



KarSU ALU University
Since 1917

ТЕХНИКА
ғылымдары және
ТЕХНОЛОГИЯ

ISSN 2959-8311 (print)

ISSN 3006-1733 (online)

№1, (09)

2025

ТЕХНИКА ҒЫЛЫМДАРЫ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯ



ISSN 2959-8311 (print)
ISSN 3006-1733 (online)

ТЕХНИКА ҒЫЛЫМДАРЫ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯ

№ 1 (09), 2025

2023 жылдан бастап шығады
Выходит с 2023 года
Founded in 2023

Жылына төрт рет шығады
Выходит четыре раза в год
Issued quarterly

**Қызылорда/Қызылорда/Kyzylorda
2025**

Редакция алқасы

- Таңжарықов П.Ә. - ғылыми редактор, техника ғылымдарының кандидаты, доцент, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қазақстан Республикасы
- Бисенов Қ.А. - техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР Ұлттық ғылым академиясының академигі, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қазақстан Республикасы
- Астанакулов К.Д. - техника ғылымдарының докторы, профессор, «Ташкент ирригация және ауыл шаруашылығын механикаландыру инженерлері институты» Ұлттық зерттеу университеті, Өзбекстан Республикасы
- Гильманшин Р. И. - техника ғылымдарының кандидаты, доцент, А.Н.Туполев атындағы Қазан ұлттық техникалық зерттеу университеті, Ресей Федерациясы
- Монтаев С.А. - техника ғылымдарының докторы, профессор, Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Қазақстан Республикасы
- Үдербаев С.С. - техника ғылымдарының докторы, доцент, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қазақстан Республикасы
- Темирбек А. - жауапты хатшы, PhD, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қазақстан Республикасы

Редакционная коллегия

- Танжарықов П.А. - научный редактор, кандидат технических наук, доцент, Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Республика Казахстан
- Бисенов К.А. - доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Республика Казахстан
- Астанакулов К.Д. - доктор технических наук, профессор, Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», Республика Узбекистан
- Гильманшин И.Р. - кандидат технических наук, доцент, Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева, Российская Федерация
- Монтаев С.А. - доктор технических наук, профессор, Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, Республика Казахстан
- Удербаев С.С. - доктор технических наук, доцент, Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Республика Казахстан
- Темирбек А. - ответственный секретарь, PhD, Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Республика Казахстан

Editorial Board

- Tanzharykov P.A. - executive editor, Candidate of technical sciences, associate professor, Korkyt Ata Kyzylorda University, Republic of Kazakhstan
- Bisenov K.A. - Doctor of technical sciences, professor, academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Korkyt Ata Kyzylorda University, Republic of Kazakhstan
- Astanakulov K.D. - Doctor of technical sciences, professor, "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers" National Research University, Republic of Uzbekistan
- Gilmanshin I.R. - Candidate of technical sciences, associate professor, Kazan National Technical Research University named after A.N. Tupolev, Russian Federation
- Montayev S.A. - Doctor of technical sciences, professor, Zhangir Khan Agrarian-Technical University of West Kazakhstan, Republic of Kazakhstan
- Uderbayev S.S. - Doctor of technical sciences, associate professor, Korkyt Ata Kyzylorda University, Republic of Kazakhstan.
- Temirbek A. - executive Secretary, Doctor of Philosophy, Korkyt Ata Kyzylorda University, Republic of Kazakhstan

Шығарушының атауы – «Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті»

Баспа адресі – индекс 120014, Әйтеке би, 29А, Қызылорда қ., Қазақстан Республикасы

Наименование издателя – «Кызылординский университет имени Коркыт Ата»

Адрес издателя – индекс. 120014, ул Айтеке би, 29А, г.Қызылорда, Республика Казахстан

Name of the publisher – «Kyzylorda university named after Korkyt Ata»

The publisher's address is an index. 120014, Aiteke bi street, 29A, Kyzylorda, Republic of Kazakhstan

ЭЛЕКТР ҚОНДЫРҒЫЛАРЫНА ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТЕТІН ЖҰМЫСШЫЛАРДЫҢ ҚОРҒАНЫС ҚҰРАЛДАРЫН ЖАҚСARTУ АРҚЫЛЫ ОЛАРДЫҢ ҚАУІПСІЗДІГІН АРТТЫРУ

Сарабекова Ұ.Ж., PhD, қауымдастырылған профессор
ulbolsyn.sar@mail.ru*, <https://orcid.org/0000-0001-9548-8333>

Абдразақ Б.А., 7M11279 – «Өмір тіршілігінің қауіпсіздігі және қоршаған ортаны қорғау» БББ-ның 2-курс магистранты
Jssprophet@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-1036-2100>

Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан

Андатпа. Бұл мақалада авторлар электр энергетикасы саласында жұмыс істейтін қызметкерлердің еңбек қауіпсіздігін қамтамасыз етуге байланысты мәселелерге егжей-тегжейлі тоқталған. Электр қондырғыларында жұмыс істеу жоғары тәуекелді қамтиды және басты міндет-қызметкерлердің өмірі мен денсаулығын қорғау. Авторлардың зерттеуінде олар жеке және ұжымдық қорғаудың әртүрлі құралдарын, сондай-ақ олардың тиімділігі мен техникалық жағдайына қойылатын талаптарды толық қарастырған.

Мақалада қорғаныс құралдарының сапасын арттыру, жаңа диэлектрлік материалдарды қолдану, заманауи технологиялар мен «ақылды» бақылау жүйелерін енгізу арқылы өндірістегі жазатайым оқиғалардың алдын алу жолдары көрсетілген.

Сонымен қатар, еңбек қауіпсіздігін қамтамасыз етудің ұйымдастырушылық және техникалық аспектілерін, сондай-ақ қызметкерлердің кәсіби дайындығын жақсарту және қауіпсіздік мәдениетін дамыту жолдары қарастырылған.

Авторлардың зерттеу жұмыстарының нәтижелері электр энергетикасындағы еңбек қауіпсіздігі жүйесін қорғау құралдарын жаңарту және жетілдіру қажеттілігін растайды. Ұсынылған шаралар электр жабдықтарымен жұмыс істейтін қызметкерлердің қауіпсіздігін қамтамасыз етуге, өндірістік жарақаттар санын азайтуға және жалпы өнімділікті арттыруға бағытталған.

Мақалада климаттық жағдайлар мен өндіріс ерекшеліктерін ескере отырып, Қазақстан кәсіпорындарында қауіпсіздіктің заманауи мәдениетін қалыптастыруға көмектесетін тәсілдер мен ұсыныстар қарастырылады.

Тірек сөздер: Электр қондырғылары, еңбек қауіпсіздігі, қорғаныс құралдары, қауіпсіздік мәдениеті, технологиялар, жазатайым оқиға.

Кіріспе. Энергетикалық жүйелер – қазіргі қоғамның тұрақты дамуының маңызды бөлігі. Электр қондырғыларында жұмыс істеу жоғары тәуекел деңгейімен сипатталады, сондықтан осы саладағы еңбек қауіпсіздігін қамтамасыз ету басты басымдықтардың бірі. [1]. Өндірістегі жазатайым оқиғалардың көпшілігі қорғаныс құралдарының ескіруінен және қауіпсіздік ережелерінің сақталмауынан туындайды. Осыған байланысты қорғау құралдарын жетілдіру, оларды уақытылы жаңарту және заманауи технологияларды енгізу есебінен жұмысшылардың қауіпсіздігін арттыру өзекті мәселе болып табылады.

Электр қондырғыларындағы еңбек қауіпсіздігі мәселесінің маңызы. Энергетика саласы – жоғары тәуекелді өндіріс саласы. [2]. Электр тогының соғуы, доғаның әсер етуі, жабдықтың істен шығуы немесе адамның қателігі ауыр зардаптарға әкелуі мүмкін. Мұндай жағдайлар жұмысшылардың өміріне қауіп төндіріп қана қоймай, өндірістің тоқтап қалуына және экономикалық шығындарға әкеледі. Сондықтан қауіпсіздік талаптарын күшейту және қорғаныс құралдарын жетілдіру маңызды рөл атқарады. Осындай қауіптердің ішінде электр тогының соғуы, электр доғасының әсері, жабдықтың кенеттен істен шығуы және адам факторынан туындаған қателіктер бар. Бұл тәуекелдер ауыр зардаптарға, соның ішінде жарақаттар мен кәсіби мүгедектікке әкелуі мүмкін. Ресми деректерге сәйкес, Қазақстан Республикасындағы энергетика саласындағы жарақат

деңгейі жалпы өнеркәсіп бойынша орташа көрсеткіштерден асып түседі [2]. Бұл осы саладағы қауіпсіздік мәселесі ерекше назар аударуды қажет ететіндігін көрсетеді.

