumption of priority household and industrial financial waste.

REFERENCES

- 1) Bashchuk F.E. Optimization of the expenditure side of the budget of participants in financial relations in the sphere of housing and communal services. St. Petersburg, 2014, 152 p.
- 2) Novikov IA The improvement of the economic mechanism of tariffs in the regional heat energy market: PhD thesis of Economical Sciences: 08.00.05. Ivanovo, 2007. 22p.
- 3) Trishkin O.B. The macroeconomic aspect of regulation of natural monopolies. Author's abstract. Candidate of Science. 08.00.05. St. Petersburg, 2008, 19p.
- 4) Oben J.-P. Nonlinear analysis and its economic applications. M.: The world, 1988, 264 p.
- 5) Krushevsky A.V. Game theory. "Vishcha school", Kiev, 1977, 215 p.

BÖLMƏ III. FÖVQƏLADƏ HALLARIN VƏHDƏTİ VƏ TƏXLİYYƏ

3.1. Лечение пострадавших с ранениями магистральных сосудов на этапах медицинской эвакуации

Назим А. Гаджиев

Научный хирургический центр им. М. Топчубашова, главный врач, доктор философии в области медицины

Лечение боевых ранений крупных кровеносных сосудов является сложной задачей на всех этапах медицинской эвакуации. Высокая вероятность возникновения таких тяжелых осложнений, как кровотечение, геморрагический шок, ишемическая гангрена конечностей, острая ишемия головного мозга обуславливают необходимость правильной организации медицинской помощи при ранениях крупных сосудов (31, 56, 104, 106).

1. Догоспитальная помощь

Несмотря на развитие сосудистой хирургии, улучшение качества оказания помощи пострадавшим с ранениями сосудов, показатели летальности и осложнений остаются высокими по сравнению с ранениями других органов и тканей. В связи с этим, для улучшения качества оказания помощи на этапах медицинской эвакуации (первая медицинская, первая врачебная, квалифицированная и специализированная помощь), большое внимание уделяли следующим основным принципам лечения раненых с повреждениями крупных сосудов:

1. для борьбы с геморрагическим шоком своевременно проводили остановку кровотечения (предварительную и

окончательную);

2. осуществляли мероприятия для устранения дефицита оцк;

3. выполняли эффективные меры профилактики ишемической гангрены конечности и инфицирования раны;

4. проводили комплексное лечение сопутствующих повреждений органов и тканей, в том числе костей и нервов; Из 278 пострадавших с ранениями магистральных сосудов 236 (84,9%) раненых были оперированы по поводу изолированного или комбинированного поражения магистральных сосудов, а также их сочетанного поражения с другими анатомическими структурами (костями, нервными стволами, внутренними органами). Остальные 42 (15,1%) пострадавших были оперированы в плановом порядке по поводу последствий изолированного или комбинированного поражения магистральных сосудов. Из 236 пострадавших с первичными ранениями магистральных сосудов первую доврачебную помощь в сроки от 5 до 20 минут после ранения оказали 222 (94%) раненым. Основным видом догоспитальной помощи явилась первая врачебная, которую провели всем пострадавшим.

Принципиальным моментом на догоспитальном этапе считали использование эффективных и безопасных методов временной остановки кровотечения. Наружное кровотечение было у 216 (91,5%) раненых с повреждениями магистральных артерий, при этом в 83,7% случаев его удавалось остановить до осмотра врача. Способы временной остановки кровотечения, которые использовали при ранении магистральных сосудов, представлены на рис.1.

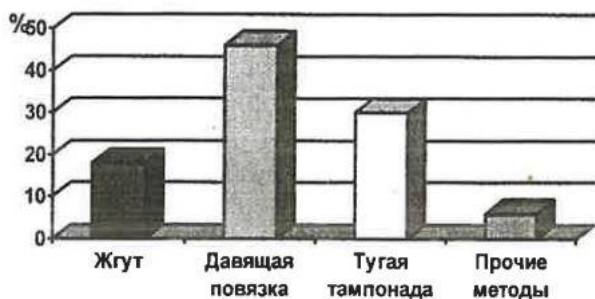


Рис.1. Характеристика способов остановки кровотечения при ранении магистральных сосудов до осмотра врача.

При этом, с точки зрения последующих результатов лечения пострадавших на этапах госпитальной помощи, мы отдавали предпочтение, в качестве методов временной остановки кровотечения, давящей повязке и тугому тампонированию раны. Считали нецелесообразным использование кровоостанавливающего жгута при ранениях сосудов верхних конечностей, а также сосудов нижних конечностей дистальнее коленного сустава.

Анализируя состояние раненых на этапе квалифицированной помощи было выяснено, что кровоостанавливающий жгут на догоспитальном этапе был применен неправильно в 37,3% случаев, что привело к усугублению степени ишемии тканей пораженной конечности в связи с перетягиванием нервных стволов. Следует отметить, что все жгуты, наложенные на конечности при оказании первой помощи, снимали на этапе первой врачебной помощи, а временную остановку кровотечения добивались давящей повязкой или тугим тампонированием раны.

Одним из условий эффективного оказания квалифицированной и специализированной помощи пострадавшим с ранениями магистральных сосудов являлось максимальное сокращение времени транспортировки раненых на соответствующие этапы. Сроки оказания квалифицированной хирур-

гической помощи у пострадавших с различными типами поражения представлены в табл. 1.

Средний срок от ранения до оказания квалифицированной хирургической помощи составил $1,7 \pm 0,3$ часа. При этом следует отметить, что подавляющее большинство (72,9%) пострадавших поступало на этап квалифицированной помощи менее чем через 2 часа с момента ранения. Кроме того, средние сроки эвакуации на данный этап у лиц с комбинированными ранениями магистральных сосудов, а также при наличии сопутствующих повреждений других органов были меньше, чем у пострадавших с изолированными повреждениями. Это было связано с более тяжелым состоянием пострадавших.

Таблица 1

Сроки оказания квалифицированной хирургической помощи у пострадавших с различными типами поражения

Время ишемии конечности от момента ранения до поступления на этап квалифицированной помощи	Количество пострадавших				
	Группа I A	Группа I B	Группа II A	Группа II B	Всего
До 2 часов	50 (71,4%)	66 (73,3%)	40 (71,5%)	16 (80,0%)	172 (72,9%)
От 2 до 4 часов	16 (22,9%)	24 (26,7%)	12 (21,4%)	2 (10,0%)	54 (22,9%)
От 5 до 6 часов	4 (5,7%)	0	4 (7,1%)	2 (10,0%)	10 (4,2%)
ИТОГО	70	90	56	20	236

Таблица 2

Характеристика сроков оказания специализированной помощи у пострадавших с различными типами поражения

Время ишемии конечности от момента ранения до поступления на этап специализированной помощи	Количество пострадавших				
	Группа I А	Группа I Б	Группа II А	Группа II Б	Всего
До 6 часов	40 (80,0%)	20 (66,7%)	28 (66,7%)	14 (63,6%)	102 (70,8%)
6 – 12 час.	8 (16,0%)	8 (26,7%)	10 (23,8%)	6 (27,3%)	32 (22,2%)
13 - 24 час.	2 (4,0%)	2 (6,6%)	4 (9,5%)	2 (9,1%)	10 (7,0%)
ИТОГО	50	30	42	22	144

Среднее время поступления пострадавших на этап специализированной помощи составило $5,6 \pm 0,7$ часов. Сроки поступления пострадавших разных групп на данный этап эвакуации представлены в табл.2. Основное количество раненых было доставлено на этап специализированной помощи (70,8%) в срок до 6 часов после операции.

Таким образом, основным условием успешного лечения раненых с повреждениями магистральных сосудов на доврачебном и первом врачебном этапах является правильная остановка кровотечения и максимально быстрая эвакуация их на этап квалифицированной и специализированной помощи. Основным методом остановки кровотечения являлось наложение давящей повязки и тугое тампонирование раны.

2.Квалифицированная и специализированная помощь

Показания к оперативному вмешательству при ранениях крупных кровеносных сосудов определяли следующим рядом факторов: видом поврежденного сосуда, особенностью анатомо-топографического расположения по отношению к сосудистому пучку, сроком ранения, наличием или отсутствием признаков нагноения в ране, продолжающимся кровотечением или его остановкой, степенью сдавливания органов и тканей нарастающей гематомой, сочетанием ранения сосудов с другими повреждениями (переломы костей, травмы нервов, разможение мягких тканей, ранение внутренних органов и т. д.) с развитием тяжелого травматического шока, возникновением вторичного кровотечения и др.

Операцию на сосудах в срочном порядке проводили в следующих случаях:

1. малейшего подозрения на развитие инфекции в ране (8,5%), сопровождающейся гипертермией, ноющими болями в ране и конечности, резкой инфильтрации в области ранения, гнойным экссудатом и другими признаками, которые могли бы привести к развитию вторичного кровотечения;
2. опасности разрыва пульсирующей гематомы с последующим кровотечением (15,3%);
3. угрозы ишемической гангрены, вызванной тромбозом артерии, полным пересечением главных стволов артерии, сдавлением сосудисто-нервного пучка нарастающей гематомой (24,4%);
4. комбинированного ранения сосудов и костей (15,3%), поскольку ранняя хирургическая обработка ран с удалением нежизнеспособных тканей, инородных тел, свободно расположенных костных осколков и тщательная остановка кровотечения предупреждают развитие инфекционного процесса, в результате чего уменьшается частота вторичных кровоте-

ний.

Высокую опасность для жизни представляли операции на сосудах, которые приходилось проводить раненым на фоне шокового состояния их. Признаки шокового состояния мы наблюдали у 94,9% раненых с первичными ранениями магистральных сосудов. По степени выраженности шока они распределились следующим образом (рис.2).

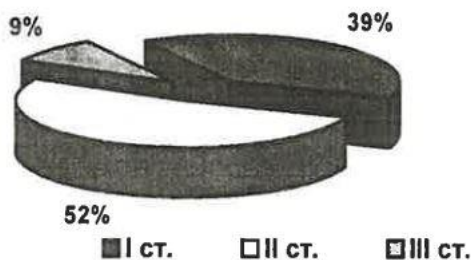


Рис.2. Распределение раненых по степени выраженности шока.

Раненые со II-й и III-й степенями шока составили 61,3%. Следовательно, большинство поступавших раненых требовали проведения активных противошоковых мероприятий.

Для предупреждения развития шока до, во время и особенно после операции по поводу ранений крупных сосудов начинали противошоковые мероприятия сразу же после ранения. При массовой травме временная остановка кровотечения, иммобилизация костей при их переломах, играли важнейшую роль в профилактике прогрессирования геморрагического и травматического шока. В случае изолированного ранения крупных сосудов большая кровопотеря являлась основной причиной развития шока, который сохранялся после операции при неадекватных противошоковых мероприятиях.

Геморрагический шок был связан с обильным кровоте-

чением во время операции по поводу пульсирующих гематом, артериальных аневризм, артериовенозных соустьев и вторичных кровотечений. При небольшой кровопотере во время операции на сосудах шоковое состояние обычно не наступало. При этом оперативное вмешательство начинали только после выведения из шокового состояния или после относительной его компенсации у 94,3% раненых. Однако, если причиной возникновения и развития шока явилось продолжающееся кровотечение из раненых сосудов, то оперативное вмешательство проводили одновременно с проведением протившоковых мероприятий (5,7% случаев), особенно при сочетанном ранении сосудов с другими органами.

Вопрос о необходимости и целесообразности реконструктивной операции на сосудах решали строго индивидуально с учетом общего состояния пострадавшего и, самое главное, состояния тканей в регионе кровоснабжения поврежденного сосуда.

Кроме абсолютных (несовместимая с жизнью политравма), основным противопоказанием к выполнению реконструктивной операции на сосудах при их повреждениях являлась тяжелая необратимая ишемия конечности. Следует отметить, что среди оперированных раненых у 25,7% из них в исходе имелась критическая ишемия конечности. При этом принимали во внимание уровень повреждения магистрального сосуда и функциональную значимость ишемизированной конечности. Так, при повреждениях бедренных и подколенных сосудов, сопровождающихся тотальной мышечной контрактурой голени, восстановительную операцию, считаем противопоказанной. Однако, в случае тяжелой ишемии верхних конечностей, даже III А, и Б степеней, при повреждении подмышечной и плечевой артерии (в нашем исследовании – 12,5% всех повреждений артерий верхних конечностей и плечевого пояса), учитывая особую функциональную значи-

мость руки, относительно небольшой ее мышечный массив, осуществляли попытки выполнения реконструктивных операций на сосудах при продолжительности ишемии конечности до 6 часов. Более продолжительную ишемическую контрактуру конечности считали противопоказанием к реконструктивной операции. Кроме того, в целях предотвращения развития реперфузионного синдрома при пережатии магистральных сосудов более 18 часов использовали в периоперационном периоде гемосорбцию.

Больной И. 32 лет (и\б No 2908) во время боевых действий получил огнестрельное осколочное ранение средней трети правого бедра с повреждением поверхностной бедренной артерии. На передовых этапах повреждение магистральной артерии не был распознан, в связи с чем к нам поступил через 20 часов после ранения. При поступлении отмечалось бледность правой нижней конечности, отсутствие поверхностной и глубокой чувствительности, однако клинических данных за миогенную контрактуру не было, пульсация артерий стопы справа отсутствовало. Раневой канал на бедре соответствовал проекции нервно-сосудистого пучка. В области раны отмечалась больших размеров непальсирующая гематома. Учитывая вышеизложенное, угрозу развития ишемической гангрены правой н/к была произведена операция. После эвакуации гематомы выявлено сквозное ранение поверхностной бедренной артерии. Произведено аутовенозное протезирование бедренной артерии. Учитывая срок ранения (*более 20 часов*), пуск кровотока по бедренной артерии проводилась после пережатия бедренной вены и подключения регионарной экстракарпоральной детоксикации (*гемасорбции*). Гемасорбция проводилась 90 мин. по системе «бедренная вена - подключичная вена». Послеоперационное течение гладкое, раны зажиты вторичным натяжением, в удовлетворительном состоянии выписан в часть (рис 3).

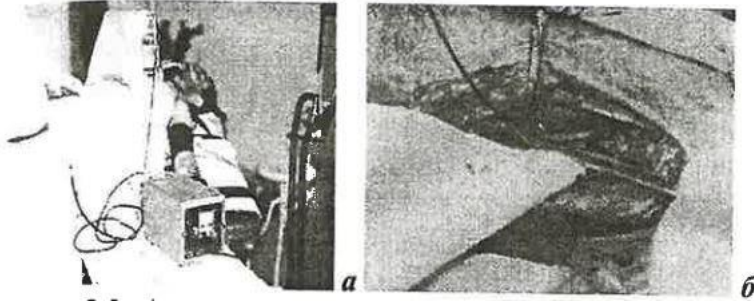


Рис. 3. (интраоперационное фото). Регионарная гемасорбция.

Показанием к первичной ампутации конечности были: развившаяся гангрена, тотальная мышечная контрактура Мышц в бассейне кровоснабжения поврежденного сосуда, а также размоложение мягких тканей и костей конечности, когда восстановительная операция была бесперспективна. Эту группу пострадавших в настоящее исследование не включили.

Показаниями к лигатурным операциям являлись:

- отсутствием специалиста и соответствующего инструментария;
- повреждение сосудов малого калибра;
- невозможность выполнить временное протезирование при сочетанном повреждении жизненно-важных органов, восстановление которых имеет первостепенное значение;
- гнилостная инфекция ране, повторные аррозивные кровотечения из ранее восстановленных сосудов, когда выполнение экстраанатомического чунтирования невозможно;
- экстремальные ситуации.

Во всех остальных случаях проводили реконструктивные операции с восстановлением кровотока по поврежденному сосуду. Характер и объем оперативных вмеша-

тельств на магистральных сосудах, проведенных в передовых госпиталях, представлен в табл.3.

Таблица 3
Характер оперативных вмешательств на магистральных сосудах, проведенных в передовых госпиталях

Вид вмешательства	Количество операций				Всего
	Группа I А	Группа I Б	Группа II А	Группа II Б	
Временная остановка кровотечения с тампонадой	2 (5,7%)	4 (8,9%)	1 (1,8%)	0	7 (4,5%)
Перевязка сосуда:	0	1 (2,2%)	9 (16,1%)	4 (20,0%)	14 (9,0%)
в т.ч. артерии		1	0	0	1
вены		0	9	4	13
Боковой шов сосуда:	2 (5,7%)	4 (8,9%)	7 (12,5%)	0	13 (8,3%)
в т.ч. артерии	2	4	2		8
вены	0	0	5		5
Циркулярный шов сосуда:	2 (5,7%)	11 (24,4%)	8 (14,3%)	3 (15,0%)	24 (15,4%)
в т.ч. артерии	2	11	5	1	19
вены	0	0	3	2	5
Пластика дефекта артерии заплатой	4 (11,4%)	6 (13,3%)	3 (5,4%)	1 (5,0%)	14 (9,0%)
Операции протезирования или шунтирования:	8 (22,9%)	10 (22,3%)	8 (14,3%)	2 (10,0%)	28 (17,9%)
в т.ч. артерии	8	10	5	1	24
вены	0	0	3	1	4
Временное эндопротезирование	17 (48,6%)	9 (20,0%)	20 (35,6%)	10 (50,0%)	56 (35,9%)
в т.ч. артерии	17	9	12	7	45
вены	0	0	8	3	11
ИТОГО	35	45	56	20	156

Среди реконструктивных операций наиболее часто на данном этапе выполняли восстановление проходимости сосуда с помощью циркулярного шва (15,4%), а также операции аутовенозного протезирования магистральных сосудов (17,9%). Реже осуществляли операции бокового ушивания поврежденного сосуда (8,3%), пластики бокового дефекта артерии с помощью заплаты (9,0%), а также лигатурные операции (9,0%). Следует подчеркнуть, что последний вид опе-

рации проводили только в передовых госпиталях, случаев выполнения лигатурных операций на специализированном этапе в нашем исследовании не было. Кроме того, из 14 лигатурных операций только в одной была осуществлена перевязка артериального сосуда. В остальных случаях лигировали вену. При определении возможности безопасной перевязки артериальных стволов мы использовали классификацию степени безопасности перевязки различных артерий, предложенную Л.М. Ратнером (1955). В данном случае была осуществлена перевязка бедренной артерии ниже отхождения глубокой артерии бедра. В остальных 13 случаях лигатурные операции провели на венозных сосудах.

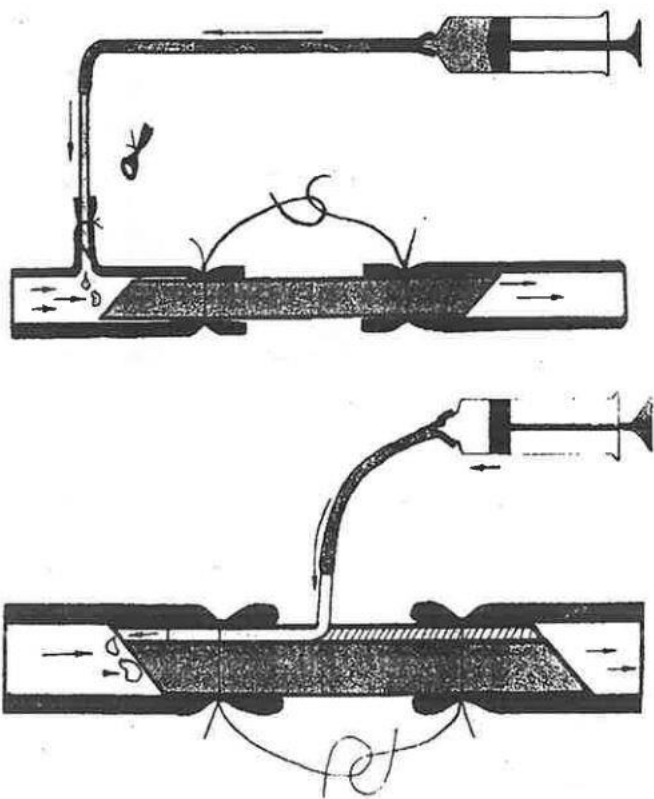
Следует отметить, что наиболее частым оперативным вмешательством, выполняемым на этапе квалифицированной врачебной помощи, было временное протезирование сосудов. Данную операцию применяли с целью сохранения кровотока в конечности при ранениях крупных сосудов на период доставки раненого на этап специализированной помощи. Временный шунт (ВШ) в передовых госпиталях был использован у 56 (35,9%) пострадавших. ВШ представляли собой линейные силиконовые, Т-образные трубки, а также эндопротезы оригинальной конструкции с микроирригатором. Из 56 эндопротезов 80,4% были использованы для шунтирования артерий (30 бедренной, 8 - подколенной, 7 - плечевой артерий) и 19,6% — для шунтирования венозных стволов (10 - бедренной и 1 плечевой вены). варианты использования эндопротезов представлены в табл.4.

Таблица 4
Виды ВШ, использованных при оказании помощи в передовых госпиталях

Вид ВШ	Количество ВШ				
	Группа I А	Группа I Б	Группа II А	Группа II Б	Всего
Линейный силиконовый:	10 (58,9%)	7 (77,8%)	13 (65,0%)	7 (70,0%)	37 (66,1%)
в т.ч. артериальный	10	7	8	5	30
венозный	0	0	5	2	7
T-образный:	2 (11,8%)	0	2 (10,0%)	0	4 (7,1%)
в т.ч. артериальный	2		1		3
венозный	0		1		1
Линейный силиконовый с катетеризацией проксимальной артериальной ветви	3 (17,5%)	1 (11,1%)	0	0	4 (7,1%)
Двухпросветный эндопротез с микроирригатором:	2 (11,8%)	1 (11,1%)	5 (25,0%)	3 (30,0%)	11 (19,7%)
в т.ч. артериальный	2	1	3	2	8
венозный	0	0	2	1	3
ИТОГО	17	9	20	10	56

Наиболее часто (66,1%) применяли обычное ВШ линейной силиконовой трубкой. Эндопротез нашей оригинальной конструкции был использован только в 19,7% случаев.

Данный протез (рис. 4) по своей конструкции отличался тем, что имел два просвета, один из которых выполнял роль ВШ, а второй представлял собой микроирригатор, конец которого при постановке эндопротеза в сосуде располагался у места соединения с проксимальным фрагментом сосуда. Через микроирригатор постоянно подавался физиологический раствор с гепарином из расчета 5000 ЕД гепарина в течение 4 часов, при этом инфузия раствора осуществлялась самим пострадавшим после соответствующего инструктажа с помощью шприца соединенного с микроирригатором.



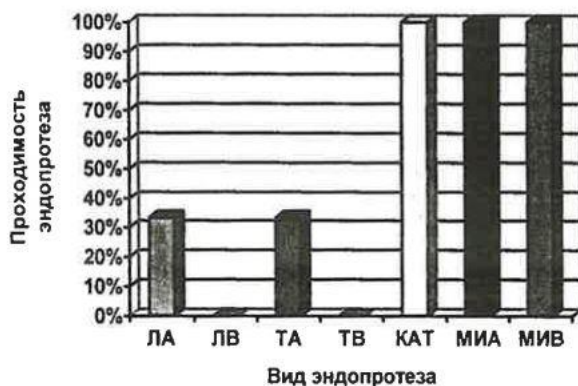
А.Эндопротезирование с катетеризацией микроиригатором проксимальной ветви в артериальной позиции или дистальной — в венозной позиции;

Б.Двухпросветный временный эндопротез с микроиригатором.

Рис. 4. Схема временного шунта с микроиригатором.

Иллюстрацией преимущества использования того или иного вида эндопротеза являются показатели проходимости эндопротезов к моменту оказания пострадавшему специали-

зированной помощи, представленные на рис.5.



ЛА - линейный силиконовый эндопротез в артериальной позиции;

ЛВ - линейный силиконовый протез в венозной позиции;

ТА - Т-образный протез в артериальной позиции;

ТВ - Т-образный протез в венозной позиции;

КАТ - линейный силиконовый протез с катетеризацией проксимальной артериальной ветви;

МИА - двухпросветный протез с микроирригатором в артериальной позиции;

МИВ - двухпросветный протез с микроирригатором в венозной позиции.

Рис. 5. Проходимость различных видов временных эндо- протезов к моменту оказания специализированной помощи.

Наиболее неблагоприятные результаты были получены при использовании обычного силиконового и Т-образного протезов. При постановке их в венозную позицию они тромбировались к моменту оказания специализированной помо-

щи во всех случаях. Чуть лучше были результаты проходимости этих ВШ при постановке их в артериальную позицию: при этом проходимыми из них оказывались только 33,3%. Следует отметить, что показатели проходимости обычного линейного и Т-образного силиконовых протезов не отличались между собой. При использовании двухпросветных оригинальных ВШ с микроирригатором к моменту выполнения операции на специализированном этапе ни одного случая тромбоза не наблюдали. Причем такие результаты были получены при установлении их как в артериальное, так и в венозное русло. Также, полная проходимость была получена при использовании линейного эндопротеза с дополнительной катетеризацией проксимальной артериальной ветви. На основании этого считаем, что использование ВШ предлагаемой нами конструкции, в случае необходимости временного шунтирования поврежденного сосуда, наиболее целесообразно, причем, как в артериальной, так и в венозной позиции.

Таким образом, ВШ предлагаемой нами конструкции, может быть использоваться для временного протезирования на этапах медицинской эвакуации и является методом выбора. Следует подчеркнуть, что установка ВШ неизбежно приводит к задержке эвакуации пострадавшего на этап специализированной помощи, а потому использование его на этапе квалифицированной помощи должно быть ограничено строгими показаниями, и применяться только при угрозе развития гангрены конечности в сочетании с невозможностью остановки кровотечения иными способами.

Характер оперативных вмешательств на магистральных сосудах, выполненных на этапе специализированной помощи в ЦВКГ, представлен в табл. 5 и табл. 6. В отличие от передовых госпиталей, на данном этапе проводили реконструктивные операции как по поводу первичного изолированного или комбинированного поражения магистральных сосудов (72 операции), так и различные реконструкции

по поводу последствий повреждений магистральных сосудов (42 операции).

Таблица 5.

Характер и объем оперативных вмешательств на сосудах при их первичных поражениях в ЦВКГ

Вид вмешательства	Количество операций				Всего
	Группа I А	Группа I Б	Группа II А	Группа II Б	
Боковой шов сосуда:	0	4	4	0	8
в т.ч. артерии		(13,3%)	(9,5%)		(5,6%)
вены		4	2		4
		0	2		2
Циркулярный шов сосуда:	6	4	10	4	24
в т.ч. артерии	(12,0%)	(13,3%)	(23,8%)	(18,2%)	(16,7%)
вены	6	4	4	2	16
	0	0	6	2	8
Операции протезирования или шунтирования:	26	14	22	12	74
в т.ч. артерии	(52,0%)	(46,7%)	(52,4%)	(54,5%)	(51,4%)
вены	26	14	16	10	66
	0	0	6	2	8
Протезирование артерии синтетическим протезом	2	0	0	0	2 (1,4%)
	(4,0%)				
Тромбэктомии из шунта	4	0	0	0	4 (2,8%)
	(8,0%)				
Повторные реконструкции	12	8	6	6	32
	(24,0%)	(26,7%)	(14,3%)	(27,3%)	(22,1%)
ИТОГО	50	30	42	22	144

Комментируя эту таблицу, следует отметить, что ЦВКГ последний этап медицинской эвакуации, где оказывали высококвалифицированную специализированную помощь. В связи с этим следует отметить высокий уровень сложности выполняемых вмешательств. Так, в ЦВКГ доля операций протезирования или шунтирования составила 51,4%, в то время как в передовых госпиталях подобные операции осуществляли только у 17,9% раненых. Ни у одного пострадавшего на данном этапе не были выполнены лигатурные операции, т.е. во всех случаях выполняли рекон-

3. Обезболивание на операциях по поводу ранений магистральных сосудов

Большинство (87%) раненых с травмой крупных периферических кровеносных сосудов и их последствиями, находившихся под нашим наблюдением, были оперированы под эндотрахеальным наркозом с применением методики сбалансированной анестезии, обеспечивающей проведение оперативного вмешательства независимо от его продолжительности, травматичности, объема кровопотери, а также возможных осложнений.

В ряде случаев (7,4%) мы выполняли операции под внутривенным наркозом в сочетании с местной анестезией 0,25- 0,5% раствором новокаина, которая обеспечивала легкую и хорошую препаровку сосудов и нервов, позволяя сократить продолжительность вмешательства и значительно уменьшить применяемую дозу наркотических веществ. Кроме того, местная анестезия имеет еще ряд других преимуществ: способствует уменьшению спазма сосудов и коллатералей, а также их расширению, тем самым предупреждая развитие ишемии конечности или органа, находящегося дистальнее места сосудистого поражения.

Местную анестезию как самостоятельный вид обезболивания мы применили только у 4,2% пострадавших при операциях по поводу изолированных ранений сосудов среднего калибра.

В 2,8% случаях мы использовали спинномозговую анестезию при выполнении операции на сосудах нижних конечностей. Однако, учитывая возможность значительного снижения артериального давления в случае быстрой и массивной кровопотери во время оперативного вмешательства, а также сложность ее исполнения у раненых с политравмой, мы широко не использовали этот метод анестезии.

Выбор метода восстановительной операции зависел от

характера повреждения сосуда, его протяженности, наличия повреждения окружающих анатомических структур, наличия или отсутствия инфекции в ране.

4. Общие принципы выполнения реконструктивных операций при ранении магистральных сосудов

В нашем исследовании из 236 раненых с первичными ранениями магистральных сосудов боковое повреждение артерий и вен наблюдали у 52 (22,0%) человек, у остальных 184 (78,0%) имело место сквозное ранение сосуда.

Перед выполнением восстановительных операций на сосудах проводили их мобилизацию на расстоянии 3-6 см проксимальнее и дистальнее уровня повреждения. Перед пересечением магистральных артерий системно вводили 5000 ЕД гепарина. После этого обнажали сам поврежденный участок сосуда и осуществляли его ревизию.

При наличии бокового дефекта артерии наиболее оптимальным методом восстановления являлось наложение бокового сосудистого шва. В нашем исследовании боковой шов артерии был выполнен у 15 пострадавших с первичными повреждениями. Показанием к выполнению данного шва считали поперечное расположение раны на протяжении не более половины диаметра сосуда. До восстановления целостности сосуда обязательно проводили ревизию дистального, а также проксимального сосудистого русла с помощью катетера Фогарти. Боковой шов накладывали дистального отдела так, чтобы под контролем зрения обязательно захватить интиму поврежденного сосуда, что важно для профилактики ее заворота и как следствие - тромбоза сосуда. При резаных боковых дефектах стенки артерий в продольном направлении при условии, что отсутствует разрыв ее, мы выполняли пластику дефекта с помощью аутовенозной заплаты, выкраи-

ваемой из притоков большой подкожной вены или основной вены плеча рис 5. Такая техника была использована у 14 раненых с первичными повреждениями сосудов, кроме того, пластика дефекта артерии с помощью заплаты была также применена еще у 6 пострадавших с последствиями ранений сосудов. В случае, если имело место разможнение стенки сосуда, а также имелся дефект артерии более половины ее диаметра, мы отказывались от выполнения бокового сосудистого шва или пластики заплатой и выполняли резекцию поврежденного участка артерии в сочетании с другими методами реконструкции.



Рис 6. Аутовенозная заплата сонной артерии.
(интраоперационное фото)

При полных поперечных повреждениях сосудов хирургическая тактика определялась протяженностью дефекта, который образовывался после иссечения поврежденных стенок сосуда, а также наличия инфекции в ране. В случае, если протяженность дефекта между резецированными концами сосудов не превышала 10 мм, то практически всегда имелась возможность для наложения циркулярного шва, не вызывая натяжения линии анастомоза, что является одним из основных условий выполнения этого вида восстановительных операций рис.2.6. Циркулярный шов артерий был ис-

пользован у 39 пострадавших с первичными артериальными повреждениями и еще у 8 раненых при операциях по поводу последствий ранений магистральных сосудов. Анастомозы на артериальной системе выполняли с использованием монофиламентного шовного материала пролен 5-0.

При дефектах сосудов протяженностью более 10 - 15 мм выполнение циркулярного шва без натяжения зоны анастомоза, как правило, не представлялось возможным. При отсутствии явного микробного загрязнения раны, а также в большинстве случаев закрытых повреждений мы выполняли протезирование поврежденного участка артерии непосредственно в области ранения



Рис 7 Циркулярный шов общей сонной артерии (интраоперационное фото).

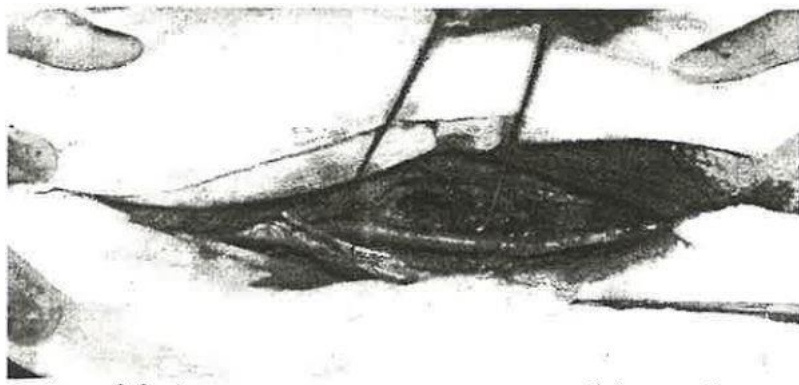


Рис. 8 Аутовенозное протезирование бедренной артерии (интраоперационное фото)

В качестве пластического материала нами наиболее часто использовался аутовенозный трансплантат (рис. 2.8) (90 случаев по поводу первичных повреждений и 19 случаев по поводу последствий ранений сосудов). Аутовенозный трансплантат чаще забирали со здоровой конечности. После этого проводили его подготовку (лигирование притоков, проверка на герметичность и т.д.).

Синтетические протезы были использованы только у 2 раненых при операциях по поводу первичных ранений. В качестве последних использовались протезы фирм «Север» и «Gore-Tex» (рис 2.9).

Для удаления тромботических масс, а также с целью дилатации спазмированных участков сосуда осуществляли ревизию и тромбэктомию из проксимального и дистального концов поврежденной артерии с помощью катетера «Фогарти». Для увеличения диаметра анастомоза использовали дополнительное продольное рассечение стенки вены на протяжении 5 - 7 мм., при невозможности наложения анастомоза «конец в конец», мы использовали методику наложения анастомоза «конец в бок» (рис.10). Сосудистый шов выполняли по стандартной методике с

использованием монофиламентной нити пролен (4-0,5-0,6-0) с направлением вкола иглы с вен на артерию.

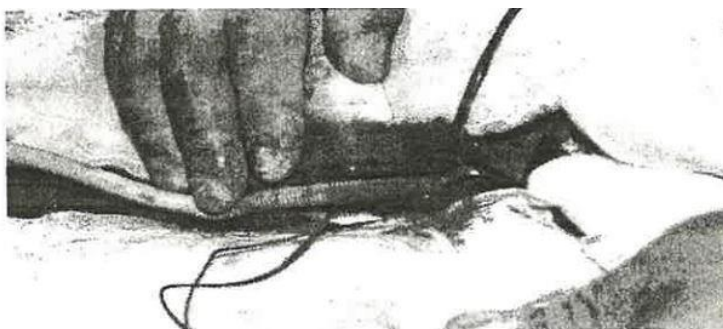


Рис 9 Синтетическое протезирование бедренной артерии (интраоперационное фото).

В 10 случаях при наличии диастаза краев поврежденного сосуда от 2 до 6 см мы применили наш оригинальный способ аутовенозной пластики дефектов. Для этого брали фрагмент большой подкожной вены, длина которого равнялась длине окружности протезируемого сосуда (рис. 11а,б).

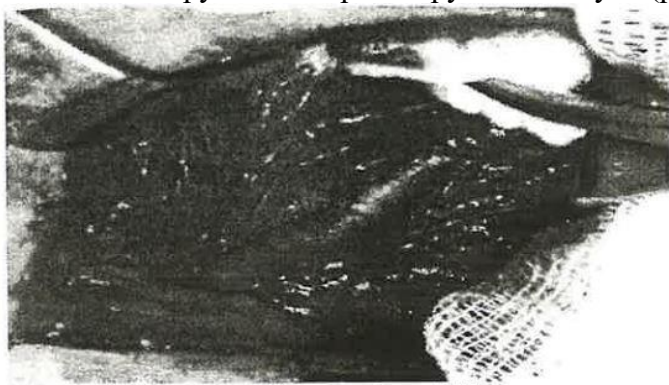


Рис.10. (интраоперационное фото) Наложение анастомоза «конец в бок».

После этого данный фрагмент разрезали в продольном направлении и сшивали в поперечном. В результате мы получали аутовенозный протез, соответствующий по диаметру

протезируемому сосуду. В случае, если диастаз составлял менее 3 см, аутовенозный протез вшивали по обычной методике. При наличии диастаза 3 - 6 см вшить протез без натяжения артерии не представлялось возможным, при этом мы использовали дополнительную мобилизацию проксимального и дистального фрагментов сосуда на протяжении, что значительно снижало степень натяжения зоны реконструкции.

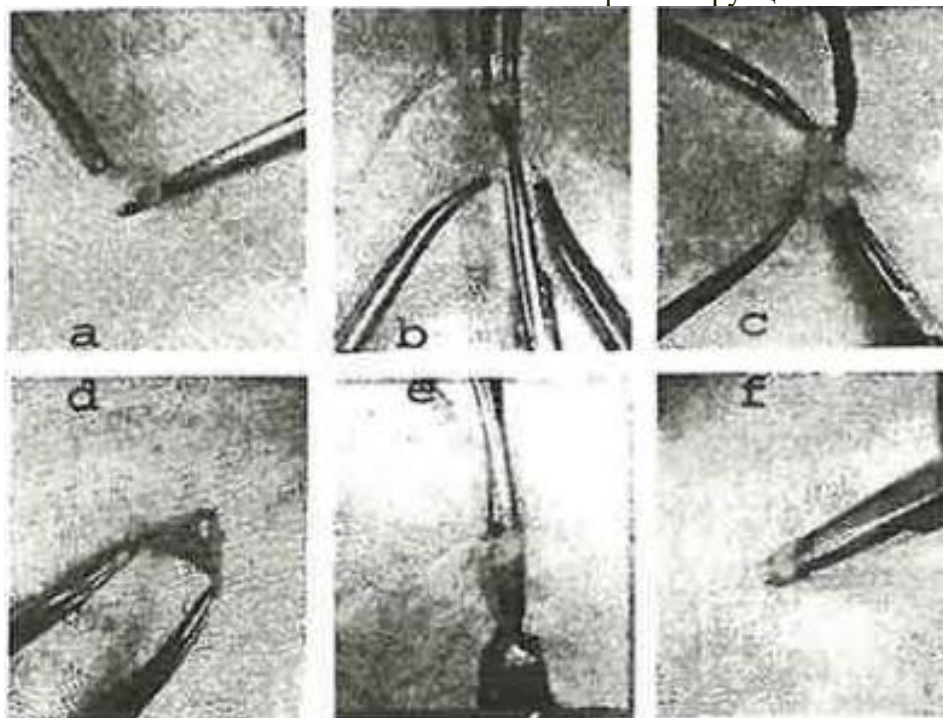
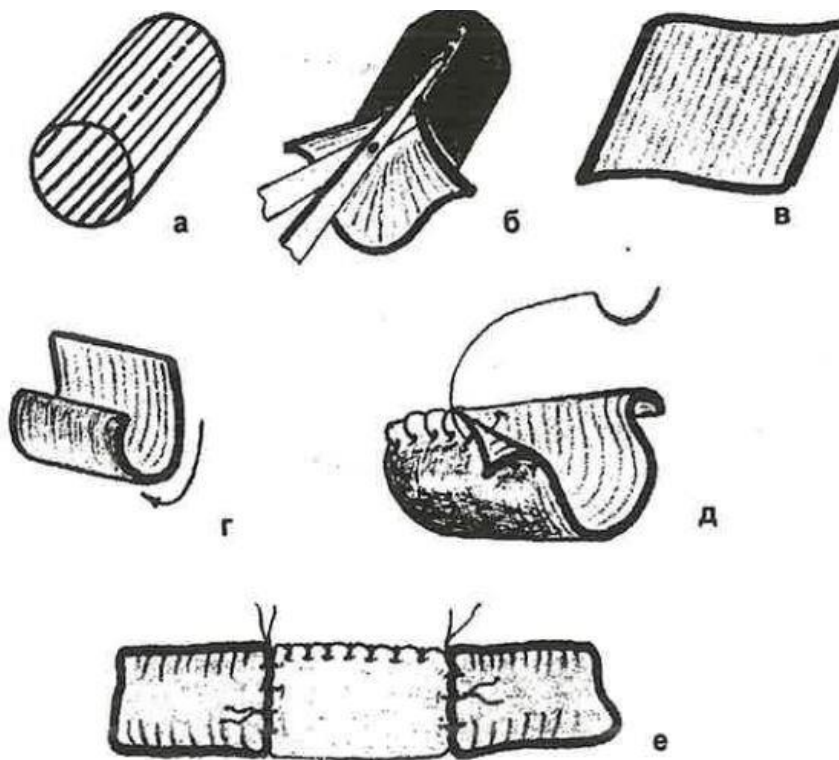


Рис. 11а. (интероперационное фото)



- а. сегмент большой подкожной вены;
- б. продольное рассечение стенки сосуда;
- в. получен пластинчатый лоскут;
- г. и д. формирование венозной трубки большего диаметра;
- в. аутоинозная пластика артерии новым способом.

Рис.116. Схема использование аутоиноы для пластики при ранениях магистральных сосудов.

При наличии гнойного процесса в ране, обширных рваных и размозженных ранений сосудов мы выполняли операции экстраанатомического шунтирования с наложением сосудистых анастомозов и проведением трансплантатов вне зоны инфицирования (4 случая первичных повреждений

и 1 случай операций по поводу последствий ранений. Однако, на наш взгляд, экстраанатомические шунтирования целесообразно выполнять только при нормальном функционировании шунтов, прежде всего неповрежденных участков сосуда и мягких тканей в дистальных отделах, а также возможность отграничения зоны анастомозов и самого трансплантата от очага инфекции.

Техника выполнения экстраанатомического шунтирования в каждом случае индивидуальна и зависит от уровня повреждения сосудов, локализации повреждения и очага инфекции, расположения раны, повреждения окружающих анатомических структур. Общим для всех видов экстраанатомического шунтирования является выделение сосудов на расстоянии 6 - 8 см проксимальнее и дистальнее очага в пределах здоровых тканей. Во всех случаях в качестве пластического материала нами была использована аутовена. Взятие трансплантата со здоровой конечности осуществляли с расчетом того, чтобы его протяженность его на 10-15 см превышала длину предполагаемого участка реконструкции. Это позволяло провести его в пределах здоровых тканей. После формирования проксимального и дистального анастомозов и запуска кровотока по шунту, поврежденную артерию перевязывали в инфицированной ране.

Одной из наиболее сложных и дискуссионных проблем является вопрос о необходимости и целесообразности восстановления проходимости вен при их повреждении. Мы наблюдали 76 пострадавших с комбинированными повреждениями крупных артериальных стволов. Еще у 14 пациентов вены были вовлечены в патологический процесс в связи с развитием последствий ранений магистральных сосудов. При этом, лигатурные операции нами были выполнены только у 13 пострадавших, во всех остальных случаях были осуществлены восстановления проходимости венозной магистрали.

При боковых повреждениях венозных стволов оптимальным считаем наложение бокового сосудистого шва нитью пролен 6-0. Такой подход был использован нами в 10 случаях при лечении первичных повреждений и в 8 случаях при операциях по поводу последствий ранений. Боковой шов вен среднего диаметра мы накладывали в поперечном направлении, при большом диаметре восстанавливаемой вены — в продольном направлении. Перед наложением швов выполняли тромбэктомию катетером Фогарти из дистального и проксимального отрезков. Дополнительную тромбэктомию из дистального русла проводили путем компрессии мышечного массива поврежденной конечности.

При полных поперечных повреждениях венозных стволов хирургическая тактика, как и в случае повреждения артерий, зависела от длины травмированного участка. Следует, однако, отметить, что в силу меньшей эластичности стенки вены наложение циркулярного шва без натяжения вены является более затруднительным. Циркулярный шов в нашем исследовании был использован в 13 случаях при восстановлении первичных повреждений и еще в 4 случаях при лечении последствий ранений сосудов. Мы считаем, что выполнение непрерывного обвивного шва вены является нежелательным с точки зрения сужения и деформации анастомоза. Поэтому при реконструкции вен, особенно среднего калибра, мы использовали отдельные узловые или комбинированные швы. При дефектах вен протяженностью более 10 мм в 12 случаях нами было выполнено протезирование поврежденного участка (в т.ч. 10 - при первичных повреждениях и 2 - при последствиях ранений). Для протезирования вен среднего диаметра (8 случаев) нами была использована большая подкожная вена. В 2 случаях при протезировании крупных вен был применен наш оригинальный аутовенозный трансплантат, описанный выше.

Таким образом, при раневых дефектах сосудов про-

тяженно- стью менее 1 см выполняли ушивание собственными тканями сосуда. При невозможности выполнения боковой пластики осуществляли резекцию пораженного участка с анастомозом конец в конец, а при опасном натяжении стенок — протезирование сосуда. Материалом выбора при первичных ранениях была аутовена - участок большой подкожной вены. При непротяженных дефектах сосудов подвздошно-бедренной области методом выбора был собственный способ циркулярного аутове- нозного протеза. Если анастомозы на артериях формировали единым обвивным швом, то при венозных анастомозах стреми- лись использовать узловые швы.

ЛИТЕРАТУРА

Н.А. Гаджиев. Диагностика и хирургическое лечение ранений магистральных сосудов и их последствий (монография), Баку, 2003, El-ALliance, 136 с.

3.2. AI-Based Flood Prediction and Early Warning System for the South Caucasus Region

Ghulam Ali
(Pakistan)

Flooding is one of the most frequent and destructive natural emergencies in the South Caucasus region, often causing significant loss of life, damage to infrastructure, and disruption of essential services. Current flood monitoring systems in the region face challenges in processing real-time environmental data and issuing timely warnings. This research proposes a specialized Artificial Intelligence (AI) framework for flood prediction and early warning, designed to operate in diverse geographical and climatic conditions. The system integrates satellite imagery, hydrological sensor networks, and meteorological data into a deep learning model capable of detecting high-risk conditions and forecasting flood events hours in advance. Advanced neural networks will be trained to identify key patterns in rainfall intensity, river flow, and soil moisture, enabling accurate and location-specific alerts. The framework also incorporates an automated notification system to inform emergency response teams and the public, reducing response time and potential damage. This AI-driven solution addresses a critical regional challenge and offers a scalable model for other flood-prone areas worldwide.

3.3. Hydrological regime of the volga river and its influence on Caspian sea level changes

Safarov S.H., Safarov E.S.

Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan,
Institute of Geography named after acad. G. Aliyev, Azerbaijan
115, H.Javid ave., Baku, AZ1070

E-mail: s.safarov@geo.science.az, elnur.safarov@outlook.com

Introduction

The Caspian Sea is the largest enclosed body of water in the world, with no direct connection to the world's oceans. Over its long history, the sea level has undergone dramatic changes many times. Reviews of historical data on Caspian Sea level changes over the last millennium can be found in a number of publications [2].

Caspian Sea level fluctuations depend on many climatic, tectonic, and anthropogenic factors. These factors interact with each other in a complex way and change continuously in space and time. Climatic factors had a predominant influence on sea level, at the present stage climatic and anthropogenic factors come to the fore

According to current understanding, the level of the Caspian Sea depends mainly on its water balance, which in turn is related to climatic factors and consists of the flow of the rivers feeding it, precipitation falling on its surface and evaporation from its surface.

Global warming has continued to break records in recent years. According to WMO data, 2020 was one of the three warmest years on record with a global mean temperature anomaly of 1.2 ± 0.1 °C relative to temperatures over the period 1850-1900.

The last five years as well as the last decade were the warmest on record [7]. However, the rate of climate change is not uniform across the globe. In the vast region of the Siberian Arctic, temperature anomalies for 2020 were more than 3°C, and in its central coastal parts, more than 5 °C above the global average. In Kazakhstan, the Caspian region is characterized by the highest rate of increase in mean annual and seasonal air temperature. In general, the temperature increase in the high latitudes of the Northern Hemisphere is more significant [3] than in the southern latitudes. This zone can also include the main part of the Volga River basin, where the temperature anomalies are about 2-3 times higher than the global temperature anomalies [5]. On the other hand, temperature anomalies are different for different months of the year [9].

One of the main elements of the Caspian Sea water balance is the mass of water brought by rivers [8]. About 130 rivers flow into the Caspian Sea, but the Volga, Kura, Ural, Terek, and Sulak rivers bring the main volume of runoff to the sea. According to some data, the Volga River accounts for more than 80% of the water brought in. However, this share can be noticeably larger in different periods. Therefore, the Caspian Sea level fluctuations are largely determined by the variability of the Volga River flow [13]. Therefore, the study of the hydrological regime of the Volga River and its impact on the Caspian Sea level fluctuations is very relevant. From this point of view, this study investigated the changes occurring in the Volga River flow, the factors affecting them, and analyzed the relationship between these changes and the Caspian Sea fluctuations.

It is known that the hydrological regime of the Volga River is also affected by anthropogenic factors (flow regulation by hydraulic structures built on the river since the 1950s, water use for economic purposes, etc.) [4].

This paper investigates the nature of the dependence of the Volga River flow on changes in climatic factors (precipita-

tion, air temperature) in its basin during different periods of Caspian Sea level rise and fall. One of the main objectives of this study is to assess the impact of climate warming on changes in the hydrological regime of the Volga River, which in turn causes fluctuations in the level of the Caspian Sea. The work also considers other climatic factors, changes in which may lead to changes in the Caspian Sea level.

1. Study area

The Volga River is one of the largest rivers in the world and the largest river in Europe, the basin of which occupies one third of the European part of Russia. The Volga is 3,530 km long and the basin covers an area of 1,360 km². Currently, the river basin harbors about 45% of industry and half of all agriculture in Russia. The river basin produces over 20% of all fish for the food industry.

The main source of the Volga River runoff is snowmelt and precipitation falling in its basin. The Volga River flows into the largest inland body of water in the world - the Caspian Sea [12].

The Volga River is divided into three sections: the Upper Volga, the Middle Volga, and the Lower Volga [2, 4, 5, 13]. The Volga Delta, the largest delta in Europe, starts from Astrakhan. The Volga riverbed is divided into five hundred arms and channels of various widths and depths.

The climate of the Middle and Lower Volga varies from quite humid in the northern part to arid continental desert climate in the southern part. In the north, the climate is characterized by moderately severe snowy winters and warm summers. The middle part of the basin experiences cold winters and hot summers. The south is characterized by relatively cold winters with little snow and hot, dry summers with frequent dry spells and droughts [1].

In this paper, based on long-term observations (1938-2020) of hydrometeorological observation points in the Volga River basin, data on air temperature, precipitation in the Volga River basin and its runoff were collected and analyzed.

Data from only 27 stations were used to determine the average precipitation for the basin. The amount of precipitation in the Volga River basin in each month, season and year was determined by averaging the corresponding data from 27 stations. These data were then also averaged for each period of Caspian Sea level fall and rise.

Various methods of mathematical statistics, including trend and correlation analyses, were used to compare time series of data, to identify their development trend and possible relationship between them.

As a rule of thumb, in the 20th century, the periods of the Caspian Sea level decline are considered to be 1930-1977 and the period after 1995, and the rise of 1978-1995. However, in this paper, for most of the calculations, as in, we used the date 2005 instead of 1995, since sea level did not change significantly in the period 1995-2005, and a real noticeable drop in sea level began in 2005.

As is known, the annual runoff of the Volga River is directly related to the amount of precipitation falling into its basin. Therefore, to begin with, the nature of a possible connection between them was investigated. For this purpose, we used runoff data from the hydrological station Verkhneye Lebyazhie which is located at the nearest distance from the Volga delta, and precipitation data from 27 meteorological stations located in different parts of the river basin.