Жұмысшылардың өмірі мен денсаулығына тікелей қауіп төндіруден басқа, мұндай оқиғалар жабдықтың бұзылуына, оның жұмыссыз тұрып қалуына және нәтижесінде айтарлықтай қаржылық шығындарға әкелуі мүмкін.

Материалдар мен әдістер. Электр қуатымен жұмыс істеу кезінде қызметкерлердің қауіпсіздігіне теріс әсер етуі мүмкін бірқатар негізгі аспектілер бар:

1. Ескірген жабдықты пайдалану. Көптеген кәсіпорындар заманауи талаптарға сәйкес келмейтін электр құрылғыларын пайдаланады.

2. Нормалар мен стандарттарға сәйкессіздік. Кейбір өндірістерде жерге қосу, автоматты өшіру және оқшаулау жүйелері дизайн талаптарына сәйкес келмейді.

3. Адам факторы. Қызметкерлердің біліктілігінің жеткіліксіздігі, қауіпсіздік ережелерін елемей және жеке ерекшеліктер жазатайым оқиғаларға әкелуі мүмкін.

4. Қоршаған ортаға әсер ету.

Агрессивті орта, жоғары ылғалдылық, шаңсорғыш және экстремалды температура электр жабдықтарының жұмысына теріс әсер етеді және оны пайдалану қаупін арттырады [3-4].

Сондықтан мемлекеттік деңгейде электр қауіпсіздігіне қойылатын талаптарды үнемі күшейтуге, қорғаныс құралдарын жақсартуға және оларды пайдалану деңгейін арттыруға көп көңіл бөлінеді.

Қорғаныс құралдары электр қондырғыларында жұмыс істейтін адамдардың қауіпсіздігін қамтамасыз етудің негізгі элементтерінің бірі болып табылады. Жеке қорғаныс құралдары: диэлектрлік қолғаптар, етік, дулыға, көзілдірік, арнайы киім, белбеу және арқан-жіптер. Ұжымдық қорғаныс құралдары: қоршаулар, жерге қосу жүйелері, сигнал беру құрылғылары, оқшаулағыш тіректер мен қалқандар. Олардың тиімділігі техникалық жағдайға және дұрыс қолдануға байланысты. Барлық қорғаныс құралдарын екі негізгі санатқа бөлуге болады: жеке қорғаныс құралдары (ЖҚҚ) және ұжымдық қорғаныс құралдары (ҰҚҚ) [3].

Жеке қорғаныс құралдарына жұмысшылар тікелей қолданатын құралдар мен жабдықтар жатады. Бұл диэлектрлік қолғаптар, боттар мен кілемшелер, көзілдіріктер мен қалқандар, диэлектрлік қасиеттері бар шлемдер, сондай-ақ оқшауланған құралдар жиынтығы, қауіпсіздік белдіктері мен арқандар сияқты қосалқы жабдықтар. Әрбір жеке қорғаныс құралы белгіленген сапа стандарттарына сәйкес келуі керек және үнемі визуалды тексеруден және электрлік сынақтардан өтуі керек.

Ұжымдық қорғаныс құралдарына жұмыс орнында қауіпсіздікті қамтамасыз ететін стационарлық және мобильді құрылғылар жатады. Бұл қоршау құрылымдары, құлыптау жүйелері, жерге қосу құрылғылары, ескерту плакаттары мен қауіпсіздік белгілері және автоматты қорғаныс жүйелері болуы мүмкін [4-6].

Заманауи дабыл және ескерту құралдары маңызды рөл атқарады, өйткені олар қызметкерлерді қауіп туралы уақтылы ескертуге мүмкіндік береді.

Нәтижелер және оларды талқылау. Қорғау құралдарын таңдау пайдалану шарттарын ескере отырып жүзеге асырылуы тиіс. Мысалы, 1000 В дейінгі электр қондырғыларында жұмыс істеу үшін диэлектрлік қолғаптар мен оқшауланған тұтқалары бар құралды пайдалану қажет. Жоғары вольтты жабдықпен жұмыс істеу кезінде оқшаулағыш штангалар мен арнайы құрылғыларды қолдану керек.

Жоғары ылғалдылық, шаң немесе шектеулі кеңістік сияқты қиын жағдайларда жұмыс істеуге арналған қорғаныс құралдарына ерекше назар аударған жөн. Мұндай жағдайларда қосымша сақтық шаралары:

- Ылғалды орта үшін су өткізбейтін сыртқы киімді пайдалану ұсынылады.
- Шаңды жағдайда жұмыс істегенде, шаңның ішке кіруіне жол бермей, бетке мықтап жабысатын респираторлар мен көзілдіріктерді қолдану қажет.

- Шектеулі кеңістікте жұмыс істегенде механикалық зақымға төзімділігі жоғары жеңіл және зақымдану қорғаныс құралдарын таңдау маңызды.

Қорғаныс құрылғыларының күйін үнемі тексеріп отыру қажет. Тексерулер мен сынақтардың белгіленген кестесін ұстану, сондай-ақ олардың нәтижелерін тіркеу маңызды. Ауа райының бұзылу, зақымдану немесе тозу белгілерін жедел анықтау үшін әр қолданар алдында визуалды тексерулер жүргізілуі керек.

Қауіпсіздік құрылғыларын дұрыс сақтау да маңызды. Ол үшін ылғалдан, тікелей күн сәулесінен, жоғары температурадан және механикалық зақымданудан қорғалған арнайы бөлмелер немесе сөрелер жабдықталуы керек.

Қорғаныс құралдарын дамытудың қазіргі тенденциялары интеллектуалды бақылау жүйелерін енгізуді қамтиды. Бұл жүйелер жабдықтың күйін нақты уақыт режимінде бақылауға және ықтимал қауіптер туралы уақтылы ескертуге мүмкіндік береді. Мысалы, диэлектрлік қолғапқа орнатылған арнайы сенсорлар оқшаулағыш қабаттың құлауын немесе зақымдануын бақылай алады.

Перспективалық материалдар жақсартылған диэлектрлік қасиеттерге және жоғары тозуға төзімділікке ие. Заманауи композиттік материалдар, Полимерлер және арнайы еритін әйнектер дәстүрлі резеңке материалдардан бірнеше артықшылықтарға ие: олар жеңіл, берік және берік. Бұл материалдар қазақстандық кәсіпорындарда жиі кездесетін экстремалды температураға да төзімді.

Осылайша, қорғаныс құрылғыларын таңдауға, пайдалануға және қызмет көрсетуге, сондай-ақ персоналды оқытуға кешенді көзқарас өндірісте электр қауіпсіздігін қамтамасыз етуге негіз болады. Бұл тәсіл техникалық талаптарды ғана емес, сонымен қатар адами факторды, сондай-ақ нақты өндірістік ортаның ерекшеліктерін ескереді, бұл персоналды қорғаудың тиімділігін едәуір арттырады және электротравматизм қаупін азайтады [4].

Жоғары ылғалдылық, шаң немесе шектеулі кеңістік сияқты қиын жағдайларда жұмыс істеуге арналған қорғаныс құралдарына ерекше назар аудару керек. Бұл жағдайлар әдеттегі қорғаныс құралдарының тозуын едәуір тездетуі мүмкін, сондықтан оларға жоғары талаптар қойылады.

Мысалы, жоғары ылғалдылық жағдайында қосымша су өткізбейтін киім мен диэлектрлік аяқ киімді пайдалану ұсынылады. Шаңды жерлерде шаңның жиналуын болдырмау үшін тығыз көзілдірік пен респираторларды, сондай-ақ тесіктері жоқ арнайы қорғаныс киімдерін таңдау керек.

Механикалық зақымдану қаупі бар шектеулі кеңістікте жұмыс істегенде, оқшаулау қасиеттерін жоғалтпайтын берік және жеңіл материалдардан жасалған қорғаныс құралдарын қолданған дұрыс.

Қорғаныс құрылғыларының күйін үнемі қадағалап отыру маңызды. Белгіленген кестеге сәйкес үнемі тексерулер мен сынақтар жүргізіп отырыңыз және нәтижелерді жазып алыңыз.

Тек ресми тексерулермен шектеліп қалмаңыз-әр қолданар алдында визуалды тексеру жүргізілуі керек. Егер сіз кез-келген ойықтарды, деформацияларды, сызаттарды немесе басқа ақауларды тапсаңыз, құралды дереу жұмыстан шығарып, қызмет көрсетуге немесе ауыстыруға жіберіңіз.

Қауіпсіздік құрылғыларының дұрыс сақталуын қамтамасыз ету бірдей маңызды. Мұны істеу үшін ылғалдан, тікелей күн сәулесінен, ашық оттан, жоғары температурадан және қысу немесе соғу сияқты механикалық зақымданудан сенімді түрде қорғалған арнайы бөлмелерді немесе сөрелерді бөлектеу керек.