It is important to determine the degree to which the amount of precipitation in the basin can be converted into river runoff (runoff coefficient). As mentioned above, for this purpose, the volumes of relevant precipitation that fell in the river basin were calculated by multiplying the basin-averaged precipitation

by the basin area. The results of these calculations are shown in Fig. 1 and Table 1.

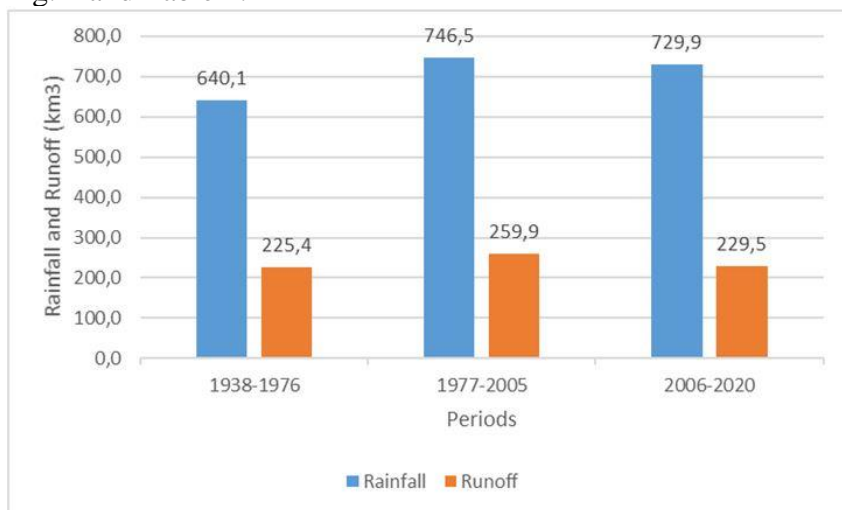


Figure 1. Comparison of precipitation volumes in the Volga River basin and its runoff at the Verkhnoe Lebyazhie hydrological post for different time periods.

Since here precipitation and river flow are given in volume units, it is possible to estimate the runoff coefficient for different time periods. As shown in Table 1, this coefficient was 0.352 for the period 1938-1976, but it decreased in subsequent periods. A particularly noticeable decrease is observed for the period 2006-2020.

Table 1 shows that for the period 1938-1976, the low value of Volga River runoff was related to low precipitation in its basin, although the runoff coefficient was the highest. For the period 1977-2005, the highest runoff values were also mostly associated with relatively high precipitation, as the runoff coefficient changed little. For the period 2006-2020, although precipitation decreased slightly (Fig. 1 and Table 1) compared to the period 1977-2005, the river flow decreased quite dramatically. As can be

seen from the table, this is caused by a significant decrease in the runoff coefficient

Table 1

Periods	Temperature anomalies (°C)	Rainfall		Runoff (km ³)	Runoff coefficient	Runoff (restored) (km ³)	Annual loss of runoff (km ³)
		mm	km ³				
1938-1976	-0.47	470.1	640.1	225.4	0.352	225.4	0
1977-2005	0.45	548.9	746.5	259.9	0.348	262.8	2.9
2006-2020	1.41	536.7	729.9	229.5	0.314	256.9	27.4

To explain the reason for the observed variability of the runoff coefficient, we plotted the joint plots of the time course of this ratio with air temperature anomalies in the Volga River basin.

Temperature anomalies are calculated from observations of 3 meteorological stations Elatma, Kazan and Perm (Fig. 2) for the period 1938-2020. The average annual temperatures of the period 1961-1990, recommended by WMO, are taken as the temperature norm. Statistically significant at the 0.05 level, the 6th degree polynomial regression curves clearly show the approximate rise and fall periods of these parameters (Fig. 2).

As can be seen from Fig. 2, the areas of the highest values of the runoff coefficient correspond to the lowest values of temperature anomalies. Thus, in 1938-1965, when negative air temperature anomalies prevailed, the highest values of the runoff coefficient were observed. In this period, the gradual increase of anomalies was accompanied by a decrease of the runoff coefficient.

For 1966-1982, both negative and positive temperature anomalies were noted, but their noticeable trend was not observed. The runoff coefficient had a slight upward trend during this period.

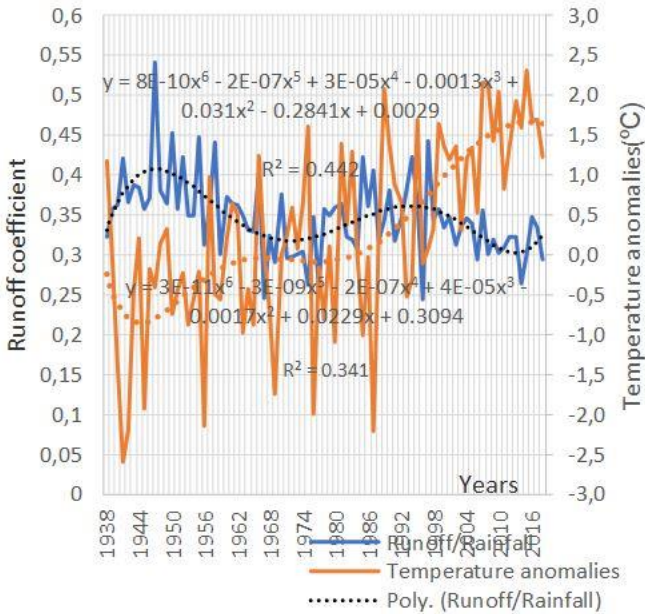


Figure 2. Time courses of runoff coefficient and air temperature anomalies of the Volga River basin for the period 1938-2020.

Since 1995, positive temperature anomalies were mainly observed, and their rapid growth was noted. At the same time, there was a relatively sharp decrease in the river flow. As can be seen from Fig. 2, for the period 1976-2020, the rate of temperature increase is about 0.5 °C/10 years, which is close to that obtained by other authors [6]. This is significantly higher than for the global temperature (0.18 °C/10 years).

2. Disussions

All this shows that the value and sign of air temperature anomalies significantly affects the runoff coefficient. As can be seen from Fig 2, the coefficient increases with negative anomalies

and decreases with positive anomalies. Thus, in recent years, a significant decrease in runoff of the Volga River with a slight decrease in precipitation in its basin can be explained by the sharp positive temperature anomalies, which are noticeably larger than for global temperature [10].

As is known, with increasing air temperature, the intensity of evaporation from the surface of water bodies and land increases. This is especially true for reservoirs constructed on the Volga River, which have significant mirror areas [4, 5]. Increasing temperatures also exacerbate anthropogenic impacts in the Volga River basin, as irretrievable water consumption for municipal and agricultural needs increases.

Taking into account actual data on the Volga River runoff and precipitation in its basin during different periods of its increase and decrease, an approximate estimate of the annual average loss of river runoff as a result of increased air temperature in the river basin has been made.

For this purpose, the expected values of river runoff for the periods 1977-2005 and 2006-2020, if the runoff coefficient was as in the period 1938-1976 (0,352), were calculated from the actual values of precipitation. Using these data, the average annual runoff losses of the Volga River as a result of climate warming were estimated for each period (Table 1). Total river flow losses can be found by the following formula:

$$L=L_1+L_2=mp_1+np_2, \quad (1)$$

where L - total river flow losses for the period 1977-2020, L_1 river flow losses for the period 1977-2005, L_2 river flow losses for the period 2006-2020, m - number of years in the first period, n - number of years in the second period, p_1 - average annual flow losses in the first period, p_2 - average annual flow losses in the second period.

Using the data in Table 1, we can estimate the total flow losses of the Volga River for the period 1977-2020 using formula (1):

$$L=28\cdot 2,9+15\cdot 27,4=81,2+411=492,2 \text{ km}^3. \quad (2)$$

Thus, due to climate warming, the loss of flow of the Volga River for the period 1977-2020 amounted to 492.2 km³. Dividing this volume of water by the area of the Caspian Sea (371000 km²) we can get 132.7 cm (or 1.33 m), which shows the layer of water that the sea has lost due to the effect of climate warming on the Volga River flow.

According to the data of the hydrological station Makhachkala in 2020, the level of the Caspian Sea was -28.07 m relative to the level of the world ocean (Baltic system). However, in the absence of climate warming, the sea level would be -26.74 m, i.e., closer to the level of 1995-2005.

It should be noted that over the period 1930-1976, the sharp decrease in the Volga River flow and, consequently, in the level of the Caspian Sea were associated with a sharp decrease in precipitation in its basin, as well as the filling of newly constructed reservoirs and partially anthropogenic water withdrawal [1, 5].

Over the period 1977-2005, the increase in the Volga River runoff and, consequently, the Caspian Sea level was mainly due to an increase in precipitation in the river basin, but without anthropogenic irretrievable water withdrawal and climate warming, the increase in runoff and sea level would have been much greater. The current reduction in the Volga River flow, with a slight decrease in precipitation and unchanged anthropogenic water withdrawal, is most likely due to climate warming.

It should be noted that by the end of the 1980s, anthropogenic irretrievable water withdrawal from the Volga River amounted to about 26 km³/year and the difference between actual and "natural" sea level reached almost 1.5 m [4].

In the following years, the volumes of anthropogenic losses of river flow on average did not change significantly, and in some time intervals decreased due to the reduction of irrigated land area and irrigation rates. Shivareva et al., 2013, using a water-balance model, performed calculations of the Caspian Sea

level. In the absence of water consumption in the basin of rivers flowing into the Caspian Sea, its level could reach high values (minus 24 m) instead of the actual level of minus 27.17 m by 2010 [12].

It should be noted that the water volume of 492.2 km³ obtained by us in Formula 2 shows that part of the total flow loss of the Volga River that is associated with climate warming in its basin. Therefore, under natural conditions, the level of the Caspian Sea could even be higher than minus 24 meters by 1.33 meters [10].

It can be said that almost all climate scenarios predict a further increase in global and regional temperatures, including the study area [7].

If we take into account that the results obtained in this study mainly confirm the predictions of modern Caspian Sea level models [11], we can expect that in the future the runoff coefficient and, consequently, the efficiency of precipitation conversion into runoff will tend to decrease. This means that under the current level of precipitation in the Volga River basin and climate warming, its flow will decrease. Under current conditions, an annual precipitation of 585.4 mm would be required to ensure the formation of an annual river flow of 250 km³. For comparison, for the period 1938-1976 the corresponding value would be 522 mm, and for the period 1977-2005 – 528.2 mm.

3. Conclusions

A comprehensive study of the Volga River flow for the period 1938-2020 showed that, in general, the annual flow of the river depends on the annual amount of precipitation in its basin. On average, periods of high values of river flow corresponded to high values of precipitation in the river basin. However, the runoff coefficient, which expresses the degree to which precipitation is converted into runoff, was found to be decreasing over the pe-

riod under consideration, especially after 2005. Using the values of runoff coefficients for different periods of sea level rise and fall, it is shown that for the period 1977-2020, against the background of anthropogenic factors, the share of climate warming in the reduction of the Volga River runoff amounted to 492.2 km³. This is equivalent to a sea level decrease of 132.7 cm.

References

1. Bolgov M.V., Trubetskova M.D., Filimonova M.K., Filippova I.A. Modern changes in climatic characteristics and probabilistic assessment of changes in minimum runoff in the Volga River basin. // Water Management of Russia No. 3, 2014, p. 83-99.
2. Bolgov M.V., Krasnozhan G.F., Lyubushin A.A. Caspian Sea: extreme hydrological events / M.: Nauka, 2007. 314 p. (in Russian).
3. Climate Change 2014 Synthesis Report./ https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full.pdf.
4. Georgievsky V. Yu. Changes in the flow of Russian rivers and water balance of the Caspian Sea under the influence of economic activity and global warming. Author's abstract of dissertation for the degree of Doctor of Geographical Sciences Doctor of Geographical Sciences. St. Petersburg 2005, 44 p. (in Russian).
5. Gorelits O.B., Ermakova G.S, Terskiy P.N. Hydrological regime of the Volga River under modern conditions/Meteorology and Hydrology. 2018. N 10. pp. 27-39.
6. Hantemirov, R.M., Corona, C., Guillet, S., Shiyatov, S.G., Stoffel, M., Osborn, T.J., Melvin, T.M., Gorlanova, L.A., Kukarskih, V.V., Surkov, A.Y., von Arx, G., Fonti, P., 2022. Current Siberian heating is unprecedented during the last seven millennia. Nature Communications 13, 4968.
7. IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II

- and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001.
8. Panin G. N., Solomonova I. V., Vyruchalkina T. Yu. The regime of the components of the water balance of the Caspian Sea// Water resources, 2014, vol. 41, No. 5, pp. 488–495 (in Russian).
 9. Safarov S.H., Huseynov J.S., Ibrahimova I.V., Safarov E.S. The main features of temperature changes, occurring over the territory of Caspian Sea in Azerbaijan /Understanding the problems of inland waters: Case study for the Caspian basin (upcb). Baku. 2018. pp. 100-105.
 10. Safarov E.S., Safarov S.H., Bayramov E.R. Changes in the Hydrological Regime of the Volga River and Their Influence on Caspian Sea Level fluctuation//Water 2024, 16(12), 1744. <https://doi.org/10.3390/w16121744> .
 11. Samant, R. and Prange, M. Climate-driven 21st century Caspian Sea level decline estimated from CMIP6 projections. *Communications Earth and Environment* 4, 357. (2023). <https://doi.org/10.1038/s43247-023-01017-8>.
 12. Shivareva S.P., Lee V.I., Golubtsov V.V.. Modeling of the Caspian Sea level taking into account water consumption and under changing climate // *Hydrometeorology and Ecology*. 2013 № 1. C. 83-101 (in Russian).

3.4. Occupational Health Risks in Emergency Responders: Psychological, Physical and Environmental Hazards During Disaster Relief

Ayesha Jabbar

ayeshajabbar50@gmail.com,

ayeshajabbar@uo.edu.pk

University of Okara, Department of Psychology,
Okara, 53600, Pakistan

Emergency responders—including paramedics, fire-fighters, and search-and-rescue personnel—operate in high-risk environments during disaster relief, facing psychological, physical, and environmental hazards. This study assessed the prevalence, severity, and interrelationship of these hazards among responders with recent disaster deployment experience.

A mixed-method cross-sectional design was used. Data were collected from 200 participants via validated questionnaires assessing psychological stress (Perceived Stress Scale), PTSD symptoms (PCL-5), musculoskeletal disorders (Nordic Musculoskeletal Questionnaire), and environmental exposures. Additionally, 20 participants participated in in-depth interviews exploring lived experiences and coping strategies. Quantitative data were analyzed using descriptive statistics, chi-square tests, and logistic regression, while qualitative data underwent thematic analysis.

Findings indicated that **68%** of participants experienced moderate-to-high psychological stress, and **42%** reported clinically significant PTSD symptoms. Musculoskeletal pain, particularly in the lower back and shoulders, was reported by **57%**, often linked to prolonged lifting and physically demanding rescue activities. Environmental hazards were prevalent, with **64%** reporting exposure to toxic smoke or chemical spills and **39%** to

extreme heat or cold. Qualitative themes highlighted emotional exhaustion, inadequate protective gear, and the need for structured psychological support post-deployment.

The study concluded that emergency responders are exposed to interconnected psychological, physical, and environmental risks that require integrated preventive strategies. Future implications include the development of comprehensive occupational health frameworks, improved personal protective equipment (PPE) standards, mandatory mental health debriefings, and resilience training tailored to high-risk operational contexts.

These findings underscore the urgency of prioritizing occupational safety in emergency services to sustain responder health, performance, and long-term readiness in disaster-prone regions.

Keywords: Occupational health, emergency responders, disaster relief, psychological stress, environmental hazards, physical injuries

3.5. Реальное положение с молниями на территории Азербайджанской Республики

С.Г.Сафаров,

Институт Географии им. Академика Гасана Алиева

Гульнара Мехтиева

В данной работе по данным гидрометеорологических станций исследуется грозовые явления на территории Азербайджана, выявляются особенности их распределения по территории. Показывается, что наблюдаемые в грозах молнии в основном линейные, а шаровые молнии встречаются значительно редко. В работе также представлены современные версии по механизму образования шаровых молний и по их использованию в качестве альтернативных источников энергии.

Ключевые слова: атмосферное электричество, гроза, шаровая молния, радиальные колебание плазмы, молекулярная электролюминесценция, микродозовый ядерный синтез

Грозы наблюдаются в основном в теплый период года, при развитии конвекции в неустойчивой атмосфере.

Гроза возникает при интенсивно протекающем процессе конденсации в мощно-кучевых **Cu cong** и кучево-дождевых **Cb** облаках с оледеневающей вершиной.

Грозовые явления отрицательно влияют на многие отрасли народного хозяйства, особенно на авиацию, энергетику и др. [2]. Электрические разряды (молнии), возникающие при грозах, часто являются причиной лесных пожаров, разрушений различных сооружений, нарушений линий связи и электропередачи, приводят к гибели скота, к человеческим жертвам, создают опасные ситуации для авиации. Поэтому исследование физической природы и климатологических аспектов

таких явлений представляет большой научный и практический интерес.

Изучению грозовых явлений на территории Азербайджана посвящены относительно немногочисленные работы [2, 4 и др.].

Образование гроз связано с прохождением холодных фронтов, процессами конвекции и мощными восходящими потоками в атмосфере. Возникновение гроз находится в тесной зависимости от орографии. Последнее способствует возникновению мощных восходящих движений воздуха, обострению холодных фронтов. На образование гроз также значительно влияют ориентация и высота склонов, орографическая защищенность [2, 4]. На наветренной стороне склонов грозы образуются чаще, чем на подветренной стороне. В большинстве случаев ослабление грозовой деятельности на подветренной стороне склонов связано с орографическим фоновым эффектом.

Характер распределения гроз по территории Азербайджана по данным 34 гидрометеорологических станций за период 1966-2006 гг. представлен на рисунке, из которой следует, что из-за разнообразия форм рельефа и других факторов среднегодовое число дней с грозой меняется в достаточно широких пределах – от 5 до 43 дней. Наименьшее число дней с грозой отмечается на морских и прибрежных станциях. По мере удаления от Каспийского побережья и увеличения высоты местности его значение постепенно растет [4].

На северном и северо-восточном склонах Малого Кавказа распределение среднегодового числа дней с грозой в основном имеет зональность. Если на станциях Акстафа, Шамкир и Гянджа этот показатель составляет 27-28 дней, то в предгорной и горной части территории оно увеличивается до 35-43 дней. Однако в отдельных предгорных территориях эта закономерность несколько нарушается. В общем, наблю-

дается медленное уменьшение числа дней с грозой с запада на восток (рис. 1). Точнее, на станциях Дашкесан и Гейгель (курорт), расположенных выше и восточнее от станции Гядабей, отмечается меньшее количество дней с грозой. Наибольшее количество гроз наблюдается в май-июнь месяцах.

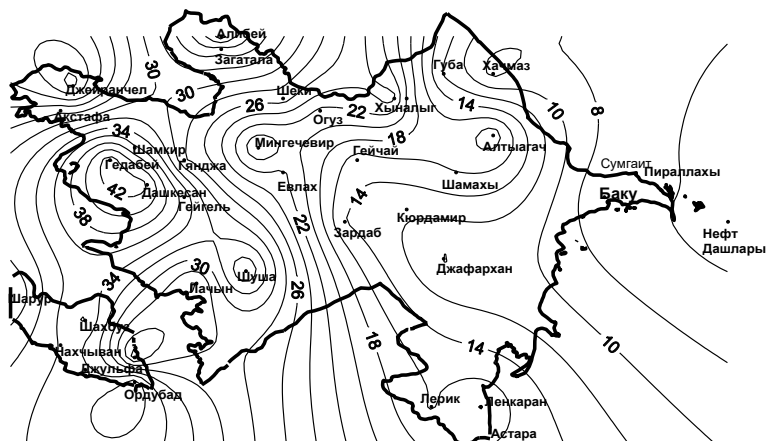


Рис. 1. Карта-схема распределения среднегодового числа дней с грозой по территории за период 1966-2006 гг [4].

На территории южного склона Большого Кавказа на интенсивность и повторяемость грозовой деятельности сказывается влияние горных хребтов. Наибольшее количество гроз отмечается на склонах гор, обращенных в сторону преобладающих влажных воздушных потоков. При таких ситуациях вынужденный подъем воздушных потоков усиливает динамическую турбулентность и восходящих течений, которые, в свою очередь, создают дополнительный импульс к образованию мощной конвекции в атмосфере, необходимой для формирования грозовой деятельности. Одновременно наблюдается уменьшение грозовой активности с запада на восток (рис.). На этой территории среднегодовое число суток

с грозой изменяется от 27 до 42. Количество дней с грозой по месяцам распределено неравномерно. Основное их количество наблюдается в май-июнь месяцах.

Территория Нахчыванской Автономной Республики является одной из грозоопасных зон Азербайджана. Распределение гроз по Нахчыванской зоне своеобразно (рис.). В долинных и предгорных территориях среднегодовое число дней с грозой варьирует в пределах 34-39. При этом наблюдается слабое увеличение грозовой активности с высотой. Начиная с определенной высоты, наблюдается так называемая инверсия грозовой активности. В частности, для высокогорной станции Парагачай отмечается относительно невысокая грозовая активность - 23 дней. Наибольшая грозовая активность наблюдается в мае, а в сентябре отмечается слабый второй максимум. Если на северо-восточном склоне Малого Кавказа и на южном склоне Большого Кавказа за период март-июнь в среднем наблюдается всего 52-57% грозовых дней, то в Нахчыванской зоне - 68-72%. Такое раннее развитие грозовой активности, видимо, связано со значительной оголенностью склонов гор и межгорных долин, а также их своеобразной ориентацией. Как известно, весной в результате сол-нечного излучения оголенные склоны гор нагреваются быстрее, чем участки, покрытые лесом и альпийскими лугами. Увлажненный в результате таяния снега и нагретый на скалах воздух создает благоприятное условие для развития конвекции в атмосфере, образованию облаков вертикального развития и соответственно грозовой ситуации. Уменьшение грозовой деятельности в лет-них месяцах (июль, август) наоборот, в основном, связано со значительным дефицитом влажности приземного воздуха, обусловленным чрезмерным нагреванием подстилающей поверхности [4].

Территория юго-восточного склона Малого Кавказа, в том числе Нагорного Карабаха также является грозоопасной

(данные имеются до 1991 г.). Самыми грозоопасными месяцами являются май и июнь, где в среднем наблюдается 60-63% грозовых дней. Зональность распределения грозовых явлений выражена слабо. Здесь основную роль играют топография и экспозиция склонов гор относительно направления преобладающих влажных воздушных масс. Среднегодовое число дней с грозой по данным ст. Шуша и Ханкенди составляет около 35 дней. Однако в отдельных местах данной зоны грозовая активность значительно выше [4].

Как видно из рис., на остальной территории Азербайджана грозовая активность заметно ниже. На станциях северо-восточного склона Большого Кавказа среднегодовое число дней с грозой колеблется от 7 дней на прибрежных и равнинных территориях), до 25 дней в высок-огорьях (ст. Хыналыг). На данной территории грозовая активность, в общем, имеет зональное распределение, хотя наблюдается некоторая зависимость от экспозиции склонов гор и долин. Уменьшение грозовой активности на подветренной относительно господствующих воздушных масс стороне, вероятно, связано с орографическим фоновым эффектом (ст. Гырыз). На грозовую деятельность также влияет удаленность от Каспийского моря. Повторяемость гроз имеет значительные годовые колебания, которые выражаются в относительно больших значениях коэффициентов вариации.

На морских и прибрежных станциях (Нефт Дашлары, Пираллахы, Баку, Сумгаит) наблюдается наименьшее число дней с грозой (5-7 дней). Здесь на уменьшение грозовой активности влияют морские бризы [2, 4].

Грозы сопровождаются молнией и раскатами грома. Молния - одно из самых удивительных явлений природы, которое на протяжении тысячелетий поражало воображение людей. Она связана с атмосферным электричеством.

Атмосферное электричество образуется преимущественно в результате фотоэффекта и в меньшей степени в результате «трения молекул друг о друга» [3].

Как известно, молнии по механизму образования в основном разделяются на линейные и шаровые. Линейные молнии наиболее изучены, чем шаровые. В метеорологических станциях наблюдения ведутся в основном за линейными молниями, так как шаровые молнии встречаются крайне редко. Информация очевидцев о шаровой молнии обычно носит противоречивый характер. Однако можно с уверенностью сказать, что в последние годы участились случаи поражения людей и различных объектов от ударов молнии. Анализ этих случаев показывает, что в большинстве их грозовая активность (повторяемость разрядов) не была высокой и люди погибали при относительно редкой молнии, когда они вели разговор по мобильному телефону на открытой местности. 29 сентября 2012 г. в утренние часы в результате удара молнии временно прекратила работу Мингечевирская гидроэлектростанция, которая снабжена надежными молниеотводными оборудованиями. Анализ радиолокационной картины облачности и ее радиолокационных характеристик показали, что она не была достаточно мощной (рис.2).

Приведенные выше примеры приводят к мысли, что они могли быть связаны с шаровыми молниями.

Шаровая молния - это наблюдаемое во время грозы проявление атмосферного электричества. По свидетельству очевидцев, шаровая молния — одиночное замкнутое шаровидное образование, обладающее большой светимостью и неподвижностью и, по-видимому, не чувствительное ни к какой внешней силе [1].

По данным многолетних наблюдений размер шаровых молний составляет несколько сантиметров. Время их жизни может составлять до нескольких минут, что значительно больше, чем у линейных молний. Энергия шаровых

молний может изменяться от кДж до нескольких МДж. Они свободно могут проходить через крошечные отверстия [5].

К настоящему времени природа шаровых молний не до конца изучена, однако для объяснения их образования существуют несколько взглядов, основывающихся на классической и квантовой физике.

Например, Дж. Барри считает, что шаровые молнии характеризуются относительно низкой температурой, их нельзя рассматривать как классическую плазму с характеристиками, присущими полностью ионизованному веществу, концентрация электронов и ионов должна быть довольно низкой. По его мнению энергия, необходимая для поддержания явления, запасается на метастабильных уровнях молекул, что и определяет относительно большую длительность существования явления. При этом он применяет термин «молекулярная электролюминесценция», и при этом он считает, что явление имеет электрическую природу в том смысле, что его образование, вероятнее всего, связано с атмосферными электрическими разрядами [1].

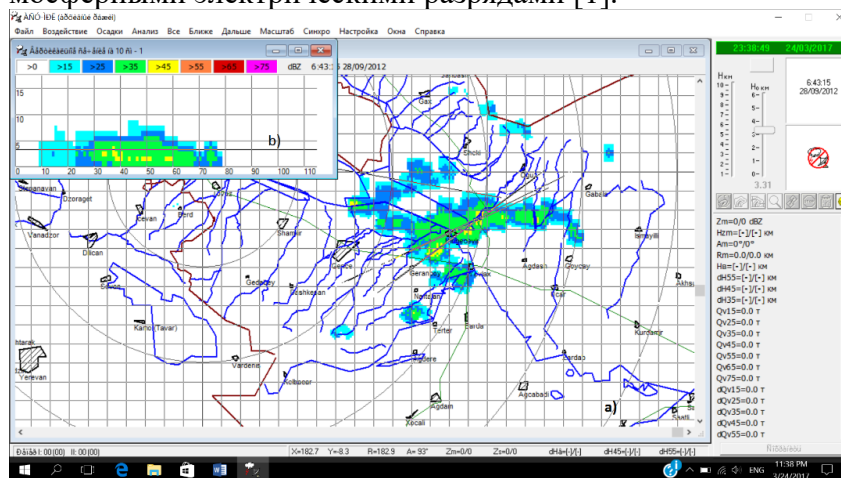


Рис. 2. Радиоэхо грозового облака приведшее к временной остановке работы Мингечевирской

ГЕС в 06.43 утра 28.09.2012 г.

- а) горизонтальное сечение;
- б) вертикальное сечение.

Несколько иная модель образования шаровой молнии, основанная на радиальных колебаниях заряженных частиц допускает, что ее ядро может содержать одну или несколько сферически симметричных колебаний плазмы. Такое описание шаровых молний было выполнено в рамках как классического, так и квантового подходов [5 и др.]. Слишком большая энергия шаровых молний не может быть объяснена химической реакцией, поэтому сторонники данного подхода считают, что, вероятно, в шаровых молниях происходит микродозовый ядерный синтез, а радиальные плазменные колебания действуют как естественный ускоритель, обеспечивающий усиление плотности в ее центре. Такое поведение плотности является следствием квантового описания шаровой молнии в рамках модели, сделанной М.Дворниковым и другими [5].

Таким образом, результаты теоретических и лабораторных исследований последних лет показывают, что в будущем шаровые молнии могут быть использованы как источники альтернативной энергии.

Список литературы

1. Барри Дж. Шаровая молния и четочная молния (перевод с английского). Москва, Мир, 1983, 287 с.
2. Климат Азербайджана /под ред. А.А. Мадат-заде, Э.М.Шыхлинского. Баку: Из-во АН Аз. ССР, 1968, 343 с. (102)
3. Орлов Е.Ф. Механизм возникновения природной шаровой и линейных молний, а также магнитного поля планет // Исследования в области естественных наук. 2013. № 10 [Элек-

тронный ресурс]. URL: <http://science.snauka.ru/2013/10/6108>
(дата обращения: 25.11.2016).

4. Сафаров С.Г. Грозовые явления на территории Азербайджана // Гидрометеорология и Экология, Алматы, 2007, № 3, с. 44-54.
5. M. Dvornikov & S. Dvornikov, “Electron gas oscillations in plasma: Theory and applications”, in ‘Advances in Plasma Physics Research, Vol. 5’, ed. by F. Gerard (NY, Nova Sci. Publ., 2006), pp. 197 – 212, physics/0306157

3.6.Ərazi sularından istifadənin beynəlxalq hüquqi əsasları və beynəlxalq hava hüququ

Nəsimov Faiq Məmməd

Fövqəladə Hallar Nazirliyinin Akademiyasının İdman, fiziki və qəza-xilasetmə hazırlığı kafedrası, baş müəllim

Bayramov Əhməd Şərif

Fövqəladə Hallar Nazirliyinin Akademiyasının İdman, fiziki və qəza-xilasetmə hazırlığı kafedrası, baş müəllim

Hər bir dövlətin ərazisi daxilində yerləşən bütün çaylar, göllər, boğazlar, daxili körfəzlər aidiyyətli dövlətin daxili, yaxud milli sularının tərkib hissələridir. Hazırda bütün dünya dövlətləri bu qaydanı beynəlxalq qanun kimi qəbul ediblər. Bununla yanaşı dövlət ərazisi tərkibində olub, onun hakimiyyətinə tabe olan daxili suların hüquqi rejimi bəzi hallarda, həm də, beynəlxalq hüquqa əsaslanı bilər.

Daxili sular, məhəlli sulardan fərqli olaraq, heç bir müstəsnaqlıq olmadan, tamamilə sahil dövlətlərinin mühakimə hüququna tabedir. Bu suların hüquqi rejimi dövlətin qanunları, qaydaları və onun bağladığı beynəlxalq müqavilələrə əsaslanaraq nizama salınmalıdır.

SSRİ dövründə bu rejimlə bağlı 1960-cı il Dövlət Sərhədini Mühafizə haqqında əsasnamə, 1968-ci il ticarət üzgüçülü- yü məcəlləsi, 1964-cü il Gömrük məcəlləsi, 1990-cı il SSRİ və mütəffiq respublikaların Su qanunvericiliyinin əsaslan sənədini, 1958-ci il SSRİ Su anbarlarında balıq ehtiyatlarının qorunması haqqında əsasnamə və s. sənədləri göstərmək olar ki, Azərbaycan Respublikası hazırda da bu normativ aktlarla işləyir. Deməli ki, dövlət öz daxili sularında hər hansı bir xarici gəmiçiliyi və balıqçılığı qadağan etmək hüququna da malikdir. Digər tərəfdən, dövlət öz daxili su yolları ilə xarici gəmilərin

hərəkət etməsinə bütün ölkələr üçün eyni qaydada, ayrı-seçgi-lik olmadan icazə verə bilər. Lakin, belə hallarda xarici gəmilər sahil dövlətinin qanun və qaydalarını gözləməli, verilmiş xüsusi icazəyə uyğun hərəkət etməlidir. Bu qaydaların özləri belə, daxili suların rejiminin müəyyən dərəcədə beynəlxalq hüquqi xarakterli olmasını bir daha təsdiq edir.

Bir dövlətin digəri ilə həmsərhəd çay, göl və kanallarının NUİarı üzərində sahil dövlətlərinin hakimiyyəti, onlar arasında bağlanmış saziş ilə müəyyən olunmuş sərhəd xətti üzrə ayrılmalıdır. Bu sularda gəmi hərəkəti, balıqçılıq və s. məsələlər də müvafiq sazişlər əsasında nizamlanır, saziş olmadıqda hər bir sahil dövləti öz hissəsində öz qaydalarını tətbiq edir. Daxili körfəzlər, boğaz, liman suları və s. sahil dövlətinin daxili suları hesab olunur.

1958-ci ilin Məhəlli dəniz və bitişik zolaq haqqında Cenevrə sazişinə görə, sahilə doğru quruya girən və dövlətin quru ərazisinin əhatəsində olan dəniz suları körfəz, kiçik körfəz (buxta) adlanır.

Sahilləri bir dövlətə məxsus olub, eni isə həmin dövlətin məhəlli sularının enindən ikiqat artıq olmayan, yaxud artıq olsa da həmin dövlət üçün mühüm iqtisadi, hərbi əhəmiyyəti olan körfəz və buxtaların suları da dövlətin daxili suları hesab olunur. Dövlət ərazisinin tərkib hissəsi olan bütün bu suların hüquqi vəziyyəti də həmin dövlətin qanunları ilə müəyyən olunur. Sahil dövlətinin limanları hərbi gəmilərə, sahil boyu gəmilərinə və ticarət gəmilərinə məxsus limanlara ayrılır. Bunlardan hərbi limanlar və sahil boyu gəmiçilik limanları xarici gəmiçilik üçün qapalı, qalanları isə açıq ola bilər. Digər dövlətin limanında olan xarici gəmilərin daxili qaydaları, əsasən, gəmi bayrağı ölkəsinin qanunları ilə tənzimlənir,.

Xarici limanda həmin gəmilərin hüquqi vəziyyəti isə beynəlxalq hüquqi normalarla, habelə ticarət və dəniz üzgüçülüüyü haqqında müvafiq müqavilələr əsasında fəaliyyət göstərir. Ha-

zırda bu gəmilər üçün, ya milli rejim, yada çox əlverişli rejim müəyyən edilir. Bütün gəmilər dövlət bayrağını daşdığı ölkənin mülkiyyəti olmaqla, toxunulmazlıq hüququna malikdirlər. Belə hüquqi qaydalar, dövlətlərin suveren bərabərliyi prinsipindən irəli gəlir.

Beynəlxalq hüquqda bir dövlətin hərbi gəmilərinin digər dövlətin limanına daxil olması sahil dövlətinin xüsusi razılığı ilə və ya həmin dövlətin qanunlarına uyğun olaraq, əvvəlcədən lazımi xəbərdarlıq verməklə icra edilir. Adətən, bu müddət 7 gün qabaqcadan olmalıdır. Elə hal da ola bilər ki, hərbi gəmidə dövlət başçısı və ya həmin dövlətə göndərilən diplomat olsun, yaxud fəlakət baş verdikdə xarici gəmilər ən yaxın limana girə bilsinlər. Bu halda da hərbi gəmi yerli qayda- qanunlara riayət etməlidir. Əks təqdirdə yerli hakimiyyət orqanları gəmi kapitanına ciddi xəbərdarlıq vermə hüququna malikdirlər.

Limanlarda ticarət gəmilərinin hüquqi vəziyyəti ya milli rejim ilə, yada qarışıq rejim ilə tənzimlənir. Ən çox isə bu məsələ, konkret saziş üzrə tərəflərin qarşılıqlı bərabərliyi prinsipinə əsaslanır.

İstənilən gəmi, bayrağını daşdığı ölkənin qanunlarına əsasən müvafiq sənədlərə malik olmalıdır. Bu sənədlərə ölkənin bayrağını daşımaq hüququnu təsdiq edən gəmi patenti, gəmi şəhadətnaməsi, gəminin ölçü şəhadətnaməsi, üzmək üçün yararlı olmasını təsdiq edən sənəd, gəmi heyətinin siyahısı, gəmi yolu, səhiyyə jurnalı, maşın şöbəsinin sənədi və s. daxildir.

Məhəlli suları, onun tək, habelə onların üzərindəki hava sahilləri də həmin dövlətin suverenliyinə tabedir. Məhəlli suların başladığı xətt, onun eni sahil dövlətləri tərəfindən müəyyən oluna bilər.

Məhəlli suların enini hazırda ABŞ, İngiltərə, Fransa və s. üç mil, Skandinaviya ölkələri, Finlandiya dörd mil, İtaliya, Misir, Yunanıstan, Türkiyə, İran və s. altı mil, bəzi dövlətlər - Konqo, Qana, Nigeriya 12 mildən çox, 30 mil müəyyən ediblər. Keçmiş SSRİ və hazırkı Rusiya Federasiyası bu məsafəni 12 mil qəbul etmişlər.

BMT isə məsafəni 3-12 mil arasında müəyyənləşdirmişdir. Bütün bunlarla yanaşı dövlətlərin ərazi sularında xarici hərbi gəmilərdə hidroqrafik tədqiqat aparmaq, xəritə çəkmək, manevr etmək, atəş açmaq, mina düzmək, təyyarə ilə bu sular üzərində uçuş etmək və s. beynəlxalq hüquqla qadağandır.

Aviasiyadan insan həyatının təsərrüfat, nəqliyyat kimi müxtəlif sahələrində çox istifadə olunur, dövlətlərin siyasi, iqtisadi və mədəni əməkdaşlığının mühüm vasitəsi hesab edilir.

Təbiidir ki, öz ölkəsində, uzaq ölkələr və bütün qitələr arasında çox çətin və mürəkkəb şəraitdə həyata keçirilən uçuşlar beynəlxalq hüquqi tənzimə malik olmalıdır. Hava sahələrinin hüquqi rejimi əvvəllər nəzəri xarakter daşımış və bəşəriyyətin hava sahələrindən istifadə etmək səyləri ilə əlaqədar olaraq, hava ərazi sahələri haqqında aşağıdakı üç əsas istiqamət irəli sürülmüşdür.

Özünün torpağı üzərindəki hava sahibkarın qeyri-məhdud hakimiyyətindədir. Bu fikir XVIII-XIX əsrlərdə İngiltərə, Fransa və s. Qərb dövlətlərində çox yayılmışdı. Havanın azadlığı, uçuşların azadlığı nəzəriyyəsi isə Belçikada, İngiltərədə, Rusiyada 1913-1915-ci illərə kimi yaşamışdır. Fransız hüquqşünası Foşi! uçuşların azadlığını məhdud etmək nəzəriyyəsi göstərilən iki ziddiyətli istiqamətlər arasında, bir növ orta vəziyyət yaratmaq fikrində olmuşdur. O, dövlətin hava sahələrini hündürlüyü Eyfel qülləsinin hündürlüyünə (330 m) bərabər olan birinci, yəni tamamilə dövlət suverenitetinə tabe edilən milli zolağa, bundan yuxarıda olan xaricilərin uçuşuna azad yol verilən ikinci- beynəlxalq zolağa, nəhayət, tam azad zolağa bölür. Bu cür nəzəriyyələrin heç biri tam təşəkkül tapa bilmədi.

Bu məsələlər, əsasən beynəlxalq hava hərəkətləri haqqında 1919-cu ilin 13 oktyabr tarixli Paris sazişi və Beynəlxalq mülki aviasiya haqqında 1944-cü il 1 noyabr tarixli Çikaqo sazişi ilə, habelə BMT Nizamnaməsində rəsmən göstərilən müasir beynəlxalq ümum-tanınmış prinsipi ilə təsdiq edilmişdir. Bununla belə, dövlətin suverenliyi texniki imkan

daxilində hava sahələrinin aşağı təbəqəsinə, yəni hündürlüyü 3-11 km olan troposferə, 11 -60 km stratosferə və 60-400 km olan ionosferə aiddir. Hava sahələrinin hüquqi vəziyyəti beynəlxalq uçuşları və hava nəqliyyatını nizama salmaq, təhlükəsizliyi təmin etmək məqsədləri ilə dövlətlərin müəyyən etdiyi müqavilənin və adi normaların məcmusuna beynəlxalq hava hüququ deyilir.

Beynəlxalq hava hüququ mənbələri aeronoviqasiya məsələləri üzrə çox tərəfli, ikitərəfli beynəlxalq müqavilə və sazişlərdən, dövlətlərin daxili qanunlarından ibarətdir.

Hazırda beynəlxalq hüququn normalarına uyğun olaraq, dövlətin su və quru əraziləri üzərindəki, habelə məhəlli suları üzərindəki, bütün hava sahələri ərazisinin tərkibinə daxil olur, həmin dövlətin tam suvereniteti və yuristiksiyası altında hesab olunur.

Hər bir dövlət öz hava sahəsi üzərində tam suverenliyə malik olduğu üçün, o, öz ərizisi üzərindəki bütün havalardan xarici hava gəmilərinin keçməsinə və hərəkətini qadağan etmək hüququna malikdir. Dövlətin bütün hava ərazisi həmin dövlətin tam suveren və müstəsna hakimiyyətinə tabe olmaqla, onun qanun və qaydalarının təsiri altında hesab olunur. Bu qanun və qaydaların pozulması beynəlxalq hüquq normalarına ziddir və dövlət suverenitetinin pozulması deməkdir. Dövlətin quru və su sərhədləri kimi hava ərazi sərhədləri də toxunulmazdır. Bunun pozulmasına qarşı hər bir dövlət lazımı özünümüdafiə tədbirləri görə bilər.

Azərbaycan Respublikası da suveren dövlətdir, onun da **quru, su, hava** sərhədləri beynəlxalq hüquqa görə toxunulmaz olmalıdır. 2020-ci il noyabrın 8-ədək respublikamızın həm quru, həm də **hava sərhədləri** əsrimizin əvvəlindən Ermənistan tərəfindən pozulurdu, Ali Baş komandan, Azərbaycan Respublikasının Prezidenti cənab İlham Əliyev və müzəffər Ordumuz bu hala əbədi son qoydular. Azərbaycan torpaqları o dərəcədə Ermənistan tərəfindən beynəlxalq hüquqa məhəl qoyulmadan tutulmuşdu ki, onun 1990-cı illər sərhədləri

daxilində öz quru sahəsinin **85** faizini Azərbaycan torpaqları təşkil edirdi. Ermənistan respublikası Azərbaycanın hava və quru sərhədlərini keçərək yeni-yeni torpaq sahələri zəbt etmişdilər ki, bu da heç bir beynəlxalq hüquqla bir araya sığmırdı. Bu qeyri-qanuni ilhaq çox təssüf ki, dünya ictimaiyyətinin gözü qarşısında baş verirdi, təcavüzkar öz adı ilə çağrılmırdı.

Beynəlxalq hüquqlara zidd olan zorakı sərhəddəyişmə həqiqətlərini isə bəzi dövlətlər qulaqardına vurur və hətta Ermənistana müxtəlif tərəflərdən köməklik göstərirdilər. Bunlar, əsasən Rusiya, ABŞ, Fransa, İran və s. dövlətlərdir.

Azərbaycan və xarici hava gəmilərinin beynəlxalq uçuşları, yalnız nazirliyin xüsusi icazəsi əsasında ola bilər. Həm də bu uçuşların istiqamətləri dürüst müəyyən edilməli və dövlət sərhədlərinin hansı "hava qapıları"ndan keçməsi göstərilməlidir. Belə razılaşmalar olmadan Ermənistan hər gün Azərbaycan hava sərhədlərini pozaraq hərbi texnikasını, əsgərlərini Xocalı hava limanı vasitəsilə Azərbaycanın içərilərinə gətirirdi və hərbi təcavüzünü davam etdirirdi.

Müasir beynəlxalq hüququ məlum olan hava rejimi sahəsindəki çəxtərəfli sazişlərdən hava naviqasiyası haqqında 1919-cu il Paris sazişinin, ticarət-mülki naviqasiya haqqında 1928-ci il Havana sazişini, beynəlxalq mülki aviasiya məsələləri üzrə 1944-cü il Çikaqo sazişini və hava nəqliyyatı vasitəsilə daşıma məsələləri üzrə 1929-cu il Varşava sazişini göstərmək olar. Çikaqo sazişi əsasında Beynəlxalq Mülki Aviasiya Təşkilatı (İKAO) yaradılmış və 1946-cı il dekabrın 14-də BMT BAŞ Məclisinin qətnaməsi üzrə ona BMT-nin ixtisaslaşdırılmış müəssisəsi hüququ verilmişdir. 1956-cı il Paris sazişində humanitar yardım və s. kimi insanpərvər məqsədlərlə keçirilən təsadüfi uçuşlara da yol verilə bilər. Dövlətlərin qarşılıqlı razılaşma yolu ilə təhlükəsiz uçuşa təminatla yanaşı, təyyarələrin qaçırılma- sına qarşı dövlətlərin səylərini birləşdirmək sahəsində ilk çəxtərəfli beynəlxalq hüquqi sənəd 1970-ci il 16 dekabrda Haaqada

imzalanmışdır. Öz səmasından uçuşa icazə verən hər bir dövlət bu uçuşun təhlükəsizliyi qarantı olmalıdır.

Ədəbiyyat

1. Birləşmiş Millətlər Təşkilatı. (1997). Beynəlxalq su hövzələrinin qeyri-naviqasiya məqsədləri ilə istifadəsi haqqında Konvensiya. New York: BMT Nəşriyyatı.
2. Tanzi, A., & Arcari, M. (2001). The United Nations Convention on the Law of International Watercourses: A Framework for Sharing. Cambridge: Cambridge University Press.
3. Cheng, B. (1987). The Law of International Air Transport. London: Stevens & Sons.
4. International Civil Aviation Organization (ICAO). (1944/2024). Convention on International Civil Aviation (Chicago Convention). Montreal: ICAO Publications.
5. McCaffrey, S. C. (2019). The Law of International Watercourses (3rd ed.). Oxford: Oxford University Press.
6. Ziyadxan Nəbibəyli. Ekologiya və fəvqəladə hallar. Bakı 2012, 380 s.

3.7.Çirklənmiş mühitin mühafizəsinin hüquqi əsasları tarixindən

Əfəndi Əhməd

Fövqəladə Hallar Nazirliyinin Akademiyasının İdman, fiziki və qəza-xilasetmə hazırlığı kafedrasının rəisi, professor

Mikayılov Hacıəli

Fövqəladə Hallar Nazirliyinin Akademiyasının İdman, fiziki və qəza-xilasetmə hazırlığı kafedrasının baş müəllimi, kapitan.

e-mail: ulvi-sadixov@mail.ru

İnsanı əhatə edən ətraf mühit əsasən onun istifadə etdiyi torpaq, su, hava və təbiətdən aldığı qida məhsullarıdır. Bunların təmiz olması mövcud canlıların sağlamlığı ilə bir başa əlaqəlidir. Bu mənada ətraf mühitin mühafizəsi dövrümüzdə birinci dərəcəli sosial vəzifələr sırasında durur. Ən çox XX əsrin ikinci yarısı geniş miqyaslı sənayelərin yaranması, elmi-texniki biliklərin müxtəlif sənaye sahələrində tətbiqi, istehsal qüvvələrinin sürətli artımı insan üçün nə qədər mütərəqqi olsa da, digər tərəfdən mühitin pisləşməsinə səbəb olmuşdur. Odur ki, istər- istəməz məsələnin mahiyyətinin ciddiliyini nəzərə alaraq ətraf mühitin mühafizəsi hüquqi qanunlar müstəvisində həll edilməsinin zərurətini gündəmə gətirir.

İlk dəfə Sovet İttifaqının paytaxtı Moskvada 1929-cu ildə ətraf mühitin qorunması ilə əlaqədar birinci ümumrusiya qurultayı, 1935-ci ildə isə birinci ümumittifaq qurultayı problemə münasibət bildirmişdir. Hər iki qurultayda təbii ehtiyatların qorunması və onun ehtiyatlarından səmərəli istifadə edilməsi məsələlərini müzakirəyə çıxarmışdır. Onun ardınca SSRİ-də

ekologiya ilə bağlı bir sıra tədbirlər həyata keçirilməyə istiqamət verildi, qoruqlar təşkil edildi, suvarma qurğuları tikildi, meşəni mühafizə sahələri seçildi və nəhayət 1960-1970-ci illərdə təbiətdən istifadə, onun mühafizəsi dövlət sənədlərində öz əksini tapdı. RSFSR-in mövcud olduğu illərdə ətraf mühitin mühafizəsinə dair 1-ci qanun 27 oktyabr 1960-cı ilə təsadüf edir. Onun ardınca müttəfiq respublikalarda da bu qanunlar qəbul edilmişdir. Qəbul edilmiş bu qanunlara görə ətraf mühitin qorunması Yer təki, su, meşə, əkin sahələri, çəmənliklər, istirahət yerləri, şəhərətrafi yaşıllıq sahələri, heyvanlar aləmi, atmosferi və s. əhatə edirdi. Bununla yanaşı ətraf mühitin mühafizəsi haqqındakı qanun müəssisə rəhbərlərini, ayrı-ayn vətəndaşları təbii ehtiyatlardan düzgün istifadə etmədikləri halda ciddi məsuliyyətə cəlb etməyi də özündə əks etdirirdi.

Texniki tərəqqinin sürətli inkişafı bir sıra avropa ölkələrində olduğu kimi Sovet hökumətini də məsələyə kompleks yanaşma və təbii ehtiyatlardan səmərəli istifadə edilməsinə dair bir çox hüquqi sənədlərin qəbul edilməsi ilə nəticələndi. 1972- ci ildə SSRİ Ali Soveti "Təbii ehtiyatlardan istifadə edilməsi tədbirləri haqqında" qərar vermiş, 1968-ci ildə torpaq, 1970-ci ildə su, 1977- ci ildə meşə qanunvericiliyi haqqında qanunlar qəbul etmişdir. Bunların ardınca SSRİ-də və müttəfiq respublikalarda, o cümlədən, Yer təki haqqında 1975-ci ildə, atmosfer havasının qorunması haqqında 1980-cı ildə aidiyyətli qanunlar və 3 iyul 1985-ci ildə SSRİ Ali Soveti "Təbiətin mühafizəsi və təbii ehtiyatlardan səmərəli istifadə etmək sahəsindəki qanunvericiliyə riayət etmək haqqında" qərarlarını qəbul etmişdir. Sənədlərdə, su hövzələrindən, meşələrdən, dağ çöküntülərindən, canlı aləmdən səmərəli istifadə etmək və təbiətin çirklənməsinin qarşısını almaq üçün mövcud olan qanunlara ciddi əməl etmək öz əksini tapmışdır.

Qanun və qaydaların çox yüksək səviyyədə qəbul edilməsinə baxmayaraq SSRİ-də ekoloji qanunvericilik əsasən deklarativ xarakter daşıyırdı. Yəni, təbiəti mühafizə və ondan

səmərəli istifadə ilə bağlı Sovet İttifaqının imza atdığı Beynəlxalq Haaqa, Praqa, Bazel və s. Beynəlxalq Konvensiyaların tələblərinə real həyatda cavab vermirdi. Əlbəttə, Azərbaycan da SSRİ-nin tərkib hissəsi olduğundan Respublikamız da həmin vəziyyətdə idi. Bu səbəbdən də müstəqillik əldə edilən ilk günlərdən Azərbaycan Respublikasının Dövlət Ekologiya və Təbiətdən İstifadəyə Nəzarət Komitəsi "Təbiəti mühafizə və təbiətdən istifadə haqqında" Azərbaycan Respublikasının qanununu hazırladı. Yeni qanun 25 fevral 1992-ci ildə Azərbaycan Respublikası Ali Soveti tərəfindən müzakirə edilib, qərar çıxarıldı. 14 fəsildən və 95 maddədən ibarət olan bu qanun öz dövründə təbiəti mühafizə və ondan istifadənin əsas məsələlərini əhatə etmiş, özündən sonrakı qanun və qaydalara bir bünövrə funksiyasını daşımışdır.

Hazırda Azərbaycanda dövlət və ictimai qurumların nəzərdə tutduğu tədbirlər bütün cəmiyyətin müasir inkişaf mərhələsində ekoloji problemlərin müvəffəqiyyətlə həll edilməsinə və həyata keçirilməsinə lazımı şərait yaradır.