Құралдар әрқашан таза және құрғақ болуы керек. Оларды бір-бірінің үстіне қоюға болмайды, бірақ бөліктер деформацияланбауы үшін оларды бөлек төсеп, іліп қою керек. Дұрыс сақтау – бұл құралдардың қызмет ету мерзімін ұзартудың және олардың сенімділігін сақтаудың кепілі [7].

Қазіргі әлемде қорғаныс құрылғылары барған сайын интеллектуалды болып келеді. Олар нақты уақыт режимінде жабдықтың күйін бақылауға және ықтимал қауіптер туралы жедел ескертуге қабілетті.

Мысалы, диэлектрлік қолғаптарда оқшаулағыш қабаттың күйін үздіксіз бақылайтын датчиктер орнатылады. Егер ол бұзыла бастаса, сенсорлар дыбыстық немесе жарық сигналын береді.

Сол сияқты «ақылды» қорғаныс киімдері оператордың дене температурасының күрт өзгеруі немесе электр өрісінің рұқсат етілген шегінен асып кетуі сияқты ауытқуларды тіркей алады. Мұндай ауытқулар анықталған жағдайда қорғаныс киімдері дереу ескерту жібереді.

Бұл проблемаларды ерте анықтауға мүмкіндік беріп қана қоймайды, сонымен қатар зиянды факторлардың әсері туралы сенімді ақпаратты сақтай отырып, оқиғаларды кейінірек талдауға мүмкіндік береді.

Жақсартылған диэлектрлік сипаттамалары бар және тозуға төзімділігі жоғары материалдар қорғаныс құрылғыларын дамытудың перспективалық бағыты болып табылады.

Заманауи нанокомпозиттер, арнайы өңделген Полимерлер және керамика мен пластмассадан жасалған гибриді материалдар дәстүрлі резеңкеден бірқатар артықшылықтарға ие. Олар жеңіл, берік және тұрақты, сондай-ақ Қазақстанның қатал қысы мен ыстық жазын қоса алғанда, экстремалды температуралық жағдайларда өз қасиеттерін сақтайды. Бұл материалдар химиялық реагенттерге және пункция сияқты механикалық зақымға төзімді.

Бұл материалдардың артықшылығы тек қорғаныс деңгейін жоғарылатумен шектелмейді. Олар сондай-ақ киім мен құралдардың эргономикасын жақсартуға ықпал етеді, бұл оларды ұзақ уақыт бойы ыңғайлы пайдалануға мүмкіндік береді және еңбек өнімділігін арттырады.

Қорғаныс құрылғыларын жан — жақты бағалау және талдау, оларды қолдану және техникалық қызмет көрсету және қызметкерлерді оқыту өндірісте электр қауіпсіздігін қамтамасыз етудің негізгі компоненттері болып табылады.

Бұл тәсіл техникалық талаптармен шектелмейді, сонымен қатар адами фактор мен жұмыс ортасының ерекшеліктерін ескереді.

Тиімді оқыту бағдарламалары тіпті ең заманауи қорғаныс құралдарын пайдаланумен байланысты шектеулерді түсінуге және тәуекелдерді болжауға бағытталуы керек.

Жаңа технологиялар мен материалдарды енгізу үздіксіз оқытусыз және оларды пайдалану дағдыларын жаңартусыз тиімді болмайды.

Сапалы жабдықты, оны үнемі бақылауды, қызметкерлерді дұрыс сақтауды және сауатты дайындауды қамтитын кешенді тәсіл ғана электротравматизм қаупін минимумға дейін төмендетіп, заманауи кәсіпорында қауіпсіздік мәдениетін қалыптастыра алады [8-9].

Қазақстан кәсіпорындарында электр қондырғыларымен жұмыс істейтін қызметкерлердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету еңбекті қорғау саласындағы маңызды міндеттердің бірі болып қала береді.

Өкінішке орай, өнеркәсіптің, энергетиканың және тұрғын үй-коммуналдық шаруашылықтың түрлі салаларындағы қызметкерлер арасындағы электротравматизм көрсеткіштері жоғары деңгейде қалып отыр, бұл осы мәселенің өзектілігін көрсетеді.

Өндірістік жарақаттануды талдау көрсеткендей, жазатайым оқиғалардың көпшілігі электр жабдықтарын пайдалану және техникалық қызмет көрсету кезінде орын алады. Бұл қызметкерлерді қорғаудың қолданыстағы әдістері айтарлықтай жақсартуды қажет ететіндігін, сондай-ақ жаңа, тиімдірек шешімдерді енгізу қажеттілігін көрсетеді.

Электр қондырғыларымен жұмыс әртүрлі климаттық және өндірістік жағдайлармен байланысты Қазақстанда қорғау құралдарына ерекше талаптар қойылады.

Температуралық режимдер, өнеркәсіптік кәсіпорындардың шаңдануы мен газдануының жоғарылауы, өндірістік объектілердегі агрессивті орта жұмысшылар үшін қосымша тәуекелдер туғызады және қорғаныс құралдарының жоғары сенімділігін, беріктігі мен тұрақтылығын талап етеді.

Дегенмен, дәстүрлі жеке қорғаныс құралдары көбінесе осындай күрделі жұмыс жағдайларына бейімделмейді, бұл олардың тиімділігін төмендетеді, қызметкерлердің өмірі мен денсаулығына ықтимал қауіп төндіреді және сайып келгенде, операциялық шығындардың артуына әкеледі.

Электр қауіпсіздігін қамтамасыз етудегі басты бағыт кешенді және жүйелі тәсіл болып табылады. Бұл тек заманауи технологияларды қолдануды ғана емес, сонымен қатар еңбекті қорғауды басқару жүйесіндегі елеулі өзгерістерді, сондай-ақ қызметкерлерді үнемі және мұқият оқытуды білдіреді. Сонымен қатар, әр кәсіпорында тұрақты қауіпсіздік мәдениеті қалыптасуы керек.

Аймақтық ерекшеліктерді ескере отырып, қорғаныс паркін белсенді түрде жаңарту маңызды. Ең төменгі талаптардан асатын отандық стандарттарды әзірлеу және енгізу қажет. Сондай-ақ, шынымен тиімді және қолдануға ыңғайлы шешімдер жасау үшін Ғылым, жеке қорғаныс өндірушілері (ЖҚҚ) мен соңғы тұтынушылар арасында тығыз байланыс орнату қажет.

Тек осындай жан-жақты стратегиялық бағыт ағымдағы жағдайды өзгертуге және электр тогының соғуымен байланысты өндірістік жарақаттану деңгейін айтарлықтай төмендетуге мүмкіндік береді. Электр қондырғыларына қызмет көрсететін қызметкерлер үшін қорғаныс құралдарын жетілдірудің негізгі бағыттары: жақсартылған диэлектрлік сипаттамалары бар жаңа материалдарды әзірлеу, әртүрлі өндірістік жағдайларда пайдаланудың ыңғайлылығын қамтамасыз ететін эргономикалық құрылымдарды құру, сондай-ақ қорғаныс құралдарының жай-күйін бақылаудың зияткерлік жүйелерін енгізу болып табылады. Өңірлердің климаттық ерекшеліктерін де, өнеркәсіптің әртүрлі салаларының ерекшеліктерін де ескере отырып, қазақстандық кәсіпорындарда жұмыс істеудің ерекше жағдайларына қорғаныс құралдарын бейімдеу ерекше маңызға ие [9-10].

Қорғаныс құралдарының тиімділігін арттырудың маңызды аспектісі оларды кәсіпорынның еңбекті қорғауды басқарудың жалпы жүйесіне біріктіру болып табылады. Заманауи қорғаныс құралдары Электр қондырғыларына техникалық қызмет көрсетудің технологиялық процестеріне органикалық түрде еніп, жоспарлы жөндеу жұмыстарын жүргізу, жабдықтың жай-күйін ағымдағы бақылау және штаттан тыс жағдайларда жұмыс істеу сияқты маңызды элементтерді күшейтуі керек. Сонымен қатар, персоналды жаңа қорғаныс құралдарын дұрыс пайдалануға үйретуге ерекше назар аудару керек, өйткені олардың тиімділігі сауатты қолдануға тікелей байланысты.