Lakin, bununla yanaşı təbiəti mühafizə və onun ehtiyatlarından səmərəli istifadə vəzifəsi kəskin olaraq respublikamızın da qarşısında durur. Azərbaycanda deyilən istiqamətdə tədbirlər sistemi hazırda həyata keçirilir və bunun üçün xeyli vəsait də ayrılır və əlbəttə, bu sahədə əməli nəticələr də az deyildir.

Yaxşı nəticələrlə yanaşı Azərbaycanda və xüsusən Bakı və Sumqayıt şəhərlərində bəzi ekoloji problemlər azalma əvəzinə xeyli kəskinləşmişdir. Belə ki, avtomobillərin çoxalması və ona nəzarətin zəif olması, çox sıx və şəhərsalmaya zidd olan qaydalarla hündürmərtəbəli evlərin tikilməsi, Bakıda-Sumqayıtda-Abşeronda yaşıllıqların məhv edilməsi, qaçqın-köçkün və iş dalınca paytaxtda cəmləşən insanların heç nəyə məhəl qoymadan tikinti işləri aparması, şəhər tullantılarının hələ də yandırılması və tələbata uyğun olmayan qaydalara cavab

verməyən və s. məsələlər bu bölgələrdə ekoloji gərginliyi hələ də saxlamaqdadır.

Xüsusi diqqət və qayğı tələb edən məsələlərdən biri də Abşeron torpaqlarının, Xəzər sahili torpaqlarda neftçıxarma ilə bağlı uzun illər neftlə çirklənmə məsələsidir.

Son dövrlər Xəzər sahili dövlətlərlə müqayisədə bu istiqamətdə Azərbaycanda müəyyən işlər davam etməkdədir. Amma, bu sahədə də pərakəndəlik hökm sürür, iş icraçıları aldıkları məbləğlə müqayisədə ekoloji qanunların tələbləri səviyyəsində iş görmür və məsələyə ciddi nəzarət yox dərəcəsidir. Digər tərəfdən xarici iş adamlarına da yumşaq münasibət respublikanın zərərinədir. Çox vacib məsələlərdən biri də ekoloji məsələlərə çirkləndirici təşkilatların özlərinin bu işə nəzarət etməsidir. Özü-özlüyündə məlumdur ki, ətraf mühiti çirkləndirən istər respublika, istərsə də xarici təşkilatlar öz qüsurlarını nə cəmiyyətə, nə də ki, dövlətə olduğu kimi hesabat verməyəcək. Səbəbi isə böyük məbləğdə cərimə vermə, qınaq təşkilatı olma və ekologiya nazirliyinə hesabat vermə məcburiyyətində qalma ilə əlaqədardır. Əgər, ekoloji məsələlərə nəzarət ancaq bir təşkilatın əlində cəmlənersə və bu təşkilat hökumət və cəmiyyət qarşısında məsuliyyət daşıyarsa, ekoloji problemləri effektiv idarə etmək, nəzarət etmək və respublika üzrə yaxşı nəticələr əldə etmək həm iqtisadi və həm də ekoloji təbii mühit baxımından Azərbaycanın xeyrinə olar.

Yer səthinin üçdə ikisini əhatə edən okean və dənizlər həmişə insanların diqqətini cəlb etmişdir. Hazırkı dövrün bir çox siyasi, iqtisadi məsələləri dənizlərin, okeanların tədqiqi və istifadəsi ilə bağlıdır. Okean və dənizlər hamı üçün geniş su yolu olmaqla yanaşı, çox zəngin heyvanat və bitki aləmi, mineral və kimyəvi sərvətlər, tükənməz enerji ehtiyatları deməkdir. Əgər dünya dənizlərindən səmərəli istifadə edilsə ərzaq istehsalı 4- 5 dəfə artırmaq olar. Elmi-texniki tərəqqi dənizin dibindən neft, qaz, manqan, qızıl, mis və digər sərvətlər çıxarmağa imkan verir. Yetmişinci illərə nisbətən dənizin dibindən neft çıxarılması 4 dəfə

artmışdır. ABŞ, İngiltərə, Yaponiya, Azərbaycan dənizin böyük dərinliklərindən neft çıxarır və bu proses getdikcə təkmilləşir. Xəzər dənizindəki məşhur "Neft daşları" dünyada ilk böyük dəniz tikintisidir. Uzun müddətdir ki, Xəzər nefti Azərbaycanın neft istehsalının əksəriyyətini təşkil edir.

Dünya okeanı və onun bütün tərkib hissələrinin (daxili dəniz suları, məhəlli sular və bitişik zolaqlar, dəniz akvatoriyası, dənizin dibi və təkə daxil olmaqla) qitə dəniz dibinin, beynəlxalq boğazların və kanalların hüquqi vəziyyətini, beynəlxalq gəmiçilik, dəniz peşəkarlığı və s. sahələrdə subyektlərin hüquq və vəzifələrini tənzim edən qaydaların məcmusuna beynəlxalq dəniz hüququ deyilir.

Beynəlxalq dəniz hüququ ümumi beynəlxalq hüququn sahələrindən biridir. BMT-nin dəniz hüququ üzrə qərarlarında məhəlli suların eninin 12 milə qədər olması, bu suların sahil dövlətlərin ərazisinin tərkib hissəsi kimi qəbul edilməsi qanuniləşdirilmişdir. BMT Nizamnaməsinə görə dənizdə üzgüçülüyn təhlükəsizliyini təmin etmək, çirklənmənin qarşısını almaq, balıqçılıq, gömrük, maliyyə, sanitariya qaydalarını gözləmək sazişə uyğun olaraq sahil dövləti tərəfindən müəyyən edilmiş qanun və qaydaları da gözləmək əsas şərtlərdəndir.

Beynəlxalq hüquqda eni 200 milə qədər olan iqtisadi zolaqlar haqqında məsələlərin nizama salınması da vardır. Bu problemi həll edərək, həmin zolaqlarda canlı və mineral sərvətlərin kəşfi, çıxarılması həm də bu sərvətlərin idarə etmək üçün sahil dövlətin suveren hüquqlarının tanınması ilə yanaşı, digər dövlətlərin sazişdə müəyyən edilmiş qanuni hüquqları və mənafeləri, xüsusilə də gəmiçilik, balıqçılıq sahəsində mənafeləri nəzərdə tutulmalıdır. Belə qayda həmin iqtisadi zolaqda həmin sahil dövlətin, başqa dövlətin hüquq və vəzifələrini müvafiq surətdə uyğunlaşdırılmış xarakterini nəzərdə tutur. Açıq dənizlərin hər hansı hissəsinin heç bir dövlətin suverenliyinə tabe edilməsini əsaslandırın, geniş dəniz sularının hüquqi rejiminin əsası olan açıq dənizlərin azadlığı prinsipinin saxlanması və təsdiqi

gəmiçilik azadlığı, süni ada və digər qurğular yaratmaq azadlığını, beynəlxalq hüquqa uyğun olaraq sualtı xətlərin, boru kəmərlərinin çəkilməsi azadlığını əhatə edir. İqtisadi zolaqlarda müvafiq beynəlxalq sazişlə və ya səlahiyyətli beynəlxalq təşkilatın qərarı ilə müəyyən olunmuş norma və qaydalara riayət edilməlidir. Bu sahələrdə xarici ölkəyə məxsus gəmi dəniz mühitini çirkləndirərsə, sahil dövləti sazişin göstərişlərinə uyğun olaraq tədbirlər görə bilər, gəmi təftişi əməliyyatı apara bilər.

Mübahisələr tərəflərin rəsmi ərizəsi əsasında beynəlxalq məhkəmə və ya arbitraj tərəfindən həll edilə bilər. Sahilləri bir dövlətə məxsus olub, eni isə həmin dövlətin məhəlli sularının enindən ikiqat artıq olmayan və ya artıq olsa da həmin dövlət üçün mühüm iqtisadi, hərbi əhəmiyyəti olan körfəz və buxtaların suları da dövlətin daxili dəniz suları hesab olunur. Dövlət ərazisinin tərkib hissəsi olan bütün bu suların hüquqi vəziyyəti də həmin dövlətin qanunları ilə müəyyən edilir. Sahilləri iki və ya daha artıq dövlətə aid olan dəniz, körfəz və buxtaların hüquqi vəziyyəti həmin sahil dövlətlərinin xüsusi sazişi ilə nizama salınır.

Məhəlli sular sahil dövlətinin ərazisinin tərkib hissəsi olmaqla onun suveren hakimiyyətinə tabedir. Məhəlli suların dərinlikləri və təki, habelə onların üzərindəki hava sahilləri həmin dövlətin suverenliyinə tabedir. Məhəlli suların eni ayrı-ayrı ölkələrdə fərqlidir. Rusiya Federasiyasında bu məsafə 12 mil müəyyən edilib (5 avqust 1960-cı il tarixli SSRİ dövlət sərhədinin qurulması barədə Əsasnamənin 3-cü maddəsi).

BMT-nin dəniz hüquqlarına aid Əsasnaməsində dövlətlərin ərazi sularında xarici hərbi gəmiləri də hidroqrafik tədqiqat aparmaq, xəritə çəkmək, manevr etmək, atəş açmaq, mina düzmək, təyyarə ilə bu sular üzərində uçuş etmək və s. qadağan edilir. Sualtı qayıqlar suüstü vəziyyətdə hərəkət etməlidirlər. İki və ya bir neçə dövlətin ərazisi ilə, ya da məhdud miqdarda dövlətlərin sahilləri ilə əhatə olunaraq, bu sahil dövlətləri üçün dəniz yollan əhəmiyyətinə malik olan dənizlərə

qapah dənizlər deyilir. Qapalı dəniz olmaq etibarı ilə Xəzər dənizinin sahilləri 5 dövlətə məxsusdur.

Rusiya Xəzər dənizinin statusuna yenidən baxılması məsələsini ortaya atıb. Həm də, Rusiya BMT-nin üzvi olan bir dövlət kimi Azərbaycan Respublikasını mövcud sərhədləri daxilində (su sərhədləri ilə birlikdə) tanımışdır. Hazırda Rusiyanın Xəzərin statusuna yenidən baxılması məsələsini qaldırması əslində Azərbaycana ərazi iddiası deməkdir. Azərbaycan isə Dərbəndin heç adını da çəkmir. Xəzərə göl statusu SSRİ təşkil edilməmişdən əvvəl verilib. Elə bu səbəbdən də İranın Xəzər dənizində donanma saxlaması və ondan digər məqsədlərlə istifadə edilməsi qadağan olunmuşdur. Xəzərin status məsələsi müzakirə edilərsə, onda Azərbaycan bunun dəniz olduğunu sübut edən başqa hüquqları da tələb etməlidir. Xəzər dəniz statusu almalıdırsa onun bir başa okean sularına çıxma imkanları olmalıdır. Onda Volqa çayının, Volqa-Don kanalının, Qara dənizin, Azov dənizinin də statusuna yenidən baxılmalıdır.

Azərbaycan isə Xəzər dənizi vasitəsi ilə dünya okeanına çıxmaq üçün yeni səlahiyyətlər almalıdır. Beynəlxalq hüquq və qanunlara görə özgə ərazisini zorla işğal etmək, digər dövlətlərin sərhədlərini pozmaq, hər hansı dövlətin razılığı olmadan onun ərazisindən, ərazi, məhəlli sularından istifadə etmək qadağandır. Azərbaycanın nə quru, nə də su sərhədlərini pozmağa Rusiya dövlətinin heç bir hüququ yoxdur. Xəzər coğrafi təsnifata görə göldür, göl olaraq da qalacaqdır. Bu nə Rusiyadan, nə də Xəzərin əhatəsində olan digər dövlətlərdən asılı deyil. Digər bir məsələ də yaddan çıxmamalıdır. İki dövlət arasındakı sərhəd xətti qarşılıqlı razılaşmaya və beynəlxalq dəniz hüququna görə sərhəd boyu axan çaylarda çayın, göllərdə və dənizlərdə isə onların tən ortasından keçməlidir. Burada da beynəlxalq qanun Azərbaycanın tərəfindədir. Yəni Azərbaycanın Xəzər dənizindəki sərhədi dənizin tən ortasından keçən xətlə hüdudlanmalıdır. Bu sərhəd daxilində Xəzərin bütün sərvətləri Azərbaycandır.

Ədəbiyyat

1. Abbasov, Ə. Ş. (2020). Fövqəladə hallar: idarəetmə və risklərin azaldılması. Bakı: FHN nəşriyyatı.
2. Azərbaycan Respublikası Fövqəladə Hallar Nazirliyi (FHN). (2023). Fövqəladə halların təsnifatı və onların idarə olunması qaydaları. www.fhn.gov.az
3. Əliyeva, S. N. (2018). “Azərbaycanda təbii risklər və onlardan müdafiə tədbirləri.” Coğrafiya və təbii resurslar jurnalı, №3, s. 28–34.
4. Bayramov, F. M. (2017). Seysmik təhlükələr və onların nəticələrinin qiymətləndirilməsi. Bakı: Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası.
5. Ziyadxan Nəbibəyli. Ekologiya və fövqəladə hallar. Bakı 2012, 380 s.

3.8. Atmosfer mühiti və insan

Əfəndi Əhməd Süleyman oğlu

Fövqəladə Hallar Nazirliyinin Akademiyasının İdman, fiziki və qəza-xilasetmə hazırlığı kafedrasının rəisi, professor

İnsan sağlamlığına təsir edən amillər dedikdə, ilk növbədə onun yaşayış tərzini, yaşadığı mikro və makro şərait başa düşülür. Mikro şərait insanın sosial problemlərinin bir hissəsinin- mənzil şəraiti, onun istiliklə, su ilə, işıqla və s. təminatı məsələləridir. Hərçənd ki, Azərbaycan Respublikası əhalisinin təxminən yarısı bu problemlər içərisində çabalayır. Qaçqınlarımızın isə bu problemlə bağlı məsələlərdən danışmağa ehtiyac da yoxdur. Çünki bu məsələ bütün dünyaya bəllidir.

Makro şərait isə dünya problemi olub, bizim respublikamızda öz xüsusiyyəti, özünəməxsusluğu var. Vaxt olub ki, Azərbaycan uzunömürlülər ölkəsi sayılıb və biz də bununla fəxr etmişik. Hətta müxtəlif ölkələrdən gəlib burada uzunömürlülüüyün "sirri" ni öyrənmək istəyənlərin sayı çox olmuşdur. Lakin vaxt ötmüş, makro mühit dediyimiz mühit tədricən korlanmış və biz də uzunmüddət bunu hiss etməmişik. Başa düşdükdə isə problemin çox böyük olduğunu və makro mühitimizin bizim özümüzdən də çox asılı olduğunu anlamağa başlamışdır. Ümumilikdə isə təbii mühitin çirklənməsi bu mühitdə yaşayan əhalinin iqtisadiyyatına və sağlamlığının kəskinləşməsinə gətirib çıxarır. Təbii mühitin çirklənməsinin insanın sağlamlığına pis təsir göstərməsi respublikamızda artıq sirr deyildir. Bu elə məsələlərin aidiyyəti olan bütün təşkilatlar, o cümlədən Səhiyyə Nazirliyi təşkilatları, onun Baş Dövlət Sanitar Müfəttişliyi, Respublika Gigiyena və Epidomoloji Mərkəzi və bu idarələrin yerlərdəki mütəxəssisləri yaxşı bilir, hesabat aparılır. Mütəxəssislər Azərbaycan Respublikasının əhalisində xəstəliklərin- xüsusən

Bakı və Sumqayıt şəhərində artmasını çoxdan müşahidə etmişlər. Həm də bu xəstəliklərin təbii mühitimizlə əlaqədar olduğu-
nu da bilirlər. Çoxalan xəstəliklərdən nəfəs yolları, ağ ciyər, dəri-
zöhrəvi, bədənin istənilən yerlərində şişlər, qan təzyiqi, şəkər,
ürək-damar, qan xəstəlikləri, mədə-bağırsağ, böyrək, saçların tez
ağarması, saçların tez tökülməsi, huşunu itirmə, huşsuzluq,
həlsizlik və s. daha çox rast olunur.

Bu cür xəstəliklərin çoxalması mənbələrini qruplaşdırdıqda məlum olur ki, bəzi xəstəliklərin səbəbi suyun çirkli olmasından, bəziləri havanın çirkli olmasından, bəziləri yeyinti məhsullarının çirkli olmasından, bəziləri iş şəraitinin çirkli olmasındandır. Saydığımız və saymadığımız bütün çirkli mənbələr bizim yaşadığımız təbii mühitdir. Xəstəliklərin təbii mühitə görə çoxalmasında da özümüzün məsuliyyətsizliyindən, ya özümüzün özümüzdə biganəliyi daha çox zərər gətirir. Əgər qidamızın, suyumuzun təmizliyinə nəzarət edən həkim, yaxud rəis öz vəzifə borcuna, vətəndaşlıq borcuna barmaqarası yanaşırsa, buna nə ad vermək olar. Üzüm və pambıq tarlalarında dərmanla işləri qəbul edilmiş qaydalarla aparılmırsa cavabdeh mü- təxəsis göz yumduğu işin nəticəsinə debil uşaqların törənəcəyini bilirsə belə-belə işlərə necə bəraət qazandırmaq olar?!

Üçüncü bir misal- insan müdafiəçisi, insan keşikçisi, polisimiz avtomobillərin mühərriklərindən atmosfərə çıxan zəhərli qazları yoxlayarkən onun gözü cihazın göstəricisinə deyil, sürücünün əlinə baxırsa və milli mənafeyi şəxsi mənafeyə qurban verirsə, daha nə deyək sənə. Bundan əlavə təbii mühitin texnogen məşəli çirklənməsi insan sağlamlığı üçün çox vacib olan bir çox bitkilərin məhv olmasına gətirib çıxarır. Azərbaycan Respublikası üçün də belədir. 100 il bundan öncə ölkəmizdə olan canlı və cansız aləmi bu günümüzlə müqayisə etmək bir çox məsələləri dərk etməyə kifayət edir. Arıçılıq Azərbaycanın bütün bölgələri üçün təbii hal kimi olub və arı balının insan sağlamlığı üçün nə dərəcədə əhəmiyyətli olduğunu da heç kim inkar edə bilməz.

Çox təəssüf ki, təbii mühitin çirklənməsi Azərbaycana iqtisadi göstəricilərinə görə hansı ziyanı gətirir məsələsinin hesabı aparılmır. Əgər təbii mühitin çirklənməsi nəticəsində insan amili ilə yanaşı hər addımda rastlaşdığımız iqtisadi zərəri fikirləşsək, dəhşətə gələrik. Təxmini hesabatlara görə təkcə Bakı şəhəri üçün təbii mühitimizin özümüz tərəfindən çirkləndirilməsi nəticəsində orta hesabla 1 milyard yarımından artıq iqtisadiyyatımıza ziyan vururuq. Təbii mühitin çirklənməsindən insanların xəstələnməsi, dərmanı, xəstəlik kağızı və s. ilə bağlı iqtisadi hesabatlar aparsaq və onu da milyard yarım üzərinə gəlib bu məsələni respublikamız miqyasında fikirləşsək görün bu nə deməkdir. Deyildiyi kimi təbii mühitin çirklənməsi birbaşa insanların səhhətinə təsir edir. Belə ki, Bakı və Sumqayıt şəhərlərində daha çox üstünlük təşkil edən texnogen mənşəli toz, civə, qurğuşun, his atmosfer havasında həmişə olur, orta hesabla normadan 5 dəfə yüksəkdir. Təbii mühitin çirklənməsi insan sağlamlığına və respublika iqtisadiyyatına vurduğu zərərləri qismən də azaltmaq üçün əlaqədar təşkilatlar beynəlxalq aləmdə qəbul edilmiş informasiya bankından istifadə etməlidirlər.

Texniki cəhətdən inkişaf etmiş ölkələr təkcə öz daxili məlumatları ilə kifayətlənməyib ümumdünya Metrologiya Təşkilatından da bəhrələnilər. Onun üçün də hər bir dövlət ümumdünya Metrologiya Təşkilatının üzvü olmağa cəhd göstərir. Çox şükürlər olsun ki, bizdə bu təşkilatın üzvüyük.

Problemin xüsusi vacibliyini nəzərə alan təşkilat respublika şəhərlərinin atmosfer havasının, su obyektlərinin, torpaq örtüyünün çirklənmə vəziyyəti haqqında məlumatları müntəzəm olaraq Azərbaycan Respublikası Hidrometeorologiya qurumundan almaları çox faydalı olar.

Təbii mühitin çirklənməsinin qarşısını almaq və onun sağlamlaşdırılması üçün konkret tədbirlərin işlənilib hazırlanması və həyata keçirilməsi bilavasitə bu məlumatlara əsaslanmalıdır. İnanmaq istərdik ki, mühitimizi zərərli tullantılarla zəhərləyən bütün təşkilatlar öz vəzifələrinə vətəndaşlıq nöqtəyi-nəzərindən

yanaşacaq və xalqımızın sağlamlığı xatirinə əməli işlərin beynəlxalq aləmdə qəbul edilmiş İnformasiya Bankından alınan məlumatlara əsaslanacaqdır.

Havanın çirklənməsi, yaxud atmosferi çirkləndirən mənbələr dedikdə-havada müxtəlif qazların, su buxarının, bərk və maye halında müxtəlif kimyəvi elementlərin, həmçinin radioaktiv elementlərin canlı orqanizmlərin həyat şəraitinə mənfi təsir edə biləcək miqdarda olması atmosfer çirklənməsi kimi qəbul edilir. Tullantılar qaz halında olduqda onlar atmosferi daha çox və tez çirkləndirirlər. Hazırkı dövrdə belə çirkləndirici mənbələr əsasən nəqliyyat istifadəsi zamanı atmosfərə buraxılan zəhərli qazlar və istehsal prosesi zamanı əmələ gələn qaz halındakı tullantılardır. Hər iki çirkləndirici mənbələr isə həddindən artıq çoxdur və əsasən iri şəhərlərdədir. Azərbaycan, Bakı və Sumqayıt şəhərləri üçün belə mənbələr neft-qaz hasil edən bütün sənaye sahələri, neft-kimya müəssisələrindən ayrılan zəhərli qazlar, müxtəlif kimya sənayesindən ayrılan zəhərli qazlar, sement və inşaat materialları istehsal edən müəssisələrdən ayrılan zəhərli qazlar, qara metallurgiya müəssisələrindən ayrılan zəhərli qazlar, əlvan metallurgiya müəssisələrindən ayrılan zəhərli qazlar, kənd təsərrüfatında işlədilən qaz və maye halında olan gübrələr, qazanxanalardan çıxan tüstü-qaz qarışıqları və s. saymaq olar. Burada havanı çirkləndirən mənbə kimi nəqliyyatın payı 35-40%, istilik elektrik stansiyaların payı 20-25%, sənayedə texnoloji proseslərdən çirkləndiricilərin payı 15-25% və digər tullantılardan əmələ gələn zəhərli qazların çirkləndirici payları isə 10-20% təşkil edir. İri şəhərlərdə insanların atmosfərə buraxdığı karbon qazını və insan fəaliyyəti zamanı əmələ gələn toz, onların tərkibindəki çoxlu miqdarda zərərli tullantıları nəzərə alsaq şəhər mühitində yaşayan insanların ancaq halına acımaq qalır. Çirklənmədən dəyən zərərin həcmi isə o ölkənin sənaye həcmi ilə düz mütənasibdir. Məsələn ABŞ dövləti üçün 2000-ci illərdə ekoloji problemlərin ölkəyə vurduğu zərər orta hesabla hər ilə 2,5 milyard ABŞ dolları

miqdarında olmuşdur. Ümumilikdə ABŞ ancaq öz ölkəsindəki sənaye vasitəsi ilə dünya çirkləndirici mənbələrinin 50 faizinin səbəbkarıdır. Digər tərəfdən ABŞ dünyanın bütün ölkələrinin əksəriyyətində sənaye payçısı olduğunu nəzərə alsaq, onun ətraf mühitə vurduğu ziyanı görə də 1 -ci yerdədir.

İşləyən sənaye müəssisələrindən tüstü, zəhərli qaz və digər çirkləndiricilər böyük bir ərazidə torpaq, bitki və insanları zəhərləyir, müxtəlif xəstəliklər törədir.

Bu qazların tərkibində azot və oksigendən başqa karbon 2-oksidi (CO), zəhərli karbohidrogenlər, müxtəlif azot və kükürd oksidləri (SO₂), müxtəlif tərkibli tozlar, xırda bərk hissəciklər və s. yetərincə olur.

Böyük sənaye şəhərlərində havanın çox çirklənməsi nəticəsində smog-yəni tüstü, tüstü dumanı əmələ gəlir. Belə hal çox təhlükəlidir. Bakı və Sumqayıtda smog həmişə-xüsusən yay aylarında daha tez-tez baş verir. Bakı və Sumqayıtı xəzər küləkləri smogdan xilas edir. Əks halda insanların əksəriyyəti smog baş verdikdə məhv ola bilər. Smog hadisəsinin təhlükəli olmasının digər səbəbi günəş işığının təsiri ilə nəqliyyat tullantılarında olan karbohidrogen, karbon 2-oksidi qarışığında mürəkkəb fotokimyəvi çevrilmələrin baş verməsidir. Bu yolla alman dumanı fotokimyəvi duman deyilir. Belə dumanın tərkibində elə zəhərli maddələr formalaşır ki, onlar canlı aləm üçün çox böyük təhlükə yaradır. Başa düşülməlidir ki, ancaq avtomobillərin tüstü qazlarının tərkibində 200-ə qədər insan orqanizminə zərərli maddə, çox təhlükəli konserogen karbohidrogenlər və qurğuşun birləşmələri mövcuddur.

Artıq heç kimə sir deyildir ki, sənaye tullantıları atmosferin zəhərli maddələrlə, elementlərlə çirklənməsində əsas yer tutanlardır. Müxtəlif kimyəvi maddələr və istehsal vasitələri istehsal edən zavod və fabriklərdən havaya küllü miqdarda toz, kükürlü qazlar və s. atılır.

Metallurjiya zavodları atmosfer havasına çoxlu miqdarda zəhərli qazlar atır. Burada bir ton çuqun hesabı üzrə bu qazların

tərkibində 4,5 kq toz, 2,7 kq kükürd qazı, 0,6 kq manqan, çoxlu miqdarda fosfor-qurğuşun, civə birləşmələri və s. olmaqla udduğumuz havaya qarışır.

Əlvan metalurgiya zavodları da mis, alüminium, maqnezium və s. istehsal, yaxud onlardan hər hansı əşya, avadanlıq düzəldərkən udduğumuz havanı zəhərli qaz və tozlarla zəhərləyir, çirkləndirirlər.

Elektroliz üsulu ilə alüminium alındıqda boksidlə birlikdə kriolitdən istifadə edilir ki, onunda tərkibində olan flüor proses zamanı ayrılaraq atmosfərə yayılır və onu çirkləndirir.

Neft-qaz çıxarılarəkən, nəql edilərəkən, zavodlarda emal edilərəkən, saxlanılarəkən çox böyük atmosfer çirklənmələri baş verir. Bu sahədə ən böyük zərəri Bakı, Sumqayıt və Abşeron bölgəsi görür. Bölgədə ən böyük zərəri insanlarla yanaşı, bu bölgənin havası, torpağı, lay suları, bitki aləmi və digər canlı aləmi çəkir. Bakı və Sumqayıtdakı neft-qazla bağlı müəssisələrlə yanaşı xeyli kimyəvi maddələr və məhsullar emal edən, istehsal edən zavodlara da bu bölgədə onun havasını, suyunu, torpağını çirkləndirən mənbələrdir.

Kimya zavodlarından-istehsal sahəsindən asılı olmayaraq ətraf mühitə buraxdığı qazlar və digər tullantılar-hamısı bütövlükdə zəhərlidirlər. Belə qaz və maddələrə misal olaraq Azərbaycanda daha çox üstünlük təşkil edən karbon 2-oksidi, sulfid anhidridini, ammoniakı, müxtəlif üzvü birləşmələri, hidrogen-sulfidi, müxtəlif xlorlu birləşmələri və s. göstərmək olar. İlavəyə qarışan bu qazlar və maddələr atmosfer prosesləri, yaxud fiziki-kimyəvi qanunlara əsasən müxtəlif dəyişikliklərə uğrayır, bəzəndə daha dəhşətli maddələrə çevrilərək insanlar üçün cürbəcür bəlalər törədirlər. Tam qaz halında olan çirkləndirici maddələr hava axınları və külək təsiri ilə atmosferdə onun qatılığı vaxt keçdikcə azalır. Bərk zərərli zərrəciklər isə müəyyən müddətdən sonra torpağa çökür, onu zəhərləyir. Müşahidələrə görə kükürd oksidi havaya qarışdığı yerdən atmosferlə 6 min və hətta 12 min kilometr məsafəyə qədər yayıla

bilir. Elə bu səbəbdən də Almaniyanın Rur kömür hövzəsindən havaya qalxan kömür ovuntuları 1972-ci ildə İsverdə qara rəngli qarın yağmasına səbəb olmuşdur. Belə hallar müxtəlif dünya dövlətləri ərazilərində başqa-başqa hallarla özünü bürüzə verməklə çirkli yağış, yağlı yağış, qara rəngli yağış, qırmızı rəngli yağış və cürbəcür rəngli qar şəklində üstümüzə tökülmüşdür. Çirkli yağışlar Azərbaycanın İsmayıllı, Zəngilan, Bakı və digər bölgələrində də ayır-ayrı illərdə müşahidə edilmişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Məmmədov, R. A. (2021). “İqlim dəyişmələri və təbii fəlakətlərin intensivliyi: Azərbaycan nümunəsi.” Azərbaycan Ekologiyası Jurnalı, №1, s. 12–18.
2. Azərbaycan Respublikası Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyi (ETSN). (2022). Təbii təhlükələr və ətraf mühitə təsiri üzrə illik hesabat. Bakı: ETSN.
3. Guliyev, I., & Aslanova, L. (2020). “Təbii fəlakətlərin fəvqəladə hallarla əlaqələndirilməsi və risklərin idarə olunması.” Azərbaycan FHN Elmi Jurnalı, №2, s. 45–53.
4. EM-DAT (The International Disaster Database). (2021). Disaster Data for Azerbaijan: Trends and Statistics. Brussels: CRED, Université catholique de Louvain.
5. Ziyadxan Nəbibəyli. Ekologiya və fəvqəladə hallar. Bakı 2012, 380 s.

3.9. Azərbaycanca təbii dağıdıcı hadisələrlə fəvqəladə halların "vəhdəti"

Əfəndi Əhməd Süleyman oğlu

Fəvqəladə Hallar Nazirliyinin Akademiyasının İdman, fiziki və qəza-xilasetmə hazırlığı kafedrasının rəisi, professor

Sadiq-zadə Ülvi Adil oğlu

Fəvqəladə Hallar Nazirliyinin Akademiyasının İdman, fiziki və qəza-xilasetmə hazırlığı kafedrasının baş müəllimi, kapitan.
E-mail: ulvi-sadixov@mail.ru

***Respublikada təbii dağıdıcı hadisələr
fəvqəladə hal mənbələridir.***

Respublika ərazisinin coğrafi mövqeyi, onun relyefinin mənfə 26 metrəndən başlamış 4466 metrə qədər ucuması (Bazardızü dağı), iqlim müxtəlifliyi, rəngarəng landşaftı insan həyatı üçün əlverişli şərait yaratmaqla yanaşı, təbiət fəvqəladə halları da yaradır. Buraya təbiətin bir çox qarşılıqlı amillərinin çarpazlaşması nəticəsində yaranan zəlzələ, sürüşmə, sel, daşqın, daş və ya qar uçqunları, isti-quru küləklər, tufanlar, dolu, ekstremal qış və yay, habelə digər təbii hadisələri sadalamaq olar.

Dağıdıcı hadisələrin əksəriyyəti təbii proseslərin qanunauyğun şəkildə yaranması, inkişafı və başa çatması ilə əlaqədardır ki, insan bu prosesə müdaxilə etməklə onları sürətləndirə və ya ləngidə bilər, təsirini azaldar.

Bu məqsədlə təbiətin dağıdıcı hadisələrinin əmələgəlmə səbəblərini geniş miqyasda tədqiq etməyə, onlara qarşı mübarizə tədbirləri və elmi proqnozlar işləməyə həmişə ehtiyac var.

Təbiətin dağıdıcı qüvvələrinin proqnozunu işləmək, onların gücünü, təsir dairəsini azaltmaq və ya onlara qarşı tam mübarizə

aparmaq məqsədilə bir sıra elmi problemlərin tədqiqinə, aidiyyatı qurumlarda çalışan müvafiq ixtisaslı alimləri bu işə cəlb etmək dövləti məsələdir.

Araşdırmalar göstərir ki, Yer kürəsində baş verən təbii fəlakətlərin 40 faizi daşqınların, 20 faizi tropik siklonların, 15 faizi zəlzələnin, 15 faizi isə quraqlığın payına düşür.

Respublika ərazisində oları təbii fəlakətlər (zəlzələ, sel, daşqın, sürüşmə, quraqlıq, dolu, dəniz abraziyası, dənizdə yüksək dalğalanma, tufan, leysan yağışları, qaya və qar uçqunları, istiquru küləklər və s.) öz əmələgəlmə səbəblərinə görə meteoroloji, iqlim, hidrometeoroloji, geoloji-geomorfoloji, geoloji- tektonik, hidroloji mənşəli amillərin təsirindən əmələ gəlir.

Respublika alimləri ərazimizdə baş verən təbii fəlakətlərin bəzilərini tədqiq etmiş, əmələgəlmə səbəblərini araşdırıb və onlara qarşı mübarizə tədbirləri işləmişlər. Respublikada bu istiqamətdə elmi-tədqiqat işləri kompleks proqramı əsasında planlaşdırılmalı və vahid elmi mərkəzdən əlaqələndirilməlidir.

Azərbaycanda geniş inkişaf etmiş sellər yüksək və ya orta dağlıq ərazilərdə formalaşır və dar dərələrin yatağı boyu mənşəbə doğru sürətlə hərəkət edir. Bu şəraitdə ən güclü sel bir dəfəyə dörd-beş milyon kubmetr daş-palçıq gətirir. Selin əsas mənbədən 3-4 km uzağa apardığı qayaların çəkisi isə bəzən 200-300 tonu ötür.

Bu məqsədlə orta və yüksək dağ yamaclarında meşə və kolluqlar salmaq, ot örtüyü yaratmaq daha məqsədayönlü və uzun ömürlüdür, ekoloji baxımdan daha əlverişlidir. Respublikamızda gücü 9 bala çatan zəlzələlər tarixdə bir neçə dəfə Şamaxı, Gəncə, Təbriz kimi şəhərləri və yüzlərlə kəndi viran qoymuşdur. Cavan tektonik quruluşa malik olan Azərbaycan ərazisində tektonik hərəkətlər mütəmadi baş verir. Bu səbəbdən də Azərbaycanın bütün ərazisində ən yuxarı doqquz bal gücündə (on iki ballıq şkala ilə) vaxtaşırı zəlzələlər olur. Bunu nəzərə alaraq layihə-konstruktor və tikinti təşkilatları ilk növbədə yaşayış evlərinin,

sənaye və kənd təsərrüfatı binalarına yüksək seysmik şəraitə tab gətirəcək səviyyədə tikilməsini təmin etməlidirlər.

Respublikamızda sürüşmələr geniş yayılmışdır. Sürüşmələrin yaranması kövrək litoloji tərkibli süxurlar, sürüşmə kütləsinin fundamentində süxut sularının olması, bol atmosfer yağıntıları, yüksək seysmiklik, tektonik mənşəli pozuntular və bir çox başqa amillərlə əlaqədardır.

Azərbaycanda 1953-cü ildən başlayaraq sürüşmələrin yarandığı ərazilər elmi əsaslarla araşdırılaraq onların genetik təsnifatı işlənmişdir. Respublikamızda sürüşməyə məruz qalan ərazilər, orada baş verən qravitasiya-denudasiya proseslərinin intensivliyinə görə üç bölgə kimi səciyyələndirilmişdir.

- fəal hərəkətdə olan sürüşmələr bölgəsi (Azərbaycan Respublikasının Böyük Qafqazın ərazisinə daxil olan hissəsi);

- orta dərəcəli fəallıqla hərəkətdə olan sürüşmələr bölgəsi (Qusar maili düzənliyi Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamadan, Həkəri və Tərtər çaylarının hövzəsi, Naxçıvan və Lənkəran əraziləri);

- zəif fəaliyyətdə olan sürüşmələr bölgəsi (Qobustanın alçaq dağlıq ərazisi, Qarabağın orta, qismən alçaq dağlıq hissəsi).

Azərbaycanda sürüşmələrin geniş yayılmasını və çox fəal olmasını nəzərə alaraq, onları daha dərindən tədqiq etmək üçün stasionar və yarımstasionar məntəqələr təşkil edilməsi hazırda da aktualdır.

Ekoloji gərginlik dərəcəsinə görə Azərbaycan Respublikası ərazisinin ekoloji-coğrafi bölgələrə ayırmaq olar. Burada başlıca məqsəd insan amili, onun şəxsi mənafeyi, sağlamlığı, tikib yaratdığı təsərrüfatı, ümumiyyətlə maddi və mənəvi varlığın təhlükəsizliyini təmin etməkdir.

Ayrılan hər bir ekoloji-coğrafi bölgələr istər təbii, istərsə də antropogen amillərə əsaslanmalıdır. Buraya bölgənin yerləşdiyi ərazidə hökm sürən əsas landşaft növü, ərazinin

seysmiklik dərəcəsi (balla), sürüşmə və sellilik dərəcəsi, əsas iqlim göstəriciləri, illik selin minimal həddi, havanın, suyun, torpağın çirklənmə, şoranlaşma dərəcəsi, habelə bir çox təbii antropogen amillər daxil edilməlidir.

Bununla yanaşı hər bir ekoloji-coğrafi bölgənin ehtimal olunan təhlükəli hadisələrdən, neft anbarlarında, neft mədənlərində, partlayıcı kimyəvi maddə və ya qaz tutumlarında baş verə biləcək yangın, partlayış, iri su anbarları bəndlərinin yarıma təhlükəsi və s. öz əksini tapmalıdır.

Bölgələşməyə Azərbaycan ərazisinin dənizsahili sahəsi də mütləq daxil edilməlidir. Vaxtı ilə respublika ərazisini 23 ekoloji-coğrafi bölgəyə ayırmışlar. Bu bölgələr ekoloji gərginlik baxımından (intensivlik dərəcəsinə görə) müəyyən qruplara bölünməlidir.

Bizə görə Azərbaycan Respublikası ərazisindəki ekoloji-coğrafi bölgələrin hər birinin istər təbii və istərsə də kəmiyyət göstəricilərini aşkar etmək, gərginliyini aradan qaldırmaq üçün kompleks şəkildə elmi-tədqiqat işləri aparılmalıdır. Təbiətin dağıdıcı hadisələrinin qarşısını almaq üçün onların proqnozunu işləyib hazırlamaq, tikinti zamanı ərazinin seysmikliyini nəzərə almaq, çay hövzələrində meşə və ot örtüyü salmaq, sürüşmələrə qarşı mübarizə üçün bir sıra təbii əlamətləri aradan qaldırmaq, quraqlıq baş verən və isti-quru küləklər əsən ərazilərdə əvvəllər salınmış meşə-mühafizə zolaqlarını bərpa etmək və yenilərini salmaq, ətraf mühiti çirkləndirən sənaye və məişət tullantılarının təkrar elmalını təşkil etmək və digər məsələləri elmi və mərkəzləşmiş yolla icrata götürmək daha məqsədəuyğundur. Onu da qeyd edək ki, yaşayış və sənaye sahələri üçün tikinti aparılacaq istənilən torpağın süxur xüsusiyyətləri, geoloji və geofiziki baxımdan yoxlanılaraq rəy alındıqdan sonra iş aparılmalıdır.

Respublikamızın ərazisində ən seysmik aktiv bölgə Şamaxı, ən seysmik təhlükəli sahələr isə Şamaxı, İsmayılı şəhərləri, habelə Mingəçevir su anbarı bölgəsidir.

Sellərdən - Şəki, Quba, Qusar, habelə Dəvəçi, Xızı və digər bölgələrin bir sıra kəndləri, su tutumu bəndinin yuyulması nəticəsində Pirşağı kəndi, subasma hallarından Səlyan, Neftçala, Buzovna, Maştağa, Binə və Abşeron yarımadasının başqa kəndləri çox böyük zərər çəkirlər. Bütün bu təbii proseslər və hadisələr az-çox proqnozlaşdırıla və gözlənilə bilən hadisələrdir. Bu məqsədlə isə ekzogen geoloji proseslərin monitorinqini təşkil etmək, hidrogeodeformasiya və digər geofiziki sahələr, eləcə də etibarlı xəbərdarlıq xidməti işlək vəziyyətdə olmalıdır. Çox təəssüf ki, söylənilərin hamısı günümüzün reallığıdır və Azərbaycanda hər günlük fəvqəladə hallar mənbələridir.

Ədəbiyyat

- Əliyev, C. H. (2015). Azərbaycanın təbii fəlakətləri və onların sosial-iqtisadi təsirləri. Bakı: Elm və Təhsil.
- Abbasov, Ə. Ş. (2020). Fəvqəladə hallar: idarəetmə və risklərin azaldılması. Bakı: FHN nəşriyyatı.
- Azərbaycan Respublikası Fəvqəladə Hallar Nazirliyi (FHN). (2023). Fəvqəladə halların təsnifatı və onların idarə olunması qaydaları. www.fhn.gov.az
- Əliyeva, S. N. (2018). “Azərbaycanda təbii risklər və onlardan müdafiə tədbirləri.” Coğrafiya və təbii resurslar jurnalı, №3, s. 28–34.
- Bayramov, F. M. (2017). Seysmik təhlükələr və onların nəticələrinin qiymətləndirilməsi. Bakı: Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası.
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). (2019). National Disaster Risk Reduction Strategies: Azerbaijan Country Profile. Geneva: UNDRR.
- Məmmədov, R. A. (2021). “İqlim dəyişmələri və təbii fəlakətlərin intensivliyi: Azərbaycan nümunəsi.” Azərbaycan Ekologiyası Jurnalı, №1, s. 12–18.

Azərbaycan Respublikası Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyi (ETSN). (2022). Təbii təhlükələr və ətraf mühitə təsiri üzrə illik hesabat. Bakı: ETSN.

Guliyev, I., & Aslanova, L. (2020). “Təbii fəlakətlərin fəvqəladə hallarla əlaqələndirilməsi və risklərin idarə olunması.” Azərbaycan FHN Elmi Jurnalı, №2, s. 45–53.

EM-DAT (The International Disaster Database). (2021). Disaster Data for Azerbaijan: Trends and Statistics. Brussels: CRED, Université catholique de Louva

Ziyadxan Nəbibəyli. Ekologiya və fəvqəladə hallar. Bakı 2012, 380 s.

3.10. Çirklənmiş su mənbələri və fəvqəladə hallar

Əfəndi Əhməd Süleyman oğlu

Fəvqəladə Hallar Nazirliyinin Akademiyasının İdman, fiziki və qəza-xilasetmə hazırlığı kafedrasının rəisi, professor

Qeyd edək ki, ekologiya, hidrometeorologiya və fəvqəladə hallar arasında bir başa bağlılıq mövcuddur. Araşdırmalar göstərir ki, hər il dünyada baş verən təbii fəlakətlərin 70 faizi məhz ekoloji və hidrometeoroloji proseslərlə, Yer kürəsində gedən iqlim dəyişmələri ilə bir başa əlaqəlidir. Əgər tarixən insanlar hidrometeoroloji məlumatların, hava durumunun necə olacağı fərqi idilərsə, sonralar gündəlik səfər, məhsul yığımları zamanı qiymətli məlumatlar mənbəyi kimi başa düşülürdü və hazırda da belədir. Hava durumunun öyrənilməsi, proqnozlaşdırılması sivilizasiyanın bütün inkişaf mərhələlərində zərurət kimi dünya alimlərinin diqqət mərkəzində olmuşdur. Səbəbi isə bəşəriyyətin təsərrüfat uğurlarının taleyi hidrometeoroloji, hazırda isə həm də ekoloji şəraitindən birbaşa asılı olmasındadır. Bu səbəbdən də ekoloji və hidrometeoroloji xidmət növləri sosial-iqtisadi və sağlamlıq baxımından bilavasitə bəşəri xidmətdir. Qlobal iqlim dəyişmələri, atmosfer və su hövzələrinin çirklənməsi, suya olan tələbatın artması, saf suyun azlığı XXI əsrdə də problem olaraq qalacaqdır. Bu isə öz növbəsində insan sağlamlığı, insan məşğulluğu, insan təsərrüfatlarının fəaliyyəti, canlı təbiətin yaşaması və s. sahələrdə fəvqəladə halların yaranmasına gətirib çıxarır. Dünyanın aparıcı mütəxəssisləri, ekoloji və hidrometeoroloji problemləri dərk edən hər bir insan məsələnin hər bir dünya dövlətlərində siyasi səhnənin aparıcı bir istiqaməti kimi qiymətləndirilməsini təklif edirlər. Ekoloji və hidrometeoroloji problemlərin fəvqəladə hallar yaratması məsələsini Azərbaycanda XIX əsrdə müəyyən qrup insanlar bilsədə, ilk olaraq ölkəmizdə hidrometeoroloji proqnoz-

larla məşğul olmuşlar. XIX əsrin 30-cu illərindən tarixi inkişaf mərhələsini başlayan hidrometeorologiya sistemi dövlət səviyyəsində müxtəlif inkişaf proseslərindən keçərək müasir tələblərə cavab verən hidrometeoroloji sistem yaranmışdır. Hazırda Azərbaycanda ekologiya sistemi də fəal inkişaf yolundadır. Artıq müasir insan udduğu havaya, içdiyi suya, yaşadığı binaya, geydiyi paltara, istifadə etdiyi gübrələrə, yediyi ərzaqlara ilk növbədə ekoloji təmizlik baxımından dövlət səviyyəsində də qiymətləndirir. Bu baxımdan atmosferdə, su obyektlərində, Xəzər dənizində meteorologiya, hidrologiya, aqrometeorologiya, təbii mühitin çirklənməsinin monitorinqi, ozon təbəqəsi üzərində və s. dövlət müşahidə sistemi həyata keçirilir-əhalini və xalq təsərrüfatı sahələrini ekoloji-hidrometeoroloji məlumatlarla təmin edir, onu nəzarətdə saxlayır, ehtiyac olduqda bu və ya digər tədbirlər həyata keçirirlər. Ölkə əhalisinin təhlükəsizliyinin təminatı, xalq təsərrüfatının bütün sahələrinin ekoloji və hidrometeoroloji proseslərlə bağlı təbii fəlakətlərdən, fəvqəladə hallardan qorunmaq məqsədi ilə təkcə çox kiçik sahəyə malik Azərbaycanda bir ay ərzində iki minə qədər müxtəlif növ - meteoroloji, hidrometeoroloji. Aqrometeoroloji. Ətraf mühitin çirklənməsi, meşə anlayışları, radiasiya fonu və s. barədə məlumatlar, xəbərdarlıqlar insanlara, dövlət orqanlarına, aidiyyəti təşkilatlara çatdırılır. Bunun özü ekoloji durumun hazırki dövrümüzdə nə dərəcədə mühüm əhəmiyyət kəsb etməsini insanlarımız dərk edərək, ətraf mühitə daha diqqətli olmaqla özünə diqqətli yanaşmalıdır.

Respublikada yalnız mülki aviasiya üçün gündə 40-50 vacib məlumat hazırlanır. Vacib həyat sahələri sayılan Mülki və Hərbi Aviasiya, Xəzər Dəniz Gəmiçiliyi, energetika, avtomobil və Dəmir Yol nəqliyyatı, dənizdə neft və qaz yataqlarının istismar sahələri üçün Bakı-Ceyhan neft-qaz nəqli xətləri üçün, birbaşa insanların sağlamlığı üçün böyük dəqiqlikli, böyük təminatlı xüsusi məlumatlar verilməlidir ki, gözlənilən hər bir fəvqəladə hallara hazırlıqlar aparılsın. İlk baxışda çox

sadə görünən bu məsələlər, yaşadığımız dövrdə həqiqətəndə qlobal xarakter daşıyır. Xəzər və Xəzərətrafi bölgələrimizin ekoloji problemləri hazırda dünya əhəmiyyətli bir məsələ kimi şərtləndirilir. Bu dənizin (gölün) özünə məxsusluğu, ondakı bir **çox** bioloji varlıqların heç bir sututarlarda olmaması, onun **neftlə** zəngin olması, oradan neftin-qazın istismarı. Neft-qaz məhsullarının Xəzərlə həm şərqdən qərbə və həm də cənubdan-**şimala** ötürülməsi, İpək Yolunun mərkəzi hissəsi olması və **digər** məsələlər bu bölgədəki ekoloji durumu hamı üçün maraq dairəsində saxlamağa sövq edir.

Atmosferin ozon qatının seyrəlməsi, Günəş istiliyinin artması, atmosfərə atılan parnik qazlarının çoxalması, planetimizdə gedən qlobal iqlim dəyişmələri, havanın-suyun ekoloji durumu bu və ya digər dünya dövlətlərində təbii fəlakətlər törədir ki, bu da ayrı-ayrı dövlətlərin iqtisadiyyatına, insan sağlamlığına və s. çoxlu ziyanlar vurur. Bu məqsədlərə hər bir dövlət öz ərazisində ekoloji problemlərə diqqətli olmaqla yanaşı, digər dövlətlərlədə əlbir işləməyi günün aktual problemlərindədir. Deyilən baxımdan da Azərbaycan son illər ölkə daxilində müəyyən müvəffəqiyyətlər əldə etməklə yanaşı, bir çox dünya ekoloji birliklərinin üzvü də olmuş və götürdüyü öhdəçiliklərə, onun qonşu olduğu dövlətlərdən daha məsuliyyətli yanaşır.

Dediyimiz kimi Yer kürəsində Günəş istiliyinin artması, iqlim dəyişmələri də təbii fəlakətlər, fəvqəladə hallar sırasındadır. Belə həyəcan notları insanları dəhşətə gətirir, yaşamaq ümidini azaldır. Səmadakı ozon yarıqları, parnik qazlarının artımı ilə müşayiət olunan Günəş istiliyinin ildən-ilə çoxalması, paralel olaraq Arktika buzlarının əriməsinə gətirib çıxarır.

Fəvqəladə halların yaranması buzların əriməsi, okeanların daşmasına, bu isə öz növbəsində canlı aləmin, torpağın, meşənin, bitkinin su altında qalmasına, bir sözlə bəşəriyyətin yaşamasını sual altında qoyur. Biz də dünya alimləri ilə yanaşı deyilən, gözlənilən bu təbii fəlakətlərdən, fəvqəladə hallardan

çox narahatlıq və istəməzdik ki, insanın öz fəaliyyətindən özünü fəlakətlərə sürükləsin. Odur ki, bütün Azərbaycan insanları, dünya insanları, xüsusən dövlət rəhbərləri, ekoloji qurum- ların rəhbərləri və onun aparıcı intellektli əməkdaşları səylərini birləşdirərək bəşəriyyəti, gözəl Azərbaycanımızı gələcək bələlərin girdabından xilas etmək üçün düşünsünlər, daşınsınlar və lazımı tədbirlər görsünlər.

Su çirkləndiricilər fəvqəladə hal mənbələridir.

Yer kürəsi kütləsinin təxminən 7 %-ni su təşkil edir. Yer üzərində olan suyun həcmi bir milyard 386 mln.m³-dur. Bu suyun 97,5 %-ni duzlu su təşkil edir. Yer kürəsində işlədilən içməli suyun miqdarı hər il təxminən 3900 milyard metr kubdur. Çox təəssüf ki, bu suyun 50 %-i insan fəaliyyətindən çirkab sularına çevrilir.