Жетілдірілген қорғаныс құралдарын енгізу Қазақстан кәсіпорындарында электр қауіпсіздігі деңгейін айтарлықтай арттыруға мүмкіндік береді. Бұған олардың қорғаныс сипаттамаларын жақсарту арқылы ғана емес, сонымен қатар бүкіл қауіпсіздік жүйесіне кешенді әсер ету арқылы қол жеткізіледі. Өзірленетін шешімдер ЕАЭО техникалық регламенттерінің және Қазақстанның ұлттық стандарттарының талаптарына сәйкес келуі тиіс, бұл олардың экономиканың түрлі салаларында пайдалану кезінде сенімділігі мен тиімділігіне кепілдік береді. Осылайша, электр қондырғыларына қызмет көрсететін персонал үшін қорғау құралдарын жетілдіру жөніндегі мақсатты жұмыс Қазақстан кәсіпорындарында электротравматизм деңгейін айтарлықтай төмендету үшін қажетті шарт болып табылады. Бұл тәсілді іске асыру қызметкерлердің өмірі мен денсаулығын сақтап қана қоймай, жалпы электр жабдықтары жұмысының сенімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Осы бағыттағы одан әрі зерттеулер техникалық инновацияларды Қазақстан экономикасының түрлі салаларындағы жұмыс жағдайларына бейімделген тиімді ұйымдастырушылық шешімдермен ұштастыра отырып, кешенді қорғау жүйесін құруға бағдарлануы тиіс. Қорғау құралдарын жетілдіру жолдары Жаңа буынның оқшаулағыш материалдарын пайдалану арқылы қорғаныс деңгейін арттыру. Ақылды

сенсорларды енгізу арқылы құрылғылардың күйін автоматты түрде бақылау. Эргономикалық өнімділікті жақсарту арқылы жұмыс ыңғайлылығын арттыру. Автоматтандыру жүйелерінің көмегімен қауіпті жағдайларды ерте анықтау және алдын алу [11].

Қорытынды. Қызметкерлерді кәсіби даярлау қорғаныс құралдарын жетілдірумен қатар, қызметкерлердің қауіпсіздік ережелерін білуі мен сақтауы өте маңызды. Үздіксіз оқыту, тренингтер және практикалық сабақтар еңбек қауіпсіздігі деңгейін айтарлықтай арттырады.

Заманауи технологияларды қолдану қашықтан бақылау жүйелері қауіпті аймақтардағы қызметкерлердің жұмыс уақытын қысқартады. Ақылды құралдар жұмыс ортасы мен қызметкердің жағдайын бақылайды. Автоматты ескерту жүйелері төтенше жағдайларда жедел әрекет етуге мүмкіндік береді.

Электр қондырғыларында жұмыс істейтін қызметкерлердің қауіпсіздігін арттыру үшін қорғаныс құралдарын жетілдіру, олардың сапасын бақылау және заманауи технологияларды енгізу қажет. Сонымен қатар, қызметкерлердің кәсіби дайындығын арттыру және қауіпсіздік мәдениетін қалыптастыру еңбекті қорғаудың маңызды бөлігі болып табылады. Бұл шаралар өндірістегі жарақаттанудың алдын алуға, жұмысшылардың өмірі мен денсаулығын қорғауға, өндіріс тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Әдебиеттер:

[1] Электр қондырғыларын пайдалану кезіндегі қауіпсіздік техникасы қағидалары: 31.03.2015ж. Қазақстан Республикасы Энергетика м-мен бекітілген. «Әділет» ақпараттық-құқықтық жүйесі 15.07.2015 ж.; «Егемен Қазақстан» 01.06.2017 ж., № 103 (29084).

[2] Тұтынушылардың электр қондырғыларын пайдалану кезіндегі қауіпсіздік техникасы қағидалары: 19.03.2015ж. Қазақстан Республикасы Энергетика м-мен бекітілген.

[3] Жеке қорғану, өзін-өзі қорғау, байланыс, қауіптілік туралы хабарлау құралдарын және техникалық құралдарды беру қағидалары, олардың түрлері. ҚР НҚА электрондық түрдегі эталондық бақылау банкі, 09.06.2023 ж.

[4] Энергия беруші ұйымдардың электр желілеріне технологиялық қосу қағидалары. 23.09.2020ж. Қазақстан Республикасы Энергетика м-мен бекітілген.

[5] **Сарабекова, Ұ.Ж.** Еңбекті қорғау: оқу құралы. – Қызылорда: «Жиенай», 2021. – 120 б.

[6] **Таңжарықов, П.А.** Мұнай газ саласындағы еңбекті және қоршаған ортаны қорғау: оқу құралы / Таңжарықов П.А., Абдрахманов С.Т., Сарабекова Ұ.Ж. – Қызылорда: «Ақмешіт», 2021. – 352 б.

[7] **Нұрғалиев, Р.С.** Электр тогының соғуының алдын алудағы заманауи технологиялардың рөлі // Өнеркәсіптегі еңбекті қорғау, 2021. – №2. – 23-29 бб.

[8] **Әбілғазиев, С.Б.** Энергетика саласындағы еңбекті қорғау: оқу құралы. – Алматы: «Энергетика», 2020. – 345 б.

[9] **Искакова, Л. М.** Энергетикалық кәсіпорындарда қауіпсіздік мәдениетін қалыптастыру // Қазақстан энергетикасы, 2022. – №4. – 56-62 бб.

[10] **Smith, J.** Intelligent Personal Protective Equipment for High-Risk Electrical Work // International Journal of Occupational Safety, 2020. – Vol. 26, No. 3. – P. 45-51.

[11] Еуразиялық экономикалық одақтың «Электрэнергетикасының қауіпсіздігі туралы» техникалық регламенті, 2020.

[12] **Таңжарықов, П.А.,** Сарабекова Ұ.Ж., Төлеген А.Е. Еңбекті қорғау менеджменті жүйесінде кәсіптік тәуекелдерді бағалау мәселесінің өзектілігі // «Қазіргі ғылымдағы өзекті мәселелер – 2020» атты халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясының материалдар жинағы, 2020. – 343-347 бб.

[13] **Таңжарықов, П.А.,** Сарабекова Ұ.Ж., Төлеген А.Е. Өндірістік объектілерде еңбекті қорғау жағдайлары бойынша міндетті мерзімдік аттестаттау // II халықаралық ғылыми-тәжірибелік online конференция «Энергия және ресурстар үнемдеу технологиялары: тәжірибелер және келешегі», Қорқыт Ата атындағы ҚМУ. – Қызылорда, 2020. – 380-385 бб.

[14] **Таңжарықов, П.А.,** Сарабекова Ұ.Ж., Төлеген А.Е. Мұнай-газ саласындағы кәсіби қауіпсіздік және денсаулық менеджменті жүйесі талаптарын ҚР СТ ОHSAS 18001-2008 стандарты

бойынша бағалау // Қорқыт ата атындағы Қызылорда университетінің ХАБАРШЫСЫ, 2021. – №1 (56). – 156-163 бб. <https://doi.org/10.52081/bkaku.2021.v56.i1.020>

[15] **Таңжарықов, П.А.**, Сарабекова Ұ.Ж., Төлеген А.Е. Тоқашова Ж.Е. Мұнай және газ өнеркәсібіндегі техникалық жүйелер мен технологиялық процесстердің қауіпсіздік талаптары // Қазақстан Республикасы Тәуелсіздігінің 30 жылдығына және Дүниежүзілік инженерия күніне арналған «Заманауи инженерлік инновациялар мен технологиялар» атты онлайн халықаралық ғылыми- тәжірибелік конференция материалдары. – Көкшетау, 2021. – Т.1. – 295-299 бб.

References:

[1] Jelektr qondyrgylaryn pajdalanu kezindegi qauipsizdik tehnikasy qagidalary: 31.03.2015zh. Qazaqstan Respublikasy Jenergetika m-men bekitilgen. «Adilet» aqparattyq-ququqytq zhyjesi 15.07.2015 zh.; «Egemen Qazaqstan» 01.06.2017 zh., № 103 (29084). [in Kazakh]

[2] Tutynushylardyn jelektr qondyrgylaryn pajdalanu kezindegi qauipsizdik tehnikasy qagidalary: 19.03.2015zh. Qazaqstan Respublikasy Jenergetika m-men bekitilgen. [in Kazakh]

[3] Zheke qorganu, ozin-ozı qorgau, bajlans, qauiptilik turaly habarlau quraldaryn zhane tehnikalyq quraldardy beru qagidalary, olardyń tırleri. QR NQA jelektrondyq tırdegi jetalondyq baqylau bankı, 09.06.2023 zh. [in Kazakh]

[4] Jenergija berushi ujymdardyn jelektr zhelilerine tehnologijalyq qosu qagidalary. 23.09.2020zh. Qazaqstan Respublikasy Jenergetika m-men bekitilgen. [in Kazakh]

[5] **Sarabekova, U.Zh.** Enbekti qorgau: oqu quraly. – Qyzylorda: «Zhienaj», 2021. – 120 b. [in Kazakh]

[6] **Tanzharykov, P.A.** Munaj gaz salasyndagy enbekti zhane qorshagan ortany qorgau: oqu quraly / Tanzharykov P.A., Abdrahmanov S.T., Sarabekova U.Zh. – Qyzylorda: «Aqmeshit», 2021. – 352 b. [in Kazakh]

[7] **Nurgaliev, R.S.** Jelektr togynyn soguynyn aldyn aludagy zamanauı tehnologijalardyn roli // Jnerkasiptegi enbekti qorgau, 2021. – №2. – 23-29 bb. [in Kazakh]

[8] **Abilgaziev, S. B.** Jenergetika salasyndagy enbekti korgau // Almaty: Jenergetika, 2020. - 345 b. [in Kazakh]

[9] **Iskakova, L. M.** Jenergetikalyq kasiporyndarda qauipsizdik mädenietin qalyptastyru // Qazaqstan jenergetikasy, 2022. – №4. – b. 56-62. [in Kazakh]

[10] **Smith, J.** Intelligent Personal Protective Equipment for High-Risk Electrical Work // International Journal of Occupational Safety, 2020. – Vol. 26, No. 3. – P. 45-51. [in Kazakh]

[11] Eurazijalyq jekonomikalyq odaqtyn "Jelektrjenergetikasynyn qauipsizdigi turaly" tehnikalyq reglamenti, 2020. [in Kazakh]

[12] **Tanzharykov, P.A.**, Sarabekova U.Zh., Tolegen A.E. Enbekti korgau menedzhmenti zhujesinde kasiptik tauekelderdi bagalau maselesinin ozektiligi // «Qazirgi gylymdagy ozekti maseleler – 2020» atty halyqaralyq gylymi-tazhiribelik konferencijasynyn materialdar zhinagy, 2020. - 343-347 bb. [in Kazakh]

[13] **Tanzharyqov, P.A.** Sarabekova U.Zh., Tolegen A.E. Ondiristik obiektilerde enbekti qorgau zhagdajlary boıynsha mindetti merzimdik attestattau // II halyqaralyq gylymi-tazhiribelik online konferencija «Jenergija zhane resurstar unemdeu tehnologijalary: tazhiribeler zhane keleshegi». Qorqyt Ata atyndagy QMU. – Qyzylorda, 2020. – 380-385 bb. [in Kazakh]

[14] **Tanzharyqov, P.A.** Sarabekova U.Zh., Tolegen A.E. Munaj-gaz salasyndagy kasibi qauipsizdik zhane densaulıq menedzhmenti zhujesi talaptaryn QR ST OHSAS 18001-2008 standarty boıynsha bagalau // Qorqyt ata atyndagy Qyzylorda universitetinin HABARShYSY, 2021. – №1 (56). – 156-163 bb. <https://doi.org/10.52081/bkaku.2021.v56.i1.020> [in Kazakh]

[15] **Tanzharyqov, P.A.**, Sarabekova U.Zh., Tolegen A.E. Toqashova Zh.E. Munaj zhane gaz onerkasibindegi tehnikalyq zhujeler men tehnologijalyq processterdin qauipsizdik talaptary // Qazaqstan Respublikasy Tauelsizdiginin 30 zhyldygyna zhane Duniezhuzilik inzhenerija kunine arналған «Zamanaui inzhenerlik innovacijalar men tehnologijalar» atty onlajn halyqaralyq gylymi- tazhiribelik konferencija materialdary. – Kokshetau, 2021. – Т.1. – 295-299bb. [in Kazakh]

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОЧИХ, ОБСЛУЖИВАЮЩИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ ЗА СЧЕТ УЛУЧШЕНИЯ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ

Сарабекова У.Ж., PhD, ассоциированный профессор
Абдразак Б.А., магистрант 2-курса ОП 7М11279 – «Безопасность жизнедеятельности и охрана окружающей среды»

Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г. Кызылорда, Казахстан

Аннотация. В данной статье авторы подробно рассмотрели вопросы, связанные с обеспечением безопасности труда работников, занятых в электроэнергетической отрасли. Работа на электроустановках сопряжена с высоким риском, и основная задача – защитить жизнь и здоровье сотрудников. В исследовании авторы подробно рассмотрели различные средства индивидуальной и коллективной защиты, а также требования к их эффективности и техническому состоянию.

В этой статье показаны способы предотвращения несчастных случаев на производстве за счет повышения качества защитных средств, использования новых диэлектрических материалов, внедрения современных технологий и «умных» систем контроля.

Кроме того, рассмотрены организационные и технические аспекты обеспечения безопасности труда, а также пути улучшения профессиональной подготовки сотрудников и развития культуры безопасности.

Результаты исследовательской работы авторов подтверждают необходимость обновления и совершенствования средств защиты системы безопасности труда в электроэнергетике. Предлагаемые меры направлены на обеспечение безопасности работников, работающих с электрооборудованием, снижение количества производственных травм и повышение общей производительности.

В статье рассматриваются подходы и рекомендации, которые помогут сформировать современную культуру безопасности на предприятиях Казахстана с учетом климатических условий и особенностей производства.

Ключевые слова: электроустановки, безопасность труда, средства защиты, культура безопасности, технологии, несчастный случай.

IMPROVING THE SAFETY OF WORKERS OPERATING ELECTRICAL INSTALLATIONS BY IMPROVING PROTECTIVE EQUIPMENT

Sarabekova U.Zh., PhD, Associate Professor
Abdrzak B.A., 2nd-year Master's student of the EP 7M11279 «Life Safety and Environmental Protection»

Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan

Annotation. In this article, the authors examine in detail the issues related to ensuring the safety of workers employed in the electric power industry. Working in electrical installations involves a high risk, and the main task is to protect the life and health of employees. The study comprehensively examines various types of individual and collective protective equipment, as well as the requirements for their effectiveness and technical condition.

This article outlines ways to prevent accidents at work by improving the quality of protective equipment, using new dielectric materials, introducing modern technologies and "smart" monitoring systems.

In addition, the organizational and technical aspects of ensuring occupational safety, as well as ways to improve the professional training of employees and develop a safety culture are considered.

The results of the authors' research work confirm the need to update and improve the means of protecting the Occupational Safety System in the electric power industry. The proposed measures are aimed at ensuring the safety of employees working with electrical equipment, reducing the number of industrial injuries and increasing overall productivity.

The article discusses approaches and recommendations that will help form a modern culture of safety at enterprises in Kazakhstan, taking into account climatic conditions and production characteristics.

Keywords: electrical installations, occupational safety, protective equipment, safety culture, technology, accident.

FIRE SAFETY OF OIL AND OIL PRODUCTS TANKS AND ANALYSIS OF COST AVOIDANCE

Monika Kulisz, PhD

m.kulisz@pollub.pl, <https://orcid.org/0000-0002-8111-2316>

Lublin University of Technology, Lublin, Poland

Annotation. This paper investigates the issues of fire safety in the operation of tanks for storage of oil and petroleum products, as well as analyzes the prevention of fire costs. Oil and oil products produced in Kazakhstan are produced, processed and stored in tank farms. In the state register of hazardous production facilities there is information about thousands of oil depots and storage facilities of oil and oil products.

Currently, the theoretical analysis of oil products combustion uses various approaches based on some modeling ideas about the combustion mechanism as a complex phenomenon. Detailed information on the regularities of the combustion process can be obtained by numerical solution of systems of equations for liquid and gaseous reactants. In this regard, the development of approximate analytical methods for calculating the combustion of petroleum products, allowing to determine the main characteristics of the combustion process, is of great importance.

The problem of improving industrial safety of tanks has become more acute due to a number of situations that have arisen in Kazakhstan under new economic conditions. Currently, 90% of the used tank farms have exceeded the normative service life. Review of emergency situations resulting from tank explosion and subsequent ignition of oil product in a free surface tank with rupture of the tank roof has shown that consideration of oil product combustion processes in a tank is currently an actual direction of science development.

Keywords: oil tank; hazard; fire safety; hazardous production facilities; analytical analysis; cost avoidance.

Introduction. Oil and oil products produced in Kazakhstan are refined, processed and stored in tank farms. The state register of hazardous production facilities contains information on thousands of oil depots and storage facilities for oil and oil products. In accordance with the Law of the Republic of Kazakhstan dated April 11, 2014 «On Civil Protection» [1] tank farms and oil storage facilities are classified as hazardous production facilities. The problem of improving industrial safety of tanks has become more acute due to a number of situations that have arisen in Kazakhstan under the new economic conditions. Currently, 90% of the tank farms in use have exceeded their normal service life. Review of emergency situations resulting from an explosion in the tank and subsequent ignition of oil products in the tank with a free surface, with the rupture of the tank roof showed that the consideration of combustion processes of oil products in the tank is currently an urgent direction of scientific development.

Burning of oil products by the free surface of the tank often leads to irreversible consequences. The study of the combustion process has an important scientific and applied significance related to the problems of fire extinguishing, oil spills in tank accidents.

Currently, the theoretical analysis of oil products combustion uses various approaches based on some modeling ideas about the combustion mechanism as a complex phenomenon. Detailed information on the regularities of the combustion process can be obtained by numerical solution of systems of equations for liquid and gaseous reactants. At the same time, in the study of turbulent combustion of petroleum products there are difficulties of physical nature, which are due to the establishment of turbulent exchange coefficients in the free convective flow of reactive gas of variable density.

In this connection, it is especially important to develop approximate analytical methods for calculating the combustion of petroleum products, which make it possible to establish the main characteristics of the combustion process. Considering that the solution of the problem of

predicting the conditions and consequences of tank fires is related to the preservation of human life and reduction of material damage, it is highly relevant.