Məlum olduğu kimi su Yer kürəsində həyatın, yaşayışın əsasını təşkil edir. Bunun bariz nümunəsi insan qidasız 45-50 gün yaşadığı halda, susuz 4-5 gündən artıq yaşaya bilmir. Hər insanın daxilə qəbul etdiyi suyun gündəlik miqdarı 2-2,5 litr və bəzən hətta ondanda artıqdır. İsti yay aylarında bu tələbat insan üçün 2-3 dəfə artır. İnkişaf etmiş ölkələrdə hər bir adam orta hesabla 400-500 litr su işlədir. Su təkə qida mənbəyi yox, həm də tükənməz enerji mənbəyidir. Su elektrik stansiyaları mexaniki dəyirmanlar buna əyani misaldır. Bu məqsədlə suyun kinetik enerjisindən çox qədimlərdən günümüzə qədər istifadə olunmaqdadır.

Tarixi məlumatlara görə XX əsrin ortalarında şəhərlərdə hər gün adambaşına 20-25 litr su işlədilirdisə, hazırda bu rəqəm 200-300 litri ötmüşdür, böyük şəhərlərdə isə 500 litrə çatır. Bu mənada suyun təmizliyi günün ən aktual problemlərindən biridir. Digər bir məsələ suyun çirklənməsi insanların, canlıların xəstələnməsi və məhv olması deməkdir. XXI əsrin əvvəlinə

Ümumdünya səhiyyə təşkilatının verdiyi məlumata görə suyun çirklənməsi nəticəsində meydana çıxan xəstəliklərdən hər il 5 milyonadək uşaq dünyasını dəyişir.

Adambaşına düşən su ehtiyatının həcmi Şimali və Cənubi Amerikada, Avstraliya qitələrində başqa qitələrə nisbətən daha çoxdur.

Qeyd edək ki, bir sıra qərb ölkələrində enəji çatışmamazlığı ilə yanaşı "su aclığı" problemi də yaşanır. Hazırda Hollandiya çaylarının düşünülmədən sənaye tullantıları ilə çirkləndirilməsi nəticəsində içməli su böhranı əmələ gəlmiş və burada ən gəlir gətirən sahə su ticarətindən ibarətdir.

Ümumilikdə isə dünya əhalisinin 60%-dən çoxu su qıtlığından əziyyət çəkir, 50 ölkə isə işlədilmiş və sonradan təmizlənmiş sudan istifadə etmək məcburiyyətində qalmışlar. Bəzi ölkələrdə isə su başqa-başqa ölkələrdən idxal olunur. Buna misal kimi Küveytin şirin su ehtiyatları olmadığından içməli suyu xüsusi kəmərlərlə İrandan almasıdır. Elə bu səbəbdəndir ki, bəzi alimlərin proqnozlarına görə suyun çirkləndirilməsi prosesi hazırkı sürətlə gedərsə yaxın gələcəkdə insanlar dəniz suyu içməyə məcbur olacaqlar. Azərbaycanda da su ehtiyatı məhduddur. Onun çaylarının suyunun həcmi ildə 32,33 kubkilometr həcmindədir. Respublikamızda adambaşına 1900 metr kub şirin su düşür. Bu isə keçmiş SSRİ-də adambaşına düşən sudan 10 dəfə, Ermənistan (Qərbi Azərbaycan) və Gürcüstandan isə 2-9 dəfə azdır. Su ehtiyatına görə Azərbaycan keçmiş SSRİ-i respublikaları arasında 11-ci yeri tuturdu. Digər tərəfdən Azərbaycan ərazisində olan çox kiçik çaylar yay aylarında quruyurlar. Azərbaycan respublikası üçün suya görə ümdə problemlərdən biri su ehtiyatlarının artırılmasında, süni sututarların çoxaldılmasıdır. Düzdür Sərsəng, Xanbulaqçay, Lənkəran şirin sututarları var, amma bunlar kifayətedici deyildir. Dünyada suyun yayılmasını əsasən iki qrupa - yerüstü sular və yeraltı sulara bölürlər. Yerüstü suların əksəriyyətinin torpaqların suvarılmasına sərf olunmasına baxmayaraq, sənaye

müəssisələri zavod və fabriklər də su ehtiyatının böyük bir hissəsini sərf edirlər. Hesablamalara görə bir ton sintetik lif istehsal etmək üçün 2500-5000 metr kub, bir ton ammoniyak almaq üçün 4000 min metrkub, bir ton nikel almaq üçün 4000 metrkub, bir litr neft hasilatı üçün 10 litr, bir ton polad əritmək üçün 20000 litr su tələb olunur. Zamanımızda suyun istifadə edildiyi sahələr çox və müxtəlif olduğu üçün onu çirkləndirən mənbələr də çox və müxtəlif növlüdür.

XX əsrdə sular o qədər çirklənmişdir ki, suda olan canlıların həyatı təhlükə altına alınmış və içməyə yaramır. Elə bu və digər səbəblərdir ki, suların təmiz saxlanması və çirklənən suyun təmizlənməsi insanların mühüm problemlərindən sayılır. Yəni suların çirklənmə mənbələri müxtəlif sənaye və məişət müəssisələri, iri kənd təsərrüfatı sahələri, istilik və atom elektrik stansiyaları, dərmanlanmış və gübrələnmiş əkin sahələri, müxtəlif çirkləyici yerlərdən axaraq təmizlənməyən sulardır ki, bunlar həm də su hövzələrini, sututarları və digər hövzələri çirkləndirir, onların ekologiyasına böyük zərər gətirirlər.

Suyun, sututarların, dənizlərin, okeanların radioaktiv maddələrlə, ağır metal və metal duzları ilə çirklənməsi daha da təhlükəlidir. Bu cür çirklənmə ABŞ, Çin, Yaponiya, Rusiya Federasiyası, Hindistan, İsrail, İngiltərə, Fransa və s. ölkələr daha öndədir.

Suyun çirklənməsi səbəbləri çox, müxtəlif və qarışıq olduğundan, onları çirkləndirən maddələrin, kimyəvi elementlərin, biozərərvericilərin təsnifatını dəqiq vermək çətinidir. Lakin, çirkləndiricilərin çoxluq təşkil etdiyi maddə və elementə görə onları təxmini də olsa müəyyən qruplara bölmək olur. L.A.Kulskinin verdiyi təsnifata görə suyu çirkləndirən qatışıqlar baxımından dörd yerə bölmək olar. Bunlar suspenziya və emulsiya qarışıqlı birləşmələr, kolloidlər və yüksək molekullu birləşmələr, suda həll olmuş qazlar və üzvi maddələr, duzlar, turşular və qələvilər üstünlük təşkil etdiyi çirklənmiş sular yaxud çirkablardır.

Elmi dillə desək 1-ci qrupa daxil olan çirkli suları təmizləmək üçün qravitasiya və adgeziya üsulları əsasında, 2-ci qrup çirkli suları əsasən koaqulyasiya metodlarının köməyi ilə, 3-cü qrup çirkli suları ən çox oksidləşmə, absorbsiya və aerasiya üsulları ilə və nəhayət 4-cü qrupa daxil olan çirkli suları oradakı kimyəvi maddə və elementlərdən təmizləmək üçün suya müxtəlif kimyəvi qarışıqlar əlavə etməklə duz, turşu və qələvini ion halından həll olmayan neytral maddələrə çevirmək üsulu ilə təmizləmək olur. Tədbiq olunan metodların növündən asılı olmayaraq təmizlənəcək çirkləndirilmiş suyun tərkibində onu çirkləndirəcək qatışıqın miqdarı maksimal yol verilən qatılıqdan (MYQ) çox olmamalıdır.

Müasir dünyamızda suyu çirkləndirən maddələr öz fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərinə görə əsasən iki qrupa bölünür. Birinci çirkləndiricinin fiziki halına görə, yəni həll olan çirkləndiricilər və həll olmayan çirkləndiricilər, kolloid çirkləndiricilərdir.

İkinci növ çirkləndiricilər isə öz təbiətinə görə mineral çirkləndiricilər, üzvi çirkləndiricilər, bakterial çirkləndiricilər və bioloji çirkləndiricilərdirlər.

Mineral çirkləndiricilər əsasən suda həll olan qum, gil, filiz, şlak qalıqları, mineral duzlar, əsas, turşu məhlulları və suda həll olmuş qazlardan ibarət olur.

Üzvi çirkləndiricilər bitki və heyvan mənşəli olub, əsas mənbələri müxtəlif bitki və çürümüş canlı qalıqları, kağız, bitki yağları, canlıların fizioloji ifrazat tullantılarıdır.

Bakterial və bioloji çirklənmənin əsas mənbələri məişət çirkab suları, gön-dəri zavodları, ət kombinatları, ipəyin ilk emal prosesi, mikrobioloji sənaye sahələri və şairələrdir.

Məişət çirkab suları mətbəx, ayaqyolu, hamam və camaşırxanalardan axıdılan sular olmaqla, əsasən həll olmuş halda olurlar.

Sənaye müəssisələrində çirkləndirilən sular çox komponentli olub, istehsalat çirkab suları adlanır və bu suların həcmi müəssisənin gücündən, xammalın, texnoloji prosesin növündən

asılıdır. Adəti üzrə maşınqayırma, metal emalı, koks-kimya və digər sənaye sahələri müəssisəyə lazım olan suyun 80 faizindən çoxunu soyuducu maye kimi işlədir və bu səbəbdən də belə sular zərərli maddələrlə çox çirklənir.

Məlum olduğu kimi, neft kimya və kimya müəssisələrində istifadə olunan sular' daha çox çirklənirlər. Belə suların tərkibində mexaniki qarışıqlar və suda yaxşı həll olan maddələr üstünlük təşkil edirlər. XX əsrin 2-ci yarısından suyu çirkləndirən əsas mənbələrdən biri də səthi aktiv maddələr və sintetik yuyucu tozlar istehsal edən müəssisələr və işlədicilər hesab edilir. Burada xoşagəlməyən hallardan biri də neft laylarından məhsuldarlığı çoxaltmaq üçün oraya vurulan yuyucu sintetik maddələrdən istifadə edilməsidir. Bu hal verdiyi xeyirdən çox yeraltı laylara, sulara, süxurlara vurduğu əbədi zəhərləmələrdir. Bu üsul içməli su laylarını həm də müxtəlif kimyəvi tərkibli duzlu su layları ilə qarışdırmasıdır. Bu səbəbdən də Abşeronu tarixən içməli su ilə təmin edən şirin su mənbəyindən məhrum etmişdir. Əslində içməli su ilə əhalinin təmin olunmasında yeraltı suların əhəmiyyəti daha böyükdür və səbəbi də yeraltı suların səth sularına nisbətən az çirklənməsidir.

Heç də az əhəmiyyət kəsb etməyən məsələlərdən biri də yeraltı sulardan istifadə məsələsidir. Yeraltı sulardan düzgün istifadə edilmədikdə yerin torpaq qatının müəyyən dərinliklərində boşalmalar əmələ gəlir ki, bu da yer səthində böyük yarğanlar əmələ gətirir, torpaq çökür, onun üzərindəki yaşayış yerləri uçmalı olur və təmiz lay suları digər çirкли sularla qarışır ki, bunların hamısı fəvqəladə hallar əmələ gətirir.

Yeraltı lay sularının digər çirklənmə səbəblərindən biri də zəhərli kimyəvi maddələrin torpağa hopmasıdır. Yeraltı sular çirкли, zəhərli atmosfer çöküntülərindən də çirklənə bilər. Qar, yağış, dolu vasitəsi ilə torpaq səthinə düşən yağıntı onun səthində olan zərərli maddələri də özündə həll etməklə torpağa hopur və yeraltı sulara qarışır.

Qısa şərh edilsə də göründüyü kimi həm yerüstü və həm də yeraltı suları çirkləndirən mənbələr heç də az deyildir. İnsan suyu qorumaqla, özünü, yediyi qidasını, bütün canlıları, bütün təbiəti qoruya bilər.

Hər cür ekstremal çirklənmə fəvqəladə haldır.

Əslində ətraf mühitin hər hansı bir səviyyədə çirklənməsi o mühitin canlıları, bitkiləri və s. üçün çox zərərliyə. Lakin, XIX-XX əsrlərdə texnikanın, texnologiyanın, xüsusən hərbi silahların, kənd təsərrüfatında, xalq təsərrüfatında işlədilən zəhərli kimyəvi maddələrin, Yer təkindən çıxarılan karbohidrogen birləşmələrinin, minerallaşmış zərərli lay sularının yaşadığımız mühitə səpələnməsi insan həyatı üçün həddindən artıq problemlər törətmişdir. Odur ki, illər keçir, gündəlik çirklənmə davam edir, biz hardasa çirkləndirdiyimiz mühitə "alırıq" və bunu bir norma kimi qəbul edirik. Vaxt ötdükcə yaşadığımız mühitdə kimyəvi maddələrin miqdarı artır və çirklənmə həddi dənənə nisbətən bu gün daha da çox olur. Çirklənmənin qarşısını almaqda acizlik çəkən bizlər bu günkü mühiti normal mühit kimi qəbul etməyə adət edərək və bu mənada sonrakı çirklənməni əvvəlkilərlə müqayisə edirik.

Bir də ədalət naminə deməliyik ki, dünyada elə inkişaf etmiş ölkələr də mövcuddur ki, ətraf mühitin çirklənməsinə nəzarət qanunlarını çox ciddi əməl olunur. Bu günümüz üçün ekstremal çirklənmə dedikdə atmosfer havası üçün bir və ya bir neçə zərərli maddənin udduğumuz havadakı qatılığının 30-50 dəfə artıq olması başa düşülür. Belə bir çirklənmənin hətta çox da uzunmüddətli olmayan təsiri nəticəsində əhalinin sağlamlığı, təsərrüfat sahələri, bitki və heyvanat aləmi ciddi ziyanlara məruz qalır.

Bundan başqa müəyyən iylərin olması, insan orqanizmində gözün sulanması, tənəffüsün ağırlaşması, dərinin qızarması, dərinin qaşınması, ürək bulanması - yaxud rəngli

yağışların yağması, düşən yağıntılarda spesifik iyin müşahidə olunması ekstremal çirklənmə halı kimi qiymətləndirilir.

Azərbaycan Respublikasında atmosfer havasının 15-18 adda zərərli maddələrlə çirklənməsinin tədqiqi üzrə müşahidə işləri aparılır. Bu müşahidələr əsasən Bakı, Sumqayıt, Gəncə, Şirvan, Lənkəran və Şəki şəhərini əhatə edir.

Qeyd edək ki, belə müşahidə məntəqələrinin sayı çox azdır. Şəhərlərdən Mingəçevir, Yevlax, Qəbələ, Neft Daşları, Bakı şəhərinin bütün bölgələri, Abşeron bölgəsi daimi nəzarətdə olmalıdır. Burada zərərli maddələri istehsal edən və ya işlədən müəssisələr xüsusi diqqət mərkəzində saxlanılmalıdır.

Neft mədənlərinin, onların çirkləndirici obyektlərini, fərdi ziyanverici təsərrüfatları, xırda müəssisələri nəzərə almasaq, zərərli maddələr hazırlayan, yaxud onlardan bilavasitə istifadə edib tullantısını açıq havaya buraxan müəssisələrin miqdarı Bakı və Sumqayıt şəhərlərində 50-yə qədərdir. Bu müəssisələrin hava mühitinə atdığı zərərli maddələrin miqdarı müşahidə edilmədiyindən bu maddələrə görə havadakı çirklənmə qatılığı bu günə kimi statistik məlumatlardan kənar qalmışdır. Bakı və Sumqayıt şəhərlərində civə, ammoniyak, sulfidlər, xlor, karbohidrogenlər, etilmerkaptan, oleumla-yaxud buxarlanmaya malik turşularla, duzlarla, qələvilərlə bilavasitə bağlı obyektlər çoxdur.

Təəssüflər olsun ki, bu obyektlərin orada işləyən və yaşayan insanlara hansı bəlalar gətirməsi məsələsi heç kimi maraqlandırmır. Hər dəfə millətimizə, xalqımıza, onun varlığına, sağlamlığına böyük zərərlər vuran bu tipli problemləri, "əşi düzələr" deyərək, hansısa kənar bir qüvvənin bizim əvəzimizə iş görəcəyinə ümid bağlayıb özümüz-özümüzü aldatmış oluruq.

Sadaladığımız obyektlər nəzərə alınmadan ərazilərimiz hava hövzəsinə atılan zərərli maddələrin miqdarı 1996-cı ildə təxminən 1900 min tondan çox olmuşdur. Bakı və Sumqayıt şəhəri dəniz kənarında olduğundan bu şəhərlərin hava hövzə-

sində rütubət həmişə yüksəkdir. Lakin, Abşeron yarımadasına səmədan baxmış olsaq, buranı gölməçələr diyarı adlandırmaq olar. Həm də bu gölməçələr yeraltı laylardan çıxmış yüksək minerallığa malik neftli sudur. Güclü külək əsəndə və qızmar yay günlərində həmin su mənbələrindən su buxarı ilə birlikdə yüngül fraksiyalı zərərli kimyəvi maddələr də Bakının həm hava hövzəsini çirkləndirir, həm də torpağına, flora və faunasına ciddi zərər vurur.

Bakı və Sumqayıt şəhərinin hava mühitini fəvqəladə hal vəziyyətinə gətirən və bu şəhərlər üçün çox xarakterik hal almış maddələrdən biri də civənin miqdarıdır. Bakı və Sumqayıtın hava hövzəsində civənin qatılığı həmişə yüksəkdir və ilin ayrı-ayrı vaxtlarında isə bu maddə özü fəvqəladə həddə gəlib çatır. Civənin insanlara hansı bəlalər gətirməsi isə müasir dünyamızda tək-cə alimlərə, həkimlərə, mütəxəssislərə yox - demək olar ki, hamıya bəllidir. Amma bu işlərlə nə üçün məşğul oluruq, o bəlli deyil.

ƏDƏBİYYAT

1. Əliyev, C. M. (2016). Ekologiya və ətraf mühitin mühafizəsi. Bakı: Maarif nəşriyyatı.
2. Hacıyev, E. A., & Quliyev, R. Ş. (2019). Su ehtiyatlarının idarə olunması və ekoloji problemlər. Bakı: Elm.
3. Azərbaycan Respublikası Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyi. (2022). Azərbaycanın su ehtiyatlarının ekoloji vəziyyəti üzrə illik hesabat. www.eco.gov.az
4. UNEP (United Nations Environment Programme). (2020). Water Pollution Emergency Response and Preparedness Guidelines. Nairobi: UNEP Publications.
5. WHO (World Health Organization). (2021). Guidelines for Drinking-water Quality (4th ed.). Geneva: World Health Organization.

6. FAO. (2017). Water Pollution from Agriculture: A Global Review. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
7. Kərimov, S. Z. (2018). “İqlim dəyişmələri və təbii su mənbələrinin təhlükəsizliyi.” Azərbaycan Coğrafiya Cəmiyyəti Məcmuəsi, №2, s. 45–52.
8. Qasımova, T. R. (2020). “Su çirklənməsi və fəvqəladə hallarda əhalinin sağlamlığına təsiri.” Azərbaycan Ekologiya Jurnalı, №4, s. 30–36.
9. United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). (2019). Water-related Disasters and Risk Reduction. Geneva: UNDRR.
10. World Bank. (2021). Water Security and Climate Resilience: Understanding the Linkages. Washington D.C.: The World Bank Group.
11. Ziyadxan Nəbibəyli. Ekologiya və fəvqəladə hallar. Bakı 2012, 380 s.

3.11. On the possibility of detecting natural disasters using gamma radiation

Y. H. Huseynaliyev^{1,2}, L.Y.Huseynaliyeva³,
A. S. Salimzade⁴, M. H. Imranov¹

¹Innovation and Digital Development Agency, Department of Nuclear Researches, 20th km of Baku-Shamakhi Highway, AZ 0117

²Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan, Azadlig, AZ 1010

³Ministry of Science and Education, Institute of Radiation Problems, Bakhtiyar Vahabzade, AZ1141

⁴Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Azerbaijan, Uzeyir Hajibeyli, 68, AZ 1000

Earthquakes occupy a special place among natural disasters. Since the beginning of time, people have been looking for a way to get rid of this danger. The problem still remains unsolved. No matter how devastating a disaster is, its prediction is considered almost impossible. Despite all this, scientists around the world continue their efforts in this direction by proposing new methods. In this article, a new method for predicting earthquakes is proposed. The method is based on recording the gamma radiation emitted by natural radioactive nuclei (U, Th, K) and their daughter nuclei in different layers inside the Earth. Basically, the radiation of natural radioactive substances and their mixtures accumulated in the outer core can be released during the rupture of tectonic plates in the Earth and change the indicators of radioactive radiation in radiometric instruments on the Earth's surface (dosimeters, radiometers and gamma spectrometers). The internal structure of the Earth, the processes occurring there, the distribution of radioactive nuclei, the distribution of temperature, pressure and density inside the Earth are described in detail in

previously published articles [1,2]. In our experiment, the exposure dose rate (in $\mu\text{R/h}$) was measured with a dosimeter in air and soil. The main idea in the measurements is that if measurements are made with more accurate radiometric devices, unlike dosimeters, just as a cardiogram shows the heartbeat, these devices can also sense the vibrations of the Earth (radioseismogram). However, these measurements must be made continuously in different environments (for example, in air and soil) and conclusions must be drawn based on the correlation of measurements in these environments. This is based on the fact that the densities of different environments are different and the vibrations of the Earth manifest themselves differently in these environments. The results of radiometric measurements taken in a particular environment may not be correct, and there is extensive information about this on the Internet. Anomalies observed in each environment (small amplitudes with small magnitudes and large amplitudes with large magnitudes) can indicate the presence of an earthquake. In many experiments conducted, it was believed that it was impossible to detect an earthquake with radioactive radiation. The problem is that these studies were conducted in only one environment. In the method we propose, measurements are taken in 2 different environments, then their correlation is examined, and if anomalies (maximums and minimums) are observed in both environments at the same time, we can say with a high probability (about 70%) that a natural disaster will occur. This is a new method for detecting natural disasters. The measurements are transmitted to a Machine Learning model, and this model can analyze the measurements and determine when, where, and at what depth in the earth the natural disaster will occur. The obtained data is imported into CSV and JSON formats using the Pandas library in the Python programming language, cleaned and structured, and visualized for analysis using the Matplotlib library. Then, the structured data is divided into Train and Test sets. The Train set is fed to

various Machine Learning models (Decision tree, Random Forest, Linear Regression, Logistic Regression) and after learning these models on the Train set, they are tested on the Test set and the success rate of the models is visualized using Matplotlib. The Machine Learning model allows for more specific research in this area and significant progress towards developing a new advanced method for predicting natural disasters with reliable results.

In our proposed method, the following steps must be followed to predict the occurrence of an earthquake:

1. Sensitive radiometric devices should be placed at certain distances in areas where earthquakes mainly occur;
2. 1. The exposure dose rate should be measured periodically underground (at least 2 m deep) and in the air (at least 2 m above the Earth's surface) and these measurements should be compared;
3. 2. Measurements should be analyzed with the help of artificial intelligence models.

References

1. Hüseynəliyev Y.H., A.S. Səlimzadə. Zəlzələnin baş verməsini daha öncədən müəyyən etmək üçün metod AJP Fizika, volume XXIX N3, section: AZ, səh: 20-23, 2023.
2. Hüseynəliyev Y.H., A.S. Səlimzadə, Hüseynəliyeva L.Y. Qamma şüalanmaların köməyi ilə təbii fəlakətləri detektə etməyin mümkünlüyü haqqında. AMEA -nın yaradılmasının 80 illiyinə həsr olunmuş “Təbii fəlakətlər, ekoloji problemlər və yaşıl dünya” Ümumrespublika konfransının materialları. Səh. 176-178. 04-05 iyun, Bakı, 2025.

BÖLMƏ IV. FÖVQƏLADƏ HALLAR, TƏHSİLVƏ FƏLSƏFİ ASPEKTLƏR

4.1. Təhsil problemlərinə ekonofizik baxış

Şahlar Q. Əsgərov

Bakı Dövlət Universiteti
Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti
Ekonofizika Tədqiqat Mərkəzi

“Təhsildə ilahi güc var”.
Hüseyn Cavid

Təhsil obyekt və subyekti çox olan mürəkkəb sistemdir. Min illərdiki, təhsil təkamül yolu ilə inkişaf edərək bugünkü səviyyəyə gəlib çatmışdı. Ancaq bu gün də təhsildə problemlər çoxdur və ilbəl də artır. Təhsildə vəziyyət nə lokal, nə də qlobal məşabada arzu olunan səviyyədə deyil. Təhsil məşını pulu biliyə tam yox, qismən çevirə bilir. İdarəçiliyində də, məzmununda da, biliyin qiymətləndirməsində də problemlər var. Təhsilin hamı tərəfdən qəbul edilən fəlsəfəsi yoxdur. Təhsil kimi sosial sahə olan təbabətdə 100 –dən çox alim Nobel mükafatı alıb, ancaq təhsildə bir nəfər belə bu mükafata layiq görülməyibdir. Müasir dövrü cəciyələndirən qloballaşma, rəqəmsallaşma təhsilin idaredilməsini çox mürəkkəbləşdirir. Süni zəka da təhsil mühitini və məzmununu ciddi dəyişir. Təhsil problemlərini həll etmək üçün fərqli baxışa ehtiyac vardır. Təhsilin faydası biz düşündüyümüzədən də çoxdur.

Açar sözlər: ekonofizika, müəllim, təhsil mühiti, bilik (təhsil) sahəsi, bilik seli, biliyin axma qanunu.

Ekonofizika

Son dövüirdə (1995) iqtisadiyyat ilə fizikanın təmasında **ekonofizika** adlı yeni elm sahəsi yaranıb və iqtisadi və sosial sahədə xeyli uğurlar qazanılıb. Güman etmək olar ki, təhsil problemlərinə ekonofizik baxış da təhsilin malik olduğu **ilahi gücün** açarını tapmaqda bizə kömək edə bilər.

Təhsil daim təkminləşməli olan fəaliyyət sahəsidir. Təhsilindən razı qalan millət inkişafından geri qalar. Keçid dövrünü yaşayan ölkələrdə təhsilə ictimai baxış qüsurludur. Təhsil subyektiv yox, obyektiv dünya görüşlə idarə olunmalıdır. Ancaq rəssional düşüncəyə və elmi nəzəriyyəyə əsaslanmayan istənilən reforma təhsil sisteminin inkişafına mənfi təsir göstərir.

Təhsil mühiti

Təhsil prosesini həyata keçirmək üçün zəruri olan **təhsil mühitinin** yaradılmasıdır. Bu mühit əsasən bəlli coğrafiyada - **məktəbdə** yaradılır. Məktəb müəllimin fəaliyyət göstərdiyi yerə deyilir. İdarəçilik, məktəb binası, kitabxana, yataqxana, idman zalları və digər infrastruktur elementlər təhsil prosesi üçün zəruri olan təhsil mühitinin hissələri və atributlarıdır. İdeal təhsil mühiti yaratmaq çətin məsələdir. Böyük şəhərlərin mədəni mühitindən istifadə etmək potensialına görə son əsirdə Universitetlər çox vaxt şəhər ətrafında qurulur.

Bilik sahəsi

Məktəb fizikasından məlumdur ki, elektrik yükü ətrafında **elektrik sahəsi** yaranır. İnanılmaz görünsə də fərz etmək olar ki, **müəllimin** ətrafında da anoloji olaraq **bilik (təhsil) sahəsi** yaranır. Bilik sahəsi də digər fiziki sahələr kimi materiyanın bir növüdür. Çox bilikli müəllimin ətrafında yaranan sahənin təsir qüvvəsi

daha böyükdür. Sinifdə müəllim varsa bilik sahəsi var, yoxdursa *bilik sahəsi* də yoxdur.

Sual olunur, bəs onda nazir, rektor, məktəb direktoru nəyə lazımdır?

Bu suala aydın cavab vermək üçün, əvvəlcə bir *haşiyə* çıxmağa ehtiyac vardı:

*2-ci Dünya müharibəsi zamanı sovetlərin “Atom proyekti”-nin əsas subyekti kim idi. Proyeğin elmi rəhbər İ.Kurçatov, yoxsa bütün maliyə və digər resursların sahibi B.Vannikov?*⁷

*Suala cavab bir qiymətlidir. Əlbətdə ki, Kurçatov. Başqa sözlə, proyeğin həllində son söz sahibi Vannikov yox, Kurçatov idi. Çünki **bilik sahəsi** Vannikovun yox, Kurçatovun ətrafında yaranır. Bu gücün son məqsədə çevrilməsi üçün zəruri mühiti yaradılmasını İ.Stalin Vannikova həvalə etmişdir.*

İndi qayıdaq əsas suala: *“təhsil prosesinin əsas subyekti kimdir?”*

Cavab: təhsil prosesini ana subyekti **müəllimdir!** Çünki təsir qüvvəsinə malik *bilik sahəsi* ancaq və ancaq müəllimin ətrafında yaranır. Təhsil naziri, universitet rektoru, məktəb direktoru, dekan və kafedra müdrü və b.k. digər subyektlər zəruri təhsil mühitini yaradanlardır. Tanınmış türkiyəli pedaqoq **Doğan Cüceloğlunun** baxışı da təqribən belədir:

“Təhsildə ən güclü amil müəllimdir. Məktəbin bağçası, idman zalı, texniki avadanlıqları, laboratoriyaları nə qədər yaxşı olsa da, müəllim yaxşı olmasa, məktəb yaxşı təhsil verə bilməz”.

2015 – ci ilin fevralında RF-nın Voronej şəhərində keçirilən **“XXI əsrin təhsili”** elmi -praktiki konfransda “müəllim - milli təhlükəsizlik faktoru kimi” qeyd edilmişdir.

⁷ *Üç dəfə Sosialist Əməyi Qəhrmanı B.Vannikov Bakının Bayıl qəsəbəsində anadan olub və Bayılda onun büstü vardır.*

Bilik selinin axma qanunu

Hər kəsin boyunu santimetirlərlə və çəkisini kilogramlarla ölçmək olar, ancaq heç kəsin biliyini ölçmək olmur. Çünki biliyin ölçü vahidi yoxdur.

Əgər məktəbdə **təhsil mühiti** yaradılıbsa və sinifdə müəllim varsa (yəni **bilik sahəsi** mövcuddursa), dərs prosesi zamanı müəllimdən öyrəncilərə biliyin axma prosesi baş verir. Bilik müəllimdən şagirdə nə cür ötrülür? Biliyin axma *mexanizmi* necədir? Bilik porsiyalarla, yoxsa dalğalarla yayılır?

Bu suallara ekonofizikanın köməyi ilə cavab vermək mümkündür. Fizikanın təhsilə tətbiqi biliyin axma qanununu formalaşdırmağa imkan verir:

$$\text{bilik seli} = \frac{\text{müəllimin biliyi}}{\text{təhsilin qüsurları}} \quad (1)$$

Müəllimdən öyrənciyə axan bilik seli müəllimin biliyi ilə düz, təhsil mühitinin qüsurlarla tərs mütənasibdir.

Bu qanun formacan fizikasından məlum “Om” qanununa oxşayır. Cərəyanın yerinə burada **bilik seli**, potensialın yerinə **müəllimin biliyi**, müqavimətin yerinə isə **təhsil mühitinin qüsurları** durur. Riyazi olaraq bu qanunu belə yazmaq olar:

Düsturdan görünür ki, **bilik seli** müəllimin bilik potensialı ilə düz mütənasibdir. Yəni yaxşı müəllim cəmiyyət üçün həmişə çox qiymətlidir. Bilik seli təhsil mühitinin deffeklləri ilə tərs mütənasibdir. Bu o deməkdir ki, infrastruktur və idarəetmə qüsurları olan məktəblərdə təhsilin keyfiyyət aşağı olacaqdır. Bu qüsurları aradan qaldırmaq üçün praktikada böyük pullar xərclənir və məsul şəxslər təyin edilir.

Aydındır ki, öyrəncilərin hamısı fənn müəllim(lər)inin yaratdığı **bilik sahə(lər)ində** eyni dərəcədə aktiv iştirak etmirlər. Bəziləri müəllimi tam, bəziləri qismən başa düşür, bəziləri isə heç başa

düşmür. Müəllimi anlamayan öyrəncilərin sinifdə saxlamaq tam faydasızdır. Necə ki, maqnit sahəsinin varlığını yoxlamaq üçün maqnit əqrəbindən istifadə etmək lazımdır, taxta əqrəbdən istifadə etmək faydasızdır. Bilmək lazımdır ki, məktəb öyrənə biləni öyrədə bilər. Öyrənmək istəməyəni öyrədə bilmir.

Sadə həqiqət bundan ibarətdir ki, məktəblər öyrənmək istəyənləri (fərdləri) öyrədə bilər, ancaq sinifi (kütləni) öyrədə bilmir. Səbəblər çoxdur. Bir tərəfdən sinif müxtəlif dərəcədə istedadlı, qabiliyyətli və düşüncəli şagirdlərin cəmindən ibarətdir. Şagirdlərin arzu və istəkləri çox fərqli olduğundan müxtəlif fənnləri hərə bir cür mənimsəyir. Digər tərəfdən, tədris planı demək olar ki, yersiz yerə bütün elm sahələrini əhatə edir. Üstəlik idman, musiqi, rəsm dərslərin də tədris planına daxil edilməsi nə dərəcədə məqsədə uyğundur? Hər şeydən bir az öyrətməkdənsə, bir şeyi mükəmməl öyrətmək daha faydalıdır. Səriştəyə əsaslanan təhsil daha faydalıdır.

Bu çoxmürəkkəb öyrətmə mühiti **ideal** sinif və ya məktəb yaratmağı qeyri mümkün edir. Müşahidələr göstərir ki, hümanitar fənnləri yaxşı mənimsəyənlərin bəziləri dəqiq elimləri pis mənimsəsənlər və ya tərsinə. Dünyada **ideal** məktəb yaratmağın qeyri mümkünlüyn səbəbi multimüxtəlif düşüncəli öyrəncilərin bir yerdə təhsil almasıdır. Bilmək lazımdır ki, hər bir insan (bəşər) övladı unikaldir və dünyada təhsil parametrləri eyni olan iki öyrənci yoxdur.

Təhsilə ekonofizik baxış bu struktur qüsuru aradan qaldırır və hamını (kütləni) öyrətməyi mümkün edir. Bunun üçün kifayətdir ki, aşağı siniflərdə öyrəncilər istedad, qabiliyyət və maraqlarına görə biri birindən ayrılınsınlar. İnzibatçıların, müəllim və valideinlərin əsas vəzifəsi ibtidai məktəbdə hər kəs “öz sinifində” yerləşdirə bilsin.

“Bilik seli” nədir?

Elektron seli elektrik cərəyanın yaradır. *İon seli* ion cərəyanının yaradırlar. *Foton seli* işıq selin yaradır. Göründüyü kimi seli yaratmaq üçün daşıyıcı zərrəcik olmalıdır.

Bəs bilik seli necə daşınır? Biliyin porsiyalarla ötrülməsini ehtimal etmək olar. Ancaq bunun üçün biliyin elementar daşıyıcısı olmalıdır. Hələ ki, “bilik zərrəciyi” bizə məlum deyildi. Güman etmək olar ki, bilik seli işıq kimi yayılır. Müasir təsəvvürlərə görə işıq ikili - zərrəcik və dalğa təbiətinə malikdir. Ağ işıq müxtəlif dalğa uzunluğuna malik işıqların cəmindən ibarət olduğu fizikadan məlumdur. Məktəb fizikasından məlumdur ki, ağ işıq üçbucaqlı prizmadan keçərkən 7 rəngə ayrılır: *qırmızı, narıncı, sarı, yaşıl, mavi, göy və bənövşəyi*. Bu rənglərin hər birinin dalğa uzunluqları müxtəlifdir. Beləki, bənövşəyi işıq ən kiçik, qırmızı işıq ən uzun dalğa uzunluğuna malikdir. Prizmadan keçərkən qırmızı işıq az, bənövşəyi işıq daha çox sınır.

Təhsildə olan problemləri həll etmək üçün “*ağ işıq*” effektindən istifadə etmək olar. Fərz etmək olar ki, müxtəlif elmi biliklər müəyyən tezlikli dalğalarla yayır. Və hər bir öyrənci meyl və qabiliyyətini əks etdən məxsusi tezliyə malikdir. Bu tezliklər şagirdən şagirdə fərqlənir. Sınıf müxtəlif tezliklərlə işləyə bilən detektorların sanki cəmindən ibarətdir. Şagird o fənni dərk edəcəkdir ki, onun məxsusi tezliyi müəllim tərəfindən ötürülən biliyin tezliyinə uyğun olsun.

Aydındır ki, bu baxış musiqiyə, rəssamlığa və idman biliklərinə də aiddir.

Deməli, anadan müxtəlif sənət və peşələr üçün doğulan öyrəncilərin “özlərini” və ya “öz siniflərini” tapması üçün məktəb direktoru sosial prizma rolu oynamalı və öyrənciləri fərdi qabiliyyətlərinə görə bir –birindən ayırmağı bacarmalıdır.

Nazirin vəzifəsi isə bir tərəfdən belə direktoru seçməyi bacarmalı, digər tərəfdən isə infrastruktur qüsurları azaltmalı və ölkə boyu cürbəcür təmayüllü sinifləri, məktəblər və ya liseyləri yaratmaqdan ibarət olmalıdır. Belə olanda **ideal məktəb**

yaratmaq xəyal olmaz və üstəlik cəmiyyəti gərginlik yaradan ali məktəblərə qəbul imtahanı aparmağa da ehtiyac qalmaz. Abituriyentlər öz arzu və qabiliyyətlərinə uyğun məktəblərdə təhsil aldıkları üçün keyfiyyətli təhsil aprior təmin olacaqdır.

Sonda qeyd edək ki, cəmiyyət istedadlı şəxslərin çiyində inkişaf edir. Cəmiyyətin əsas borcu öz istedadlardan itirilməsinə yol verilməməli və düzgün istiqamətdə təhsil verməyi bacarmalıdır. Bunun üçün təhsil sistemində keyfiyyət hər bir öyrəncinin unikallığın nəzərə ala bilməkdən asılı olacaqdır.

Təhsil problemlərinə ekonofizik baxış aşağıdakı nəticələri almağa imkan vermişdir aşağıdakı.

NƏTİCƏLƏR

1. Təhsilin malik olduğu *ilahi gücə* sahib çıxmaq üçün, ona qeyri standart yanaşmağa ehtiyac vardır. Müxtəlif cür istedadlı və qabiliyyətli öyrəncilərin bir sinif təhsil alması ideal məktəb yaratmağa imkan vermir. Bu cür təhsil bəzən talantlı gənclərin itirilməsinə səbəb olur.
2. Mövcud məktəblər öyrəncilərin ümumi keyfiyyətləri üzərində qurulduğundan öyrənmək istəyənləri (fərdləri) öyrədə bilir, ancaq bütün gəncləri öyrədə bilmir. Çünki müasir təhsil sistemində öyrəncilərin unikallığı və fərdi keyfiyyətləri az nəzərə alınmır.
3. Təhsilə ekonofizik baxış hamını öyrətmək potensialına malikdir. Bu yanaşmanın nəzəri əsasını yaratmaq üçün, əvvəlcə *bilik seli, təhsil mühiti, bilik sahəsi* kimi yeni anlayışlar qəbul edilmiş və biliyin axma qanunu formalaşdırılmışdı: ***öyrədənən öyrənciyə axan bilik seli müəllimin biliyi ilə düz, təhsil mühitinin qüsurlarla tərs mütənəsidir.***
4. Ekonofizik baxışa görə bilik də işıq kimi dalğalarla yayılır və tədris olunan hər bir fənn müxtəlif uzunluqlu dalğalarla yayılır. Belə dalğaların sayı tədris edilən fənlərin sayı

qədərdir. Hər bir şagirdin qəbul edə biləcəyi dalğalar zolağı məxsusudur və unikaldir.

5. Təhsilə ekonofizik baxış təhsil sistemini yenidən strukturlaşmasını gündəmə gətirir. Bu baxışa görə təhsil prosesinin subyektlərinin (müəllimin, direktorun və digər) rolları dəyişir. Beləki, təsir qüvvəsinə malik *bilik sahəsi* ancaq və ancaq *müəllimin* ətrafında yarandığından təhsil prosesinin ana subyekt **müəllimdir!**
6. İdarəedənlərin və inzibatçıların vəzifəsi bir tərəfdən öyrənciləri istedad, qabiliyyət və maraqlarına görə seçərək müxtəlif təmayüllü siniflərdə, məktəblərdə və ya lisezlərdə yerləşdirməkdir. Digər tərəfdən, qüsursuz təhsil mühiti yaratmaqdır.
Ekonofizik yanaşma həm orta, həm də ali təhsildə **ideal məktəb** yaratmağı mümkün edir.

ƏDƏBİYYAT

1. Askerov Shahlar, *Philosophy Study*, October 2022, Vol. 12, No. 10, 533-539 doi: 10.17265/2159-5313/2022.10.001
2. Askerov, S. (2022). Biliyi qiymətləndirmək üçün yeni meyar. Azerbaijan Journal of Educational Studies, 99(2), 49-56. Retrieved from <https://orcid.org/0000-0002-1895-457X>
3. Schleicher, A. (2022). World standards: How to build XXI century education system. Paris: Baku.
4. Əsgərov Ş. (2024). Tərbiyənin fəlsəfi əsasları. *Azərbaycan məktəbi*. № 4 (709), səh. 87–96
DOI: 10.30546/32898065.2024.4.119

4.2.Exploring the Role of Artificial Intelligence in Emotion Recognition and Regulation for Children with Autism: A Quantitative Survey on Awareness, Effectiveness, and Implementation Feasibility

Sidra Anser

Visiting lecturer, Department of Special Education,
University of Okara, Pakistan

Dr. Hina Fazil

Associate Professor, Institute of Special Education,
University of the Punjab, Pakistan

Children with Autism Spectrum Disorder (ASD) often face significant challenges in recognizing emotions and regulating their emotional responses, affecting their communication, social interactions, and learning outcomes. Recent advances in Artificial Intelligence (AI) have introduced innovative tools such as emotion-detecting software, wearable devices, and facial expression recognition systems that hold promise in addressing these challenges. This study aims to explore the awareness, perceived effectiveness, and feasibility of AI-based emotion recognition and regulation tools for supporting children with ASD. Using a **quantitative descriptive survey design**, data will be collected from **60 participants**, including special educationists, psychologists, behavioral therapists, parents, and educators. A structured questionnaire will be developed, comprising three sections: (1) Awareness of AI tools, (2) Perceived effectiveness, and (3) Implementation and feasibility. All items will be rated on a **5-point Likert scale** ranging from *Strongly Agree* to *Strongly Disagree*. Data analysis will be conducted using **SPSS software**, employing descriptive statistics to determine frequencies, percentages, and mean scores.

The findings will provide data-driven insights into the practical integration of AI technologies in special education and therapeutic settings, ultimately contributing to improved emotional understanding, self-regulation, and empowerment for children with ASD.

Key words: Artificial intelligence, AI Tools, Autism Spectrum Disorder

4.3. Mapping the Historical Progress of Special Education: An Analysis of National Acts and International Declarations on Disability Rights

Sidra Anser

Visiting lecturer, Department of Special Education, University of Okara, Pakistan

Dr. Hina Fazil

Associate Professor, Institute of Special Education,
University of the Punjab, Pakistan
sidraanserphd@gmail.com

Abstract

Special education has undergone a profound transformation over the past century from early segregation of individuals with disabilities to models of integration and, more recently, toward full inclusion. This concept paper explores the historical evolution of special education within a global human rights framework, emphasizing how shifts in perception from viewing disability as a medical deficit to recognizing it as a matter of rights and empowerment have shaped policies and practices across nations.

The paper traces the progression of educational models, starting with exclusionary practices that isolated children with disabilities, moving through partial integration approaches, and advancing toward inclusive education that values diversity and participation. It critically examines key international declarations, such as the Universal Declaration of Human Rights (1948), the Salamanca Statement (1994), and the UN Convention on the Rights of Persons with Disabilities (2006), which have pushed nations to reimagine education as a right for all. In parallel, na-

tional acts from various countries including the Individuals with Disabilities Education Act (IDEA), India's RPWD Act (2016), and Pakistan's recent Inclusive Education initiatives illustrate how legal commitments reflect evolving understandings of inclusion and empowerment.

This paper argues that special education is not a static system but a dynamic and ongoing global process, influenced by cultural, social, legal, and political changes. It highlights the need for responsive policy development, teacher training, and resource allocation to make inclusive education a lived reality. Ultimately, this work contributes to a broader conversation on how special education can become a more equitable and empowering force within both national and international contexts.

Key words: History, Special Education, Rights of persons with disabilities

BÖLMƏ V. RADİASİYA MATERIALŞÜNASLIĞI

5.1. 2D materials – new frontiers in electronic processing and energy storage devices

Arshad Saleem Bhatti

Fellow, Pakistan Academy of Sciences &
Professor (Retired)
Center for Micro and Nano Devices,
Department of Physics,
COMSATS University, Islamabad 44000,
PAKISTAN

The flexible electronics and photonics is the future of devices, which will have tremendous applications in mainly in wearable and internet of things (IoT). Since the discovery of graphene more than two decades ago, 2D materials (single layer (SL)) have swamped the research in materials science. It has opened new frontiers in understanding physics at the atomic layer level and tune the physical properties to design and fabricate low energy cost devices. There is still a huge room available for research to determine the effect of various substrates on their physical properties, where new physics and applications are still needed to be explored. The uniqueness in their properties arises due to the dimensionality and modulation of band structure. 2D materials based on transition metal dichalcogenides (TMDCs) owing to their layered nature, large surface area, better conductible nature, and pseudocapacitive nature to store ions, make them promising candidate material for energy storage applications as well as processing devices. The talk will cover fundamental properties of 2D layered materials and their use in various energy conservation devices. However, one particular feature of the 2D materials

makes their prospective high-tech utilization very appealing is the ease of manipulating their electronic structure by inducing strains through “strain engineering.” It is the manipulating of the electronic structure in graphene and transition metal dichalcogenides (TMDCs) 2D structures as a result of induced strains. The strain induced due to external pressure can be reversible and thus offer a window of opportunity to tune electronic as well optical properties.

5.2. Eudragit-capped and Ag nanowires interconnected CdTe as a Robust Electrode for Energy Storage and water oxidation

Hafsa Shabbir

Institute of Chemical Sciences (ICS),
Government College
University Lahore, Pakistan
hafsashabbir@ics256@gmail.com

Eco-friendly and sustainable energy systems prefer to engineer highly active dual functionality electrocatalysts to enhance the oxygen evolution reaction (OER) sluggish kinetics and for high power density supercapacitors. This work presents the synthesis and characterisation of a ternary electrocatalyst designed for dual functionality in energy storage and generation applications. Taking AgNWs (2 and 4 wt %) having high conductivity and **synergistic polymeric coating effect of Eudragit (3 wt %) into consideration to optimize the catalytic activity of CdTe**, a novel AgNWs/Eud-CdTe electrocatalyst was synthesized by the co-precipitation method. Experimental results revealed that 4% AgNWs/Eud-CdTe sample demonstrated effective OER kinetics with minimal overpotential at 10 mA cm^{-2} and Tafel slope in an alkaline medium. Furthermore, the highly doped sample showed a specific capacitance of 2524 F/g at a current density of 2.8 Ag^{-1} calculated from chronopotentiometry (cp). The superior potential of optimized sample in electrochemical assessments is attributed to Eud acting as a polymer binder, surface modifier and enhanced electrical conductivity, synergistic effect of AgNWs, demonstrating a convincing role of Eud and AgNWs in electrochemical performance of CdTe. This study paves the way for tailoring CdTe electronic properties for future strategies to activate the structure

for oxygen evolution reaction (OER) with the assistance of polymer and nanowires.

VÖLMƏ VI. MÜXTƏLİF MÖVZULAR

6.1.Цифровая трансформация фармацевтического Сектора

М.Н.Велиева, И.А. Рзаева, С.А.Самедов
Azerbaijan State Medical University

В данном исследовании представлен сравнительный анализ внедрения электронных рецептов и электронных кассовых аппаратов в Азербайджане, Иране, Казахстане и России. Рассматриваются особенности реализации этих цифровых инструментов в разных странах, с акцентом на повышение финансовой прозрачности, оптимизацию взаимодействия с налоговыми органами, а также улучшение качества медицинского обслуживания и контроля за лекарственным обеспечением.

Сделанный вывод заключается в том, что комплексное внедрение как электронных рецептов, так и электронных кассовых аппаратов способствует повышению прозрачности в здравоохранении, улучшает управляемость фармацевтических процессов и обеспечивает более эффективное взаимодействие между участниками системы.

Ключевые слова: электронные рецепты, электронные кассовые аппараты (ЭКА), цифровизация здравоохранения, аптечная отрасль, финансовая прозрачность

В последние годы в Азербайджанской Республике реализуются комплексные меры по цифровизации системы здравоохранения, включая модернизацию фармацевтического сектора. Одним из ключевых направлений этих преобразований является создание единой цифровой экосистемы, направленной на повышение качества, безопасности и доступности медицинских услуг. Подходы, применяемые в стране, коррелируют с международными стратегиями, предложенными Всемирной организацией здравоохранения, ко-

торая в 2019 году выпустила официальное руководство по цифровым вмешательствам в здравоохранении. В документе подчёркивается важность конфиденциальности персональных данных, цифровой подготовки медицинского персонала и интеграции цифровых решений в действующие системы здравоохранения (1).

С 2020 года в Иране осуществляется активное внедрение системы электронных рецептов, несмотря на ряд инфраструктурных и организационных ограничений. К основным проблемам относятся слабая техническая база, недостаточная интеграция с медицинскими страховыми системами, а также низкий уровень цифровой грамотности медицинских работников. Тем не менее, благодаря использованию международных стандартов, таких как openEHR и ISO 13606, обеспечивается поступательное развитие и интеграция данной системы в национальную платформу электронного здравоохранения. Текущая динамика демонстрирует потенциал для дальнейшего устойчивого роста и цифровой трансформации здравоохранения в стране (2, 3).

В Российской Федерации внедрение электронных рецептов также активно реализуется с 2020 года в рамках государственных программ цифровизации здравоохранения. Основными целями данной инициативы являются повышение качества и прозрачности медицинских услуг, а также улучшение доступности и удобства лекарственного обеспечения для населения. Вместе с тем, ключевыми барьерами остаются технические сбои, проблемы масштабируемости и дефицит соответствующей подготовки у медицинских работников, несмотря на наличие организационно-правовой и финансовой поддержки со стороны государства (4, 5).

В Казахстане цифровизация фармацевтического сектора находится на промежуточной стадии. Здесь параллельно с разработкой системы e-рецептов внедряются электронные медицинские паспорта, а также осуществляется цифровая

интеграция с налоговыми структурами. Это делает подход Казахстана схожим с азербайджанским, где также активно развиваются электронные сервисы для медицинской сферы (6). Опыт этих стран показывает, что ключом к успеху является комплексный подход: техническая стандартизация, нормативная поддержка и координация между секторами. Успешная цифровизация требует не только внедрения новых технологий, но и активной подготовки кадров, нормативного регулирования и обеспечения устойчивой интеграции всех компонентов системы (7).

В рамках данной трансформации Министерство здравоохранения Азербайджана осуществляет внедрение современных цифровых платформ, способствующих повышению прозрачности и эффективности в сфере обращения лекарственных средств. Ключевыми компонентами проекта являются системы «Электронный рецепт» и «Система мониторинга и отслеживания движения лекарственных препаратов». Приложение «Электронный рецепт» (доступно по адресу: <https://reseptim.az/login>) представляет собой интегрированную цифровую платформу, предназначенную для использования врачами, фармацевтами и гражданами. Система обеспечивает упрощённый доступ к назначению, выдаче и контролю за рецептурными препаратами, а также способствует снижению рисков неправильного применения лекарств. Простота подключения к платформе способствует её широкому распространению и активному использованию в медицинской практике (8).

Одновременно с этим в республиках наблюдается активное внедрение цифровых решений в смежных секторах, в частности, в налоговой системе (7). Внедрение электронных кассовых аппаратов (ЭКА) в аптечной сфере способствует повышению финансовой прозрачности, улучшению контроля товарооборота и упрощению взаимодействия с налоговыми

органами (8). Однако уровень охвата и степень цифровизации разнятся в зависимости от страны (9).