In order to isolate tank fires to avoid material damage and human casualties, it is recommended to develop the following analytical methods for calculating the combustion of petroleum products with the free surface of the tank:

1. Assessment of the technical condition of tank farms, as well as analysis of statistical data on tank accidents, their area, features and consequences.

2. Investigation of the basics of oil products combustion with the free surface of the tank. Development of analytical methods to establish the main characteristics of the oil products combustion process.

3. Study of the main characteristics of the combustion process in connection with the structural and technological parameters of the tank.

Research materials and methods: Brief review of fire safety in the operation of oil product storage tanks in oil depots and oil warehouses. According to the state register of hazardous production facilities, there is information about thousands of oil depots and oil and oil products storage facilities. Of these, there are more than 50 facilities, for which the legislation in the field of industrial safety establishes mandatory development of industrial safety declaration. Ensuring industrial safety of hazardous production facilities suggests using the procedure of accident risk analysis to justify and make effective management decisions based on the most «dangerous places» identified in the technological system of the facility.

When assessing the scale of possible technogenic threats in the controlled facility, the following main accident development scenarios were established:

- the most dangerous - complete destruction of a surface tank with oil with spreading of oil vapor cloud, fire, explosion, fire spill; explosion of oil vapor in the ATB tunnel (length 3.5 km, diameter 5 m);

- the most probable - partial failure of the pump unit; local leakage from process equipment, wells. In case of accidents under these scenarios a fire due to ignition and oil (petroleum product) spillage is possible.

The main damaging factors of these accidents are: thermal radiation, impact of shock wave, getting into open flame, damage by splinters. When assessing the zones of possible damage (destruction):

- Methodology for assessing the consequences of accidental explosions of fuel-air mixtures - to determine the damage zones during combustion and explosion of fuel-air mixture clouds [2];

- Guidelines for Industrial Risk Assessment;

- Calculation of heavy gas dispersion to determine the mass of the substance involved in combustion (explosion);

- GOST 12.3.047-98. «Fire safety of technological processes. General requirements. Methods of control» - to determine the zones of thermal radiation damage during spill combustion [3].

In accidents with particularly severe consequences, the damage (destruction) zones may reach several hundred meters; in case of fire, the size of hazardous zones is limited to several tens of meters from the edge of the spill. In case of foreseen emergencies there is a breakdown of neighboring equipment, which can lead to further destruction of the accident. Accordingly, this condition may increase the area of affected areas. The occurrence of fires and explosions at oil storage facilities depends on many conditions related to the properties of oil products, production organization and external conditions [4, 5, 6]. Its main causes are:

- use of open flames during repair and inspection of equipment;
- use of leaky lighting devices and fittings;
- faulty electrical wiring;
- gas discharges;
- spontaneous combustion of combustible substances;

- electrification of fuel.

A special danger during operation of tanks, pipelines is electrification of fuel, which can cause fire. Petroleum products are dielectrics, i.e. conductors of electricity. When rubbing them on another dielectric or conductor static electric charges arise. The petroleum products are negatively charged, while the metal bonded to them will be positively charged. The higher the potential difference, the higher the danger of discharges (electric sparks), which may cause an explosion or fire.

When oil is stored under operational conditions, the fuel is electrified:

- pumping through hoses and pipes;
- passing through filters;
- jet impact on hard surfaces;
- splashing in the air when falling from a height.

The largest charges of static electricity are generated, which are dug out of rubber and rubberized hoses. The potential value can reach tens of thousands of volts. Dangerous charges are formed when pumping petroleum products in pumps, pipelines and valves. To avoid static electricity discharges it is necessary to ground all tanks, pipelines, injection units, hoses and other equipment related to storage, pumping and transportation of petroleum products. The greatest danger is the filling of tanks, automobile and railroad tanks with a filling hose with 1 m or more from the bottom of the container. In all cases, the filling of containers must be carried out under the product layer. Fire hazard for different petroleum products is not the same. It is characterized by ignition and temperature limits of ignition, vapor concentration in the air and the tendency of petroleum products to accumulate static electrical charges.

Results and their discussion. Current state of tanks at oil depots and oil storage facilities. Currently in Kazakhstan and CIS countries more than 40 thousand vertical and horizontal cylindrical tanks with capacity from 100 to 50000 m for storage of oil, oil products and aggressive chemicals are functioning [7]. Almost each of them is a hazardous object for the employees of the enterprise and the environment. Over the last 30 years in Kazakhstan several dozens of reservoirs have been destroyed with fires and sometimes human casualties.

In Table 1. the data of the analysis of the causes of accidents are given on the example of 65 accidents with tanks for oil and oil products, as well as with other tanks during the given year) [8].

Table 1 – Data for analyzing the causes of accidents

№	Causes of accidents	%
1	Metal brittleness	63,1
2	Explosion and fire	12,3
3	Corrosion wear of metal	7,7
4	Settlement of the tank base	4,6
5	Hurricane wind	1,5
6	Other causes	10,8
	Total	100

The degree of danger (responsibility) of tanks is taken into account by special requirements to materials, scope of control during design and is specified in the working documentation, as well as determined by the reliability coefficient for the purpose of calculation. Such classification of tanks reflects the degree of hazard of tank disasters to the public and the environment [8, 9].

Especially relevant are the issues related to the inspection of operating tanks based on effective methods of technical diagnostics. Based on risk assessment, diagnostics provides a significant increase in the reliability of the equipment in use, including tanks, reducing the number of failures and reducing the time spent on their regular inspection and maintenance [10].

The levels of risk associated with different tanks are not the same, so risk-based monitoring concentrates efforts to diagnose and maintain tanks with higher risk and possible consequences. For each tank diagnosed, a risk matrix is calculated and constructed with respect to the defects it contains.

The main objectives of risk-based diagnostics are:

- * focusing on identifying and mitigating business and safety risks;
- * achieving a high availability factor by taking tanks out of service only to perform the most necessary inspection programs;
- * improving safety by preventing hazards associated with preparing tanks for inspection.

At present, new design solutions are offered by refiners, by means of which the technology of storage and transportation of petroleum products after preparation or overhaul is changed in the direction of reduction of product evaporation, acceleration of transportation, elimination of «funnel formation», removal of «dead» sediments, which leads to an increase in tank operation. At the same time, its convenience in use is ensured and a significant economic effect per 1m³ of stored product is achieved [9].

Recently, a considerable amount of theoretical studies of the combustion process related to the problems of fire extinguishing, chemical technology, development of effective methods of oil recovery enhancement have been carried out. Based on the results of these studies, many issues related to combustion under conditions of natural and forced convection have been considered. A quasi-dimensional model is used to describe free convective combustion of a liquid. On the basis of this model, a number of important questions of fluid combustion theory have been solved.

A brief review of the state of the theory of combustion of oil products with a free surface shows that a large number of works have been carried out on the experimental study of the characteristics of the processes, their dependence on various factors. Methods of mathematical description of this phenomenon have been developed, which allow, on the basis of numerical integration of the system of transport equations, to obtain information about the nature of the process, about the dependence of characteristics on various parameters. In addition, approximate analytical methods are important, allowing to calculate with sufficient accuracy the main characteristics of the process for technical applications.

Experimental study of the occurrence of hazardous risk factors of accidents with horizontal tanks. Petroleum products are flammable substances. Careless handling of fire, sparks from impact or electrical discharges of metal objects can cause them to explode or catch fire. Fires result in large losses of petroleum products, damage to structures and equipment. However, the degree of fire hazard is not the same for different petroleum products. It is characterized by temperature limits of ignition, vapor concentration in the air, and the propensity of petroleum products to accumulate static electric charges [11].

Characterization of explosion and fire hazardous properties of petroleum products [12]:

- ignition temperature;
- auto-ignition temperature;
- ignition zone (temperature and concentration limits of explosion hazard).

Ignition temperature is the lowest temperature of a substance (under standard test conditions) at which vapors or gases are formed from ignition sources on Earth that are capable of igniting in air, but the rate of vapor or gas formation is insufficient for prolonged combustion. Depending on the method of detection, a distinction is made between flash point in a closed crucible and flash point in an open crucible.

The flash point allows the assessment of the temperature conditions under which a substance ignites. This is important for classifying petroleum products and other combustibles by fire hazard. Flash point is the temperature at which a liquid (flammable substance) heated under normal conditions ignites when a flame falls on it and burns for at least 5 seconds. This temperature is a few degrees above the flash point.

Self-ignition temperature is the lowest temperature at which a substance can ignite without an open flame under standard conditions. Ignition occurs as a result of an increase in the rate of exothermic oxidation reactions of combustible vapors (or other oxidizing agent) in air, culminating in the formation of a flame. The ignition temperature is considered in the following cases:

- classification of gases and vapors of flammable liquids into explosion hazard groups;
- selection of the type of electrical equipment;
- determining the temperature limits of safe use of a substance when it is heated to a high temperature;
- when investigating the causes of fire.