В Азербайджане внедрение ЭКА активно поддерживается государственными структурами (10). По состоянию на 1 октября 2023 года на территории страны функционируют 93 230 новых кассовых аппаратов, что отражает высокий уровень цифровой трансформации в розничной торговле, включая аптечные учреждения (11). Это способствует точному учёту продаж, автоматизации отчетности и укреплению прозрачности финансовых операций (12). Также важную роль играет электронная регистрация предпринимательства: система регистрации индивидуальных предпринимателей была внедрена в 2011 году, а юридических лиц — в 2012 году (13). Эти шаги значительно ускорили процессы цифровой интеграции в фармацевтическом и смежных секторах.

В Иране цифровизация в виде внедрения ЭКА в аптечной сфере находится в зачаточной стадии (14). Несмотря на широкое распространение бумажного документооборота, в последние годы наблюдаются положительные сдвиги, особенно в мегаполисах, где развивается цифровая инфраструктура и усиливается акцент на прозрачность финансовых операций (15, 16). Это обусловлено необходимостью повышения эффективности налогового администрирования и борьбы с неформальным оборотом (17).

В Казахстане обязательное использование ЭКА для всех субъектов предпринимательства, включая аптеки, введено с 2018 года (18). Внедренная система тесно интегрирована с налоговыми органами, обеспечивает централизованный сбор информации, автоматизацию учета и отчетности (19). В результате значительно повысилась эффективность бизнес-процессов и упрощено взаимодействие между аптеками и государственными структурами (20).

В России обязательное применение онлайн-касс действует с 2017 года и охватывает в том числе аптечную сферу

(21). Система онлайн-касс напрямую подключена к серверам Федеральной налоговой службы, что обеспечивает полную прозрачность всех транзакций, автоматический контроль оборота и снижение доли теневого сектора (22). Повышение прозрачности, в свою очередь, способствует укреплению доверия со стороны потребителей и улучшению фармацевтического обслуживания (23).

Таким образом, внедрение ЭКА способствует не только повышению финансовой прозрачности и налоговой дисциплины, но и улучшает общее качество управления в фармацевтическом секторе (24). Тем не менее, успешность цифровой трансформации зависит от наличия устойчивой технической инфраструктуры, подготовки персонала и институциональной поддержки реформ (25).

Таблица 1. Состояние цифровизации аптек

Страна	Электронный ре-цент	Электронные кассовые аппараты (ЭКА)
Азербайджан	Частично внедрён. Используется в государственных учреждениях для некоторых лекарств. Планируется дальнейшее расширение.	Обязательное использование электронных кассовых аппаратов с 2023 года, установлено более 93 000 ЭКА, широко применяются в аптеках, интегрированы с налоговой службой.
Иран	На стадии внедрения. С 2020 года постепенно развивается система электронных ре-	Система ЭКА на начальной стадии. В основном используются традиционные методы

	цептов, но в аптеках пока применяется не повсеместно.	учёта; цифровизация только начинается в крупных городах.
Казахстан	С 2018 года поэтапно внедряется. Идёт интеграция между медицинскими учреждениями и аптеками.	С 2018 года обязательны для всех субъектов бизнеса, включая аптеки. Интегрированы с налоговыми органами.
Россия	Внедрена в ряде регионов. Через портал «Госуслуги» возможно получение электронных рецептов.	С 2017 года обязательны онлайн-кассы. Система охватывает и аптеки, интегрирована с Федеральной налоговой службой.

Анализ внедрения электронных рецептов и электронных кассовых аппаратов в Азербайджане, Иране, Казахстане и России свидетельствует о наличии общих трендов цифровой трансформации в здравоохранении и фармацевтическом секторе. Несмотря на различия в уровнях развития цифровой инфраструктуры, все четыре страны демонстрируют стремление к стандартизации процессов, повышению прозрачности и усилению контроля над оборотом лекарственных средств. Установленные взаимосвязи между налоговой и медицинской системами, а также постепенное внедрение цифровых платформ в практику аптечных учреждений, подчеркивают необходимость комплексного подхода, включающего нормативное, техническое и кадровое обеспечение.

Подобный сравнительный подход позволяет выявить как сильные стороны национальных стратегий, так и суще-

ствующие барьеры, требующие устранения на институциональном уровне. Это подтверждается также в исследованиях международных авторов, подчёркивающих важность межсекторальной координации и устойчивых цифровых решений для стран с переходной экономикой [26].

Список литературы

1. World Health Organization. Digital Interventions for Health: Guideline. Geneva, WHO, 2019. Pp. 1–45.
2. Shahi S., Farahani N., Mahmoudi H. Implementation Challenges of Electronic Prescriptions in Iran: Infrastructure and Training Aspects. *Iranian Journal of Medical Informatics*, 2023, Vol. 15(4), pp. 210–225.
3. Ebrahimi M., Khosravi A. Using openEHR and ISO 13606 for National Electronic Health Records in Iran. *Health Information Science and Systems*, 2023, Vol. 11(1), pp. 56–67.
4. Zakharova E.V. Electronic Prescription Implementation in Russia: State Programs and Challenges. *Russian Journal of Health Informatics*, 2021, Vol. 8(2), pp. 134–145.
5. Ivanov P., Petrov S. Digital Healthcare Transformation in Russia: Barriers and Opportunities. *Healthcare Digitalization Review*, 2022, Vol. 10(1), pp. 78–92.
6. Riazi A., Karimov B., Nurmanov A. Digital Integration in Kazakhstan’s Pharmaceutical Sector: Tax and E-Health Systems. *Central Asian Health Journal*, 2024, Vol. 7(2), pp. 145–160.
7. Mammadov R., Alizada T. Cross-sectoral Digitalization Trends in Post-Soviet Countries. *Caucasus Economic Review*, 2023, Vol. 5(1), pp. 44–59.
8. Hasanov I. E-Kassa sistemlərinin əczaçılıq sahəsində tətbiqi və vergi şəffaflığı. *Vergi Jurnalı*, 2022, № 2, səh. 32–38.

9. Qasımova N. Post-sovet ölkələrində rəqəmsal fiskal nəzarət mexanizmləri. *İqtisadi və Sosial Araşdırmalar*, 2023, № 3, səh. 76–83.
10. Dövlət Vergi Xidməti. Azərbaycan Respublikasında yeni nəsil kassa aparatlarının tətbiqi. Bakı, 2023.
11. Ministry of Economy of Azerbaijan. Statistical Report on E-Cash Registers (as of 01.10.2023). Available at: <https://www.economy.gov.az>
12. Əliyeva R. Əczaçılıq müəssisələrində rəqəmsal nəzarət və şəffaflıq mexanizmləri. *Azərbaycan Maliyyə Jurnalı*, 2023, № 4, səh. 58–65.
13. State Tax Service. Digital Business Registration System in Azerbaijan. Official Publication, 2022.
14. Moradi A. Challenges of Digital Fiscal Systems in Iranian Pharmacies. *Iranian Economic Review*, 2023, Vol. 28(3), pp. 112–123.
15. Fars News Agency. Current Situation of Cash Register Use in Pharmacies, 2022. Available at: <https://www.farsnews.ir>
16. Nazari F. Digitalization of Retail in Urban Iran. *Middle East Business and Technology*, 2023, Vol. 4(1), pp. 67–74.
17. Tabrizi K. Transparency and Reform in the Iranian Tax Sector. *Public Administration of Iran*, 2022, Vol. 6(2), pp. 145–153.
18. Ministry of Finance of Kazakhstan. Mandatory Use of Fiscal Cash Registers: Guidelines. Astana, 2018.
19. Abdullayev N. Vergi orqanları ilə inteqrasiya olunmuş EKA sistemləri. *Qazaxıstan Maliyyə və Nəzarət*, 2023, № 2, səh. 41–48.
20. Rakhmetova S. Digital Accountability in the Kazakh Pharmaceutical Sector. *Kazakhstan Journal of Business*, 2023, Vol. 9(1), pp. 29–35.

21. Federal Tax Service of Russia. Law No. 54-FZ on Online Cash Registers, 2017.
22. Semenova E. Implementation of Online Fiscal Systems in Russia. *Russian Public Policy Journal*, 2021, Vol. 6(2), pp. 103–116.
23. Nikitin A. Trust and Transparency: Effects of Online Cash Registers in Russia. *Pharmaceutical Economics Review*, 2022, Vol. 3(1), pp. 81–89.
24. Abbasov V. İnnovativ fiskal nəzarət sistemləri və əczaçılıq sahəsində tətbiqi. *Azərbaycan Rəqəmsal İnkişaf Jurnalı*, 2024, № 1, səh. 24–33.
25. İsmayılov M. Rəqəmsal infrastruktur və insan resurslarının rolu. *Rəqəmsallaşma və İqtisadiyyat*, 2023, № 3, səh. 49–56.
26. Rusanov A.V., Kovalchuk V.I. Digital Transformation in Health and Pharmacy: Comparative Analysis of Post-Soviet Countries. *International Journal of Medical Informatics*, 2023, Vol. 177, pp. 104664. DOI: 10.1016/j.ijmedinf.2023.104664

6.2. The Effect of Saffron Extract on Catalase Activities in Brain Structures Under Exposure to X-Ray Irradiation dose

Ilaha Adil Rzayeva

Azerbaijan Medical University, Azerbaijan

e-mail: rzayja@yahoo.com

Under exposure to X-ray irradiation at 4 Gy dose in various brain structures it is observed a decrease in catalase activity. Tendency towards decreasing is more developed on the 3th day of irradiation. Insertion of saffron extract to experimental animals (for 21 days before irradiation) contributes to prevention of decreasing of catalase activity and exerts an effective influence.

Key-Words: - X-ray irradiation, catalase, glutathione peroxidase, saffron extract, brain structures, lethal dose

Introduction

Effect of ionizing radiation on living organism is accompanied by interaction of free radicals (FR) with molecules of proteins, nucleic acids and lipids. FR in its turn appears in the result of excitation and ionization of molecules. Besides all this, ionizing radiation becomes the reason of accumulation in organism tissues of toxic products (radio-toxins) that enhance radiation effect [1, 2]. Unlike a lethal dose, within the irradiation at 4 Gy dose life is possible, but thus in all physiological systems the abnormal changes develop. The intensity of these changes correlates with the comparative radiosensitivity of tissues. The nervous system is not an exception. Nerve cells have a relatively higher radiosensitivity. At higher radiation doses it is observed significant struc-

tural changes and loss of nerve cells [3]. The changes in physical and chemical properties of biological membranes, which are detected soon after the irradiation at small doses, play on the whole an important role in radiation damage of cells. It is supposed that just these abnormalities, leading to more profound changes in the membrane structure, become the reason of the penetrability increase, exit of various cofactors and enzymes from the cell [4]. Within the irradiation of biological objects the nature of changes in the activity of enzyme systems in a cell or tissue has an exceptionally important value. The numerous facts testify to essential radiation effect on the activity of many enzymes, as well as metal-containing biological catalysts. Under the radiation influence the high-molecular components of cell, as well as catalase molecules and glutathioneperoxidase (GPO) are exposed to conformational changes. Catalase (EC 1.11.1.6) is one of the high-molecular antioxidant enzymes, providing a complex protection of biopolymers from the active forms of oxygen. The main role of the catalase in a living organism is that it destroys toxic hydrogen peroxide for cells. Catalase molecule consists of four identical subunits, each of which contains iron atom. The catalase is directly involved in the processes of conjugate oxidative phosphorylation and is a radiosensitive enzyme [5]. The data obtained within the enzyme irradiation, testify that in addition to the common damaging effects of penetrating radiation, there was also the selective effect on iron atom, part of the active site of the enzyme. The researches show that the observed decrease of catalase activity in hepatic tissue of the irradiated animals is bound to the separation of hemoglobin under radiation influence [5, 6].

At the same time the accumulation of H_2O_2 and other peroxide compounds in organism causes the inactivation of catalase [7]. Activity increase of haemocontaining-chromoproteid is observed in kidneys of exposed guinea pigs. This is probably due to the fact that that in kidneys there is no accumulation of peroxides [8].

1. Materials and methods. Experiments were carried out on white rats of 180 ± 20 gr. weight. Various structures of brain (medulla oblongata, cerebellum, visual and sensorimotor cortex) were studied according to the following scheme: I group- control, II group- x-ray irradiation, III group- x-ray irradiation + saffron extract. Within 21 days before irradiation, saffron extract was injected into the organism of animals per 120 mg/kg dose. At irradiation the indicators were recorded after an hour, 3 and 6 days. In accordance with the International Convention, decapitation of experimental animals was performed using urethane anesthesia (total dose of anesthesia was 0.08-0.1 gr. hexanol per 1 kg of body weight) and various brain structures were allocated for identifying indicators.

Saffron extract was obtained by the following scheme: dried stigmas of saffron were subjected to alcohol extraction with solution of 75% ethyl alcohol, which were kept on cold within 2 days. During this time they were constantly stirred. The solution obtained by this way, was filtered and the residue was washed with 75% alcohol. Thereafter, the alcohol was distilled off, and the obtained extract was concentrated to dryness. 0.5% solution of saffron extract was prepared on physiological solution.

The irradiation process was carried out on X-ray apparatus «PYM-17» under the following conditions: pressure 180 kVt, current strength 15 mA, filters 0,5 mm Cu and 1,0 mm Al, coefficient of focal distance 30 mm without tube, dose rate 0,86 Gy/sec, irradiation dose 4 Gy. In the result of the conducted researches it is revealed certain dynamics of change in antioxidant enzyme activity in various brain structures of white rats within the X-ray irradiation at 4 Gy dose and joint influence of X-ray radiation and saffron extract. In Tab.1, and in Fig.1 it is shown the change dynamics of catalase activity in various brain structures under the influence of saffron extract against a background of X-ray irradiation at medium doses. As it is seen from Tab.1, the catalase activity in medulla in an hour after X-ray radiation of the animals is

reduced by 22%, and after 3 days - 23%, in 6 days after the irradiation by 14%, when compared with the indicators in the control group (intact animals).

2. Results and discussion. In the result of the conducted researches it is revealed certain dynamics of change in antioxidant enzyme activity in various brain structures of white rats within the X-ray irradiation at 4 Gy dose and joint influence of X-ray radiation and saffron extract. In the result of the conducted researches it is revealed certain dynamics of change in antioxidant enzyme activity in various brain structures of white rats within the X-ray irradiation at 4 Gy dose and joint influence of X-ray radiation and saffron extract.

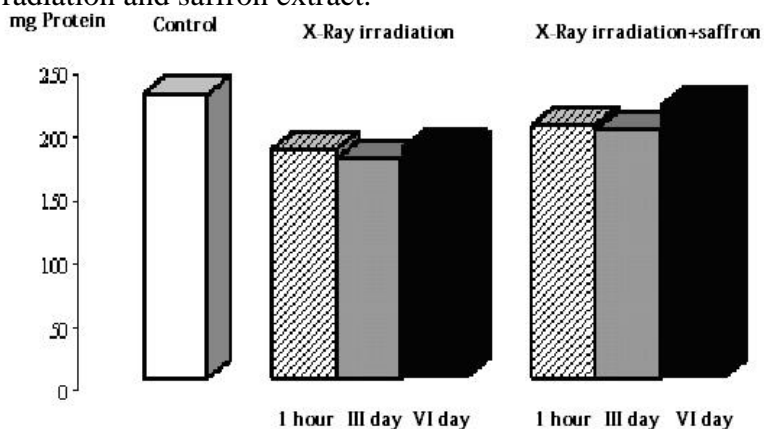


Fig.1. Change of catalase activity in sensorimotor cortex within the X-Ray irradiation at 4Gy dose and saffron extract

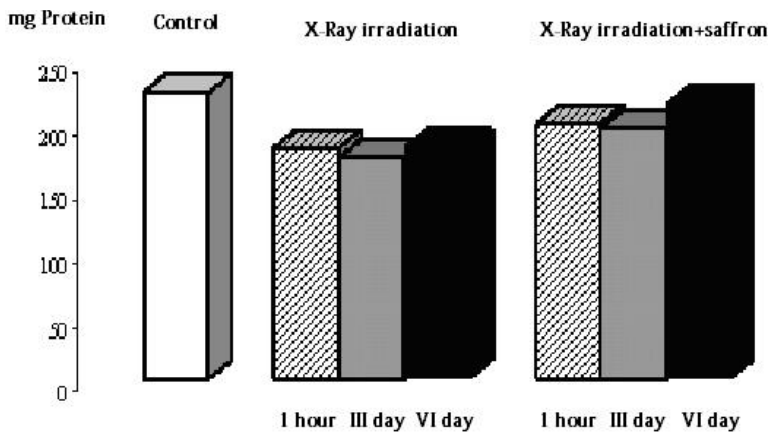


Fig.2. Change of catalase activity in visual cortex within the X-Ray irradiation at 4 Gy dose and saffron extract

At sequential influence of saffron extract and x-ray irradiation, the activity of catalase in visual and sensorimotor cortex after an hour irradiation was close to the indicator in control group (intact animals) (Fig. 1 and Fig. 2).

Preliminary injection of saffron extract into the organism of animals before their irradiation, leads to grading of POL processes' intensification in all cells that is reflected also in antioxidant defense system. Our studies revealed that injection of saffron extract facilitates minor changes in the activity of AOS enzymes, in particular catalase and glutathione peroxidase, in all studied brain structures, contributes to the activity of endogenous defense system that plays significant role in maintaining stationary level of endogenous antioxidants.

Thus, bio oxidants is of great importance in processes' balancing, taking place in cells and tissues under the influence of extreme factors. System of antioxidant defense of organism realizes permanent protection of organism from toxic radicals, and contributes to stable level of free radicals. During the free radical, enzyme, oxidant processes taking place in organism, bio antioxidants are directed to the side of enzyme oxidation, and create optimum state for cell metabolism and contributes to normal growth

of tissues. Thus, preliminary injection of saffron extract into organisms of animals before irradiation leads to leveling of intensification of POL processes in all tissues, which is reflected in AO defense system as well. Our studies revealed that the injection of saffron extract contributes to minor changes in the enzyme activity of AO system, in particular

4. Conclusion. Thus, preliminary injection of saffron extract into organisms of animals before irradiation leads to leveling of intensification of POL processes in all tissues, which is reflected in AO defense system as well. Our studies revealed that the injection of saffron extract contributes to minor changes in the enzyme activity of AO system, in particular catalase in all studied structure of brain, favors activation of endogen defense system, which plays an important role in maintaining stationary level of endogen antioxidants.

References

1. Akleev A.V. (2009). *Radiation biology. Radioecology*, 49(1), 5-20.
2. Bichkovskaya I.B., Komarov E. I., Fedorcheva R.F. (2005). *Medicine. Radiology and radiation*, 50(5), 5-15.
3. Zayko N.N., Bich U.V., Ataman A.V. (1996). Pathogenic effect of environmental factors. *Pathological Physiology. Textbook for students of medical universities. B.: "Logos"*
4. Pavlovsky T.E., Volkova M.C., Tongur A.M., Kalocheva V.B. (1972). *Molecular radiobiology*, M131.
5. Manoylov S.E., Chelyadina L.D., Vozokhina U.V. (1978). *Radiobiology*, 18(3), 429-432.
6. Uteshev A.B., Makashev Zh .K., Uteshev T.A. (2004). *Vestnik NЯЦPK*, 4, 52-55.

7. Uteshev A.B. Alma-ata, Pub. «Science», 1981, pp.146.
8. Uteshev A.B., Makashev Zh.K., Uteshev T.A. (2004). *Vestnik HЯЦPK*, (4), 48-51.

6.3. Исследование бивыпуклых операторов

Р.Г. Джафаров^{1,2,3а)}, М.А. Садыгов^{4,5,б)}

¹ISAAC GROUP ACADEMY

²Институт физических проблем, Бакинский государственный университет, ул. З.Халилова, 23, AZ1148 Баку, Азербайджан

³Кафедра теоретической физики, физический факультет, Бакинский государственный университет, ул. З.Халилова, 23, AZ1148 Баку, Азербайджан

⁴Кафедра математических методов теории управления, механико-математический факультет, Бакинский государственный университет, ул. З.Халилова, 23, AZ1148 Баку, Азербайджан

⁵Институт прикладной математики, Бакинский государственный университет, ул. З.Халилова, 23, AZ1148 Баку, Азербайджан

e-mail: ^{а)} r.g.jafarov@gmail.com , ^{б)} misreddin08@rambler.ru

В докладе будут обсуждаться бисубдифференциал и бисопряженный оператор для бивыпуклых операторов и ряд их свойств

Ключевые слова: бивыпуклые операторы, бисубдифференциал

Введение

При исследовании оптимальности высокого порядка для негладких задач минимизации возникает новое направление n -выпуклый анализ. В n -выпуклом анализе в основном изучаются n -выпуклое множество и n -выпуклая функция.

Известно, что в выпуклом анализе существенный рол играет теорема отдели-мости. В n -выпуклым анализе основной рол играет теория тензорного произведения.

В работе рассмотрена бисубдифференцируемость бивыпуклого оператора и изучены ряд их свойств. Изучены ряд свойств сублинейных операторов, определенных на тензорном произведении пространств. Доказаны теоремы о продолжении билинейного оператора. При исследовании бивыпуклых функций и операторов существенный рол играет бивыпуклое множество. Такие вопросы изучены также в работах [1]-[4].

1. Бивыпуклая функция и бивыпуклый оператор

Пусть X и Y векторные пространства. Множество $C \subset X \times Y$ называется бивыпуклой, если для любого $x \in X$ и $y \in Y$ множества $C_x = \{\bar{y} : (x, \bar{y}) \in C\}$, $C_y = \{\bar{x} : (\bar{x}, y) \in C\}$ выпуклые. Если C бивыпуклое множество, функция $f(\cdot, y) : C_y \rightarrow \mathbb{R}$ и $f(x, \cdot) : C_x \rightarrow \mathbb{R}$ выпуклые при $(x, y) \in C$, то функция $f : C \rightarrow \mathbb{R}$ называется бивыпуклой.

Если $f : C \rightarrow \mathbb{R}$, то положим

$$2\text{-ep } f = \{((x, \alpha), (y, \beta)) : (x, y) \in C, \alpha, \beta \in \mathbb{R}, f(x, y) \leq \alpha\beta\}.$$

Следующие утверждение доказываются аналогично соответствующим

утверждениям выпуклого анализа (см.[5], [6]).

1) Если $f : C \rightarrow \mathbb{R}$ бивыпуклая функция на C , то множество $B_\alpha = \{(x, y) \in C : f(x, y) \leq \alpha\}$ бивыпукло.

2) Функция $f : C \rightarrow \mathbb{R}$ бивыпукла на C тогда и только тогда, когда множество $2\text{-ep } f$ бивыпукло.

3) Если $C \subset X \times Y$, $f_i : C \rightarrow \mathbb{R}$, $i \in I$, семейства функций и $g(x, y) = \sup\{f_i(x, y) : i \in I\}$, то $2 - \text{ep } g = \bigcap_{i \in I} 2 - \text{ep } f_i$.

4) Пересечение бивыпуклых множеств бивыпукло.

5) Если $C \subset X \times Y$ бивыпуклое множество, $f_i : C \rightarrow \mathbb{R}$, $i \in I$, семейства бивыпуклых функций и $g(x, y) = \sup\{f_i(x, y) : i \in I\} < +\infty$, то функция $g(x, y)$ бивыпукла.

Функция $f : X \times Y \rightarrow \mathbb{R}_{+\infty}$ называется бивыпуклой (или 2-выпуклой), если функции $x \rightarrow f(x, y)$, $y \rightarrow f(x, y)$ выпуклые.

Лемма 1.1. Функция $f : X \times Y \rightarrow \mathbb{R}_{+\infty}$ бивыпуклая функция тогда и только тогда, когда множество $2 - \text{ep } f$ бивыпуклое множество.

Доказательство. Пусть f бивыпуклая функция. Покажем, что $2 - \text{ep } f$ бивыпуклое множество. Если $((x_1, \alpha_1), (\bar{y}, \bar{\beta})), ((x_2, \alpha_2), (\bar{y}, \bar{\beta})) \in 2 - \text{ep } f$ и $\lambda \in [0, 1]$, то покажем, что $(\lambda(x_1, \alpha_1) + (1 - \lambda)(x_2, \alpha_2), (\bar{y}, \bar{\beta})) \in 2 - \text{ep } f$. Так как $f(x_1, \bar{y}) \leq \alpha_1 \bar{\beta}$, $f(x_2, \bar{y}) \leq \alpha_2 \bar{\beta}$, то имеем, что

$$f(\lambda x_1 + (1 - \lambda)x_2, \bar{y}) \leq \lambda f(x_1, \bar{y}) + (1 - \lambda)f(x_2, \bar{y}) \leq \lambda \alpha_1 \bar{\beta} + (1 - \lambda)\alpha_2 \bar{\beta}$$

,
т.е. $f(\lambda x_1 + (1 - \lambda)x_2, \bar{y}) \leq (\lambda \alpha_1 + (1 - \lambda)\alpha_2) \bar{\beta}$. Отсюда вытекает, что

$$((\lambda x_1 + (1 - \lambda)x_2, \lambda \alpha_1 + (1 - \lambda)\alpha_2), (\bar{y}, \bar{\beta})) \in 2 - \text{ep } f.$$

Если $((\bar{x}, \bar{\alpha}), (y_1, \beta_1)), ((\bar{x}, \bar{\alpha}), (y_2, \beta_2)) \in 2 - \text{ep } f$ и $\mu \in [0, 1]$, то аналогично

проверяется, что $((\bar{x}, \bar{\alpha}), \mu(y_1, \beta_1) + (1 - \mu)(y_2, \beta_2)) \in 2\text{-epf}$. Получим, что 2-epf бивыпуклое множество.

Пусть 2-epf бивыпуклое множество. Покажем, что f бивыпуклая функция, т.е. покажем, что функции $x \rightarrow f(x, y)$, $y \rightarrow f(x, y)$ выпуклые.

Пусть $(x_1, y), (x_2, y) \in \text{dom} f$ и $\lambda \in [0, 1]$. Так как $((x_1, f(x_1, y)), (y, 1)), ((x_2, f(x_2, y)), (y, 1))$ принадлежит в 2-epf , то имеем, что $(\lambda(x_1, f(x_1, y)) + (1 - \lambda)(x_2, f(x_2, y)), (y, 1)) \in 2\text{-epf}$ при $\lambda \in [0, 1]$. Поэтому

$$f(\lambda x_1 + (1 - \lambda)x_2, y) \leq \lambda f(x_1, y) + (1 - \lambda)f(x_2, y)$$

при $(x_1, y), (x_2, y) \in \text{dom} f$ и $\lambda \in [0, 1]$. Случай $(x_1, y) \notin \text{dom} f$ или $(x_2, y) \notin \text{dom} f$, а также

$(x_1, y) \notin \text{dom} f$ и $(x_2, y) \notin \text{dom} f$ очевиден. Получим, что $x \rightarrow f(x, y)$ выпуклая

функция. Аналогично проверяется, что $y \rightarrow f(x, y)$ выпуклая функция. Лемма доказана.

Из леммы 1.1 следует, что бивыпуклую функцию можно определять следующим образом: функция $f : X \times Y \rightarrow \mathbf{R}_{+\infty}$ называется бивыпуклой, если 2-epf бивыпуклое множество.

Пусть E - некоторое упорядоченное векторное пространство, т.е. пространство с выделенным выступающим выпуклым конусом E^+ -конусом положительных элементов. Отметим, что конус E^+ называется выступающим, если $E^+ \cap \{-E^+\} = \{0\}$. Присоединим к пространству E наибольший элемент $+\infty$, причем порядок индуцированный в E из $E_{+\infty} = E \cup \{+\infty\}$ совпадает с исходным порядком в E (см.[7], [8]).

Векторной решеткой называется упорядоченное вещественное векторное пространство E , являющееся одновременно решеткой. Пространством Кан-торовича или, коротче, K -пространством называют векторную решетку, в которой всякое порядково ограниченное множество имеет точные границы.

Пусть X и Y вещественные векторные пространства. Отображение $f : X \times Y \rightarrow E_{+\infty}$ называется бивыпуклой (см.[2]), если отображения $f(\cdot, y) : X \rightarrow E_{+\infty}$, $f(x, \cdot) : Y \rightarrow E_{+\infty}$ выпуклые при $x \in X$, $y \in Y$.

Обозначим через $\tilde{B}(X \times Y, E)$ векторное пространство билинейных операторов из $X \times Y$ в E .

Укажем несколько важных классов бивыпуклых операторов.

1) Оператор называют индикаторным, если он принимает только два значения: 0 и $+\infty$. Ясно, что всякий индикаторный оператор из $X \times Y$ в $E_{+\infty}$ имеет вид

$$f(x, y) = \begin{cases} 0, & \text{если } (x, y) \in C \\ +\infty, & \text{если } (x, y) \notin C, \end{cases}$$

где $C \subset X \times Y$. Если $C \subset X \times Y$ бивыпуклое множество, то индикаторный оператор бивыпуклый.

2) Пусть D множество билинейных операторов из $X \times Y$ в E . Оператор $f(x, y) = \sup\{x^*(x, y) : x^* \in D\}$ является бивыпуклой.

3) Пусть $f_i : X \times Y \rightarrow E$ бивыпуклые операторы из $X \times Y$ в E , где $i \in I$, то оператор $f(x, y) = \sup\{f_i(x, y) : i \in I\}$ является бивыпуклой.

4) Важным классом бивыпуклых операторов являются бисублинейные операторы. Бивыпуклый и биположительно

однородный оператор $P : X \times Y \rightarrow E_{+\infty}$ называется бисублинейным.

2. Алегбраический бисубдифференцируемость бивыпуклого оператора

Пусть $P : X \times Y \rightarrow E_{+\infty}$ бисублинейный оператор. Билинейный оператор $x^* : X \times Y \rightarrow E$ называется биопорным или бисубдифференциалом к P , если $P(x, y) \geq x^*(x, y)$ для всех $(x, y) \in X \times Y$. Символом $\partial_2^a P$ обозначается множество всех биопорных к P операторов. Множество $\partial_2^a P$ называется биопорным множеством или бисубдифференциалом оператора P . Если X и Y топологические векторные пространства, а E упорядоченное топологическое векторное пространство, то положим $\partial_2 P = \partial_2^a P \cap B(X \times Y, E)$, где $B(X \times Y, E)$ пространство билинейных непрерывных операторов из $X \times Y$ в E .

Отметим, что если X и Y банаховы пространства, P раздельно непрерывный бисублинейный функционал, то из теоремы 3.2.1[9,с.181] и из теоремы 2.17[10,с.63] следует, что $\partial_2^a P = \partial_2 P$.

Пусть $f : X \times Y \rightarrow E_{+\infty}$ отображение и $\text{dom} f = \{(x, y) \in X \times Y : f(x, y) < +\infty\}$. Легко проверяется, что, если f бивыпуклый оператор, то $\text{dom} f$ бивыпуклое множество. Бисубдифференциалом оператора f в точке $(\bar{x}, \bar{y}) \in \text{dom} f$ назовем следующее множество

$$\partial_2^a f(\bar{x}, \bar{y}) = \{x^* \in \tilde{B}(X \times Y, E) : f(x, y) - f(\bar{x}, \bar{y}) \geq x^*(x, y) - x^*(\bar{x}, \bar{y}), (x, y) \in \text{dom} f\}.$$

Лемма 2.1. Если $P : X \times Y \rightarrow E_{+\infty}$ бисублинейный оператор, $P(0,0) = 0$ и

$(\bar{x}, \bar{y}) \in \text{dom}P$, то

$$\partial_2^a P(\bar{x}, \bar{y}) = \{x^* \in \tilde{B}(X \times Y, E) : x^* \in \partial_2^a P, P(\bar{x}, \bar{y}) = x^*(\bar{x}, \bar{y})\}.$$

Доказательство. Если $x^* \in \partial_2^a P(\bar{x}, \bar{y})$, то

$$P(x, y) - P(\bar{x}, \bar{y}) \geq x^*(x, y) - x^*(\bar{x}, \bar{y}), \quad (x, y) \in X \times Y.$$

Положив $(x, y) = (0, 0)$ и $(x, y) = (2\bar{x}, \bar{y})$ соответственно получим, что $P(\bar{x}, \bar{y}) \leq x^*(\bar{x}, \bar{y})$ и

$$2P(\bar{x}, \bar{y}) - P(\bar{x}, \bar{y}) \geq 2x^*(\bar{x}, \bar{y}) - x^*(\bar{x}, \bar{y}).$$

Отсюда вытекает, что $P(\bar{x}, \bar{y}) = x^*(\bar{x}, \bar{y})$. Тогда имеем, что $P(x, y) \geq x^*(x, y)$ при $(x, y) \in X \times Y$, т.е. $x^* \in \partial_2^a P$. Обратно, если $x^* \in \partial_2^a P$ и $P(\bar{x}, \bar{y}) = x^*(\bar{x}, \bar{y})$, то

$$P(x, y) - P(\bar{x}, \bar{y}) \geq x^*(x, y) - x^*(\bar{x}, \bar{y}), \quad (x, y) \in X \times Y. \text{ т.е.}$$

$x^* \in \partial_2^a P(\bar{x}, \bar{y})$. Лемма доказана.

Лемма 2.2. Если $x^* \in \partial_2^a f(\bar{x}, \bar{y})$, то

$$f(\bar{x} + x, \bar{y} + y) - 2f(\bar{x}, \bar{y}) + f(\bar{x} - x, \bar{y} - y) \geq 2x^*(x, y), \quad (x, y) \in X \times Y.$$

Доказательство. Из определения $\partial_2^a f(\bar{x}, \bar{y})$ вытекает, что

$$f(\bar{x} + x, \bar{y} + y) - f(\bar{x}, \bar{y}) \geq x^*(\bar{x} + x, \bar{y} + y) - x^*(\bar{x}, \bar{y}),$$

$$f(\bar{x} - x, \bar{y} - y) - f(\bar{x}, \bar{y}) \geq x^*(\bar{x} - x, \bar{y} - y) - x^*(\bar{x}, \bar{y})$$

при $(x, y) \in X \times Y$. Сложив эти соотношения имеем

$$f(\bar{x} + x, \bar{y} + y) - 2f(\bar{x}, \bar{y}) + f(\bar{x} - x, \bar{y} - y) \geq x^*(\bar{x} + x, \bar{y} + y) - 2x^*(\bar{x}, \bar{y}) + x^*(\bar{x} - x, \bar{y} - y) = 2x^*(x, y).$$

Лемма доказана.

Для простоты далее будем считать, что E K -пространство.

Пусть $x^* \in \tilde{B}(X \times Y, E)$ и $f : X \times Y \rightarrow E_{+\infty}$. Положим

$$f^*(x^*) = \sup_{x \in X, y \in Y} \{x^*(x, y) - f(x, y)\}$$

Лемма 2.3. Если f бивыпуклый оператор, то $x^* \in \partial_2^a f(\bar{x}, \bar{y})$ тогда и только тогда, когда $f^*(x^*) + f(\bar{x}, \bar{y}) = x^*(\bar{x}, \bar{y})$.

Доказательство. Если $x^* \in \partial_2^a f(\bar{x}, \bar{y})$, то $x^*(\bar{x}, \bar{y}) - f(\bar{x}, \bar{y}) \geq x^*(x, y) - f(x, y)$ при $(x, y) \in X \times Y$. Поэтому

$$x^*(\bar{x}, \bar{y}) - f(\bar{x}, \bar{y}) = \sup_{x \in X, y \in Y} \{x^*(x, y) - f(x, y)\}, \text{ т.е.}$$

$f^*(x^*) + f(\bar{x}, \bar{y}) = x^*(\bar{x}, \bar{y})$. Наоборот, если

$f^*(x^*) + f(\bar{x}, \bar{y}) = x^*(\bar{x}, \bar{y})$, то

$$\sup_{x \in X, y \in Y} \{x^*(x, y) - f(x, y)\} = x^*(\bar{x}, \bar{y}) - f(\bar{x}, \bar{y}). \text{ Поэтому}$$

$$x^*(x, y) - f(x, y) \leq x^*(\bar{x}, \bar{y}) - f(\bar{x}, \bar{y})$$

при $(x, y) \in X \times Y$, т.е. $f(x, y) - f(\bar{x}, \bar{y}) \geq x^*(x, y) - x^*(\bar{x}, \bar{y})$

при $(x, y) \in X \times Y$. Лемма доказана.

Пусть $g : X \times Y \rightarrow E_{+\infty}$ и $\text{dom} g \neq \emptyset$. Так как для каждой пары $(x, y) \in X \times Y$

отображение $x^* \rightarrow x^*(x, y)$ линейный оператор на $\tilde{B}(X \times Y, E)$, то из определения $g^*(x^*)$ вытекает, что $x^* \rightarrow g^*(x^*)$ выпуклый оператор. Положим

$$g^{**}(x, y) = \sup_{x^* \in \tilde{B}(X \times Y, E)} \{x^*(x, y) - g^*(x^*)\}.$$

Ясно, что $(x, y) \rightarrow x^*(x, y) - g^*(x^*)$ бивыпуклый оператор. Поэтому $(x, y) \rightarrow g^{**}(x, y)$ бивыпуклый оператор. Из определения $g^*(x^*)$ получим, что $g^*(x^*) \geq x^*(x, y) - g(x, y)$ при

$(x, y) \in X \times Y$ и $x^* \in \tilde{B}(X \times Y, E)$. Поэтому $g^{**}(x, y) \leq g(x, y)$ для любого $(x, y) \in X \times Y$.

Пусть $f : X \times Y \rightarrow E_{+\infty}$ биположительно однородный оператор. Положим

$$\partial_2^a f = \{x^* \in \tilde{B}(X \times Y, E) : f(x, y) \geq x^*(x, y), (x, y) \in X \times Y\}.$$

Лемма 2.4. Если $f : X \times Y \rightarrow E_{+\infty}$ биположительно однородный оператор и

$$f(0,0) = 0, \text{ то } f^*(x^*) = \begin{cases} 0; & x^* \in \partial_2^a f, \\ +\infty; & x^* \notin \partial_2^a f. \end{cases}$$

Доказательство. Если $x^* \in \partial_2^a f$, то

$$f^*(x^*) = \sup_{(x,y) \in X \times Y} \{x^*(x, y) - f(x, y)\} \leq 0 = x^*(0,0) - f(0,0) \leq f^*(x^*).$$

Отсюда вытекает, что $f^*(x^*) = 0$.

Если $x^* \notin \partial_2^a f$, то существует $(\bar{x}, \bar{y}) \in X \times Y$ такая, что $f(\bar{x}, \bar{y}) < x^*(\bar{x}, \bar{y})$. Тогда

$$f^*(x^*) = \sup_{(x,y) \in X \times Y} \{x^*(x, y) - f(x, y)\} \geq \sup_{\lambda \geq 0} \{x^*(\lambda \bar{x}, \bar{y}) - f(\lambda \bar{x}, \bar{y})\} = \sup_{\lambda \geq 0} \lambda \{x^*(\bar{x}, \bar{y}) - f(\bar{x}, \bar{y})\} = +\infty.$$

Лемма доказана.

Теорема 2.1. Если $f(x, y) = \sup_{x^* \in \partial_2^a f} x^*(x, y)$, то

$$f^{**}(x, y) = f(x, y).$$

Доказательство. Из леммы 2.4 следует, что

$$f^*(x^*) = \begin{cases} 0; & x^* \in \partial_2^a f \\ +\infty; & x^* \notin \partial_2^a f \end{cases}.$$

Поэтому $f^{**}(x, y) = \sup_{x^* \in \tilde{B}(X \times Y, E)} \{x^*(x, y) - f^*(x^*)\} = \sup_{x^* \in \partial_1^a f} x^*(x, y)$,

т.е. $f^{**}(x, y) = f(x, y)$. Тео-

рема доказана.

Теорема 2.2. Пусть $\text{dom}f$ бивыпуклое множество и $\partial_2^a f(x, y) \neq \emptyset$ для любого $(x, y) \in \text{dom}f$. Тогда $f : X \times Y \rightarrow E_{+\infty}$ бивыпуклый оператор.

Доказательство.

Пусть

$(x_1, y), (x_2, y) \in \text{dom}f$, $\alpha \in [0, 1]$, $\bar{x} = \alpha x_1 + (1 - \alpha)x_2$ и $x^* \in \partial_2^a f(\bar{x}, y)$. Тогда получим, что

$$f(x_1, y) - f(\bar{x}, y) \geq x^*(x_1, y) - x^*(\bar{x}, y),$$

$$f(x_2, y) - f(\bar{x}, y) \geq x^*(x_2, y) - x^*(\bar{x}, y).$$

Умножая первое из этих неравенств на α , второе на $1 - \alpha$ и складывая их имеем

$$\begin{aligned} \alpha f(x_1, y) + (1 - \alpha)f(x_2, y) - f(\bar{x}, y) &\geq \alpha x^*(x_1, y) + \\ (1 - \alpha)x^*(x_2, y) - x^*(\bar{x}, y) &= \\ x^*(\alpha x_1 + (1 - \alpha)x_2, y) - x^*(\bar{x}, y) &= 0. \end{aligned}$$

Поэтому $\alpha f(x_1, y) + (1 - \alpha)f(x_2, y) \geq f(\bar{x}, y)$ при $(x_1, y), (x_2, y) \in \text{dom}f$ и $\alpha \in [0, 1]$.

Аналогично имеем, что $\beta f(x, y_1) + (1 - \beta)f(x, y_2) \geq f(x, \beta y_1 + (1 - \beta)y_2)$ при $(x, y_1), (x, y_2) \in \text{dom}f$ и $\beta \in [0, 1]$. Теорема доказана.

Через H обозначим множество всех бисублинейных операторов P из $X \times Y$ в E , которые удовлетворяют условию $P(-x, -y) = P(x, y)$.

Отметим, что если $P_1 : X \times Y \rightarrow E$ и $P_2 : X \times Y \rightarrow E$, то $\partial_2^a(P_1 + P_2) \supset \partial_2^a P_1 + \partial_2^a P_2$.

Действительно если $x_1^\bullet \in \partial_2^a P_1$, $x_2^\bullet \in \partial_2^a P_2$, то $P_1(x, y) \geq x_1^\bullet(x, y)$, $P_2(x, y) \geq x_2^\bullet(x, y)$ при $(x, y) \in X \times Y$. По-

этому $P_1(x, y) + P_2(x, y) \geq x_1^*(x, y) + x_2^*(x, y)$ при $(x, y) \in X \times Y$, т.е. $x_1^* + x_2^* \in \partial_2^a(P_1 + P_2)$.

3. Бисубдифференциал бивыпуклого оператора

Пусть X и Y нормированные пространства, E нормированное K -пространство. Кроме того далее считаем, что E^+ замкнутый выпуклый выступающий конус. Через $B(X \times Y, E)$ обозначим векторное пространство всех непрерывных билинейных операторов из $X \times Y$ в E .

Пусть $f : X \times Y \rightarrow E_{+\infty}$ и $(\bar{x}, \bar{y}) \in \text{dom} f$. Положим

$$\partial_2 f(\bar{x}, \bar{y}) = \{x^* \in B(X \times Y, E) : f(x, y) - f(\bar{x}, \bar{y}) \geq x^*(x, y) - x^*(\bar{x}, \bar{y}), (x, y) \in X \times Y\}$$

а если $P : X \times Y \rightarrow E_{+\infty}$ бисублинейный оператор, то положим

$$\partial_2 P = \{x^* \in B(X \times Y, E) : P(x, y) \geq x^*(x, y), (x, y) \in X \times Y\}.$$

Пусть $P : X \times Y \rightarrow E_{+\infty}$. Положим

$$H((x, \lambda), (y, \mu)) = \begin{cases} \lambda \mu P\left(\frac{x}{\lambda}, \frac{y}{\mu}\right), & \lambda > 0, \mu > 0, \left(\frac{x}{\lambda}, \frac{y}{\mu}\right) \in \text{dom} P \\ 0, & (x, \lambda) = 0 \quad \text{или} \quad (y, \mu) = 0 \\ +\infty, & \text{другие случаи.} \end{cases} \quad (1)$$

Лемма 3.1. Если $P : X \times Y \rightarrow E_{+\infty}$ бивыпуклый оператор, то оператор

$H : (X \times R) \times (Y \times R) \rightarrow E_{+\infty}$ определенная равенством (1) является бисублинейной.

Доказательство. Если $\left(\frac{x}{\lambda}, \frac{y}{\mu}\right) \in \text{dom} P, \lambda > 0, \mu > 0$ и

$\alpha > 0$, то

$$H(\alpha(x, \lambda), (y, \mu)) = \alpha\lambda\mu P\left(\frac{x\alpha}{\alpha\lambda}, \frac{y}{\mu}\right) = \alpha\lambda\mu P\left(\frac{x}{\lambda}, \frac{y}{\mu}\right) = \alpha H((x, \lambda), (y, \mu))$$

Аналогично проверяется, что $H((x, \lambda), \beta(y, \mu)) = \beta H((x, \lambda), (y, \mu))$ при $\beta > 0$, т.е. H биположительно однородно.

Пусть $\left(\frac{x_1}{\lambda_1}, \frac{y}{\mu}\right)$ и $\left(\frac{x_2}{\lambda_2}, \frac{y}{\mu}\right)$ принадлежит $\text{dom}P$ и $\lambda_1 > 0, \lambda_2 > 0$ и $\mu > 0$. Тогда

$$\begin{aligned} H((x_1, \lambda_1) + (x_2, \lambda_2), (y, \mu)) &= \mu(\lambda_1 + \lambda_2) P\left(\frac{x_1 + x_2}{\lambda_1 + \lambda_2}, \frac{y}{\mu}\right) = \\ &= \mu(\lambda_1 + \lambda_2) P\left(\frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \lambda_2} \cdot \frac{x_1}{\lambda_1} + \frac{\lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2} \cdot \frac{x_2}{\lambda_2}, \frac{y}{\mu}\right) \leq \\ &\leq \mu(\lambda_1 + \lambda_2) \left(\frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \lambda_2} P\left(\frac{x_1}{\lambda_1}, \frac{y}{\mu}\right) + \frac{\lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2} P\left(\frac{x_2}{\lambda_2}, \frac{y}{\mu}\right) \right) = \\ &= \mu\lambda_1 P\left(\frac{x_1}{\lambda_1}, \frac{y}{\mu}\right) + \mu\lambda_2 P\left(\frac{x_2}{\lambda_2}, \frac{y}{\mu}\right) \leq H((x_1, \lambda_1), (y, \mu)) + H((x_2, \lambda_2), (y, \mu)). \end{aligned}$$

Аналогично проверяется, что $(y, \mu) \rightarrow H((x, \lambda), (y, \mu))$ сублинейный оператор.

Другие случаи очевидны. Лемма доказана.

Если $(\bar{x}, \bar{y}) \in \text{dom}P$ и $x^* \in \partial_2 H((\bar{x}, 1), (\bar{y}, 1)) = \{x^* \in \partial_2 H : H((\bar{x}, 1), (\bar{y}, 1)) = x^*(\bar{x}, 1), (\bar{y}, 1)\}$,

то $P(x, y) \geq x^*((x, 1), (y, 1))$ при $(x, y) \in X \times Y$ и $P(\bar{x}, \bar{y}) = x^*((\bar{x}, 1), (\bar{y}, 1))$. Поэтому

$P(x, y) - P(\bar{x}, \bar{y}) \geq x^* ((x, 1), (y, 1)) - x^* ((\bar{x}, 1), (\bar{y}, 1))$ при
 $(x, y) \in X \times Y$, т.е. $x^* ((\cdot, 1), (\cdot, 1)) \in \partial_2 P(\bar{x}, \bar{y})$.

Для простоты далее считаем, что значение оператора принадлежит E .

Если $\{u_n\}_{n \in \mathbb{N}} \subset E$, то положим $v_n = \sup_{k \geq n} u_k$ и

$\overline{\lim}_{n \rightarrow \infty} u_n = \lim_{n \rightarrow \infty} \sup u_n \equiv \inf_{n \in \mathbb{N}} v_n$. Также положим $w_n = \inf_{k \geq n} u_k$ и

$\underline{\lim}_{n \rightarrow \infty} u_n = \lim_{n \rightarrow \infty} \inf u_n \equiv \sup_{n \in \mathbb{N}} w_n$. Положим

$\overline{\lim}_{x \rightarrow x_0} f(x) = \lim_{x \rightarrow x_0} \sup f(x) \equiv \inf_{\eta > 0} \sup_{x \in B(x_0, \eta)} f(x) = \lim_{\eta \downarrow 0} \sup_{x \in B(x_0, \eta)} f(x)$.

Положим

$f^{(2)+}((\bar{x}, \bar{y}); (x, y)) =$

$\overline{\lim}_{\lambda, \mu \downarrow 0} \frac{1}{\lambda \mu} (f(\bar{x} + \lambda x, \bar{y} + \mu y) - 2f(\bar{x}, \bar{y}) + f(\bar{x} - \lambda x, \bar{y} - \mu y)).$

Лемма 3.2. Если $f : X \times Y \rightarrow E$ бивыпуклый оператор и $f^{(2)+}((\bar{x}, \bar{y}); (x, y)) > -\infty$ при $(x, y) \in X \times Y$, то $(x, y) \rightarrow f^{(2)+}((\bar{x}, \bar{y}); (x, y))$ бисублинейный оператор.

Доказательство. Легко проверяется, что $f^{(2)+}((\bar{x}, \bar{y}); (\alpha x, y)) = \alpha f^{(2)+}((\bar{x}, \bar{y}); (x, y))$ при $\alpha > 0$. Если $x_1, x_2 \in X$, $\alpha \in [0, 1]$, то

$$\begin{aligned}
f^{(2)+}((\bar{x}, \bar{y}); (\alpha x_1 + (1 - \alpha)x_2, y)) &= \overline{\lim}_{\lambda \downarrow 0, \mu \downarrow 0} \frac{1}{\lambda \mu} (f(\alpha(\bar{x} + \lambda x_1) + \\
&+ (1 - \alpha)(\bar{x} + \lambda x_2), \bar{y} + \mu y) - 2f(\bar{x}, \bar{y}) + f(\alpha(\bar{x} - \lambda x_1) + \\
&+ (1 - \alpha)(\bar{x} - \lambda x_2), \bar{y} - \mu y)) \leq \alpha \overline{\lim}_{\lambda \downarrow 0, \mu \downarrow 0} \frac{1}{\lambda \mu} (f(\bar{x} + \lambda x_1, \bar{y} + \mu y) - \\
&- 2f(\bar{x}, \bar{y}) + f(\bar{x} - \lambda x_1, \bar{y} - \mu y)) + (1 - \alpha) \overline{\lim}_{\lambda \downarrow 0, \mu \downarrow 0} \frac{1}{\lambda \mu} (f(\bar{x} + \lambda x_2, \bar{y} + \mu y) - \\
&- 2f(\bar{x}, \bar{y}) + f(\bar{x} - \lambda x_2, \bar{y} - \mu y)) = \alpha f^{(2)+}((\bar{x}, \bar{y}); (x_1, y)) + \\
&+ (1 - \alpha) f^{(2)+}((\bar{x}, \bar{y}); (x_2, y)).
\end{aligned}$$

Получим, что $x \rightarrow f^{(2)+}((\bar{x}, \bar{y}); (x, y))$ сублинейный оператор.

Аналогично проверяется, что $y \rightarrow f^{(2)+}((\bar{x}, \bar{y}); (x, y))$ сублинейный оператор.

Поэтому получим справедливость леммы 3.2. Лемма доказана.

Обозначим

$$\bar{\partial}^2 f(\bar{x}, \bar{y}) =$$

$$\{x^* \in B(X \times Y, E) : f^{(2)+}((\bar{x}, \bar{y}); (x, y)) \geq 2x^*(x, y), (x, y) \in X \times Y\},$$

$$\partial^2 f(\bar{x}, \bar{y}) = \{x^* \in B(X \times Y, E) : f(\bar{x} + x, \bar{y} + y) - 2f(\bar{x}, \bar{y}) + f(\bar{x} - x, \bar{y} - y) \geq 2x^*(x, y), (x, y) \in X \times Y\}.$$

Из определения непосредственно вытекает, что $\partial^2 f(\bar{x}, \bar{y}) \subset \bar{\partial}^2 f(\bar{x}, \bar{y})$.

Лемма 3.3. Если P бисублинейный оператор, то $\partial_2 P \subset \bar{\partial}^2 P(0,0)$. Кроме того, если $P(-x, -y) = P(x, y)$, то $\partial_2 P = \bar{\partial}^2 P(0,0)$.

Доказательство. Если $x^* \in \partial_2 P$, то $P(x, y) \geq x^*(x, y)$ и $P(-x, -y) \geq x^*(x, y)$ при

$(x, y) \in X \times Y$. Поэтому $P(x, y) + P(-x, -y) \geq 2x^*(x, y)$ при $(x, y) \in X \times Y$, т.е. $x^* \in \partial^2 P(0, 0)$. Тогда имеем, что $\partial_2 P \subset \partial^2 P(0, 0)$.

Если $P(-x, -y) = P(x, y)$ и $x^* \in \partial^2 P(0, 0)$, то $P(x, y) + P(-x, -y) = 2P(x, y) \geq 2x^*(x, y)$ при $(x, y) \in X \times Y$. Поэтому $x^* \in \partial_2 P$, т.е. $\partial^2 P(0, 0) \subset \partial_2 P$. Так как $\partial_2 P \subset \partial^2 P(0, 0)$, то получим, что $\partial_2 P = \partial^2 P(0, 0)$. Лемма доказана.

Лемма 3.4. Если P бисублинейный оператор, то

$\partial^2 P(\bar{x}, \bar{y}) \supset \{x^* \in B(X \times Y, E) : x^* \in \partial_2 P, P(\bar{x}, \bar{y}) = x^*(\bar{x}, \bar{y})\}$
и из $x^* \in \partial^2 P(\bar{x}, \bar{y})$ следует, что $P(\bar{x}, \bar{y}) = x^*(\bar{x}, \bar{y})$.

Доказательство. Если $x^* \in \partial_2 P$ и $P(\bar{x}, \bar{y}) = x^*(\bar{x}, \bar{y})$, то

$$\begin{aligned} P(\bar{x} + y, \bar{y} + y) - 2P(\bar{x}, \bar{y}) + P(\bar{x} - x, \bar{y} - y) &\geq x^*(\bar{x} + x, \bar{y} + y) - \\ - 2x^*(\bar{x}, \bar{y}) + x^*(\bar{x} - x, \bar{y} - y) &= x^*(\bar{x}, \bar{y}) + x^*(x, y) + x^*(x, \bar{y}) + x^*(\bar{x}, y) - \\ - 2x^*(\bar{x}, \bar{y}) + x^*(\bar{x}, \bar{y}) + x^*(x, y) - x^*(\bar{x}, y) - x^*(x, \bar{y}) &= 2x^*(x, y), \end{aligned}$$

т.е. $x^* \in \partial^2 P(\bar{x}, \bar{y})$.

Если $x^* \in \partial^2 P(\bar{x}, \bar{y})$, то взяв $(x, y) = (\bar{x}, \bar{y})$, получим $2P(\bar{x}, \bar{y}) \geq 2x^*(\bar{x}, \bar{y})$, т.е. $P(\bar{x}, \bar{y}) \geq x^*(\bar{x}, \bar{y})$. Положив $(x, y) = (-\bar{x}, \bar{y})$ имеем, что $-2P(\bar{x}, \bar{y}) \geq 2x^*(-\bar{x}, \bar{y})$, т.е. $P(\bar{x}, \bar{y}) \leq x^*(\bar{x}, \bar{y})$. Поэтому $P(\bar{x}, \bar{y}) = x^*(\bar{x}, \bar{y})$. Лемма доказана.

Следствие 3.1. Если P бисублинейный оператор, то

$$\partial^2 P(\bar{x}, \bar{y}) = \left\{ x^* \in V(X \times Y, E) : P(\bar{x} + x, \bar{y} + y) + P(\bar{x} - x, \bar{y} - y) \geq 2x^*(x, y) + 2x^*(\bar{x}, \bar{y}), \quad (x, y) \in X \times Y \right\}.$$

Следствие 3.2. Если P бисублинейный оператор и $x^* \in \partial^2 P(\bar{x}, \bar{y})$, то $P(x, \bar{y}) \geq x^*(x, \bar{y})$, $P(\bar{x}, v) \geq x^*(\bar{x}, v)$ при $x \in X, v \in Y$.

Доказательство. Если $x^* \in \partial^2 P(\bar{x}, \bar{y})$, по следствию 3.1 имеем, что

$$P(\bar{x} + x, \bar{y} + y) + P(\bar{x} - x, \bar{y} - y) \geq 2x^*(x, y) + 2x^*(\bar{x}, \bar{y}) \quad \text{при}$$

$(x, y) \in X \times Y$. Положив $y = \bar{y}$, отсюда получим, что

$$P(\bar{x} + x, 2\bar{y}) \geq 2x^*(x, \bar{y}) + 2x^*(\bar{x}, \bar{y}), \quad \text{т.е.}$$

$$2P(\bar{x} + x, \bar{y}) \geq 2x^*(\bar{x} + x, \bar{y}) \quad \text{при} \quad x \in X. \quad \text{Поэтому}$$

$P(z, \bar{y}) \geq x^*(z, \bar{y})$. Положив $x = \bar{x}$, аналогично имеем, что

$P(\bar{x}, v) \geq x^*(\bar{x}, v)$ при $v \in Y$. Следствие доказано.

Следствие 3.3. Если P бисублинейный четный непрерывный оператор, то

$$\partial^2 P(\bar{x}, \bar{y}) = \{x^* \in V(X \times Y, E) : x^* \in \partial_2 P, P(\bar{x}, \bar{y}) = x^*(\bar{x}, \bar{y})\}.$$

Доказательство. Если P бисублинейный оператор, то по лемме 3.4 имеем, что

$$\partial^2 P(\bar{x}, \bar{y}) \supset \{x^* \in V(X \times Y, E) : x^* \in \partial_2 P, P(\bar{x}, \bar{y}) = x^*(\bar{x}, \bar{y})\}$$

и из $x^* \in \partial^2 P(\bar{x}, \bar{y})$ вытекает, что $P(\bar{x}, \bar{y}) = x^*(\bar{x}, \bar{y})$. Если

$x^* \in \partial^2 P(\bar{x}, \bar{y})$, то из определения $\partial^2 P(\bar{x}, \bar{y})$ получим, что

$$P(\bar{x} + \lambda x, \bar{y} + \mu y) - 2P(\bar{x}, \bar{y}) + P(\bar{x} - \lambda x, \bar{y} - \mu y) \geq 2\lambda\mu x^*(x, y)$$

при $(x, y) \in X \times Y$. Поэтому

$$P\left(\frac{1}{\lambda}\bar{x} + x, \frac{1}{\mu}\bar{y} + y\right) - 2\frac{1}{\lambda\mu}P(\bar{x}, \bar{y}) + P\left(\frac{1}{\lambda}\bar{x} - x, \frac{1}{\mu}\bar{y} - y\right) \geq 2x^*(x, y)$$

для $\lambda > 0, \mu > 0$ и $(x, y) \in X \times Y$. При $\lambda \rightarrow \infty, \mu \rightarrow \infty$ отсюда следует, что

$P(x, y) + P(-x, -y) \geq 2x^*(x, y)$ при $(x, y) \in X \times Y$. Так как P четный оператор, то $2P(x, y) \geq 2x^*(x, y)$ при $(x, y) \in X \times Y$. Следствие доказано.

Лемма 3.5. Пусть P бисублинейный оператор и $x^* \in B(X \times Y, E)$. Тогда неравенство

$$P(\bar{x} + x, \bar{y} + y) - P(\bar{x} + x, \bar{y}) - P(\bar{x}, \bar{y} + y) + P(\bar{x}, \bar{y}) \geq x^*(x, y), \quad (x, y) \in X \times Y \quad (2)$$

выполняется в том и только в том случае, когда $x^* \in \partial_2 P$, $P(z, \bar{y}) = x^*(z, \bar{y})$ и $P(\bar{x}, v) = x^*(\bar{x}, v)$.

Доказательство. Если (2) выполняется, то положив $(x, y) = (\bar{x}, \bar{y})$, получим

$$P(2\bar{x}, 2\bar{y}) - P(2\bar{x}, \bar{y}) - P(\bar{x}, 2\bar{y}) + P(\bar{x}, \bar{y}) \geq x^*(\bar{x}, \bar{y}),$$

т.е. $P(\bar{x}, \bar{y}) \geq x^*(\bar{x}, \bar{y})$. Положив $(x, y) = (-\bar{x}, \bar{y})$, также имеем

$$P(\bar{x} - \bar{x}, 2\bar{y}) - P(\bar{x} - \bar{x}, \bar{y}) - P(\bar{x}, 2\bar{y}) + P(\bar{x}, \bar{y}) \geq x^*(-\bar{x}, \bar{y}),$$

т.е. $-P(\bar{x}, \bar{y}) \geq x^*(-\bar{x}, \bar{y})$ или $P(\bar{x}, \bar{y}) \leq x^*(\bar{x}, \bar{y})$. Поэтому

$P(\bar{x}, \bar{y}) = x^*(\bar{x}, \bar{y})$. Соответственно при $y = -\bar{y}$ и $x = -\bar{x}$ из (2) также вытекает, что

$$P(\bar{x} + x, \bar{y}) \leq x^*(x, \bar{y}) + x^*(\bar{x}, \bar{y}), \quad P(\bar{x}, \bar{y} + y) \leq x^*(\bar{x}, y) + x^*(\bar{x}, \bar{y})$$

при $x \in X, y \in Y$. Отсюда получим

$$P(z, \bar{y}) \leq x^*(z, \bar{y}), \quad P(\bar{x}, v) \leq x^*(\bar{x}, v) \quad \text{при } z \in X, v \in Y.$$

Так как $-P(z, \bar{y}) \leq P(-z, \bar{y}) \leq x^*(-z, \bar{y})$, то $P(z, \bar{y}) \geq x^*(z, \bar{y})$ при $z \in X$.

Поэтому $P(z, \bar{y}) = x^*(z, \bar{y})$ при $z \in X$. Аналогично имеем что

$$P(\bar{x}, v) = x^*(\bar{x}, v) \quad \text{при } v \in Y.$$

Тогда легко получим, что

$$P(z, v) \geq x^*(z, v) \quad \text{при } (z, v) \in X \times Y.$$

Обратно, если $x^* \in \partial_2 P$, $P(z, \bar{y}) = x^*(z, \bar{y})$, $P(\bar{x}, v) = x^*(\bar{x}, v)$ при $x \in X, v \in Y$, то

$$\begin{aligned}
& P(\bar{x} + x, \bar{y} + y) - P(\bar{x} + x, \bar{y}) - P(\bar{x}, \bar{y} + y) + P(\bar{x}, \bar{y}) \geq x^*(\bar{x} + x, \bar{y} + y) - \\
& - x^*(\bar{x} + x, \bar{y}) - x^*(\bar{x}, \bar{y} + y) + x^*(\bar{x}, \bar{y}) = x^*(\bar{x}, \bar{y}) + x^*(\bar{x}, y) + \\
& + x^*(x, \bar{y}) + x^*(x, y) - x^*(\bar{x}, \bar{y}) - x^*(x, \bar{y}) - x^*(\bar{x}, \bar{y}) - x^*(\bar{x}, y) + x^*(\bar{x}, \bar{y}) = x^*(x, y)
\end{aligned}$$

Лемма доказана.

4. Бисубдифференцил раздельно 2-липшицевого оператора

Пусть X и Y нормированные пространства, E нормированное K -пространство. Оператор $f : X \times Y \rightarrow E$ называется раздельно 2-липшицевой в окрестности точки (x_0, y_0) , если существует $\delta > 0$ такое, что

$$\|f(z_1 + x, z_2 + y) - f(z_1 + x, z_2) - f(z_1, z_2 + y) + f(z_1, z_2)\| \leq L \|x\| \cdot \|y\|$$

при $x \in \delta B$, $y \in \delta B$, $z_1 \in x_0 + \delta B$, $z_2 \in y_0 + \delta B$.

Обозначим

$$f^0((x_0, y_0); (x, y)) =$$

$$\overline{\lim}_{\substack{z_1 \rightarrow x_0, \\ z_2 \rightarrow y_0 \\ \lambda \downarrow 0, \mu \downarrow 0}} \frac{1}{\lambda \mu} (f(z_1 + \lambda x, z_2 + \mu y) - f(z_1 + \lambda x, z_2) - f(z_1, z_2 + \mu y) + f(z_1, z_2)).$$

Лемма 4.1. Если $f : X \times Y \rightarrow E$ раздельно 2-липшицевый оператор в окрестности точки (x_0, y_0) , то $(x, y) \rightarrow f^0((x_0, y_0); (x, y))$ бисублинейный оператор.

Доказательство. Пусть $x_1, x_2 \in X$. Ясно, что

$$f^0((x_0, y_0); x_1 + x_2, y) =$$

$$\overline{\lim}_{\substack{z_1 \rightarrow x_0, z_2 \rightarrow y_0 \\ \lambda \downarrow 0, \mu \downarrow 0}} \frac{1}{\lambda \mu} (f(z_1 + \lambda x_1 + \lambda x_2, z_2 + \mu y) - f(z_1 + \lambda x_1 + \lambda x_2, z_2) - f(z_1, z_2 + \mu y) + f(z_1, z_2)) =$$

$$\begin{aligned}
& \overline{\lim}_{\substack{z_1 \rightarrow x_0, z_2 \rightarrow y_0 \\ \lambda \downarrow 0, \mu \downarrow 0}} \frac{1}{\lambda \mu} (f(z_1 + \lambda x_1 + \lambda x_2, z_2 + \mu y) - f(z_1 + \lambda x_1, z_2 + \mu y) + f(z_1 + \lambda x_1, \\
& z_2 + \mu y) - f(z_1 + \lambda x_1 + \lambda x_2, z_2) + \\
& f(z_1 + \lambda x_1, z_2) - f(z_1 + \lambda x_1, z_2) - f(z_1, z_2 + \mu y) + f(z_1, z_2)) \leq \\
& \leq \overline{\lim}_{\substack{z_1 \rightarrow x_0, z_2 \rightarrow y_0 \\ \lambda \downarrow 0, \mu \downarrow 0}} \frac{1}{\lambda \mu} (f(z_1 + \lambda x_1 + \lambda x_2, z_2 + \mu y) - \\
& f(z_1 + \lambda x_1 + \lambda x_2, z_2) - f(z_1 + \lambda x_1, z_2 + \mu y) + \\
& + f(z_1 + \lambda x_1, z_2)) + \overline{\lim}_{\substack{z_1 \rightarrow x_0, z_2 \rightarrow y_0 \\ \lambda \downarrow 0, \mu \downarrow 0}} \frac{1}{\lambda \mu} (f(z_1 + \lambda x_1, z_2 + \mu y) \\
& - f(z_1 + \lambda x_1, z_2) - f(z_1, z_2 + \mu y) + \\
& + f(z_1, z_2)) = f^0((x_0, y_0); x_1, y) + f^0((x_0, y_0); x_2, y).
\end{aligned}$$

Кроме того $f^0((x_0, y_0); vx, y) = v f^0((x_0, y_0); x, y)$ при $v \geq 0$.
Получим, что $x \rightarrow f^0((x_0, y_0); x, y)$ сублинейный оператор.
Аналогично имеем, что $y \rightarrow f^0((x_0, y_0); x, y)$ сублинейный оператор. Лемма доказана.

Множество

$$d_2 f(x_0, y_0) =$$

$$\{x^* \in B(X \times Y, E) : f^0((x_0, y_0); (x, y)) \geq x^*(x, y), (x, y) \in X \times Y\}$$

назовем частным бисубдифференциалом отдельно 2-липшицевых операторов в точке (x_0, y_0) .

Если $b : X \times Y \rightarrow E$ билинейный оператор, то легко проверяется, что $b^0((x_0, y_0); (x, y)) = b(x, y)$.

Обозначим через V единичный замкнутый шар в $X \times Y$. Оператор $f : X \times Y \rightarrow E$ называется 2-липшицевой с постоянной L в окрестности точки (x_0, y_0) если существует $\delta > 0$ такое, что

$$\| f((x, y) + (x_1, y_1) + (x_2, y_2)) - f((x, y) + (x_1, y_1)) - f((x, y) + (x_2, y_2)) + f(x, y) \| \leq L \| (x_1, y_1) \| \cdot \| (x_2, y_2) \|$$

при $(x_1, y_1) \in \delta B$, $(x_2, y_2) \in \delta B$, $(x, y) \in (x_0, y_0) + \delta B$. Рассмотрим (см.[1]) обобщенные

2-производные оператора f в точке (x_0, y_0) по направлению

$$((x_1, y_1), (x_2, y_2))$$

$$f^{[2]}((x_0, y_0); (x_1, y_1), (x_2, y_2)) =$$

$$\overline{\lim}_{\substack{(x,y) \rightarrow (x_0,y_0) \\ \lambda, \mu}} \frac{1}{\lambda\mu} (f((x, y) + \lambda(x_1, y_1) + \mu(x_2, y_2)) - f((x, y) + \lambda(x_1, y_1)) -$$

$$- f((x, y) + \mu(x_2, y_2)) + f(x, y)).$$

Следствие 4.1. Если оператор $f : X \times Y \rightarrow E$ является 2-липшицевым с постоянной L в окрестности точки (x_0, y_0) , то

$$f^{[2]}((x_0, y_0); (\bar{x}, 0), (0, \bar{y})) = f^0((x_0, y_0); (\bar{x}, \bar{y}))$$

при $(\bar{x}, \bar{y}) \in X \times Y$.

Лемма 4.2. Если $P : X \times Y \rightarrow E$ бисублинейный оператор, то $\partial_2 P \subset d_2 P(0, 0)$

Доказательство. Положив в определении $P^0((0, 0); (x, y))$ соответственно $(z_1, z_2) = (0, 0)$ и $(z_1, z_2) = (-\lambda x, -\mu y)$ имеем, что $P^0((0, 0); (x, y)) \geq \max\{P(x, y), P(-x, -y)\}$.

Поэтому из определения $\partial_2 P$ и $d_2 P(0, 0)$ вытекает, что $\partial_2 P \subset d_2 P(0, 0)$. Лемма доказана.

Отметим, что результаты полученные для бивыпуклых операторов можно перенести для n -выпуклых операторов. Кроме того результаты полученные для $\hat{\partial}_2^a P$ можно перенести для $\partial_2 P$ и обратно.

5. О бисублинейных операторах

Пусть X и Y векторные пространства, $f: X \times Y \rightarrow E$ биположительно однородный оператор, E K -пространство. Тензорное произведение пространств X и Y обозначается через $X \otimes Y$ (см.[11, с.86]).

Положим, что

$$\bar{f}(v) = \inf \left\{ \sum_i f(x^i, y^i) : v = \sum_i x^i \otimes y^i, (x^i, y^i) \in X \times Y \right\},$$

где $v \in X \otimes Y$. Легко проверяется $\bar{f}(v)$ сублинейный оператор.

Лемма 5.1. Если $f: X \times Y \rightarrow E$ бисублинейный четный оператор, то

$$\bar{f}(x \otimes y) = f(x, y) \text{ при } x \otimes y \in X \otimes Y.$$

Доказательство. Из определения $X \otimes Y$ вытекает, что $x \otimes y = \sum_{i=1}^n x^i \otimes y^i$

тогда и только тогда, когда (см.[11, с.86])

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n x^i \Theta y^i \in \\ x \Theta y + \text{Lin}\{(x_1 + x_2) \Theta y - x_1 \Theta y - x_2 \Theta y, x \Theta (y_1 + y_2) - x \Theta y_1 - x \Theta y_2, \\ \lambda x \Theta \mu y - \lambda \mu x \Theta y : x_1, x_2, x \in X; y, y_1, y_2 \in Y; \lambda, \mu \in R\}. \end{aligned}$$

По условию имеем, что

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n f(x_1^i + x_2^i, y^i) + \sum_{i=1}^n f(-x_1^i, y^i) + \sum_{i=1}^n f(-x_2^i, y^i) \geq 0, \\ \sum_{i=1}^n f(z^j, y_1^j + y_2^j) + \sum_{j=1}^m f(z^j, (-y_1^j)) + \sum_{j=1}^m f(z^j, (-y_2^j)) \geq 0, \\ \sum_{s=1}^k f(\lambda^s u^s, \mu^s v^s) + \sum_{s=1}^k f(-\lambda^s \mu^s u^s, v^s) \geq 0. \end{aligned}$$

Тогда получим, что

$$\begin{aligned} \bar{f}(x \otimes y) = & \inf \{ f(x, y) + \sum_{i=1}^n f(x_1^i + x_2^i, y^i) + \sum_{i=1}^n f(-x_1^i, y^i) + \sum_{i=1}^n f(-x_2^i, y^i) + \sum_{i=1}^n f(z^i, y_1^i + y_2^i) + \\ & + \sum_{j=1}^m f(z^j, (-y_1^j)) + \sum_{j=1}^m f(z^j, (-y_2^j)) + \\ & + \sum_{s=1}^k f(\lambda^s u^s, \mu^s v^s) + \sum_{s=1}^k f(-\lambda^s \mu^s u^s, v^s) : x, x_1^i, x_2^i, z^i, u^s \in X; y, y^i, \\ & , y_1^j, y_2^j, v^s \in Y; \lambda^s, \mu^s \in R; n, m, k \in N \cup \{0\} \} = f(x, y) \end{aligned}$$

Тогда получим, что $\bar{f}(x \otimes y) = f(x, y)$. Лемма доказана.

Теорема 5.1. Если $f : X \times Y \rightarrow E$ бисублинейный четный оператор, $X_1 = \{x : x = \alpha \bar{x}, \alpha \in R\}$, $\bar{x} \in X$ и $Y_1 = \{y : y = \beta \bar{y}, \beta \in R\}$, $\bar{y} \in Y$, задан билинейный оператор z^* на $X_1 \times Y_1$ и $z^*(x_1, y_1) \leq f(x_1, y_1)$ для всех $(x_1, y_1) \in X_1 \times Y_1$, то существует билинейный оператор $x^*(x, y)$ определенный на $X \times Y$ и такой, что $x^*(x_1, y_1) = z^*(x_1, y_1)$ для $(x_1, y_1) \in X_1 \times Y_1$ и $x^*(x, y) \leq f(x, y)$ при $(x, y) \in X \times Y$.

Доказательство. Из леммы 5.1 следует, что $\bar{f}(x \otimes y) = f(x, y)$ при $x \otimes y \in X \otimes Y$. Поэтому $\bar{f}(x \otimes y) = f(\alpha \bar{x}, \beta \bar{y})$ при $(x, y) \in X_1 \times Y_1$, $x = \alpha \bar{x}$, $\alpha \in R$ и $y = \beta \bar{y}$, $\beta \in R$. Если $x_1^i = \alpha_i \bar{x}$, $\alpha_i \in R$ и $y_1^i = \beta_i \bar{y}$, $\beta_i \in R$, то

$$\sum_{i=1}^n (x_1^i \otimes y_1^i) = \sum_{i=1}^n (\alpha_i \bar{x} \otimes \beta_i \bar{y}) = (\bar{x} \otimes \bar{y}) \sum_{i=1}^n \alpha_i \beta_i.$$

Отсюда следует, что

$$\begin{aligned} X_1 \otimes Y_1 &= \text{Lin} \{ (x_1 \otimes y_1) \in X \otimes Y : (x_1, y_1) \in X_1 \times Y_1 \} = \\ &= \{ (\bar{x} \otimes \bar{y}) \sum_{i=1}^n \alpha_i \beta_i : \alpha_i, \beta_i \in R \} = \{ \alpha (\bar{x} \otimes \bar{y}) : \alpha \in R \}, \end{aligned}$$

где $(\bar{x} \otimes \bar{y}) \in X \otimes Y$. Имеем, что если $v \in X_1 \otimes Y_1$, то существует число $\alpha \in R$ такое, что $v = \alpha (\bar{x} \otimes \bar{y})$. Также имеем,

что существуют $\alpha_1 \in \mathbf{R}$, $\beta_1 \in \mathbf{R}$ такие, что $x_1 = \alpha_1 \bar{x}$ и $y_1 = \beta_1 \bar{y}$. И $v = \alpha(\bar{x} \otimes \bar{y}) = (x_1 \otimes y_1)$. Поэтому получим, что

$$\begin{aligned} \bar{f}(x_1 \otimes y_1) &= \bar{f}(\alpha(\bar{x} \otimes \bar{y})) = \\ f(\alpha \bar{x}, \bar{y}) &\geq z'(x_1, y_1) = z'(\alpha \bar{x}, \bar{y}) = \bar{x}^*(x_1 \otimes y_1) \end{aligned}$$

при $x_1 \otimes y_1 \in X_1 \otimes Y_1$, где $\bar{x}^*(x_1 \otimes y_1) = \alpha z^*(\bar{x}, \bar{y})$. Тогда по теореме Хана-Банаха-Канторовича [7, с.18] существует линейный оператор $u(v)$ определенный на $X \otimes Y$ и такой, что $u(v) = \bar{x}^*(v)$ при $v \in X_1 \otimes Y_1$ и $u(v) \leq \bar{f}(v)$ при $v \in X \otimes Y$. Поэтому $\bar{x}^*(x_1 \otimes y_1) = z^*(x_1, y_1)$ при $(x_1, y_1) \in X_1 \times Y_1$ и $x^*(x, y) = u(x \otimes y) \leq \bar{f}(x \otimes y) = f(x, y)$ при $(x, y) \in X \times Y$. Теорема доказана.

Положим

$$\partial_2^a P = \{x^* \in \tilde{B}(X \times Y, E) : P(x, y) \geq x^*(x, y), (x, y) \in X \times Y\}.$$

Лемма 5.2. Если X и Y векторные пространства, $P(x, y)$ бисублинейный оператор из $X \times Y$ в E и $P(-x, -y) = P(x, y)$, то $P(x, y) = \sup\{x^*(x, y) : x^* \in \partial_2^a P\}$.

Доказательство. Пусть точка $(\bar{x}, \bar{y}) \in X \times Y$ фиксирована. Положив $z^*(\lambda \bar{x}, \mu \bar{y}) = \lambda \mu P(\bar{x}, \bar{y})$ легко проверяется, что z^* билинейный оператор на подпространстве $Z = \{(\lambda \bar{x}, \mu \bar{y}) : \lambda, \mu \in \mathbf{R}\}$. Так как $-P(\bar{x}, \bar{y}) \leq P(-\bar{x}, \bar{y})$, то $z^*(x_1, y_1) \leq P(x_1, y_1)$ для всех $(x_1, y_1) \in Z$. По теореме 5.1 существует такой билинейный оператор $x^*(x, y)$ определенный на $X \times Y$, что $x^*(x_1, y_1) = z^*(x_1, y_1)$ при $(x_1, y_1) \in Z$ и $x^*(x, y) \leq P(x, y)$ при $(x, y) \in X \times Y$. Так как $P(\bar{x}, \bar{y}) = x^*(\bar{x}, \bar{y})$, то получим, что $P(x, y) = \sup\{x^*(x, y) : x^* \in \partial_2^a P\}$. Лемма доказана.

Замечание 5.1. Если f из $X \times Y$ в \mathbf{R} раздельно непрерывная бисублинейная функция и $x^*(x, y) \leq f(x, y)$ при

$(x, y) \in X \times Y$, то используя теорему 3.2.1 [9, с.181] получим, что функционал $x^*(x, y)$ раздельно непрерывен. Поэтому применяя теорему 2.17[10, с.63] получим, что если X и Y банахово пространство, то функционал $x^*(x, y)$ непрерывен.

Положим

$$\partial_2 P = \{x^* \in B(X \times Y, R) : P(x, y) \geq x^*(x, y), (x, y) \in X \times Y\}.$$

Следствие 5.1. Если X и Y банахово пространства, $P(x, y)$ бисублинейная непрерывная четная функция из $X \times Y$ в R , то $P(x, y) = \sup\{x^*(x, y) : x^* \in \partial_2 P\}$.

Справедливость следствия 5.1 следует из леммы 5.2 и замечания 5.1.

Литература

1. Садыгов М.А. Необходимое условие экстремума высших порядков для негладких функций. // Изв.АН Азерб.ССР, сер. физ.-техн. и матем. наук, 1989, № 6, С. 33-47.
2. Садыгов М.А. Экстремальные задачи для негладких систем. - Изд-во Азербайджанского Технологического Университета, Баку, 1996.- 148 с.
3. Sadygov M.A. // On bisubdifferentials of biconvex operators. Transactions of NAS of Azerbaijan, 2005, 25, N 1, P. 209-216.
4. Садыгов М.А. Исследование субдифференциала первого и второго порядков негладких функций. -Баку, Элм, 2007.- 224 с.
5. Рокафеллар Р. Выпуклый анализ.- М.: Мир, 1973.- 470 с.
6. Сухарев А.Г., Тимохов А.Ф., Федоров В.В. Курс методов оптимизации.- М.: Наука, 1986.- 326 с.

7. Кусраев А.Г. Векторная двойственность и ее приложения. - Новосибирск: Наука, 1985.- 256с.
8. Кусраев А.Г., Кутателадзе С.С. Субдифференциальное исчисление.- Новосибирск: Наука, 1987.- 223с.
9. Иоффе А.Д., Тихомиров В.М. Теория экстремальных задач.- М.: Наука, 1974.- 479 с.
10. Рудин У. Функциональный анализ. М.: Мир, 1975.- 443 с.
11. Хелемский А.Я. Гомология в банаховых и топологических алгебрах. - Издат.-во МГУ, 1986.- 288с.

6.4.Müxtəlif metodlar vasitəsi ilə alınmış silisium lövhələrinin aşındırılması və lövhələrdə çəp şlifin alınması metodikası.

R.K.Hüseynov, Z.M.Zeynalov, N.İ.Quliyev

Gəncə Dövlət Universiteti

İşdə müxtəlif metodlar vasitəsilə alınmış silisium lövhələrinin qeyribircinsliliyinin xüsusiyyətlərinə təsir edən amillər araşdırılmışdır. Müəyyənləşdirilmişdir ki, yarımkeçiricinin müxtəlif hissələrinin aşınma sürəti temperaturdan, aşındırıcının tərkibindən, qarışdırma intensivliyindən, keçiriciliyin tipindən və qiymətindən əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır.

Bərk cisim elektronikasının inkişafı, bir tərəfdən yarımkeçirici materialların alınmasının yeni metodları, digər tərəfdən, onların elektrofiziki parametrlərinin tədqiqi ilə kəsilməz bağlıdır. Belə ki, yeni yarımkeçirici cihazların yaradılması yarımkeçirici materialların daha incə xassələrinin öyrənilməsinə tələb edir. Qeyd edək ki, yarımkeçirici cihazların xassələrini müəyyənləşdirən əsas parametrlərinə xüsusi müqaviməti, yürüklüyü və yükdaşıyıcıların konsentrasiyasını, donor, akseptor və dərin tələlərin konsentrasiyasını, yükdaşıyıcıların yaşama müddətini və s. aid edilir.

Yarımkeçirici lövhələrin xüsusi müqavumətinin səth və qalınlıq üzrə paylanması bircinsliliyinin müəyyənləşdirilməsi araşdırmaq.

Bu məqsədlə nəzərdə tutulmuş lövhələrin hazırlanması prosesi bir sıra ardıcıl əməliyyatlardan ibarətdir. Kəsmə əməliyyatının ardınca mexaniki cilalama və pardaxlama əməliyyatları, sonra kəsmədə yaranan mexaniki qalıq zədələrini aradan qaldırmaq məqsədi ilə lövhələrin kimyəvi-mexaniki pardaxlanması həyata keçirilmişdir. Sonuncu əməliyyat nəticəsində müstəvilikdən

kənara çıxması 5 mm-dən az olan müstəvi paralel lövhələr alınmışdır.

Məlum olan kəsmə texnologiyalarının ən yaxşısında paslanmayan poladdan hazırlanmış və daxili tərəfdən almaz ovuntusu ilə örtülmüş kəsici olan dairələrdən istifadə edilmişdir. Bu üsulla diametri 76 mm-ə qədər olan kristallar kəsilmişdir. Bu halda diametri 76 mm olan kristalların kəsilməsi zamanı itki təxminən 30% təşkil edir, kəsmə sürəti isə təxminən 40 mm/dəq olur. Hesab edilir ki, kəsmə sürətini çox da böyük olmayan texnoloji işləmələr hesabına artırmaq olar.

Kəsmə sürəti, konkret kəsmə texnologiyası ilə müəyyən edilən itkilər və bu zaman yaranan qalıq mexaniki zədələrin ölçüləri bir-birilə qarşılıqlı əlaqədədir. Ona görə də prosesin arzu edilən məhsuldarlığı və alınan məhsulun keyfiyyəti arasında kompromisə getmək lazımdır.

Hətta ən yumşaq kəsmə şərtlərində belə lövhələrin səth layında mexaniki zədələr yaranır. Gözlənilmədiyi kimi, lövhələrin zədələnmə dərəcəsi kəsmə texnologiyasından asılıdır [2,5,6]. Çoxralski və zona əritmə üsulu ilə alınmış silindr şəkilli kristallardan qalınlığı 300-625 mkm olan lövhələr kəsilmişdir.

Ona görə kəsmədən sonra lövhələrin səthindən bir neçə on mikrometrik layın (adətən, 12-75 mkm) uzaqlaşdırılması məqsədi ilə onlar mütləq kimyəvi aşındırmadan keçmişlər. Bir qayda olaraq, aşındırıcılar azot turşusu və hidrogen-ftorun qarışığından ibarət olur və dayanıqlığın artırılması məqsədi ilə başqa reagentlər, məsələn, uksus turşusu, brom, yod və.s əlavə edirlər.

Kimyəvi aşındırmadan sonra mexaniki qalıq zədələr uzaqlaşdırılır, lakin yenə də alınan səth cihaz hazırlanması üçün yararlı hamar və mikroskopik müstəvi olmur. Ona görə kimyəvi aşındırma, bir qayda olaraq, kimyəvi-mexaniki pardaxlama ilə birlikdə aparılır. Bunun üçün kimyəvi aşındırılmış lövhələr metal disklər üzərində yerləşdirilərək onların səthi xüsusi PQ-320 qurğusunun köməyi ilə pardaxlanmışlar. Pardaxlanma, həm

lövhənin səthindən materialın mexaniki uzaqlaşdırılması, həm də kimyəvi aşılma hesabına baş verir.

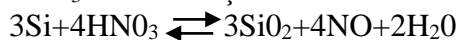
Yarımkeçirici cihazların hazırlanmasında kimyəvi aşındırmanın müxtəlif növləri istifadə olunur: kəsmədən sonra mexaniki zədələnmiş layın uzaqlaşdırılması məqsədi ilə lövhələrin aşındırılması, müəyyən forma almaq üçün dielektrik təbəqələrin aşındırılması, daxili əlaqələrin təmin olunması üçün metal təbəqələrin aşındırılması və s. Məntiqi olaraq aşındırma əməliyyatı litoqrafiyanın ardınca gəlir. Dielektrik təbəqələrin aşındırılmasında bir sıra metodlar istifadə olunur, məsələn, ion-plazma, ion-şüa, maye, qaz və ya plazma aşındırılması; ən çox maye aşındırılması istifadə olunur və o, silisium əsasında cihazlar istehsalında zəruri əməliyyatlardan biridir [1,3,4].

Çəp şlifi (klini) mexaniki cilalama və yarımkeçirici aşındırma yolu ilə almaq olar. Lakin texnologiya və keçiriciliyin tədqiqi nəticələrinin təkrarlanması baxımından aşındırma üçün tez-tez turşu və qələvi aşındırıcılardan istifadə edirlər. Aşındırıcının tərkibinə oksidləşdirici (HNO_3 , H_2O və s.), kompleks yaradan komponent daxildir ki, bu da yarımkeçiricinin atomları ilə suda həll ola bilən birləşmələr (HF , NaOH və s.) yarada bilər. Aşındırıcının tərkibinə kimyəvi reaksiyanın sürətinə təsir edən komponentlər (CH_3 , COOH , Br_2 , AgNO_3 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ və s.) daxil edilir. Bunlar müəyyən kristallik istiqamətlərdə aşınma sürətinə təsir edirlər.

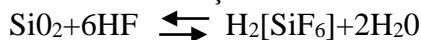
Qeyd edək ki, yarımkeçirici nümunələrin mexaniki cilalanma yolu ilə hazırlanmasının son mərhələsində yenə də aşındırmadan istifadə edilir.

Ümumiyyətlə, silisiumun aşındırma prosesini aşağıdakı kimi təsvir etmək olar:

HNO_3 -də oksidləşdirmə -



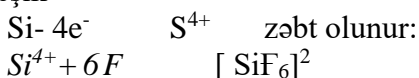
SiO_2 -nin flor turşusunda həll olması -



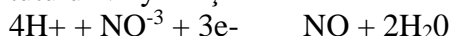
$\text{HNO}_3 + \text{HF}$ qarışıqında aşındırma, mahiyyət etibarilə, elektrokimyəvi prosesdir. Belə proses zamanı yaranan qalvanoelementdə yarımkeçiricinin səthinin ayrı-ayrı yerləri üzlərini növbə ilə anod və ya katod kimi aparırlar.

Yarımkeçiricinin anod rolu oynayan yerində onun həll olması baş verir, bu hal-da katodda aşındırıcının oksidləşdiricisi bərpa olunur.

1. Silisiumun anod həll olmasında dörd elektron azad olur və ya dörd dəşik



2. Katodda oksidləşdirici komponentin bərpası zamanı üç elektron tutulur və ya dəşik azad olur:



Silisiumun həllolma tənliyinin ümumiləşmiş şəkli belədir:



Aşındırmanın baxılan mexanizmi kristallik qəfəsin defektlərinin (dənəciklərin, dislokasiyaların sərhədlərinin) aşkarlanmasını izah etməyə imkan verir. Daha böyük sərbəst enerji ehtiyatına malik olan kristal qəfəs defekti, özünü anod kimi aparacaq, qəfəsin pozulduğu yerlər daha böyük sürətlə həll olacaq. Həllolma (aşınma) sürəti de-dikdə, vahid zamanda kütlənin və qalınlığın azalması başa düşülür.

İstənilən şərtlər daxilində defektlı hissənin aşınma sürəti defektsiz hissəninə nisbətən böyükdürsə, pəzşəkili nümunə hazırlamaq üçün aşındırma metodunu istifadə etmək məqsədə uyğun olmur, çünki aşınmadan sonra nümunənin səthi qeyri-bircins olacaqdır (çökəkliklər, zolaqlar və s.).

Yarımkeçiricinin müxtəlif hissələrinin aşınma sürəti bir çox faktorlardan: temperaturdan, aşındırıcının tərkibindən, qarışdırma intensivliyindən, keçiriciliyin tipindən və qiymətindən əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır. Məsələn, yarımkeçiricinin səthinin defektlı və ideal hissələrinin aşınma sürətinə temperaturun təsirini araşdırmaq. Başqa kimyəvi proseslərdəki kimi, aşınmanın sürəti də

temperaturun artması ilə artır. Bu halda sürətin artımı prosesin aktivləşmə enerjisi ilə müəyyən olunmalıdır. Böyük sərbəst enerji ehtimalına malik olan defektli hissələr üçün aktivləşmə enerjisi, ideal hissələrə nisbətən kiçik qiymətlərə malik olur. Kimyəvi proseslərin sürətinin temperaturdan asılılığı Bolsman faktoru ilə mütənasibdir:

$$V = A \exp(-U/kT) \quad (1)$$

burada A- sabit kəmiyyət, U- prosesin aktivləşmə enerjisi, k- Bolsman sabiti, T- temperaturdur.

Aşağı temperaturlarda kiçik aktivləşmə enerjili proseslərin sürəti böyük aktivləşmə enerjili proseslərə nisbətən əhəmiyyətli dərəcədə böyük olacaq. Lakin (1) düsturuna uyğun olaraq, böyük aktivləşmə enerjili proses üçün kimyəvi reaksiyanın sürəti əhəmiyyətli dərəcədə artır və müəyyən temperaturda proseslərin sürətləri bərabərləşir. Beləliklə, elə aşınma temperaturu seçmək olar ki, bu halda yarımkeçiricinin bütün səthinin aşınma sürəti eyni olsun.

Qeyd edək ki, aşınma ekzotermik prosesdir. Ona görə də zaman keçdikcə aşındırıcının temperaturu dəyişəcək və zəif təsirli aşındırıcılarda bu, daha çox hiss ediləcək. Bundan başqa, yarımkeçiricinin səthi yaxınlığında və kənarlarında aşındırıcının tərkibi eyni olmayacaq.

Yarımkeçiricinin həcmi ilə müqayisədə daha böyük həcmli aşındırıcı götürmək lazımdır və o, daim qarışdırılmalıdır. Diqqətli qarışdırma yarımkeçiricinin səthinin ayrı-ayrı hissələrinin həddindən çox qızmasının qarşısını alır ki, bu da seçilmiş hissəni tez aşınmadan saxlayır və uyğun olaraq, kələkötür və girinti-çıxıntıların meydana gəlməsini məhdudlaşdırır. Aşındırıcılardan istifadə etməklə pəzşəkili numunənin hazırlanması onun sabit sürətlə daxil edilməsini tələb edir.

ƏDƏBİYYAT

1. Броудай И. Мерей Дж. Физические основы микротехнологии. Перевод под ред. А.В. Шальнова. М.: Мир. 1985, 484 с.
2. Бурмистров А.Н., Григорович С.Л., Марин К.Г. Исследование влияния различных стадий изготовления кремниевых пластин на плотность дефектов упаковки в кремниевых эпитаксиальных структурах со скрытыми диффузионными слоями//Электронная техника, сер. Матер.,1980, в.9 с.53-58.
3. Васильев В.Ю. Свойства осажденных из газовой фазы слоев борофосфоросиликатного стекла, используемых в технологии кремниевых интегральных микросхем//Физика и химия стекла. 2000, т.26,№1, с. 116-120.
4. Годжаев Э.М., Х.С.Халилова., Гусейнов Р.К., Гасанли Ш.М. Особенности распределения удельного сопротивления полупроводников толщине кремниевых пластин. // “Azərbaycan hava yolları” Milli Aviasiya Akademiyası ELMİ MƏSMUƏLƏR, 2007, Cild 9, N 4, səh.32-37.
5. Гулидов Д.И., Харламов В.Ю. Оптимизация резки кремния на плоскости (111) //Электронная промышленность, 1983, №10, с.38-41.

6.5. İçməli su və onun ekologiyası

S.Zərbəliyeva, V.Bağirov

Fövqəladə Hallar Nazirliyinin Akademiyası

Respublikanın içməli su mənbələri dedikdə əsasən çaylarımız, bəzi göllərimiz, müxtəlif növ quyularımız, kəhrizlərimiz və s. başa düşülür. Əksər su mənbələrimiz üçün bu gün xarakterik olan mülayim çirklənmə, qatı çirklənmə, şorluluq ayıd edilir.

Dağ və dağətəyi zonalarımızda çaylarımız, bulaqlarımız aran bölgələrindən xeyli təmizdir. Bu bölgələrin dənizdən hündürlüyü də başqa dağlarımıza nisbətən daha çoxdur, yaşayış da yoxdur, yaxud nisbətən seyrəklikdir. Torpaq örtüyü, meşəsi var, kimyəvi maddələr işlənən təsərrüfatları yoxdur. Bu səbəbdən də söylənilən bölgələrdə üst suları içməli sular ekoloji cəhətdən təmizdir və onlarda insan orqanizminə lazım olan mineralların miqdarı kifayətləndiricidir.

Quba-Xaçmaz çayları mülayim çirklənmə qrupundadır, amma yeraltı içməli suları təmizdir. Bu bölgənin çaylarının çirkliliyi bölgədəki konserv zavodu, kommunal təsərrüfat kombinatlarının tullantıları, şəhər və qəsəbələrin çirkab sularının təmizlənmədən axıdılması hesabınadır. Bölgənin sularının tərkibində fenol, mis birləşmələrinin miqdarı normadan xeyli artıqdır. **Şəki-Zaqatala çayları** nisbətən təmiz, bəzi yerlərdə mülayim çirkliliyə sahib, fenol və mis birləşmələrinin qatılığı normadan 5-6 dəfə artıqdır. Bu bölgədə dağlardan aşağı endikcə çirklənmənin də miqdarı tədricən artıq və normanın-5-8 dəfə ötür. **Lənkaran-Astara bölgəsi suları** əsasən təmizdir, yalnız İstisuçayın aşağı axarlarında çirklənmə normanı bəzən 4-6 dəfə öte bilir. Böyüklüyünə görə Azərbaycanın 2-ci çayı olan **Araz** əsasən mis birləşmələri, fenollar, neft məhsulları, çirkabla axıdılan cürbəcür zəhərli maddələrlə və s. çox zəngin olub,

zəhərli komponentləri normadan 7-12 dəfə çoxdur. Araz çayı çox böyük yaşayış məntəqələrindən keçir və həmin əhali, onların təsərrüfatları bu sudan istifadə etmək məcburiyyətindədirlər. Arazın çox çirklili olmasının səbəbi milli düşmənimiz olan ermənilərin Oxçuçay boyunca olan Qafan mis kombinatı, şəhər və qəsəbələrin çirkab sularının təmizlənmədən qəsdən çaya axıdılmasıdır. Hətta, indi ehtimal var ki, ermənilər atom elektrik stansiyasının tullantılarını və qəsdən kimyəvi tərkibi müəmmalı olan maddələri də Araz çayına axıdırlar. Ona görə də Araz çayının suyundan istifadə zamanı "erməni amili" heç vaxt unudulmamalıdır. **Kür çayı** həm böyüklüyünə, həm keçdiyi ərazilərə, ondan istifadəyə, respublika əhalisinin həm təsərrüfatında, həm də içməli su mənbəyi kimi istifadə etməsində, elektrik enerjisi istehsalında Azərbaycan üçün əvəzsizdir. Öz başlanğıcını qardaş Türkiyədən, Şimali Qafqazdan götürən Kür Xəzərə, xüsusən Bakıya gəlib çatana qədər o dərəcədə zəhərli kimyəvi maddələrlə çirklənir ki, əslində heç bir istifadəyə yaramayan vəziyyətə düşür. Böyük Qafqaz çayları yaz-payız mövsümlərində çoxlu sellər əmələ gətirdiyindən Kür çayına həddindən artıq həm zəhərli maddələr, həm də mexaniki qarışıq gətirir. Tibilisi, Rustavi şəhərlərindən keçib Azərbaycana çatana qədər Kür suyunun tərkibindəki zəhərli kimyəvi birləşmələrin miqdarı normanı 9-14 dəfə ötür.

Saf su-bu gün dünyanın ən böyük problemlərindən biridir. İnsan sağlamlığı ilə bağlı olan saf su problemi Respublikamız üçün də çox önəmlidir. Bütün su Yer kürəsinə bərabər təbəqə şəklində yayılsa dünya okeanının ümumi dərinliyi 4 km olar. Bütövlükdə meteoroloji xidmət su ilə sıx əlaqədardır. Yağış, qar, dolu yağması, havanın aydın və ya buludlu isti və ya soyuq, sakit və ya küləkli olması təbiətdə olan sudan əmələ gəlir. Az və çox temperatur anlayışı üçün suyun donma nöqtəsi (0°C) əsas vasitədir. Su buxara çevrildə onun həcmi 1700 dəfə artır və buna görə də buxar qazanlarında onun gücündən istifadə edilir. Su bir atmosfer -760 mm civə sütunu təzyiqlik altında olanda

100°C-də, 10 mm təzyiqlik altında isə 11,2°C -də qaynayır. Suyun qaynama temperaturu olan 100°C canlı orqanizmlərin yaşaya bildiyi son həddir. Bu səbəbdən də suda olan xəstəlik törədici bakteriyaların çoxunu qaynatmaqla məhv edirlər. Susuz yaşıl yarpaqda şəkər, nişasta, yağ, turşu və başqa maddələr əmələ gələ bilməz.

Yer üzərində 23 milyon kvadrat kilometr buz səhralan vardır. Təkcə çaylardakı və torpaqdakı su 250 min kub kilometr həcmindədir. Hər il atmosfərə 380 min kub kilometr su buxarlanır. Keçmiş SSRİ-də hesaba alınan suyun ümumi enerjisinin gücü gündə 200 milyard kilovatdan çox idi. 400°C-də hidrogenlə oksigen 80 gündən sonra, 500°-də isə 2 saatdan sonra birləşib su verir. Proses 600°C-də gedərsə böyük partlayış olar. 3000°C-də su hidrogen və oksigenə parçalanır. 4000°C-də isə bu proses böyük partlayışa gedir.

Dəniz suyunda 50-yə yaxın müxtəlif duz var, o cümlədən qızıl, gümüş, radium, seziyum kimi metalların duzları da çoxdur. Təkcə Volqa çayı hər il Xəzər dənizinə təxminən 70 milyon ton duz gətirir. Adi suda hər 6500 molekula 1 molekula "ağır su" düşür. Buna görə də böyük şəhərlərin əhalisi, özlərində bilmədən, on tonlarla "ağır su" sərf edirlər. "Ağır su" canlı orqanizmlər üçün çox zərərliyədir. Süni yağış yağdırmaq üçün havanın üst qatına təyyarə ilə xırdalanmış "quru buz"- bərk halda karbon qazı səpilir və eyni vaxtda havanı xırdalanmış gümüş 0-0 yodid dənəcikləri ilə "güllələyirlər".

Kimyaçı alimlər suyu mürəkkəb maddələrin 4 sinifə aid edirlər. Yəni su oksiddir - hidrogenin oksigenin birləşməsidir, su turşudur -hidrogen birinci yerdə durur və metalla əvəz edilir, su əsasdır - hidrogen metal kimi hidrosil qrup ilə birləşmişdir, su duzdur - hidrogenin bir atomu metal kimi 1-ci yerdə, 2-ci atom isə qeyri-metal kimi 2-ci yerdə durur. Bir sözlə "möcüzəli" maye olan su haqqında insanlar hələ çox məsələləri öyrənməlidirlər. Hələ qədimdən insanlara su sirlili bir aləm kimi görünmüşdür. Su insanlara çox yaxındır. Lakin, insanlar hələdə suyu tamamı ilə

öyrənib qurtarmamışlar. Suyun tərkibi, fiziki-kimyəvi xüsusiyyətləri ilə bir çox alimlər məşğul olmuşlar. Məlum olduğu kimi su istiliyi özündə saxlayan ən yaxşı mayedir. Elə onu görəndir ki, istilik tutumlu maddə kimi sudan texnikanın bütün sahələrində çox geniş miqyasda istifadə edirlər. İnsanlar da bədənlərində istiliyi əsasən suyun hesabına saxlayırlar. Məlum olduğu kimi suyu qaynatdıqda qabın divarlarında ərp əmələ gəlir ki, texnikada bununla mübarizə aparmaq lazım gəlir. Digər tərəfdən bunun üçün xeyli vəsait xərclənir. Son vaxtlar alimlər müəyyən etmişlər ki, suya maqnitlə təsir etdikdə qabda ərp əmələ gəlmir. Bu sahədə Azərbaycan alimlərinin də böyük əməyi vardır. Özünə dünya şöhrəti qazanmış Azərbaycanlı alim, akademik Azad Xəlil oğlu Mirzəcəvizadənin rəhbərliyi ilə maqnit təsirinin Sibir neft mədənlərində tətbiqi çox yaxşı nəticələr vermişdir. Alimin bu işi böyük dövlət vəsaitinə qənaət etmiş və edəcəkdir. Daha sonra, alimlər insan dişlərini maqnitlənmiş su ilə təmizləməyi məsləhət görürlər. Bir çox xəstəliklərə səbəb olan qanda normadan artıq əmələ gələn xolestrini də maqnitlənmiş su ilə müalicə etmək ən sərfəli müalicə üsuludur. Söylədiklərimizdən əlavə bir çox xəstəlikləridə (dəri xəstəliklərini, inkişafdan qalmanı və s.) maqnitlənmiş su ilə müalicə etmək çox asan və sərfəlidir. Bunun əsas səbəbi maqnitlənmiş suda ağır suyun (deyteriya -D₂O) azalmasıdır. Ümumiyyətlə isə hazırda suyun 10-dan çox növü məlumdur. Alimlərimizin bu sahədəki müvəffəqiyyətləri söylədiklərimizdən daha çoxdur. Lakin alimlər belə hesab edirlər ki, su çox möcüzələrə qadirdir. Onu isə uzun illər öyrənmək lazım gələcəkdir ki, buda insan aləminə bir çox yeniliklər gətirəcək və həm də xeyir verəcəkdir.