Liquids with a low flash point have a higher ignition rate than liquids with a high flash point. This is due to the different mechanisms of the flame propagation process.

With an ignition source (flame) in a closed crucible, only a minimum concentration of combustible vapors capable of burning in air, the pre-formed front of the flame and most rapidly formed in volatile liquids (gasoline) is required for its propagation.

In the case of ignition of liquids from hot surfaces, critical conditions of ignition and flame propagation are more rapidly created in heavy hydrocarbons, which are thermally less resistant to the processes of AUTO-catalytic oxidizer decomposition. For this reason, heavy hydrocarbons self-ignite at lower temperatures than light thermally stable gasoline hydrocarbons. The ignition zone of gases (vapors) in air is characterized by the limits within which a mixture of gases (vapors) with air is capable of ignition from an external ignition source with subsequent flame propagation. The limits of the ignition zone are often expressed in terms of the volume percentage of the combustible substance in the mixture with air - concentration limits of ignition or temperature limits of ignition (explosion). Explosion concentration limits are expressed as the concentration of a combustible substance in a mixture with air; in given cases, no flame spreads through the mixture.

As indicated below, the concept of «explosion hazard» and «flame propagation» are used to describe the same process - rhenium - and differ only in the speed of the process.

Lower explosive concentration limit of combustible gases of substances is the minimum concentration of a substance in air at atmospheric pressure at which the mixture can be ignited by an external ignition source, after which the flame spreads throughout the entire volume of the mixture with an accompanying explosion. The upper explosive concentration limit of combustible gases is the maximum concentration of a substance in air at atmospheric pressure at which the mixture loses its ability to be ignited by an external ignition source and the flame can then spread.

A concentration of gas or vapor in air (inside a process apparatus) not exceeding 50% of the lower explosive limit or exceeding 50% of the upper explosive limit is considered explosive. Temperature limits of explosiveness are expressed by the temperature of the combustible substance, under given conditions saturated vapor of the state air (maximum possible vapor pressure of the liquid at a given temperature) is not ignited in a mixture with air.

Explosives are substances capable of exploding under the action of a powerful beginning. Explosive transformation is a process of rapid physical or chemical transformation accompanied by the conversion of potential chemical energy into thermal energy, which is converted into mechanical work of the resulting gases. The ability to explosive transformation is determined by their exothermic, high degree and rate of gassing.

Petroleum products are not explosives. They are not detonated by the detonator capsule under the action of a shock wave and friction. However, when mixing vapors with air, the formation of explosive, fire hazardous mixtures is possible, ignition and combustion of which, especially in a closed volume, is explosive in terms of the rate of flame propagation and pressure. The greatest evaporation is observed in gasoline with the highest vapor flow and the highest evaporation, which is ten times higher than in diesel fuel. Special attention should be given to control the losses due to evaporation of gasoline.

Experimental study is carried out in order to reveal the facts of horizontal tanks danger (actual evaporation of petroleum products from «big breath» and «back out») (Figure 1 - 4).

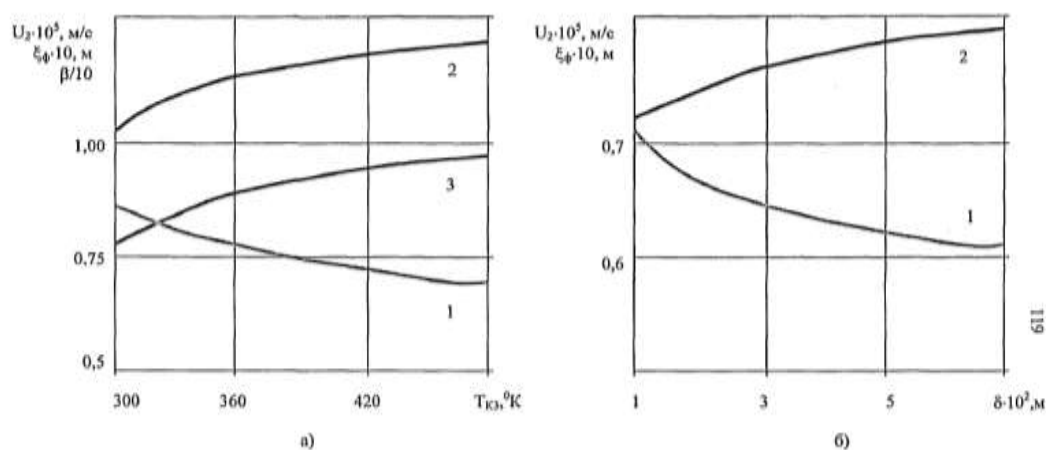


Figure 1 –
a) dependence of the process characteristics on the substrate boiling temperature;
b) dependence of the process characteristics on the thickness of the liquid layer
1- combustion velocity; 2- flame front coordinate; 3- β parameter

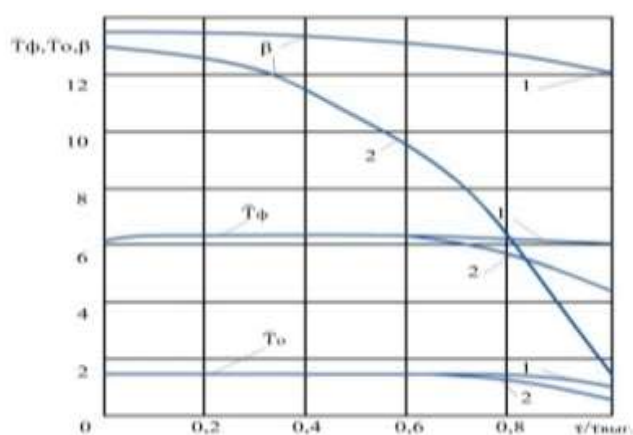


Figure 2 – Variation of flame temperature, free surface temperature and vapor concentration during combustion of a layer of finite thickness:
 $\lambda_3=0.138 \text{ w/m}^*\text{k}$; 1- $\omega_3=1.1$; 2- $\omega_3 = 0.933$

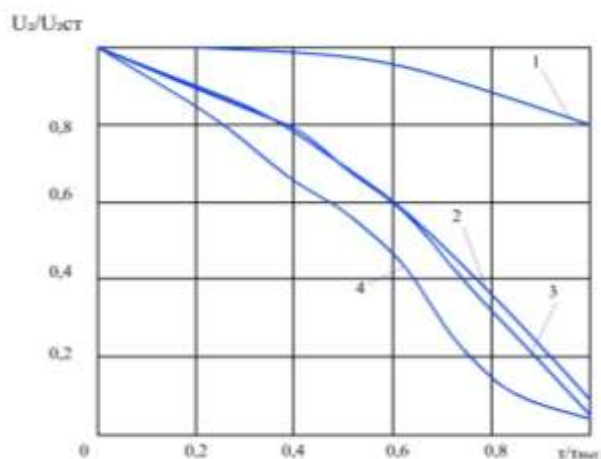


Figure 3 – Dependence of the liquid layer combustion rate on time
 $\lambda_3=0.138$ (1,3); $10 \cdot 2$ (2); 102 (4) $\text{W}/(\text{m}^*\text{k})$,

$\omega=1,1$ (1); 0,933 (2-4), U2ST is the steady-state combustion rate

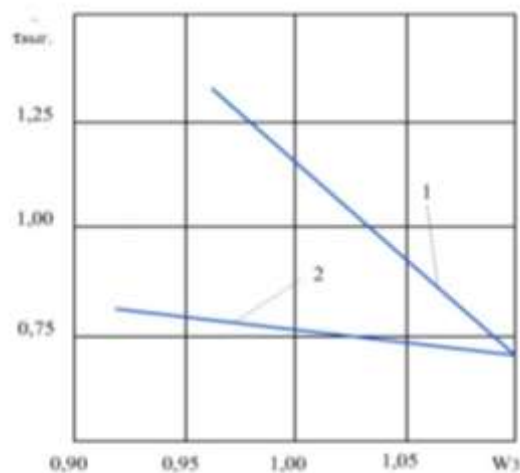


Figure 4 – Dependence of the layer combustion time on the parameter ω_3
1- unsteady calculation; 2- stationary combustion

Conclusion. This paper has considered the issues of fire safety in the operation of oil and petroleum products storage tanks. In order to timely isolate fires in tanks to reduce material damage and human casualties, the development of analytical methods for calculating the combustion of oil products with the free surface of the tank is proposed.

According to the results of the analysis of accident rate in tank farms it is established that the most dangerous scenario of emergency situation development is the tank rupture with roof rupture and subsequent ignition of oil product (12.3% of the total number of accidents in the tank). The theoretical bases of stationary combustion of oil products with empty surface of tanks were analyzed and an analytical method for determining the characteristics of the oil products combustion process was developed, which allows increasing the reliability of fire development forecasting by 30%.