1. N.İsmayılov, A.Məmmədova, N.Sadıqov. Ekosistemlərin ekologiyası və təbiətdən istifadə. 2016
2. https://library.unec.edu.az/virtual-s-rgi/virtual-s-rgi-8?utm_source=chatgpt.com

6.6. Polipropilen ilə CdS/ZnS binar sistemi əsasında kompozitlərin elektrofiziki xassələrinə gamma şüalanmanın təsiri

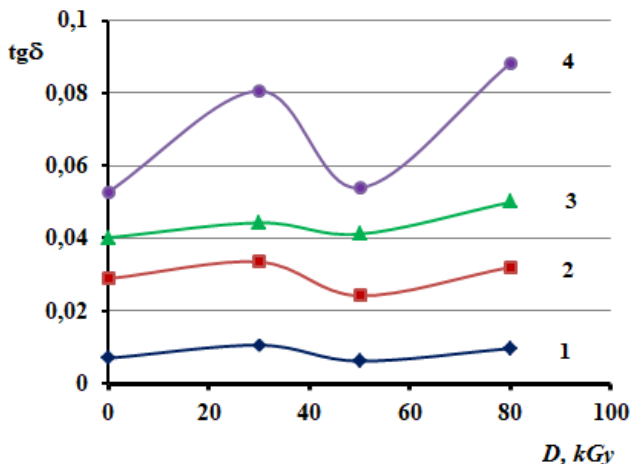
Y.G.Hacıyeva

Elm və Təhsil Nazirliyi Radiasiya Problemləri İnstitutu
Elm və Təhsil Nazirliyi Neft və Qaz İnstitutu
e-mail: egana.hajieva@yandex.ru

Polipropilen (PP) ən çox istifadə edilən polimerlərdən biridir. Hazırda qeyri-üzvi doldurucuların istifadəsinə çox diqqət yetirilir (Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , TiO_2 , Al_2O_3 , ZnO , SiO_2 , CuO , BeO , ZrO_2 , BaTiO_3 , CdS , ZnS) və onların xassələrinin dəyişdirilməsi, müxtəlif elektron cihazlarda və digər strukturlarda tətbiq dairəsinin genişləndirilməsi imkanı ilə əlaqəli olan PP əsasında mineralla doldurulmuş kompozit materiallar. Qeyd etmək lazımdır ki, doldurucu hissəciklərin forması və ölçüsü əmələ gələn defektlərin növünə və polipropilen əsaslı kompozitlərin məhv edilməsinə təsir göstərir [1,2].

Ədəbiyyat materiallarından göründüyü kimi, doldurucuların təbiəti PP-nin kristallaşma və mexaniki xassələrinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir edir. Kristallaşma şəraitindən asılı olaraq PP və YSPE nümunələrinin $\text{tg}\delta$ və ϵ' qiymətlərinin dəyişməsi göstərir ki, kristallığın artması ilə dielektrik davamlılığı (ϵ') artır və dielektrik itkisi ($\text{tg}\delta$) xəta daxilindədir. Məlumdur ki, polipropilen (PP) yüksək sıxlıqlı polietilenlə (YSPE) müqayisədə yüksək şüalanma dozasına davamlılığı azdır. Belə ki, PP-də γ -şüalanmanın $D > 80$ kQr udulma dozasında destruksiya (dağılma) baş verir.

Şəkil 1-də şüalanmamış (ilkin), γ -şüalarla modifikasiya olunmuş ($D=30, 50, 80$ kQr) PP və PP+CdS/ZnS nümunələrinin $\text{tg}\delta = f(T)$ asılılığı verilmişdir. Daha ətraflı bax [3].



Şəkil 1.

PP+CdS/ZnS kompozitn dielektrik itkisinin γ -şüalanma dozasından asılılığı, 1-PP; 2- CdS/ZnS - 10%; 3- CdS/ZnS - 30%; 4- CdS/ZnS - 50%.

ƏDƏBİYYAT

1. Н.Р.Пономарева, Е.С.Оболонкова, Г.П.Гончарук, Ю.А.Григорьев, А.И.Дементьев, О.А.Серенко, С.Л.Баженов. Влияние форма частиц наполнителя на характер разрушения композитов на основе полипропилена. Пластические массы, №2, 2010, с.15-18
2. Дубникова И.Л., Кедрина Н.Ф., и др. Влияние природы наполнителя на кристаллизацию и механические свойства наполненного полипропилена, Высокомолек.соед.,45(2003), с. 468-475
3. I.I.Mustafayev, S.Z.Melikova, E.G.Hajiyeva, The effect of gamma irradiation on the dielectric properties of polyethylene-based composites with the CdS/ZnS binary system, Physics and Chemistry of Solid State. **25**, 700 (2024).

6.7.Naxçıvanın ekoloji vəziyyəti və həlli yolları

S.Zərbəliyeva

Fövqəladə Hallar Nazirliyinin Akademiyası

Naxçıvan Azərbaycanın ayrılmaz hissəsi olmaqla yanaşı, coğrafi izolə olunmuş vəziyyətdə yerləşir. Ermənistanla quru sərhədlərinin bağlı olması, iqlim şəraitinin kontinental quruluşu, su ehtiyatlarının məhdudluğu və artan antropogen təzyiqlər regionda xüsusi ekoloji problemlər yaratmaqdadır. Bu məqalədə Naxçıvanın ekoloji vəziyyəti təhlil olunur və bu problemlərin həlli üçün mümkün alternativlər təklif edilir.

Naxçıvanda mövcud ekoloji problemlərə aşağıdakıları aid etmək olar:

- Su çatışmazlığı. Naxçıvanda yağıntı azlığı və çay şəbəkəsinin zəifliyi səbəbilə su ehtiyatları məhduddur. Araz çayı və onun qolları əsas su mənbəyidir, lakin bu çaylar əsasən transsərhəd xarakter daşıyır və Ermənistan ərazisindən gələn sular çirklənmə riski daşıyır. Nəticədə kənd təsərrüfatında suvarma çatışmazlığı və içməli su qıtlığı yaranır.
- Torpaqların deqradasiyası və eroziya. Quraqlıq, meşələrin məhv edilməsi və dağlıq relyef torpaq eroziyasını sürətləndirir. Bitki örtüyünün azalması nəticəsində torpağın münbitliyi aşağı düşür. Nəticədə əkinəyararlı torpaqların azalması və səhralaşma prosesi baş verir.
- Atmosferin çirklənməsi. Sənaye müəssisələrinin azlığına baxmayaraq, avtomobil nəqliyyatı, məişət yanacaqları və bəzi tikinti obyektləri atmosfərə toz və qaz emissiyaları buraxır. Qış aylarında xüsusilə bərk yanacaq istifadəsi hava çirkliliyini artırır. Nəticədə havanın keyfiyyətində müvəqqəti pisləşmələr mövcud olur.

- Biomüxtəlifliyin azalması. Dağlıq zonalarda və Arazboyu ərazilərdə fauna və flora növlərinin azalması müşahidə edilir. Meşə sahələrinin azalması, ovçuluq və iqlim dəyişiklikləri bu prosesə təsir göstərir. Nəticədə genetik resursların itirilməsi, ekosistemlərin pozulması baş verir.

Naxçıvanda ekoloji qoruma istiqamətində atılmış addımlar:

- Heydər Əliyev adına Təbiət Qoruğu (1978-ci ildən fəaliyyət göstərir): Biomüxtəlifliyin qorunmasına yönəlmişdir.
- Arazboyu yaşıl zonaların salınması: Yaşıllaşdırma aksiyaları aparılır.
- Su anbarlarının tikilməsi və suyun səmərəli istifadəsi: Nehrəm, Əlincəçay, Uzunoba və s. su anbarları.

Bu istiqamətdə ekoloji problemlərin həlli yolları daim araşdırılır və məqsədyönlü işlər aparılır.

Su ehtiyatlarının idarə olunması məqsədilə damcı suvarma sistemlərinin geniş tətbiq olunur, yeraltı su ehtiyatlarının düzgün idarə olunur, yağış sularının toplanması və təkrar istifadəsi edilir.

Torpaqların mühafizəsi və rekultivasiya məqsədilə eroziyaya məruz qalan ərazilərdə aqrotexniki tədbirlər görülür, meşələrin və kolluqların bərpası aparılır, ekoloji şərtlərə uyğun kənd təsərrüfatı texnologiyalarının tətbiqi aparılır.

Atmosferin qorunması məqsədilə avtonəqliyyat vasitələrinin texniki baxışlarının sərtləşdirilməsi, alternativ enerji mənbələrinin tətbiqi (günəş və külək enerjisi), qış mövsümündə ekoloji təmiz yanacaq istifadəsinin təşviqi və s. tədbirlər görülür.

Biomüxtəlifliyin qorunması istiqamətində qoruqların və yasaqlıqların sayının artırılması, nadir heyvan və bitki növlərinin çoxaldılması üçün mərkəzlərin yaradılması, ekoturizmin inkişafı ilə təbiətin qorunması arasında balansın qurulması və s. kimi işlər görülür.

Ekoloji vəziyyətin araşdırılması və problemlərin həlli istiqamətində həmçinin maarifləndirmə işləri də həyata keçirilir.

Ekoloji təfəkkürün inkişafı üçün məktəblərdə və universitetlərdə ekoloji tədrisin gücləndirilməsi, ictimaiyyətin

ətraf mühit məsələlərində fəal iştirakının təşviqi vacibdir. Ekoloji aksiyalar və kampaniyalar mütəmadi təşkil olunmalıdır.

Nəticə. Naxçıvan Muxtar Respublikası ekoloji cəhətdən həssas və məhdud resurslara malik bir regiondur. Su qıtlığı, torpaq eroziyası, atmosfer çirkliliyi və biomüxtəlifliyin azalması bu bölgənin başlıca problemləridir. Lakin məqsədyönlü elmi yanaşma, dövlət siyasəti və cəmiyyətin fəal iştirakı ilə bu problemlərin qarşısını almaq və ekoloji tarazlığı təmin etmək mümkündür.

Ədəbiyyat:

1. Azərbaycan Respublikası Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyi – eco.gov.az
2. AMEA Radiasiya Problemləri İnstitutu – science.gov.az
3. “Naxçıvanın davamlı inkişaf strategiyası” – rəsmi sənədlər
4. Əliyev R. (2021). Azərbaycanın Ekoloji Problemləri. Bakı: Elm nəşriyyatı.
5. Hüseynov A. (2023). Naxçıvanda Su Ehtiyatlarının İdarə Edilməsi. Ekologiya və Təbii Ehtiyatlar Jurnalı.

6.8. İnsan sağlamlığı və iqlim dəyişmələri

R.S.Rzayeva

Fövqəladə Hallar Nazirliyinin Akademiyasının
Elmi tədqiqat şöbəsinin Elmi işçisi

Hazırkı, dövrdə insan sağlamlığı, onun yaşama müddəti, xəstəliklərin çoxalması və s. məsələlər bir çox baxımdan qlobal iqlim dəyişmələri ilə birbaşa əlaqəlidir. Artıq, dünya xalqları və dünya dövlətləri gec də olsa, anlayırlar ki, təbiətə, məişətə, yaşayış tərzinə qayğısızlıq bəşəriyyəti antropogen mənşəli qlobal iqlim dəyişmələri kimi, qeyri-adi problemlə üzbəüz qoymaqladır. Problemin səbəbləri, onun ətraf mühit, iqtisadiyyat, insan sağlamlığı, qida sağlamlığı və həyatın digər sahələri üçün nə dərəcədə önəm kəsb etdiyi artıq beynəlxalq sənədlərdə təbil səsi kimi səslənməkdədir.

Tədqiqatlarımız göstərir ki, günümüzdəki iqlim dəyişmələrinin əsas səbəblərinin 80-90 faizi ətraf mühitin qlobal texnogen çirklənmələri-karbon qazı, metan, su buxan, azot oksidləri, zavod və fabriklərin, nəqliyyatın və s. atmosfer havasına, torpağa, suya atdığı kimyəvi birləşmələrin çoxalması və meşələrin məhvi nəticəsidir.

Nəfəs aldığımız havada "istixana qazlarının" qatılığı insan sivilizasiyası tarixində indiki qədər yüksək olmamışdır. Təsdiq edilmişdir ki, hazırda dünyada bir gündə yandırılan neft, qaz, daş kömür və s. karbohidrogen yanacağıının miqdarı beş min il müddətində təbiətdə toplanmış yanacaq qəddir. Yer səthinin, onun sularının istiliyinin artması, artıq Arktika, Qrenlandiya və digər iri dağ buzlaqlarının əriməsinə səbəb olub. Təsdiqlənmişdir ki, son bir əsrdə Yer atmosferinin temperaturu 1°C-dən çox,

ocean sularının temperaturu isə $0,8^{\circ}\text{C}$ qədər çoxalmışdır. Elə bu səbəbdən də dəniz və okean sularının səviyyəsi qalxır, çaylar tez-tez daşır, subasmalar, fırtına, tufan, qasırğa, leysan yağışları, quraqlıq, şiddətli istilər, meşə yanğınları, ərəzilərin səh- ralaşması və s. təbii fəlakətlər baş verir. İnsan isə tam başqa mühitin məhsuludur.

Hökumətlərarası Ekspertlər Qrupunun rəyinə görə yaşadığımız əsrin sonuna qədər okean sularının səviyyəsi 30-45 santimetr qalxmalıdır. Bu isə, ilk növbədə böyük ərəzilərin, bir sıra adaların, dünyanın iri sahil şəhərlərinin su altında qalması kimi nəticələrə gətirib çıxara bilər. Qeyd edək ki, Abşeron yarımadası və Bakı şəhəri okean səviyyəsindən 25-26 metr aşağı olduğundan və bunun Azərbaycanın bütün Xəzər sahillərinə aid olduğunu yada salsaq, bu çox faciəli bir fəsadlar yarada bilər. Xəzərdə su səviyyəsinin ayrı-ayrı dövrlərdə qalxaraq sahilləri basması artıq hər birimizə bəllidir.

Quru sahillərin su altında qalması bir çox fəsadları ilə yanaşı ərzaq məhsulları qıtlığı da yarada bilər.

Qlobal iqlim dəyişmələrinin nəticələri, xüsusən onların sağlamlığa təsiri artıq dünyanın hər yerində çox müxtəlif dərəcədə və şəkildə çılpalığı ilə görünməkdədir.

Dünya Səhiyyə Təşkilatının Avropa bölgəsinə daxil olan 53 ölkəsində apardığı tədqiqatlar göstərir ki, iqlim dəyişmələrinin sağlamlığa təsiri anomal yüksək və ya aşağı temperaturlu günlərdə, habelə sellər, tufanlar və s. zamanı əhali arasında xəstələnmələr çoxalır, bir çox xəstəliklərin sürəti artır. İqlim dəyişmələri hazırda hər il 200 min vaxtsiz ölümlərə səbəb olur. 2003-cü ilin iyun-sentyabr isti yay ayları müddətində 12 Avropa ölkəsində 70 mindən artıq gözlənilməyən ölüm hadisəsi baş vermişdir. İqlimin istiləşməsi, eyni zamanda bir sıra yoluxucu

xəstəlik törədicilərinin artması ilə müşahidə olunur ki, bu da çoxsaylı fəsadlara gətirib çıxarır, fəvqəladə hal yaradır.

Yer kürəsində istiləşmənin nəticələri olan təbii fəlakətlərin iqtisadi nəticələrinə, sahil ərazilərini su basması ilə əlaqədar evlərin uçulub-dağılması, içməli su qıtlığının yaranması, yolların, körpülərin və digər mühəndis qurğu və infrasturukların sıradan çıxması və s. ilə müşayiət olunan əhalinin həyat şəraitinin pisləşməsi aid edilir. Azərbaycanda da son illər belə təbii hadisələr çoxalmış, ayrı-ayrı şəxsi təsərrüfatlara, dövlət müəssisə və təşkilatlarını, torpaqlarımıza, yollara, körpülərə, şəxsi və dövlət tikililərinə xeyli zərər dəymişdir və proses get-gedə çoxalır.

Ətraf mühitin mühafizəsi və sosial problemlərlə məşğul olan beynəlxalq təşkilatların təhlillərindən çıxan əsas nəticə ondan ibarətdir ki, ətraf mühitə insan fəaliyyətinin təsirinə mütləq hədd olmalıdır. Beynəlxalq birliklərin elmi təhlilinə görə qlobal istiləşmənin 2°C-yə çatması arzu olunmaz sərhəd sayılmalıdır. Əgər, bu temperaturda XXI əsrin ortalarında 500 milyon insan içməli su qıtlığından əziyyət çəkəcəksə, 3°C-də bu rəqəm üç milyarda bərabər olacaqdır.

Qlobal istiləşmənin "istixana qazları" ilə birbaşa əlaqədar olduğu təqdirdə həmin qazların yaşadığımız əsrin ortalarına iki dəfəyə qədər azaldılması 2007-ci ilin sentyabr ayında 8 superdövlətlərin - "səkkizlərin sammitində qərara alınmış və 2009-cu ilin "səkkizlər" görüşündə yenidən təsdiqlənib. Artıq, problem inkişaf edərək, ekologiyadan iqtisadiyyata, işlədilən enerji növlərinə, yeyinti məhsullarına, içməli suya və ən başlıcası isə insanın "ölüm-dirim" məsələsinə gətirib çıxarmışdır.

Hazırda, qlobal istiləşmənin qarşısının alınması və əhali sağlamlığının mühafizəsi üçün dünya elmi ictimaiyyəti tərəfindən

əsaslandırılaraq bəyənilmiş və BMT-nin iqlim dəyişmələri problemi üzrə sənədlərində yerinə yetirilməsi vacib sayılan tədbirlərin iki istiqaməti müəyyən olunmuşdur.

Birincisi yuxanda qeyd edildiyi kimi "istixana qazları"nın miqdarı XXI əsrin ortalarına iki dəfədən çox azaldılmasıdır. Bu mühüm tədbirlərin həyata keçirilməsinə Avropa ölkələrində olduqca həssas yanaşılır, antropogen tullantı mənbələrinin sayının məhdudlaşdırılması və bu sahədə yeni texnologiyaların tətbiq edilməsini sürətləndirirlər. Burada çox vacib məsələ alternativ enerji məsələsidir. Bu məsələ hələ XX əsrin ortalarında Azərbaycan SSR Ali Soveti Rəyasət Heyyyətinin Sədri, görkəmli dövlət xadimi və görkəmli alim-professor Məmməd İsgəndərov tərəfindən qaldırılmışdır. O, Azərbaycanda, onun paytaxtı Bakı şəhərində istifadəsi mümkün və əlverişli olan Günəş, külək, dağ çayları və dəniz suyu enerjisindən istifadəni təklif etməklə Azərbaycan ekologiyasına da bir töhvə olacağını söyləmişdir. Belə olan təqdirdə, müxtəlif enerji mənbələrinə münasib yeni texnologiyaların işlənilməsi və hazırlanması və tətbiqi, yanacaq və enerji istehlakının, o cümlədən yeni yaşayış və ictimai binaların tikilməsi və rekonstruksiyası, enerjiden qənaətlə istifadə, yeni standartların tətbiqi, bu standartlara ciddi əməl edilməsi, tullantı mənbələrində "istixana qazları"nın maksimum utilizasiyasının texnoloji həlli, iri şəhərlərdə karbohidrogen yanacaqları ilə işləyən nəqliyyat hərəkətlərinin məhdudlaşdırılması və s. tələb olunur.

Digər vacib məsələ isə insanların dəyişən iqlim şəraitinə uyğunlaşmasına nail olunmasıdır. Yəni, əhalinin yüksək temperatur şəraitinə adaptasiya qabiliyyətini artırmaq və "istixana qazları"nın atmosfərə atılmasına qarşı tədbirlərin həyata keçirilməsi üçün vacib strategiyanın ortaya qoyulmasıdır.

Bu strategiyaya uyğun olaraq hər bir dövlət, özünün müvafiq bölgələrində çayların daşmasına və içməli su qıtlığına qarşı qabaqalayıcı tədbirlər görməli idilər. Buraya çaykənarı və dağ yamaqları yerlərdə meşələrin salınması, daşqın gözlənilən yerlərdə çayların sahili boyu müdafiə hidrotexniki qurğuların tikintisi, quraqlığa dözümlü ağacların, kolların, bitkilərin əkilməsi, əlavə mühafizə meşə zolağının salınması, şəhərlərdə yaşıllıqların artırılması, böyük qol-budaqlı kölgə yaradan ağaclara üstünlük verilməsi, xəstə insanların, uşaqların və yaşlı şəxslərin sağlamlıq vəziyyətinin daim nəzarətdə saxlanması və s. tədbirlər çox vacib hesab edilməlidir.

Ekoloqlar və həkimlər çox isti vaxtlarda əhalinin sağlamlığının qorunması üçün təklif edirlər ki, evlərin və otaqların xüsusən cənub və cənub-qərbə baxan pəncərə pərdələrinin bağlı saxlanması, kondisionerlər olduqda onların iş rejimlərinə riayət edilməsi, günün günorta çağlarında açıq havada olmadan imtina, belə havalarda gərgin fiziki və əqli işlərdən, gərgin idmandan imtina etmək, bədənin sərin və yaş saxlanması, soyuq suda isladılmış dəsmalla bədənin tez-tez silinməsi, çoxlu maye qəbul edilməsi, spirtli içkilərdən imtina, geyimin düzgün seçilməsi -yəni geniş, yüngül, açıq rəngli və təbii mal-materiallardan hazırlanan paltarlardan istifadə daha məqsədə uyğundur. Ürək-damar, tənəffüs sistemində patologiyası olan xroniki xəstələrin habelə başgicəllənmə, zəiflik, qıcolma və ağrılar hiss edən şəxslərin dərhal təcili tibbi yardıma cəlb edilməsi vacib və zəruridir.

Qeyd edilməlidir ki, Azərbaycanda davamlı ekoloji siyasətin formalaşdırılması, ölkəmizdə yaşıllığın qorunması, artırılması, bölgələrimizdə əhalinin təmiz su ilə təmin olunması, Bakı şəhərinə yeni su kəmərinin Oğuz-Qəbələ kəmərinin

çəkilməsi, səhiyyə sistemində dünya standartlarına cavab verə bilən yeni-yeni tibbi müəssisələrin yaradılması, Fövqəladə Hallar Nazirliyinin geniş və müasir tipli struktur şəbəkələrinin yaradılması bu sahədə bir çox ölkələrə, xüsusəndə MDV ölkələrinə bir örnəkdir. Lakin, bütün bunlarla bərabər Azərbaycanda ekoloji mühitin sağlamlaşdırılmasına, əhalimizin maarifləndirilməsinə, icra strukturlarının dövlət və hökumət göstərişlərinə düzgün əməl edilməsinə, iri şəhərlərdə xüsusəndə Bakı, Sumqayıt, Gəncə kimi şəhərlərdə tullantıların təlabata uyğun idarə edilməsinə, məsuliyyətlə yanaşılmasına çox böyük ehtiyac vardır.

İnsan sağlamlığı günümüzdə qlobal istiləşmədən, ekoloji gərginliyin yaranmasından çox əziyyət çəkdiyindən böyük, dünyəvi problemə çevrildiyindən, bu məsələ ilə bağlı kiməsə "güzəştə" getmək ilk növbədə özümüzə, öz xalqımıza çox böyük zərərlər gətirər.

İstifadə olunmuş ədəbiyyat

1. COP 29
2. <https://azerbaijan-news.az/az/posts/detail/iqlim-deyisikliyi-saglamligimizi-da-tehdid-edir-1730755082/342907>
3. Natiq H.Paşa, İqlim dəyişmələri və Qlobal İstiləşmə (mühazirə konspektləri)

6.9. Azərbaycan ekologiyası XX əsrin sonunda

V.V.Dadaşova

BDU-nun Ümumi fizika və fizikanın tədrisi
Metodikası kafedrasının dosenti

Azərbaycanın gözəl təbiəti, iqlimi, torpağı, bitki örtüyü, heyvanlar aləmi müxtəlif və rəngarəngdir. Həsən Əliyevin yazdığına görə, Azərbaycanın yer üzərindəki 11 iqlim növünün 9-u Azərbaycanda mövcuddur. Azərbaycanda baxımsızlıqdan meşələrin miqdarı azalaraq, hazır ki, ölkə sahəsinin ümumi miqdarının təxminən 10 faizini təşkil edir.

Qafqazda olan 6 min floranın 4100-ü ölkəmizdə bitir. Meşələrimizin isə 90 faizdən çoxu təbii olaraq dağ yamaclarında bitir. Düzənlik torpaqlarımızda meşə sahələri yox dərəcəsidir. Kür boyu mövcud olmuş Tuğay meşələrinin isə yalnız adı qalmışdır.

Hətta, keçmiş SSRİ-də hər nəfərə orta hesabla 4 hektar meşə düşdüyü halda, respublikamızda bu rəqəm 0,13 hektar olmuşdur, hansı ki, SSRİ-nin özü bir çox dövlətlərlə müqayisədə meşəyə ciddi ehtiyacı olan ölkə sayılırdı və indidə sayılır.

Xatırladaq ki, ancaq 1956-cı ildə Azərbaycan Elmlər Akademiyası rızındə təbiəti mühafizə komissiyası təşkil edilmiş və onun təşəbbüsü ilə 1957-ci ildə Bakı şəhərində təbiəti mühafizə üzrə 1-ci Zaqafqaziya müşavirəsi çağırılmış, 1959-cu ildə isə Azərbaycan SSR Ali Sovetinin 2-ci sessiyası təbiəti mühafizə haqqında qanun qəbul edə bilmişdi. Az sonra, yəni 1960-cı ildə respublika Nazirlər Soveti yanında Təbiəti Mühafizə idarəsi, 1963-cü ildə isə yeraltı və yerüstü su mənbələrini mühafizə komitəsi və təbiəti mühafizə cəmiyyəti yaradılmışdır. Tarixi materiallara görə 1982-ci ildə həmin cəmiyyətin sırasına bir milyon 800 min nəfərə qədər həqiqi üzv, 5 minə qədər də müxtəlif müəssisə, idarə, təşkilat daxil olmuşdur.

Deyilənlər bəlkədə cəlbədidir. Lakin, bütün bunlara baxmayaraq respublikamızda təbiətin mühafizəsi çox acınacaqlı vəziyyətdə qalmışdı.

Deməli ki, hələ 1929-cu ildə Qızılağac, Zaqatala, 1958-ci ildə Türyançay, Göygöl, Pirqulu, İsmayılı, Qarayazı, Ağ göl, Bəsit çay, Hirkan, Qara göl və s. qoruqlar, Şəki, Quba, Laçın, Qusar, Göyçay, Bərdə, Xızı, Qazax və s. yasaqlılarda təşkil edilsə də, ölkəmizin ekoloji durumu üçün bunlar yetərli deyildir. Təbiət parklarını çox zaman milli parkda adlandırırlar, buda çox önəmlidir. Bu parklar təbiətin səfəli, füsunkar bölgələrində yerləşən təbiət meşələrindən, zirvəsi qarlı dağlardan, gur şalaləli çöşğun çaylardan, güllü-çiçəkli çəmənliklərdən, mirvari qumlu dəniz çimərliklərindən, gözəl ada və göllərdən ibarət olmaqla, təbiətin bizə bəxşisidir. Amma bu bəxşisə biz lazım olan qiyməti vermir, qaygısını çəkmirik və özümüzdə bilmədən tədricən onları məhv etməklə özümüzüdə məhvə sürükləyirik. Biz öz əlimizdə daha çox və daha mükəmməl texniki vasitələr əldə etməklə, təbiətdən daha çox mənfəət götürür, əvəzində isə ona heç nə vermir, xarabazarlığa çevirməklə geri çəkilirik.

Həsən Əliyevin "Həyəcan təbili" kitabından bir tövsiyəni bütün Azərbaycan insanlarına çatdırmaq istərdim (Həmin kitabı müəllif özü şəxsən mənə vermişdir).

"Bir şeyi yadda saxlamaq lazımdır-yer üzərindəki bioloji mühit məhv olan deyil. Onun nizamının pozulması yeni bir mühit yaradıb, bu mühiti yaşada bilər. Yer in geoloji tarixində belə hallar olmuşdur. Lakin mühitin dəyişdirilməsi bəşərin varlığını təhlükə qarşısında qoyur. İnsan öz-özünün keşikçisi olmalıdır. Heç bir başqa canlı onun harayına çatmayacaq. Bəlkə- də toya, yasa və digər mərasimə yubanmaq olar. Təbiətə münasibətdə yubanmaq çox yaşamağa yubanmaqdır". Yəqin ki, əlavə şərhə ehtiyac yoxdur. XX əsrin 2-ci yarısında SSRİ məkanında, xüsusəndə Azərbaycanda sənayenin inkişafı, zərərli istehsalın çoxalması, təhlükəsiz texnologiyaların inkişaf etdirilməsinə etinasızlıq, təbiəti mühafizə tədbirlərinin vaxtlı- vaxtında həyata

keçirilməməsi, hər birimizin ətraf mühitə biganəliyimiz, ekoloji savadsızlığımız, ekoloji problemlərin insanlar arasında təbliğ edilməsi və s. Azərbaycanın ekoloji durumunu daha da ağırlaşdırmışdır. Plan doldurma ilə qovha-qovla məşğul olan bir çox idarə və təşkilat rəhbərləri təbiəti mühafizə işləri ilə məşğul olmur, bu işə ayrılan maliyyəni aidiyyəti üzrə

xərcləmir, maşın-mexanizmlərin, qurğuların ekoloji ekspertizasını keçirmir, özünün təsərrüfat fəaliyyəti ilə ətraf mühitə ağır zərbələr vurduğunu təsəvvürünə belə gətirmirdilər. "İzvestiya" qəzeti 20 avqust 1988-ci ildə yazırdı ki, neft platformalarını yalnız materiklə birləşdirən borulardan ildə dənizə 30 min ton neft və neft məhsulları axır. Bütün bunlardan sonra dənizdə canlıların kütləvi məhvə təəccüb etmək olarmı? Bəşəriyyətin öz əməlləri ilə təbiəti məhv etməsi özünü də məhv etməsi demək deyilmi?"

Yadda saxlamaq lazımdır ki, texnikanın, kimyanın, zərərli texnologiyaların, insanların təbiətə düşünülməmiş müdaxiləsi və s. amillər təkcə çaylar, meşələr, torpaqlar, sular, qidalar və s. üçün ekoloji fəlakətlər təhlükəsi törətmir. Ətraf mühitin çirklənməsi canlı orqanizmlərin, o cümlədən insanın genetik xüsusiyyətlərinə də pis təsir edir, irsiyyəti məhv edir və düzəldilməsi mümkün olmayan fəsadlar törədir.

BMT-nin məlumatlarına görə dünyada əkinçilik üçün yararlı torpaqların 10 faizində yaşayış məntəqələri, müxtəlif tikintilər, yollar, kanallar, su anbarları, idman meydançaları, hərbi bazalar və s. tutmuşdur. Dünya əhalisinin sürətlə artması, vəziyyəti daha da gərginləşdirir. Dünyada hər bir adambaşına düşən torpaq sahəsi azalaraq 30 hektardan 3 hektara düşməklə 10 dəfə azalmışdır. Bu torpaqlardan yer kürəsində adambaşına düşən torpaq sahəsinin cəmi 0,33 hektarı əkin üçün yararlıdır. Tədqiqatlara görə dünyada mövcud ümumi torpaqların 25 faizini dağlar, 30 faizini daimi donmuş sahələr, yaxud keçilməz cəngəlliklər təşkil edir.

Digər tərəfdən xeyli torpaqlar geoloji, külək, şorlaşma, su eroziyasına məruz qalmışdır. BMT-nin torpaq mühafizəsi ilə

məşğul olan xüsusi şöbəsinin verdiyi məlumata görə, hazırda dünyada 20 milyon kvadrat kilometr torpaq sahəsi aşınmaya məruz qalmışdır.

Artıq gün kimi aydındır ki, gübrələrdən, dərmanlardan düzgün istifadə edilməməsi torpağa, bitki örtüyünə, heyvandarlığa, ətraf mühitə böyük zərərlər gətirir. Hətta zəmilərdə istifadə edilən ağır texnikalar torpaqların üst qatını, məhsuldar qatını, torpağı əmələ gətirən mikroelementlərin fəaliyyətini azaldır. Su dövrəni prosesi və s. pozulur digər tərəfdən torpaqların münbitliyinin bərpası çox vaxt tələbdir. Bircə faktı demək kifayətdir ki, torpağın üst qatında bir santimetr qalınlığında humusun (qida maddəsi) əmələ gəlməsi üçün təbii şəraitdən asılı olaraq 130-dan 400 ilə qədər vaxt lazım gəlir. Odur ki, torpağa, təbiətə, bitki örtüyünə çox həssas yanaşılması tələb olunur. Azərbaycanda çox təəssüf ki, uzun müddətdir ki, həqiqi təsərrüfatsızlıq hökm sürür və bu səbəbdən də otlaq, biçənək və s. qiymətli torpaqlar əhəmiyyətsiz vəziyyətə düşmüşdür. Tarixən Azərbaycan xalqının el arasında belə bir deyimi olmuşdur - "meşəni qorumaq insanı, onun sabahını qorumaq deməkdir". İndi heç kimə sir deyildir ki, ekoloji problemlərin həddindən artıq kəskin dövründə meşə təmiz hava, münbit torpaq, bol su, sürüşmələrə qarşı müdafiə, sellərin azalması, oksigen mənbəyi, ekoloji təbii məhsulların bolluğu və s. deməkdir. Sovetlər birliyi dövründə indiki vaxtla müqayisədə meşəyə daha ciddi münasibət olmuşdur. Meşə Təsərrüfatı Nazirliyi mövcud olmuş -

bölgələrdə az da olsa meşə salınmış, mövcud meşələrin məhvinə icazə verilməmişdir. Müstəqil Azərbaycanın ilk keçid dövründə bir çox sahələrdə boşluq olduğu meşə məsələsinə də siryarət etmiş, meşələr çox plansız olaraq məhv edilmiş, gəlir mənbəyinə çevrilmiş, bəzi adamların ağalığı meydanı olmuş, qozdan, fısdıqdan, şabalıddan, palıddan, göyrükdən hazırlanan qarış-pəncərə, pol-parket imkanlı adamların, vəzifəli şəxslərin yarış meydanına çevrilmişdir.

20 il bundan öncə Azərbaycan ərazisinin cəmi 10 faizini meşələr təşkil edirdi. Təbii ki, bu rəqəm hazırda xeyli aşağı düşmüşdür. Yadımıza salsaq ki, ölkəmizin xeyli hissəsi milli düşmənimiz ermənilərin (hayların) əlindədir, deməli bu vəziyyət daha da acınacaqlıdır. Xatırladaq ki, XX əsrin sonları üçün Azərbaycan meşələrində 480 növdən çox ağac və kol yetişirdi. Eldar şamına və Xəzər lələyinə isə ancaq Azərbaycanda rast gəlinirdi, meşələrdən ildə onlarca ton dərman bitkiləri yığılıb aidiiyyəti qurumlara təhvil verilirdi. Bu məsələ də indi unudulmuş, ayrı-ayrı şəxslərin gəlir mənbəinə çevrilmişdir.

Sultanbud və Kür sahili Tuğay meşələrindən isə günümüzdə danışmağa dəyməz. Durgunluq dövründə, sonrakı illərdə və hazırda da bu meşələrin taleyi heç kim üçün maraqlı deyil. Cins saqqız ağacından ibarət olan sultanbud meşələrinin ümumi sahələri həmin illərdə 1300 hektar sahəni əhatə edirdi. Burada həm də göyrüş, qovaq və s. ağaclar da mövcud olmuş, endemik ağac cinsi olan saqqız isə sultanbudda üstünlük təşkil etməsi ilə yanaşı, həm də tarixən ən qocaman ağac növünə aid edilir. 20 il bundan öncə (1988-ci il) Tuğay meşə sahəsindən Sabirabadda 2512 hektar, Yevlaxda 1600 hektar, Bərdədə 1500 hektar, Zərdabda 910 hektar, Saatlıda 720 hektar əkin sahəsinə çevrilib. Bu səbəbdən də Tuğay meşələrinin hətta bərpasına torpaq çatışmır. 1956-cı ilin hesabat sənədlərinə görə Ağdam, Ağcavədi, Ağdaş, Bərdə, Yevlax, Zərdab, Mirbəşir bölgələrində 20 min hektar meşə sahəsi mövcud olmuşdur. 30 ildən sonra isə bu meşə sahələrindən 2,0 min hektarı salamat qalmışdır. 1900-cü ildə Azərbaycanın ancaq üç qəzasından 22.750 ton qoz və fındıq əldə edildiyi halda, 80 ildən sonra bu rəqəm 500- 600 ton qoz, fındığın isə 5 min ton istehsalı olmuşdur. Bu nəticə isə özümüz özümüzün düşməniyə deməyə bizə əsas yaradır. Ekoloji qlobal problemlərin həddindən ziyadə kəskinləşməsi hər şeydən öncə insanların ətraf aləmə, özünə nəzarətsiz, düzgün olmayan münasibəti ilə birbaşa əlaqəlidir. Zamanımız qlobal problemlərlə təzahür edən ziddiyyəti dərin siyasi, iqtisadi,

sosial və s. böhran həddinə çatdıraraq onları təhlükəli istiqamətə yönəldir. İstənilən halda ekoloji problemlər vətənimizin həyatına, onun sağlam yaşam tərzinə öz mənfi təsirini göstərir. Hətta, təbiətdən səmərəli istifadə etdikdə belə, əhalinin və istehsalatın ətraf mühitə təsiri vardır. Bu baxımdan Azərbaycanın ekoloji problemləri səhiyyə-sağlamlıq, adi və texniki təsərrüfat, estetik, milli və s. çoxlu sayda mühüm məqamlardan ibarətdir.

Hazırda ekoloji problemlər milli maraq çərçivəsindən çıxaraq, ümumbəşəri əhəmiyyət kəsb edən təbii sərvətlər üçün daha vacibdir. Mütəxəssislər hesab edirlər ki, atmosferdə yerin istilik şüalarını özündə saxlayan karbon qazı çoxaldıqca havımın temperaturu 3-5 dərəcə arta bilər. Bunun nəticəsində Yer kürəsi miqyasında iqlim dəyişməsinə gətirib çıxarar, ozon yarıqlarını artırar, bütün canlıların, flora və fatmanın məhvinə gətirib çıxarar.

Hazırda "Ümumi bazar"ın üzvü olan ölkələrdə ətraf mühitin çirklənməsi ictimaiyyəti ciddi narahat etməkdədir. Hələ 20 il bundan öncə Avropa Birliyi komissiyasının verdiyi məlumat görə, ancaq sənaye tullantılarının emalı nəticəsində hər il atmosfərə 570 ton qurğuşun, 31 ton kalium, 68 ton civə, yüz tonlarla zərərli kimyəvi birləşmələr atılır. Bütün dünya "turşulu yağışları" yağıntısından getdikcə daha çox əziyyət çəkməkdədirlər. Səbəb isə istilik elektrik stansiyalarının atmosfərə atdıqları kükürd-2 oksiddir.

Avropa Birliyi Komissiyasının üzvü S.K.Devilin fikrincə, hər cür imkanları olan sənayeçilər, böyük dövlətlər komissiyanın hər hansı ekoloji tədbirinə qəzəblə müqavimət göstərdiklərinə görə vəziyyət get-gedə daha da gərginləşir.

İndi qlobal problemə çevrilmiş-ekoloji durumun həlli həm milli, həm də beynəlxalq səviyyədə şüurun və fəaliyyət tərzinin siyasi, iqtisadi və s. sahələrdə yenidən qurulmasını tələb edir. Problemin həllində siyasi iradənin olması ən mürəkkəb ekoloji məsələlərin həllini də asanlaşdırar.

Müasir dövrdə fəaliyyət göstərən beynəlxalq hüquq normalarından biri də təbiətə hərbi məqsədlərlə təsir göstərməyin qadağan edilməsidir. Məhəlli müharibələrin özü belə təbiətə dəhşətli təsir göstərir.

Torpaqlardan ekoloji-elmi qaydalara əməl etmədən uzunmüddətli istifadə bütün dünyada olduğu kimi Azərbaycanda da bir çox fəsadlara gətirib çıxarmışdır. Bu məqsədlə hələ 1990-cı ildə Bakıda üç gün davam etmiş ümumittifaq müşavirədə torpaq örtüyünün müasir vəziyyəti, onun mühafizəsi, münbitliyin bərpa olması və bitkilərin qidalanma şəraitinin yaxşılaşdırılması problemləri müzakirə olunmuşdur. Həmin dövr üçün torpaqların vəziyyətinin necə həyacan doğurduğunu Azərbaycan timsalında müzakirə etmişlər. 20 il bundan əvvəl respublikamızın hər sakininə 0,18 hektardan az əkin sahəsi düşdüyünü, 50 min hektardan xeyli çox torpaq sahəsinin şoranlaşdığı qeyd olunmuşdur. Bu dövrdən keçən uzun illər ərzində vəziyyət heç də yaxşılaşmamışdır. Torpaqların 50 faizindən çoxu eroziyaya uğramış, pestisidlər, ağır metal turşuları və sənaye tullantıları, məişət tullantıları, tikinti tullantıları və s. ilə çirkləndirilmişdir.

Azərbaycanın ayrı-ayrı bölgələrində, xüsusəndə Bakı və Sumqayıtda yaşayış sahələrinin böyüməsi, yeni-yeni şəhər, qəsəbə və s. salınması çox yaxşı qəbul edilsədə, həmin yaşayış məntəqələrinin ekoloji gələcəyinin diqqətdən kənar qalması, şəhərsalma qaydalarına, əməl olunmaması bu məkanlarda ekoloji şəraitin dünyada qəbul olunmuş səviyyədən qat-qat aşağı olmasına gətirib çıxarmışdır. Statistik məlumatlar və hətta bu məlumatsızda Azərbaycanda ekoloji xəstələrin sayının sürətlə artdığını da görmək olur.

Adi-ictimai həyatda ekoloji amilin rolunun lazımi dərəcədə qiymətləndirilməsi, İmaməsi, şəhərlərdə ətraf mühitin vəziyyəti haqqında uzunmüddətli, mükəmməl proqnozlardan istifadə edilməməsi və s. amillər, şəhər həyat şəraitinin, canlıların sağlamlığının aşağı düşməsinə gətirib çıxarır ki, bu da dövlət üçün, canlı üçün çox ağır problemlərlə qarşılaşmaq deməkdir.

Təkcə Bakı şəhərinin "Qara Qarayev" metrosundan başlayan, "Neftçilər" metrosu, 8 km bazarından, "Xalqlar", "Əhmədli" metrosundan keçən və XX əsrin 90-cı illərinə qədər paytaxtın ən müasir tələblərinə və ekoloji tələblərə cavab verən bu küçə hazırda ürək ağrıdıcı bir vəziyyətə düşmüşdür. Digər tərəfdən yada salsaq ki, bu küçə üç Heydər parkından keçir, çox anlaşılmazlıq alınır. Yəqin ki, biz nəyəsə, kiməsə hörmət etməliyik, hörmətlə yanaşmalıyıq. Küçə torpaqlarına, ağaclarına sənəd verən, sərəncam verən, bu yolla nəyisə əldə edən şəxslər qanun qarşısında cavab verməkdən çəkinmirlərsə, görəsən şəxsi vicdanları qarşısında necə!

Şəhər ekosisteminin və ətraf mühitin çirklənməsi ancaq ekoloji deyil, sistemlə bağlı sosial məsələlərdən-hava hövzəsinin çirklənmədən qorunması, su ehtiyatlarının çirklənməsinin və tükənməsinin mühafizəsi, şəhər səs-küyünün səviyyəsinin aşağı salınması, elektromaqnit şüalanmasının qarşısının alınması, şəhər təbii mühit ünsürlərindən səmərəli istifadə olunması və onların bərpa edilməsi, şəhər tikililərinin və şəhərətrafi torpaqların yüksək sanitariya-gigiyena tələbatlarının təmin edilməsi, ərazilərin mühəndis-təchizatı səviyyəsinin yüksəldilməsi, planlı ekoloji bölgələşdirilməsi, insanla ətraf mühitin qarşılıqlı təsirinin sosial-iqtisadi gələcəyinin işlənilib hazırlanması və s. sadalamaq olar. Deyilən məsələlərin sadəcə olaraq sadalanması məsələnin nə qədər mürəkkəb olduğunu və eyni zamanda bütövlükdə şəhərlərin inkişafı problemlərinə kompleks yanaşılmasının zəruriliyini ortaya qoyur.

Dövrümüzdə hər şeydən öncə şəhərlə kəndin getdikcə daha da yaxınlaşması, elm və texnikanın durmadan təkmilləşməsindən daha da artıq istifadə edilməsi və bunların ətraf mühitə daha çox ekoloji mənfi təsir göstərməsi durmadan artır. Beləliklə, xalq deyimi ilə desək şəhərlərdə yaşamaq getdikcə dözülməz həddə çatır. Bu da dövləti və hökuməti məcbur edir ki, sənaye qurğularını və digər iş yerlərini Azərbaycanın bölgələrinə "səpələsin"

ki, Bakı və Sumqayıt bu böyük bəla və problemlərdən yüngülləşsin.

Bakının hazır ki, durumu göstərir ki, avtomobillərin qaz yanacağına keçməsi xeyli dərəcədə, şəhərin ekoloji durumuna yaxşı təsir edərdi, həm də texniki-iqtisadi baxımdan da sərfəli olardı. Qeyd edək ki, bir maşının 15 min kilometr məsafə qət etməsi nəticəsində 4400 kq oksigen sərf edir, ətraf mühitə isə 3300 kiloqram karbon qazı, 550 kiloqram dəm qazı, 95 kiloqram digər qazları və 12 kiloqramdan artıq rezin tozu ilə yanaşı digər tozları hava mühitinə ötürür. Bu səbəbdən də Bakı və Sumqayıt şəhərlərinin hava mühitinin çirklənməsi səviyyəsinin 50 faizdən artığı avtomobillərin "fəaliyyəti" hesabına alınır. İnsan başa düşməlidir ki, ehtiyatlardan qənaətlə, ağılla istifadə edilməsi, torpağa, meşəyə, təmiz havaya, bitki və heyvanlar aləminə qayğı, onların öz daxili-mənəvi və digər çox mühüm işləridir. Əslində özünü təbiətdən ayıran və onun qanunlarından asılı olmadığını fikirləşən insan böyük səhvə yol verir.

V.Y.Vernadski söyləmişdir ki, XX əsrin adamı dərk etməlidir ki, o planetin sakinidir, yeni aspektdə fikirləşməli və fəaliyyət göstərməlidir, ayrı-ayrı şəxsiyyət, ailə, nəsil, dövlət və yaxud dövlətlər ittifaqı aspektində deyil, planet aspektində düşünməli və fəaliyyət göstərməlidir. Cəmiyyətin ekoloji istiqamətdə tərbiyə olunması, ekoloji etikanın, ekoloji şüurun formalaşması təbiətə müsbət təsir göstərir. Ədalət xatirinə deməliyik ki, hazırda Azərbaycanda istehsalın, texnikanın, elmin, ictimai və fərdi şüurun intensiv ekologiyalaşdırılması prosesi dövlət səviyyəsində getməkdədir. Əgər, yerlərdə məmurlar, digər fərdlər təbiətə eyni müsbət münasibətlə yanaşarlarsa ən azı ekoloji tarazlığın vəziyyəti indiki ağır durumdan fəlakətə sürükləməz.

ƏDƏBİYYAT

1. Cəfərova S.Q., Hübətova S.T., Əsgərov S.Ə. Reptililərin ekologiyası Bakı 2015
2. Məmmədov Qərib, Xəlilov Mahmud Ekologiya və ətraf mühitin mühafizəsi Bakı 2005
3. Qərib Məmmədov, Mahmud Xəlilov [Ekologiya, Ətraf mühit və İnsan](#) Bakı 2007
4. İnternet Resursları

6.10. Azərbaycan türklərinin xalq feneologiyasında təbii fəvqəladə hadisələrin öncəgörmələri

Samirə Musa qızı Orucova

Fəvqəladə Hallar Nazirliyinin Akademiyasının baş müəllimi

Tarixən Azərbaycan türkləri çox işlərin həll edilməsinə qadir olmuşlar. Bu xüsusiyyət özünü daha çox xalqımızın müstəqil yaşaması dövrlərində özünü qabarıq biruzə vermişdir. Xalqa başqa xalqlar hakim olanda - onun insanları da özünə yad diqtə ilə oturub-durmali olur. Bu mənada müəyyən dövrlər Azərbaycan insanları qədim köklərdən müəyyən qədər aralı düşmüş, xalqın qazanmış olduğu tarixi bilgiləri unudulmuş, bəsitləşmişdir.

Odur ki, xalqımızın əkin-biçinlə, xalq meteorologiyası ilə, ekologiyası ilə, təsərrüfatların ayrı-ayrı sahələri üzrə empirik qaydaları olmuşdur. Bunlardan yadda qalmışları, xüsusəndə Zəngəzur, Yuxarı Qarabağ, Laçın bölgəsində son dövrlərə kimi insanların gündəlik həyatda işlətdikləri, bəzi yaradıcı insanların yazılarında təsadüf etdiklərimizi yada salaq.

Bir çoxlarına məlum olduğu kimi, Laçın bölgəsində təbii halda xeyli qiymətli palıd meşələri, zoğal və zirinc adlı bitki yetərincədir. Yerli əhali zoğalın, zirincin və palıd ağacının çoxlu qoza gətirdiyi ilin qışının bərk keçəcəyini bildirirdilər və belə də olurdu. İnsanlar bitkilərin köməyi ilə ilin fəsiləri haqqında da mülhizələr yürüdükdülər. Əgər, aprel ayında tozağa- cından daha çox şirə axardısı, bu yayın yağmurlu olması əlaməti idi. El demişkən "Elin sözü əvvəl-axır düz olu - düz olu"...

Rütubət çox olan yerlərdə, sucuqlarda adətən cincilim çox olur və bu bölgədə cincilimin yarpaqları havada yağışın olmasını söyləmək üçün əsas götürülürdü və insanlar ona uyğun işlərini nizamlayırdılar. Cincilimin çiçəkləri səhər vaxtı açma- ybsa,

demək həmin gün yağış yağacağı labütdür. Payız gələrkən çinar ağacı yarpağını başdan tökürsə qış mülayim, aşağıdan tökürsə qışın tez gələcəyi, qarlı-çovğunlu keçəcəyinin əlaməti hesab olunurdu. Laçın bölgəsinin hər yerində çinar qalmamışdı, yox idi. Ancaq Laçın şəhəri yaxınlığında 300-350 yaşı olan bir neçə çinar var idi. İnsanlar çox zaman adam göndərüb həmin çinarların yarpaq tökülüşünü bilib ? sonra işlərini nizama salırdılar. Öz vaxtına görə albalı ağacı yarpağını tamam tökməyibse. deməli soyuq hava az davam edəcək, havalar yenidən istiləşəcəkdir. Payızın ilk ayında .göy gurultusu xalq inamınca payızın isti keçəcəyi göstəricisidir. Yaxud, payızda yerə qar düşərdisə bu qışın mülayim keçəcəyinin işarəsi idi.

El-oba arasında leyləyin, ala qarğanın ağacın başında yuva tikməsi qışın soyuq, ortasında tikməsi mülayim keçəcəyi hesab edilirdi. Deyilənləri bilən, ona fikir verən insanlar payızda həm də qışa hazırlıq işlərini qaydaya salırdılar. Qış ayları təsərrüfat işlərində mühüm rol oynamasa da xalq etiqadlarında bununla bağlı mühüm işlər olmuşdur.

Adətən 9 dekabrdan (21 -dən) başlanan qış, martın 9-na (21-dək) davam edir. Xalq qışı müxtəlif mərhələlərə - böyük çillə, kiçik çillə və alaçalpo olmaqla 3 yerə bölmüşdür. Böyük çillə 40 gün, kiçik çillə 20 gün, alaçalpo 30 gün ömürlüdür. Böyük çillə və kiçik çillə arasında iki çillənin bir - birini əvəz etməsinə xalq arasında "təhvil - təslim dövrü" adı almışdır. İnsanlar müəyyən etmişlər ki, təhvil-təslim dövründə hava 3, bəzən hətta 7 gün qarlı - çovğunlu keçməlidir. Böyük çillənin sonu, kiçik çillənin başlanğıcında havaların dəyişməsinə özü üçün bir sınaq hesab edən əhali həmişə buna hazırlıq görmüş təbiətə onun səxavətinə arxalanmamışdır.

Çillələr dövründə həyata keçirilən mühüm nəzarət işlərindən biri bağ-bağatın suvarılmasıdır. Bu suvarma xalq arasında " çillə suyu" adı daşıyıb və bağlarda, bostanlarda ziyanvericilərin məhv edilməsi, meyvə ağaclarının vaxtından əvvəl gül açmasının qarşısını almaq məqsədi güdüdü. Çillə zamanı bağa verilən su

gecələr donur, həmin donuş həm də ağaca təsir edirdi. Bunun sayəsində xalq dili ilə desək, qış yuxusundan gec oyanır ki, buda onun məhsuldarlığının artırılmasına xidmət

edir. Deyilənlər çillə suyunun təsərrüfatda xüsusi rola malik olduğunu təsdiq edir ki, əlbətdə, el-obada xalqımızın bu ənənəsindən günümüzdə də istifadəsi məqsədyönlüdür.

Əlbətdə, xalq təqviminə xalq meteorologiyasına, ekologiyasına ehkam kimi baxmaq da düzgün olmaz. Dövrümüzdə elm yaxşı inkişaf etdiyindən, ən çox ondan bəhrələnmək daha məqsədyönlüdür. Xalq meteorologiyasının mühüm bir hissəsi feneologiya və feneoloji müşahidələrlə bağlıdır. Yuxarıda dediyimiz və demədiyimiz əkinçiliklə bağlı məlumatlar ulu babalarımızın çox qədimdə feneoloji təqvim yaratmalarının bariz nümunəsidir. Çox təəssüflər ki, vaxt ötmüş, zaman dəyişmiş, təsərrüfatlara baxış dəyişmiş və feneoloji təqvim unudulmuş, tam halda bizə gəlib çatmamışdır. Həm də feneoloji təqvimin tədqiqi ilə bağlı elmi araşdırmalar aparılmamışdır. XX əsrin ortalarına kimi Azərbaycan insanları əriyin yetişməsi ilə bağlara çoxlu sığırçın gəlməsini söyləyirdilər.

Hətta, günümüzdə işlədilən "ərik bağın yoxdur ki, sığırçının necə quş olduğunu biləsən" zərb məsəli xalqımızın feneoloji müşahidələrindən bizlərə miras qalandır.

Feneoloji müşahidələrlə bağlı zərb-məsəl -"bildirçinin bəyliyi darı sovruqlanacandı" söyləməsidir. Məlumdur ki, əkin- biçin vaxtı bildirçin daim bu yerlərdə olur, darı qurtardı bildirçində yoxa çıxırdı. Həm də darı digər taxıllara nisbətən gec yetişib, gec də döyülür. Eldə işlədilən "arpadan, buğdadan əlim qırıldı, çarəm sənə qaldı, darı xırmanı" zərb - məsəli də buradandır. Bildirçinin yoxa çıxmasını rəncbərlər artıq payızın başa çatması kimi qəbul edərdilər.

Qədim babalarımız üfünün vəziyyətinə baxıb günün necə keçəcəyini söyləyə bilirdilər. Günəş doğarkən, səhər - səhər üfün həddindən artıq qızarmış olardısı, həmin gün külək əsəcəyi, qış vaxtı, hətta yağış və ya qar yağacağı gözlənilirdi. Axşam tərəii

Günəş qüruba enərkən üfük qızarmış olardısı, səhərin günəşli keçəcəyi mütləq idi. İnsanlar təbiətin bu feneologiyasını belə nəzmə çəkmişdi: Səhərin qızartısı axşama vaydır, Axşamın qızartısı səhərə yay.

Təsərrüfatla məşğul olan Azərbaycan türkləri Ay planetini müşahidə etməklə də öz işlərini təbiətə uyğun qurar, təbiətin bir çox "şıltaqhq"larından özlərini xilas edərdilər. Etnoqrafik xarakter daşıyan bu tip müşahidələr bir çox insan fəaliyyətini tənzipləməyi Ayın fazaları ilə uyğunlaşdırırdılar. Səpin, biçin, ağacların kəsilməsi, budanması və s. işləri Ay təzələndikdə, yaxud yarımaylıq olduqda həyata keçirməli idilər. Səpin ən çox Ayın bədrələnmiş dövründə keçirilər və toxumun tez cücərməsi, məhsuldarlığın çox olması gözlənilərdi. Arpanın dəninin tökül-məməsi üçün onu Ay qaranlığında əkməli idilər. Yaxud, ağacdan düzəldilmiş alət və əşyaları qurd yeməməsi üçün ağacları ay qaranlığında kəsərdilər.

Qədimlərdə Azərbaycanda, onun dağ və dağətəyi bölgələrində qalın meşəliklər yetərinəcə idi və insanlar ağacı bir çox sahələrdə işlədirdilər. Həmin dövrlərdə Zəngəzurda, onun Laçın bölgəsində qırmızı palıd bol idi və insanlar bu palıdların iri gövdələrini dam tikmək üçün gecələr kəsərmişlər. Mənası isə deyildiyi kimi bu ağacları ağac qurdu yeməsin, millərin, pərlərin ömrü uzun olmaq üçün belə edərmişlər. Hətta, el arasında "Ay daldalandı, palıdı kəsmək olar" deyimi dövrümüzə qədər gəlib çatmışdır.

Digər tərəfdən Ayın təzələnməsi zamanı onun duruşu, forması, bir sözlə vəziyyətinə görə də havanın necə olacağı proqnozlaşdırılırdı. Adətən, Ay təzələnərkən nazik qövsvari forma alır. Və bu zaman ayın duruşu Yerə baxırsa havaların yağmurlu, yağışlı - əksinə Ayın duruşu üfüqdərsə quraqlıq olacağı demək idi. Ayın bir qütbünün üfüqə, digərinin Yerə baxması vəziyyətinə isə havaların dəyişkən keçəcəyi demək idi. Bədrələnmiş Ayın dövrəsi sanmtıl rəngə çalardısı, həmin ay yağmurun çox, ağ rəngə çalardısı quraqlıq olacağı güman

edilirdi. Həsənbəy Zərdabı "Kaspi" qəzetində - 1900-cu ildə yazdığı "Ayın fazalarının Yer üzərində üzvi həyata təsiri" məqaləsində qeyd edir ki, Yer üzərində üzvi həyat Ayın təsiri ilə əlaqəlidir. O, yazır: - "Sakit okeanda, Samoa adalarında olan palo- lo dəniz qurdları Ayın fazalarına, dövrlərinə uyğun olaraq müəyyən düüst vaxtlarda suyun üzərinə çıxarkən, saatdan xəbəri olmayan yerli tayfalar təkcə Ayın öz orbiti üzrə hərəkətinə görə həmin palolo dəniz qurdlarının suyun üzünə çıxmasını nəinki gününə, hətta saat və dəqiqəsinə qədər düzgün müəyyən edərək dənizə ova çıxırlar və bu ov bir xalq bayramı şəklində keçirdi". Təbii ki, burada səma cisimləri ilə kainatın inkişaf qanunları arasında bir vəhdət, bir qanunauyğunluq olduğunun bariz nümunəsidir. Elm sübut etmişdir ki, Günəş və Ayın Yerə təsirindən Yer üzərindəki okean və dənizlərin suyu qalxır və ya səviyyə aşağı düşür və digər hadisələr baş verir. Biz Xəzərin tərəddüdü ilə əlaqədar bu barədə bir neçə dəfə yazmışıq və hesab edirik ki, Xəzər səviyyəsinin tərəddüdünün elmi əsaslarla öyrənilməsinə astronomları, maye-qaz mexanikası ilə məşğul olan fizik elm adamlarını cəlb etmək çox vacibdir. Nəzərə alsaq ki, Azərbaycan Xəzərlə 950 kilometr təmasdadır və bu sahil dünya okean sularından 25-26 metr aşağı səviyyədədir, məsələnin aktualığı bir az da maraqlıdır. Digər tərəfdən ölkə sənayesinin, onun iqtisadi göstəricilərinin və bu sahiləki insan sıxlığını da yada salsaq problemin dövlət əhəmiyyəti kəsb etdiyi gün kimi aydın olar. Digər bir həyat təcrübəsi Ay on dörd günlük olanda zəlzələ, vulkan və s. hadisələrin də çox güclü baş verməsi, havaların yağmurlu keçməsinə insanlar həmişə müşahidə etməsidir və bu haqda yazılı mənbələrdə də məlumatlar öz əksini tapmışdır. Son dövrlərə qədər qış fəslində gecələr ayaz, şaxtalı - gündüzlər isə dumanlı, buludlu keçərdisə insanlar qışın pis keçəcəyini və əksinə qışda gündüzlərin ayaz, gecələrin isə buludlu, dumanlı keçməsinə qışın xoş keçməsi və təsərrüfat üçün faydalı olacağını söyləyirdilər.

Tarixi etnoqrafik məlumatlardan, söyləmələrdən aydın olur ki, xalq meteorologiyasında duman, şəh məhsuldarlıq, bərəkət rəmzidir. Yazağzı, habelə payızda, səpin vaxtı yerə duman enərdisə, bu əkinin tez göyərməsinə səbəb olur, yaz dumanı bərəkət, qış dumanı isə dəyişən hava deməkdir. Bu səbəblərdən də xalqımız "yaz dumanı bar gətirər, qış dumanı qar" zərb-məsəlini işlətməşər. İlin məhsuldarlığını göstərən əlamətlərdən biri də xalqda "qarı nənənin qurşağı", "qarı nənənin örkəni" adlandırılan göy qurşağıdır. Etnoqraf M.Əfəndiyev XIX əsrin sonlarında yazırdı ki, göy qurşağı məhsuldarlığın ilk nişanəsi olub, hansı ildə o çox olarsa həmin ildə bol məhsul gözlənilir. Qarı nənənin qurşağı yeddi rənglidir. Rənglərin hər biri ayrılıqda arpa, buğda, çəltlik, darı, paxla, noxud və lərgə kimi taxıl növünü təmsil edir. İnsanlar yazağzı qarı nənənin qurşağına baxaraq, adlarını çəkdiyimiz hansı taxıl növünün daha çox olacağı haqqında mülahizələr söyləyərdilər. Belə ki, qarı nənənin qurşağında qırmızı rəng arpa və buğdanın, sarı rəng darının, yaşıl rəng lobyə və paxlanın bolluğuna işarə olmaqla hansı rəng daha gözə çarpan idisə, onun təmsilçisi daha çox məhsuldar olunacağı gözlənilirdi.

Təbiət biliciləri dumanın səmti, buludun rəngi, səmanın ümumi vəziyyətinə görə də yaşadığı təbiətdə, havada hansı dəyişiklik olacağı haqqında fikir söyləyir, təcrübəsiz insanlara məsləhətlər verərmişlər. Bu təcrübəyə görə qərbdən qara buludun gəlməsi yazda və yayda yağışın, qışda isə qarın yağması kimi qəbul edilirdi. Müşahidəyə uyğun olaraq insanlar öz işlərini nizama salarmışlar. Y.V.Çəmənəzəminli "Həyatımın 20 ili" əsərində yazır: "Yaz dumanı şəhəri bürüyür, göz-gözü görmürdü... Yenə pəncərəni salıb, ocağın qırağına yığılırdıq, dumana qarşı tədbirlər lazım idi. Bir ip götürüb, şəhərdəki keçəllərin yeddisinin adına düyün salıb ocaqda yandırardıq, sonra dumanın özünə müraciət edərək onu qorxudardıq". *Duman qaç, qaç, qaç, Pərdəni aç, aç, aç! Səni qayadan asaram, Yanına dağma basaram.*

Yəni, duman Günəşə pərdə olma, onu aç, qoy insanlar Günəşin istisindən qızınısınlar, əks təqdirdə səni dağdan atar və ya asar, hətta yanına bir damğa basarlar.

Təbiətdə baş verəcək dəyişiklikləri insanlar həm də ev heyvanlarının, ev quşlarının hərəkətləri ilə də şərh edə bilirmişlər. Oğər cücəli toyuq havanın dəyişəcəyini hiss edib, cücələrini qanadları altına toplayıbsa- deməli yağış yağacaq. Xəzər sahillərində quşlar alçaqdan uçardılarsa, balıqçılar dənizdə güclü fırtına olacağını gözləyər, dəniz ovuna getməzdilər.

Quşlardan xoruz, bildirçin, bülbül və qeyri oxuyan quşlar heç nə olmadan oxuyardılarsa, deməli yağıntı olacaq, yaxud külək əsəcəkdir. Zəlilər olduqları qabın dibində sakitə da- yanılıbsa, deməli səhər sakit və günəşli olacaqdır. Əksinə zəlilərin narahatlığı, qabın divarlarına dırmaşmaları havanın dəyişəcəyi deməkdir. Çəyirtgə isə yumurtalarını hündür yerdə basdırırsa, yağıntı gözlənilir - yağışın yaratdığı sel yumurtaları yuyub aparmasın deyə belə edərildilər. Çöl siçanları yerlərini dəyişirlərsə, deməli ot ələf az olacaq.

Yuxarıda deyilənlərdən məlum olur ki, Azərbaycan türkləri xalq feneologiyasından və xalq meteorologiyasından lap qədimlərdən məşğul olmuş və onlardan məharətlə istifadə edə bilmişlər. Xalqımızın təbiət, Yer, səma, cisimləri, heyvanları, quşları haqqında əldə etdikləri empirik biliklər min illərin həyat təcrübəsinin nəticəsi olub, heç bir dini, yaxud fantastik düşüncələrin məhsulu yox, təbiəti, ətraf mühiti müşahidələrin, xalq beyninin, zəkasının yekunudur, məhsuludur. Xalqımızın bu zəngin mənəvi irsinin daha sambalı öyrənilməsi günümüzdə də qarşımızda duran çox aktual məsələlərdən biridir. Hesab edirik ki, Azərbaycan xalqının çoxəsirlik tarixinin, maddi və mənəvi mədəniyyətinin hələ də açılmamış neçə-neçə istiqamətləri öz tədqiqatçılarını gözləyir.

1. İlbəy Ortaylı Qazi Mustafa Atatürk 2018
2. Yusif Vəzir Çəmənəminli Həyatımın iyirmi ili 1935
3. İnternet resursları

6.11. Some alternative and renewable energy sources and peculiarities of mountain-valley winds as dependent on the local relief

Gulnara Mehdiyeva, Tamilla Ahmad

In this work to overview sources of alternative energy and shows the results of scientific research of mountain-valley winds in arbitrary local Relief. The features of mountain-valley winds are considered, depending on the complex geographic conditions of the region. The dynamics of the loss of wind speed during zigzag flow through mountain gorges and narrow passages is analyzed and the effect of these losses on the wind flow characteristics. It is planned to conduct scientific research to determine the available wind potential and to bring the profitability of a particular type of alternative energy sources in the South Caucasus.

Instead of Introduction

President of the Republic of Azerbaijan Ilham Aliyev chaired the Cabinet of Ministers meeting on the results of the first quarter of the year and the forthcoming meeting[3].

... We now export electricity to neighboring countries. We are fully satisfied with all our needs throughout the country. However, we must look at how much generating forces will need us. We must take into account the development of our country, population growth, industrialization process. That is, considering the great development, we need to look at how much electricity is needed for our domestic consumption after five years and ten years. In parallel, we have to analyze foreign markets, how much energy we export to the foreign markets after five years, ten

years. ... We must create alternative energy sources - wind, solar, hydroelectric power stations. Some issues were examined in this field and 1 submitted[3].

1. The situation of alternative energy in the southern Caucasus

Worldwide drop in oil and gas reserves, their production decline is unavoidable and necessary in today's and future near-term non-traditional energy sources. Alternative energy sources include the following: 1). Wind energy; 2). Solar energy; 3). Hitchhiking; 4). Energy of rivers; 5). Geothermal; 6). Biofuel; 7) Thermo-nuclear sintez

Solar energy - the solar energy here, of course, the light and heat energy reaching the earth should be understood. The light and heat of the sun play a major role in the life of the earth. Its energy split into the universe in a year is 4×10^{23} kilowatt x hour . In a year approximately 2×10^{18} kW sunlight energy falls to Earth surface. This energy is 30 thousand times more than one using by people in the world. 1.36 kW ($1.36 \text{ kW} / \text{m}^2$) solar radiation energy falls on the per 1m^2 of perpendicular placed on Sun radiation surface outside the Earth's atmosphere.

Atomic energy can also be considered as an endless source of energy. However, the experience of nuclear power plants (AES) shows that they are not safe, their structure and operation should be further improved technologically.

The use of alternative sources of energy and wind energy, especially in today's crucial issues, is due to the collapse of the ecological situation in the 21st century for the known reasons, the loss of carbohydrates in the world and the increasing demand for energy from the world. Installation of wind installations and solar panels is not accompanied by any environmental pollution (contamination) in the environment. These facilities are available in many parts of the world, as well as in Absheron, suitable for in-

stallation and recycling. Wind machines can be used to overcome the energy crisis in our Republic.

The wind is the result of this movement (air flow), and it has a constant energy that can not be exhausted. People have used this energy from ancient times to this day. Over time, as science and technology have evolved, people's wind and energy use have improved and expanded. Winds on Earth are the result of sun exposure to the atmosphere. Of course, there are factors such as the geographical location of the earth, the rotation around its axis and, as a consequence, the unequal heat of the sun. It is believed that the first wind turbines were installed two thousand years ago in China, Japan and Tibet. At the time of our era, wind engines existed in Egypt, the Middle East, and in ancient Azerbaijan.

Wind power today is declining in dozens of countries around the world, in the past and in the prime of the practicality of the venue in the land of Earth. Some of the electric motors are generated in Denmark by 19%, in Ireland - 14%, in Spain - by 16% and in Germany - by 8% [8].

At present, the power of Azerbaijan's energy system is 7.2 thousand megawatts. The total capacity of alternative and renewable energy sources is 12,000 megawatts. [4]

In the work[7], on the basis of the hydrodynamic equations, changes of speed of wind - kinetic energy of a stream of air, caused by influence of a local relief have been studied. In the given work, on the basis of the hydrodynamic equations, have been studied changes of speed of wind - kinetic energy of an air stream, caused by influence of a local relief. In system of the equations for the description of so-called "effect of friction" on the Earth's surface has been offered new approach.

On the path of the wind flow, an artificially created obstacle contributes to the appearance of turbulence, eddies and the variation of the air circulation in a given locality (see [2, 9]) (Figure 1.):



Fig.1. The onset of turbulent force - The rock in the path of the wind flow

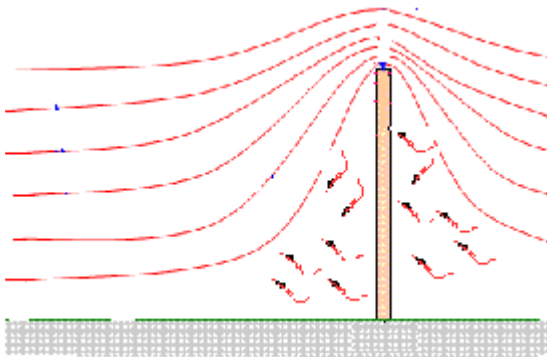


Fig 2. The emergence of turbulent force - Artificial wall in the path of the wind flow

With effective obstacle resistance, the horizontal wind flow slows down and the vertical velocity of the wind flow increases and deformation of the air flow occurs. Vertical movements of the wind flow in the mountainous terrain are much greater than in the open area. The horizontal velocities of the wind flow (V) are found from the formula: $V = V_h(1 - K_3)$,

Where: V_h - speed of vertical movement of the wind flow; K_3 is the coefficient of retardation of the wind speed.

The deceleration factor K_3 takes into account the height, width and shape of the gorge. K_3 we find by the formula:

$$K_3 = \sqrt{C_{rse} + 0.5C_{sg}(1-\eta)P_g \sum \frac{h}{b}}$$
, where C_{rse} and C_{sg} - factors of resistance of a surface of the earth and slopes of gorges. $C_{rse} = 0.003$ and $C_{sg} = 0.6$; P_g is the density of the gorge; h ; b - average height and width of the gorge; η is the permeability of the wind to the gorges.

Elevations in the mountains significantly affect the movement of the wind. Even small changes in altitude cause changes in wind speed. As a result, the movement of the air stream becomes turbulent and remains the same at a certain distance even on the plain. In the turbulent flow, a continuous random vortex movement of air in all directions is observed, which requires more energy and creates more resistance to the air flow. According to the law of conservation of energy, the mass of air flow through the width of the canyon is equal to the mass of this stream flowing into a wide valley:

$$\frac{F_1}{m_1} = \frac{F_2}{m_2} = const$$
, where, m_1

is the mass of the air stream; F_1 - width of the gorge or canyon; m_2 - the mass of this flow flowing into a wide valley; F_2 is the width of the valley.

It can be seen from the formula that the velocity of the air flow is inversely proportional to the cross-sectional area of the gorge and vice versa [2]. High-speed head of air flow flowing through the width of the gorge or canyon, we determine by the

formula: $q = \frac{\rho V^2}{2}$, where: q - high-speed air pressure (); ρ - density of air; V - air speed.

The value of the force of the head of the air flow is determined by the formula: $X = c_x \frac{\rho S}{2} V^2$, where: ρ - density of air flow; S - the cross-sectional area of the gorge or canyon; V - speed of wind flow; c_x - the drag coefficient of the drag. $E_{kin} = mV^2 / 2$ -

The kinetic energy of the air flow is $E_{kin} = mV^2 / 2$: where: m - масса воздуха,; m - mass of air, $kg \cdot s / m^2$; V - speed of air flow, m / s

The potential energy $E_p = PFS$ of the air flow where: P - air pressure, $kg \cdot s / m^2$;

S is the cross-sectional area of the air flow, m^2 ; F - the path covered by 1 kg of air flow through this section, m .

The wind continuously changes and the average power of the air flow passing through the cross-sectional area of the gorge or canyon in a certain time limit is found by the formula:

$W = \frac{\rho V^3 F}{2}$, Where: ρ - density of air; F is the cross-sectional area of a gorge or canyon, m^2 ;

Для достижения поставленной цели планируется сформулировать и решать следующие задачи:

To achieve this goal, it is planned to formulate and solve the following tasks:

S - the path covered by 1kg of air flow through this section, m ; Figure 3 shows the histograms of repeatability for how long and at what speed in the year the wind blew for 2015 in the Sharur region of the Nakhchivan Autonomous Republic. The histogram of wind speeds allows us to present the distribution of wind speeds for the seasons of the year:

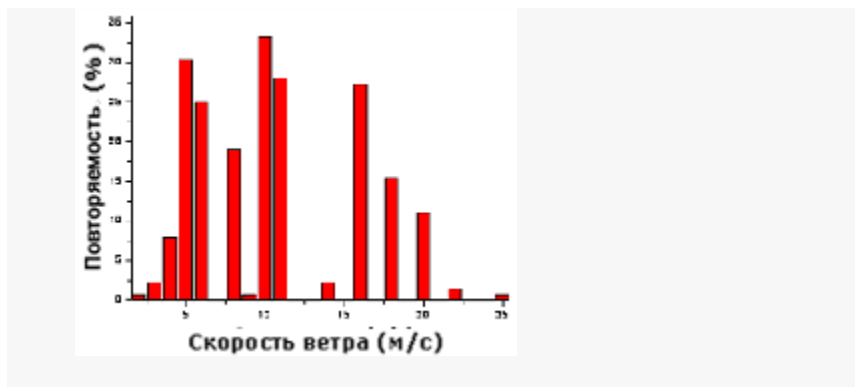


Figure.3.

Conclusions

Features of mountain-valley winds depending on height, density, pressure, terrain and geographic features of the Nakhchivan basin are considered. The dynamics of the loss of wind speed during the encounter of various obstacles on their way and the effect of these losses on the wind flow characteristics are analyzed. The results of scientific research of the wind energy potential of the Nakhchivan Autonomous Republic are shown, which has a complex geographic relief.

REFERENCES

1. Abdrakhmanov R.S., Perevendensev Yu.P. Renewable energy sources, Kazan.- Publish off, Kazan university.- 1998, p. 120 - 134.
2. Dolgoulskiy A., Saydamatov . Alternative energy sources, Kyrgyz STU, 2008, s. 3 - 10
3. <https://www.president.az/articles/27793>
4. <http://www.qlobalenerji.az/page.php?sh=ZW5lcmlldGlrX3Byb2I>
=
5. <http://www.area.gov.az/>
6. Kazimov M.G.. Wind resources of the Nakhchivan AR of the Republic of Azerbaijan International Scientific and Technical Journal "Alternative Energy and Ecology", 2012, № 1, p.108 - 112.
7. Khvedelidze Zurab, Zotikishvili Nanuli. Model calculations of some features of interaction of wind and local relief of the earth in the territory of georgia(language: georgian), 2016, GESJ Physics, No 1, p. 63-72
8. Mohammed A. A. Study of interconnecting issues of photovoltaic/wind hybrid system with electric utility using artificial intelligence, PhD. Thesis, Submitted to Electrical Engineering Department, Elminia University, 2006.
9. Renz D.. Wind power. Moscow1982, p. 10 - 25.

6.12.İçməli su: hamımıza çatırmı?

İsmət Əhmədov¹,
Rövşən Xəlilov²

¹Nanomaterialların Kİmyəvi Fizikası kafedrası, Fizika fakültəsi, Bakı Dövlət Universiteti,

²Biofizika və Biokimya kafedrası, Biologiya fakültəsi, Bakı Dövlət Universiteti

**Dünyada su qədər itaətkar və idarə olunan heç bir məxluq yoxdur.
Amma onu qəzəbləndirsən, onun gücü qarşısında aciz qalacaqsan”.**
(Lao-Tzu, eramızdan əvvəl 6-cı əsr)

1992-ci ildə Birləşmiş Millətlər Təşkilatının (BMT) keçirdiyi Ətraf Mühit və İnkişafa dair Konfransda ilk dəfə olaraq içməli suyun bəşəriyyət üçün əhəmiyyətini qeyd etmək məqsədilə müəyyən bir günün Ümumdünya Su Günü kimi qeyd olunması tövsiyə edilmişdir. Bu tövsiyəyə uyğun olaraq BMT-nin Baş Assambleyası 1993-cü ildə 22 mart tarixini Ümumdünya “Su Günü” elan etmiş və həmin ildən 22 mart Ümumdünya “Su Günü” kimi qeyd olunur. Bundan əlavə BMT-nin Baş Assambleyası yeni minilliyi qeyd edərkən 2000-ci ilin dekabrında 2003-cü ili “İçməli su ili” elan etdi [1]. BMT-nin bu qərarı planetimizdə əhalinin sürətli artımı probleminin - ildə 80 milyon insanın içməli su təchizatı problemi yaratması ilə əlaqədar qəbul edilib. Bu problem əhalinin daha çox əlverişsiz olduğu inkişaf etməkdə olan ölkələr üçün xüsusilə aktualdır. Lakin inkişaf etmiş ölkələrdə bu məsələ hər kəsi narahat etməyə başlayıb. Ölkəmizdəki mövcud vəziyyəti nəzərə alsaq, bu problemin həllinin bizim üçün nə qədər vacib olduğunu görə bilərik. Azərbaycanın içməli su ehtiyatlarının, yeraltı sular da daxil olmaqla, illik miqdarının

təqribən 35 km³ olduğu qeyd edilir. Yerüstü su ehtiyatlarımızın 70 faizi Kür, Araz, Qanıx, Samur çaylarının hesabına formalaşır. Kür və Araz çayları əsas su arteriyalarımızdır, ancaq onlar qonşu ölkələrin ərazisindən keçir və burada yüksək dərəcədə çirklənməyə məruz qalır. Tədqiqatlar göstərir ki, qlobal iqlim dəyişmələri ilə əlaqədar hər yerdə olduğu kimi Azərbaycanda da temperaturun və buxarlanmanın artması nəticəsində su ehtiyatlarımız 20-25 faiz azala bilər. Ekspertlərin rəyinə görə təmiz və içməli su problemi Azərbaycanın ekoloji problemləri sırasında ilk yerlərdən birini tutur.

İçməli suyu haradan alacağıq? Maraqlıdır ki, səthinin 71%-nin su ilə örtüldüyü planetdə insanlar su qıtlığı ilə üzləşirlər. Məlumdur ki, Yer kürəsindəki suyun 97,5%-i okeanlarda toplanır, lakin bu su duzludur və içməyə uyğun deyil. İçməli şirin su dünya su ehtiyatlarının 2,5%-ni təşkil edir. Bu suyun 68,7 faizi dağ silsilələrində, 30,1 faizi yeraltı su anbarlarında, 0,4 faizi isə daimi bulaqlarda toplanır. Hal-hazırda insanlar bu şirin su ehtiyatlarından istifadə etməyi öyrənməyiblər. İnsanların asanlıqla əldə edə biləcəyi içməli su dünya su ehtiyatlarının yalnız 0,4%-ni təşkil edir. Bu suyun 67,4%-i fırtınalarda (məsələn, Şimali Amerika və Kanadada Böyük Fırtınalar, Rusiyada Baykal qasırgası və s.), 12,2%-i torpağın rütubətində, 9,5%-i atmosferdə, 8,5%-i bataqlıq ərazilərdə, 1,6%-i çaylarda, 1,6%-i biokütlədə toplanır. Bəzi ölkələrdə (Yaxın Şərq, Ərəb körfəzi ölkələrində, Şimali Afrika, ABŞ və s.)dəniz suyunu şirinləşdirmək texnologiyalarından istifadə olunsa da baha başa gəldiyindən hələlik geniş tətbiq olunmur. İnsanlar ümumi müqayisədə həqiqətən çox az olan bu sudan necə istifadə etməlidirlər ki, hamıya lazımı qədər çatsın? Bu sual indi bütün ölkələri narahat edir. Azərbaycan ərazisində şirin su ehtiyatlarının əsas mənbəyi göllər, çaylar, buzlaqlar və yeraltı sulardır. Azərbaycanda ümumi sahəsi 395 km² olan 450 göl var. Ümumilikdə Respublikanın əsas göllərinin tam həcmi təxminən 265 milyon m³-dir. Azərbaycanda 8359 çay var, onlardan ikisinin (Kür və Araz çaylarının) uzun-

luğu 500 km-dən artıqdır. Daha 22 çayın uzunluğu 101-500 km arasında, 40 çayın uzunluğu 51-100 km, 107 çayın uzunluğu isə 26-50 km arasındadır. Kür çayı hövzəsində 5141, Araz çayı hövzəsində 1177 çay var. Qolları ilə birlikdə birbaşa Xəzər dənizinə tökülən çayların sayı 3218-dir. Ümumilikdə çay şəbəkəsinin sıxlığı $0,36 \text{ km/km}^2$ -dir.

2025-ci ildə Yer kürəsinin əhalisinin təxminən 8,2 milyard nəfər olduğu söylenebilir [2]. Hazırda bu əhalinin 5,5 milyard insanı içməli su çatışmazlığından əziyyət çəkir, 1,2 milyard insan çirkli su içir, 3,5 milyard insanın kanalizasiya sistemi olan tualeti yoxdur, hər il 5 milyon insan su ilə əlaqəli vəba və ishal xəstəliklərindən ölür [3,4]. Bu, qlobal su böhranıdır.

İnsanların suyu idarə etmələri və içməli su sistemləri yaratmağı haqqında tarixi mənbələr göstərir ki, onlar hələ 3000 il əvvəl Afrikada, Asiyada, Avropa və Cənubi Amerikada suvarılan terraslar yaradaraq məhsul almağı bacarmışlar. Quru iqlim zonalarında olan ölkələrdə su mənbələrinin aşkar olunması xüsusi mükafatlandırılmış. Məsələn, 2500 il bundan əvvəl Fars hökəmdarı Dara su mənbəyini tapan insanı nəsillicə vergidən azad etmiş. İçməli su mənbələrini aşkar edən adamları “Dowers” adlandırmışlar. Belə adamlar insanlıq tarixində, bütün mədəniyyətlərdə mövcud olmuşlar. Bu adamlar indi də Cənubi Afrika səhralarında, Amerika Birləşmiş Ştatlarında və dünyanın bir çox yerlərində su mənbələri axtarırlar. Sivilisasiyanın ən qədim mərkəzlərindən olan Mesopotomiyada “Qanta” adlanan horizontal suvarma sistemləri üsulundan (suyun qravitasiya qüvvəsi hesabına axması) müasir İraqda, indi də istifadə edilir. Ən mükəmməl suvarma sistemləri yaradan Romalılar olmuşlar. Onlar Mesopotomiyanın Qanta üsulundan istifadə edərək daşdan və kərpicdən tikilmiş yeraltı su kanalları çəkməyi öyrənmişdilər. Həmin yeraltı su tunellərinin izlərinə indi İtaliyada, Yunanıstanda, İspaniyada, Suriya və Marokkada rast gəlmək olur. Bu üsuldan insanlar yüzilliklər boyunca istifadə etmişlər və

yalnız XIX əsrdə amerikalılar boru üsulunu ilk dəfə tətbiq etməyə başlamışlar.

Bəs indi planetimizin su ehtiyatından necə istifadə edirik? Dünya Bankının 2001-ci il hesablamaları göstərir ki, bu suyun 70% kənd təsərrüfatında, 22% sənayedə və 8% məişət xidmətində işlədilir. Lakin bu münasibət müxtəlif qitələrdə və ölkələrdə müxtəlifdir. Məsələn, Asiya qitəsində sənaye içməli suyun 8%, kənd təsərrüfatı 86%, məişət xidməti isə 6%-ni işlədir. Amerika Birləşmiş Ştatlarında suyun 65% sənayedə, 27% kənd təsərrüfatında, 8%-i isə məişətdə işlədir. Məişətdə ən çox su işlədən amerikalılardır. Amerikada hər bir adam gün ərzində orta hesabla 578 L, İngiltərədə 334 L, Asiya qitəsi ölkələrində orta hesabla hər bir adam 85 L, Afrikada isə 47 L su işlədir. İndi Amerikanın hər bir evində su kranını açan kimi su gəlir, lakin Afrikanın, Asiya və Latın Amerikasını ölkələrinin əksəriyyətində suyu qablardan götürürlər. Quraqlıq ölkələrində qadınlar və uşaqlar su dalınca xeyli məsafə getməli olurlar və buna həddən artıq vaxt sərf edirlər. Məsələn, Afrika qitəsində qadınlar və qızlar ümumilikdə, bir il ərzində su gətirmək üçün 40 milyard saat (adambaşına gündə orta hesabla 8 saat) vaxt sərf edirlər. İndi planetimizdə şirin su ehtiyatının 45% işlədilir və hesablamalar göstərir ki, belə getsə insanlar 30 ildən sonra ümumi su ehtiyatının 90% işlətməli olacaqlar.

Şirin su ehtiyatı sərfinin müxtəlif ölkələrdə eyni olmaması suyun Yer səthində bərabər paylanmaması səbəbindən irəli gəlir. İldə adambaşına 1000 kub metr su düşən ölkələr su çatışmayan, 1000-1700 kub metr stress keçirən, 1700 kub metrdən artıq olan ölkələr isə su təminatlı ölkə hesab olunur. İndi dünyanın, ümumilikdə 505 milyon əhalisi yaşayan, 31 ölkəsi su çatışmayanlar siyahısındadır. Tərslikdən elə bu ölkələrdə də əhali artımı çox olduğundan 2025 il üçün hesablamalar göstərmişdir ki, sudan korluq çəkən əhalinin sayı 3,2 milyarda çatacaq. Bəs nə etməli? Su anbarları yaratmaq? İçməli su ehtiyatı toplamaq və ya az işlətmək? İnsanların ağına gələn ilk fikir su anbarları

yaratmaq olmuşdur. Lakin burada bir məsələ həmişə bütün ölkələri narahat etmişdir. Şirin su ehtiyatlarını təmsil edən əsasən çaylardır və onların da əksəriyyəti şəriklidir. Şimali Afrikada Misir və 8 ölkə Nil çayına şəriklidir. Yaxın Şərqdə bir sıra ərəb ölkələri və İsrail İordan çayına şəriklidir. Cənubi Asiyada təkcə Hindistan, Banqladeş və Pakistan 140 çaya şəriklidir. Avropada Reyn çayı Fransa, Almaniya, Niderland və Avstriyanın ərazisindən keçir. Volqa çayından sonra ən uzun çay Dunay Almaniyadan, Avstriyadan, Macarıstan, Slovakiya, keçmiş Yuqoslaviyadan, Ukrayna, Rumıniya və Bolqarıstandan keçir. Ölkəmiz Kür çayına Gürcüstan və Türkiyə ilə şəriklidir. Şəriqli su problemi qədimlərdən mövcuddur və getdikcə dərinləşir. İndi dünyada 300 qədər mübahisəli çay var. Məsələn, Dəclə və Fərat çayları öz mənbəyini Türkiyənin dağlarından götürərək Suriya, İraq ərazisindən keçir. Türkiyənin iqtisadi potensialı gücləndikcə daha mükəmməl suvarma sistemləri yaratmaq istəyir və bu çaylardan daha çox su götürmək niyyətindədir. Bu isə Suriya və İraqın su ehtiyatının kəskin azalması deməkdir. Şəriqli su ehtiyatlarına dair 1997-ci ildə BMT xüsusi razılıq Bəyannaməsi hazırlamışdır. Lakin Çin, Türkiyə və Burindi bu konvensiyaya qoşulmaqdan hələ də imtina edir.

Şəriqli çaylar üzərində tikiləsi su anbarları isə daha çox ziddiyyətlər yaradır. Su anbarlarının tarixi min illərə qədib çıxsa da ən mükəmməlinin tikintisinə Çində başlamışlar. İndi bütün dünya su anbarlarının 45% Çinin, 14% Amerikanın, 9% Hindistanın, 6% Yaponiyanın və 26% qalan ölkələrin payına düşür. 1900-cü ildə hündürlüyü 15 metrədən artıq olan bir dənə də olsun su anbarı olmamışdır. 1950-ci ildə onların sayı 5270 və 30 ildən sonra 36562 çatmışdır. İndi dünyada çox az çay tapmaq olar ki, onun üzərində su anbarı tikilməmiş olsun. Çaylar üzərində su anbarlarının əhəmiyyəti xeyli böyükdür. Hər şeydən əvvəl su elektrik stansiyası çox ucuz başa gələn elektrik enerjisi verir. Dıgır yanacaq növləri ilə (daş kömür, neft, torfvəs.) işləyən elektrik stansiyalarından fərqli olaraq, su elektrik stansiyaları

havanı, ətraf mühi çrkləndirmir. Çayların daşıb ətraf əraziləri basmasının qarşısı alınır. Bir sözlə çay idarə olunur. Lakin son illərdə su anbarlarının tikilməsinə qarşı şıxanların sayı artmaqdadır. Bu insanlar nə üçün etiraz edirlər? Məsələn, Dünyada Təbiəti Qoruma cəmiyyəti belə hesab edir ki, su anbarları ümumiyyətlə təbiətə çox ziyan vurur. Dünyada su anbarlarının tikintisini əsasən Dünya Bankı maliyələşdirir. Odur ki, onların mübarizəsi həmişə bu təşkilatla olur. Su anbarlarının təbiətə vurduğu ziyanın ən bariz nümunəsi Misirdə, Nil çayı üzərində tikilən nəhəng Asuan su anbarıdır. Asuan su anbarı tikildiyi gündən verdiyi xeyirdən çox ziyan gətirmişdir. Hər şeydən əvvəl çayın gətirdiyi lil indi anbardan arxada qalır və münbit torpaqları tamamilə sıradan çıxarır. Fermerlər məcburiyyət qarşısında qalaraq həddən artıq çox kimyəvi dərmanlar işlədirlər. Bu həm çayı və həm də ətraf mühiti çrkləndirir. İndi Nil çayından tutulan balığı yemək çox təhlükəlidir.

Dünyada işməli su ehtiyatına böyük ziyan gətirən bir çox layihələr olmuşdur. Məsələn, 1960-cı illərdə Sovet İttifaqı Orta Asianı pambıq plantasiyaları ərazisinə çevirmək planı hazırladı. Sahəsi Qərbi Avropanın ərazisinə bərabər olan bu vilayətdə 5 millətin mənafeyi toqquşdu. Sovet İttifaqının niyəti çox baha başa gəldi. Orta Asiya ərazisi ümumiyyətlə quraqlıq ərazi sayılır. Pambıq bitkisi isə üstəlik çox su tələb edən bitkidir. Təcrübə bu ölkələri su ehtiyatı ilə təmin edən Amu və Sır Dərya çaylarının suyunu demək olar ki, uddu. Bir vaxtlar 40000 adamın balıqçılıqla məşğul olduğu şirin su hövzəsi, Aral gölü qurudu. İndi Orta Asiyanın 80 milyonluq əhalisi içməli su problemi ilə üzləşir. Əvvəllər Sovet İttifaqı tərkibində olanda Orta Asiyanın xalqları arasında ziddiyyət mərkəz tərəfindən həll edilirdi. İndi müstəqilliyini qazanmış Orta Asiya dövlətləri (Qazaxıstan, Özbəkistan, Türkmənistan, Tacikistan və Qırğızistan) Amu və Sır Dərya çaylarının suyu üçün ciddi düşünməli olmuşlar. Hələ üstəlik Əfqanıstan da bu çaylardan su istəyir.

2003-cü ilin Yeni il səhəri, ABŞ-da Kolorada çayından 17 milyon əhalisi olan Kaliforniya Ştatına su vuran 5 nəhəng nasosdan 3 Federal Dövlət tərəfindən dayandırıldı. Nə baş vermişdi? Bu hadisədən iki il əvvəl Su Departamenti Kaliforniya Ştatına bildirmişdi ki, o Kolorado çayından onun payına düşən sudan artıq su götürməsin. Çünki bu çayın suyundan ondan başqa 6 ştat su götürür. Kliforniyanın fermerləri götürülmüş suyun 20% işlədirlər. Təklif edildi ki, onlar 15 dollara aldıkları suyun bir hissəsini 250 dollara şəhərə satsınlar. Fermerlər bu təklifi qəbul etmədiklərindən sularını kəsdilər. İndi Kaliforniyanın fermerləri və şəhərin su idarələri vəziyyətdən çıxmaq üçün baş sındırırlar [5].

Başqa bir mübahisəli məsələ: 1980-ci illərdə Ruminiyanın kommunist diktatoru Çauşeski Dunay çayının Qara dənizə tökülən deltasında bataqlıqları qurutmaq əmri verdi. Hər bir çayın deltası xüsusi bir ekosistemdir və burada ekoloji tarazılığın hər hansı bir şəkildə pozulması çox ciddi təhlükəli nəticələr verir. Çayın deltası onun “böyrəyi”dir. Şauşeskinin bu əmri Dunay çayının və ondan başqa bu deltaya axan bir sıra xırda çayların çirklənməsinə gətirdi. İndi Dunay çayı dünyanın ən çirkli çayları sırasına daxil edilmişdir. Bu isə həm Ruminiya və həm də digər Avropa xalqlarının su ehtiyatına vurulan ağır zərbədir. Zıyanın xərcini indi Ruminiya dövlətindən tələb edirlər.

Keçən əsrdə su üstündə 1831 mübahisədən 1228 qarşılıqlı razılaşdırılmışdır, 507 ciddi mübahisəli məsələlər öz həllini tapmayıb, 37 dəfə güc tətbiq edilib və 21 hərbi yolla aradan qaldırılıb. Təkcə İsrail 18 dəfə qonşuları ilə su üstündə hərbi güc tətbiq edib. Hind çayı üstündə Pakistanla Hindistan iki dəfə müharibə etməli olub. Dünyada 145 millətin mənafeyinə toxunan 261 Beynəlxalq mübahisəli su hövzəsi mövcuddur. Su ehtiyatları üzərində olan bu mübahisəli məsələlər planetimizdə çox az miqdarda olan şirin su hövzələrinin çirklənməsi dərəcəsinin artması ilə daha da dərinləşir. Şirin su dediyimiz su ehtiyatının hamısı doğrudanmı sözün həqiqətə mənasında içməli sudur? İndi

dünyanın çox az şəhərlərində su kranlarından bir başa su götürüb içmək olar. Şəhərimizin təmsalında hamıya bəllidir ki, krandan su içmək nə deməkdir? Bəs təmiz suyu haradan içməli? İnsanların əksəriyyəti hələ də belə fikirləşir ki, su Allahın nemətidir və ondan hər kəs sərbəst, pulsuz istifadə etməlidir. Onda su idarələrinin işçiləri deyir: düzdür su Allahın nemətidir, amma Allah da boru çəkməyi unutmuşdur axı! Nə demək olar?

İndi dünyanın elə bir şəhəri yoxdur ki, orada su mənbədən birbaşa su kranlarına axıdılınsın. Su əvvəlcə təmizlənilib, içməli hala gətirilməlidir. Bu isə çox baha başa gələn və vaxt aparan bir işdir. Dünyada su ehtiyatlarının çirklənməsinin əsas səbəbiturşu yağışlarının artmasıdır. Bu atmosferin şirklənməsi ilə bağlıdır. Turşu yağışları göllərdə və çaylarda olan suyu yararsız hala salır. İndi Kanadanın 14000, İsveçin 16000 gölü tam çirklənmişdir. Elmi araşdırmalar göstərir ki, bir gündə çaylara, göllərə axıdılan çirkabın miqdarı 2 milyard tondan çoxdur. Bir litr çirkab suyu 8 litr təmiz suyu çirkləndirir. Su ehtiyatı şirklənmə həddini aşan ölkələr Hindistan, Marokko, İordaniya, Sudan, Nigeriya, Burkino-Faso, Burundi dövlətləridir. Bu ölkələrdə təmiz su anlayışı artıq öz mahiyyətini itirmişdir. Dünyada ən təmiz su ehtiyatı Finlandiyadadır, ondan sonra Yeni Zelandiya, Böyük Britaniya, Norveç, Rusiya, Koreya, İsveçrə, Fransa gəlir. 1774-cü ildə İsveçdə xlorun suyu təmizlədiyi kəşf olunduqdan sonra bu sahədə dönüş yarandı. Bir vaxtlar ABŞ və Avropa üçün böyük təhlükə olan xolera həqiqətən də dünyəvi problemə çevrilmişdi. Çirkli sularda əmələ gələn xəstəliklərə qarşı mübarizə həddən artıq vəsait tələb edir. Odur ki, suyun təmizlənməsi insan fəaliyyətinin ən ümdə sahələrindən birinə çevrilmişdir.

İndi dünyada suyun təmizlənməsi və satışı ilə məşğul olan çox böyük gəlir sahibləri - su maqnatları yaranmışdır. Məsələn, Fransanın Suez və Vivendi, İngiltərənin Thames Water su maqnatları dünyada 500 milyon əhaliyə xidmət göstərir və 90 milyard dollar gəlir götürür. Xırda su kompaniyalarını da nəzərə alsaq sudan gələn gəlir ildə 300 milyard dollara çatır.

Hesablamalar göstərir ki, 2015-ci ildə bu maqnatlar yer kürəsi əhalisinin 17% xidmət göstərmişlər. Onların əsas gəlir mənbələri Ərəb, Afrika və Latin Amerikası ölkələridir. Artıq Avropa dövlətlərində, ölkəmizdə və Amerikada da su ticarəti çiçəklənməkdədir. Şəhərimizdə son illər su ticarətinin necə sürətlə artdığının hamımız şahidiyik. Araşdırmalar göstərir ki, XX əsrdə neftin verdiyi gəliri XXI əsrdə su verəcək. Su ticarətinin belə çiçəklənməsinin çox vaxt əsas səbəbi yerli su idarələrinin səriştəsizliyidir. Onlar iqtisadi cəhətdən zəif olduqlarından, su maqnatları onlara kömək etməlidirlər [6].

Necə etməli ki, içməli su hamımıza çatsın? Ən çox su tələb edən sahələrin, kənd təsərrüfatı və sənayenin inkişafını dayandırmaq qeyri mümkündür. Hamı yemək, geyinmək və yaxşı yaşamaq arzusundadır. Bütün dünyada aclıqdan bir gündə ölənlərin sayı 25000 həddindədir. İndi dünya əhalisinin 915 milyonu yemək çatışmamazlığından əziyyət çəkir. Su içmək isə hərşeydən vacibdir [7]. Susuz həyat bizim planetimizdə qeyri mümkündür. Su hamımızın problemidir. Ekoloqların bir yaxşı şüarı var: lokal et, qlobal düşün. Odur ki, hər bir kəs evinin içindən başlamalıdır. Çox baha başa gələn içməli suyun itkisinə yol verilməməlidir. Normal məişət xidmətinə malik olan şəhərlərdə 10 dəqiqəlik duş qəbul etmək üçün 120 L, dişlərini təmizləyərkən kranı açıq qoymasan 5 L, açıq qoysan 70 L, tualeti yumaq üçün 14 L, qabları əllə yuduqda 15 L, maşınla yuduqda 55 L, paltarları əllə yuduqda 90 L, maşınla yuduqda 160 L, maşını əllə yuduqda 120 L, avtomat maşın yuyucularında 200 L, çimərlik baseynlərində 20000 L su sərf olunur [8]. Şəhərlərdə onsuzda sürətlə artan maşınların avtomat yuyucularının əleyhinə olun, su axıdan borular haqqında təcili su idarələrinə xəbər verin, Milli Məclisə, Dövlət idarələrinə su mənbələrini şirkəndirən səbəblər haqqında məktublar təqdim edin, müraciət edin. Suyun təmizlənməsi problemləri ilə məşğul olan elmi işlərə vəsait ayrılmasını tələb edin, bələdiyyə kitabxanalarında uşaqlar və gənclər, evdar qadınlar üçün məlumat kitabçalarının olmasını tələb edin, cəmiyyətlər və

klublar yaradın, qohumlar və yaxın dostlarınızla söhbətlərinizdə həmişə su problemlərinə toxunun və nə köməklil edə biləcəyiniz haqqında daima düşünün!

Milyonlarla insan məhəbbətsiz yaşaya bilir, amma susuz yaşayarı heç kəs görməyib!

Ədəbiyyat

1. <https://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/water/IYFW%202003%20official%20launch.pdf>
2. https://populationmatters.org/the-facts-numbers/?gad_source=1&gad_campaignid=22890350583&gbruid=0AAAAADyIiKCWZsEva7ZSJNLjODLc_pQal&gclid=EAiaIaQobChMIj9SD8uigjwMVS5GDBx2VBCHYEAAYASAAEgJF7_D_BwE
3. <https://www.refworld.org/legal/resolution/unhrc/2011/en/79147>
4. [WHO/UNICEF Joint Monitoring Program \(JMP\), 2023 household data.](#)
5. [WHO/UNICEF Joint Monitoring Program \(JMP\), Progress on household drinking water, sanitation, and hygiene \(WASH\) 2000-2022: Special focus on gender, 2023.](#)
6. [World Health Organization, "Improving access to water, sanitation and hygiene can save 1.4 million lives per year, says new WHO report," 2023.](#)
7. [World Bank, Disease Control Priorities: Reproductive, Maternal, Newborn, and Child Health, 2016.](#)
8. [The Economist, "Harnessing the economic benefits of investment in water, sanitation, and hygiene in Africa," 2023.](#)

Elmi nəşr

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI
FÖVQƏLADƏ HALLAR NAZİRLİYİNİN AKADEMİYASI
və
İSAAC GROUP ACADEMY
(Innovation in Sciences, Art, Architecture and Culture)
MMC

**IPM: TƏBİƏTDƏ FÖVQƏLADƏ HADİSƏLƏR
VƏ ONLARIN ELMİ TƏSVİRİ**

Müştərək İşçi SEMİNARININ XÜLASƏSİ

Redaktor *Leyla A. Ağamalıyeva*
Orjinal-maket: *Xanlar A. Həsənov*
Cildlədi *Faiq F. Səfərov*

01.09.2025-ci il tarixində çapa imzalanıb. Format 60x90/16.
Ofset kağızı. Ofset çapı. 19,5 şərti çap vər. Tiraj 100
Sifariş No001

İSAAC GROUP PRESS Nəşriyyatının electron daşıyıcılarından
istifadə olunmaqla Ləman Çap evində çap olunub.
Bakı, Azərbaycan