The dependence of the main characteristics of the combustion process on the structural and technological parameters of tanks has been obtained. It is established that the increase in tank diameter by 0.2 m leads to a 2.5-fold decrease in combustion rate and a 1.2-fold increase in flame height. A mathematical model of oil product burnout on a heat-conducting substrate is developed. It is shown that at known thermal conductivity of the substrate and certain critical values of the free surface and flame temperature there cannot be a constant combustion mode, which leads to damping of the combustion process. Taking into account that the solution of the problem of predicting the conditions and consequences of fires in tanks is related to the preservation of human lives and reduction of material damage, it is very relevant [13-15].

In addition, the technical condition of tank farms has been assessed, and statistical data on tank accidents, their scale, features and consequences have been analyzed. The fundamentals of stationary combustion of petroleum products with a free surface of the tank have been investigated and analytical methods have been developed to determine the main characteristics of the petroleum products combustion process. According to the results of statistical review the tank farm is recognized as the most fire and explosion hazardous object of the transshipment oil depot (TDP). Possible causes and nature of emergencies were identified. To improve the reliability of fire development prediction, the most important characteristics of the combustion process were identified. Their dependence on technological and structural parameters of the tank was investigated. To estimate the attenuation of the combustion process, the dependence of the change in the combustion rate in tanks with empty surface during the combustion of a layer of oil products was obtained.

Әдебиеттер:

- [1] Қазақстан Республикасының Азаматтық қорғау туралы Заңы, №188-в 11.04.2014ж.
- [2] Оценка риска аварий на объектах хранения и перевалки нефти и нефтепродуктов /А.В. Пчельников, А.И. Гражданкин, И.А. Кручинина, С.И. Сумской, Ю.А. Дадонов, М.В. Лисанов // Безопасность труда в промышленности, 2019. – № 6. – С.33-37.
- [3] ГОСТ Р 12.3.047-98. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.
- [4] **Дорошенко, Ф.Е.** Повышение надежности эксплуатации резервуаров для нефти и нефтепродуктов / Ф.Е. Дорошенко // Транспорт и хранение нефтепродуктов, 2020. – №3. – С.6-8.
- [5] **Павлов, А.А.** Обеспечение безопасной эксплуатации объектов МНПП / А.А. Павлов //Транспорт и хранение нефтепродуктов, 2019. – №2. – С.5-8.
- [6] **Хаджиев, Р.Г.** Обеспечение промышленной безопасности на производственных объектах ОАО «Уралтранснефтепродукт» / Р. Г. Хаджиев //Транспорт и хранение нефтепродуктов, 2019. – №1. – С.6-8.
- [7] **Ханухов, Х.М.** Обеспечение экологической безопасности при эксплуатации резервуаров для нефти и нефтепродуктов /Х.М. Ханухов //Науч. Инф. сборник.Транспорт и хранение нефтепродуктов, 2018. – №10. – С.8-12.
- [8] **Горицкий, В.М.** Безопасность и развитие нормативной базы для вертикальных стальных резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов /В.М. Горицкий, Г.П. Кондаков // Безопасность труда в промышленности, 2019. – №11. – С.39-40.
- [9] **Купреишвили, С.М.** Безопасность и развитие нормативной базы для вертикальных стальных резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов /С.М. Купреишвили // Безопасность труда в промышленности, 2018. – №7. – С.47-50.
- [10] **Бородин, Ю.П.** Диагностика вертикальных стальных резервуаров на основе оценки риска /Ю.П. Бородин, В.И. Зайчук //Науч. инф. сборник. Транспорт и хранение нефтепродуктов, 2018. – №9. – С.7-10.
- [11] **Абузова, Ф.Ф.** Борьба с потерями нефтепродуктов при их транспортировке и хранении / Ф.Ф. Абузова, И.С. Бронштейн, В.Ф. Новоселов. – М.: Недра, 2019. – 355 с.
- [12] **Коршак, А.А.** Системы улавливания легких фракций нефти и нефтепродуктов из резервуаров. Учебное пособие / А.А. Коршак, И.Г. Блинов. – Уфа: Изд. Уфим. нефт. института, 2018. – 80 с.
- [13] **Sarabekova, U.Zh., Duisenbekov E.O.** Improving the system of environmental protection from dust residues of asphalt concrete plants // International independent scientific journal, Kraków, Polska, 2019. – VOL. 1.№3. – Rr. 38-40.
- [14] **Tanzharikov, P.A., Sarabekova U.Zh., Tolegen A.E.** Adverse factors affecting the productivity of workers in the oil and gas industry // International scientific journal «Global science and innovations 2020: Central Asia» Nur-Sultan, Kazakhstan, 2020. – R.38-42.,
- [15] **Таңжарыков, П.А., Сарабекова Ұ.Ж., Абдрахманов С.Т.** «Мұнай газ саласындағы еңбекті және қоршаған ортаны қорғау». Оқу құралы. – Қарағанды: Medet Group, 2021. – 312 б.

References:

- [1] Qazaqstan Respublikasynyn Azamattyq qorgau turaly Zany, №188 – v 11.04.2014zh. [in Kazakh]
- [2] Ocenka riska avarij na objektah hranenija i perevalki nefti i nefteproduktov /A.B. Pchel'nikov, A.I. Grazhdankin, I.A. Kruchinina, S.I. Sumskoj, Ju.A. Dadonov, M.V. Lisanov // Bezopasnost' truda v promyshlennosti, 2019. – №6. С.33-37. [in Russian]
- [3] GOST R 12.3.047–98. Pozharnaja bezopasnost' tehnologicheskix processov.Obshhie trebovaniya. Metody kontrolja. [in Russian]
- [4] **Doroshenko, F.E.** Povyshenie nadezhnosti jekspluatacii rezervuarov dlja nefti i nefteproduktov / F.E. Doroshenko // Transport i hranenie nefteproduktov, 2020. -№3. -S.6-8. [in Russian]
- [5] **Pavlov, A.A.** Obespechenie bezopasnoj jekspluatacii objektov MNPP / A.A. Pavlov //Transport i hranenie nefteproduktov, 2019. - №2. – S.5-8. [in Russian]

- [6] **Hadzhiev, R.G.** Obespechenie promyshlennoj bezopasnosti na proizvodstvennyh obektah OAO «Uraltransnefteprodukt» / R. G. Hadzhiev // Transport i hranenie nefteproduktov, 2019. – №1. – S.6-8. [in Russian]
- [7] **Hanuhov, H.M.** Obespechenie jekologicheskoy bezopasnosti pri jekspluatacii rezervuarov dlja nefti i nefteproduktov /H.M. Hanuhov //Nauch. Inf. sbornik. Transport i hranenie nefteproduktov, 2018.- №10. - S.8-12. [in Russian]
- [8] **Gorickij, V.M.** Bezopasnost' i razvitie normativnoj bazy dlja vertikal'nyh stal'nyh rezervuarov dlja hranenija nefti i nefteproduktov / V.M. Gorickij, G.P. Kondakov // Bezopasnost' truda v promyshlennosti, 2019. -№11. -S.39-40. [in Russian]
- [9] **Kupreishvili, S.M.** Bezopasnost' i razvitie normativnoj bazy dlja vertikal'nyh stal'nyh rezervuarov dlja hranenija nefti i nefteproduktov /S.M. Kupreishvili // Bezopasnost' truda v promyshlennosti, 2018. - №7. -S.47-50. [in Russian]
- [10] **Borodin, Ju.P.** Diagnostika vertikal'nyh stal'nyh rezervuarov na osnove ocenki riska /Ju.P. Borodin, V.I. Zajchuk //Nauch. inf. sbornik. Transport i hranenie nefteproduktov, 2018. - №9. -s.7-10.
- [11] **Abuzova, F.F.** Bor'ba s poterjami nefteproduktov pri ih transportirovke i hranenii / F.F. Abuzova, I.S. Bronshtejn, V.F. Novoselov // M.: Nedra, 2019. -355s. [in Russian]
- [12] **Korshak, A.A.** Sistemy ulavlivanija legkih frakcij nefti i nefteproduktov iz rezervuarov: Uchebnoe posobie/ A.A. Korshak, I.G. Blinov // Ufa: Izd. Ufim. neft. instituta, 2018. -80s. [in Russian]
- [13] **Sarabekova, U.Zh.,** Duisenbekov E.O. Improving the system of environmental protection from dust residues of asphalt concrete plants // International independent scientific journal, Kraków, Polska, 2019. - VOL. 1.№3. - Rr. 38-40. [in Russian]
- [14] **Tanzharikov, P.A.,** Sarabekova U.Zh., Tolegen A.E. Adverse factors affecting the productivity of workers in the oil and gas industry // International scientific journal «Global science and innovations 2020: Central Asia» Nur-Sultan, Kazakhstan, 2020. - R.38-42. [in Russian]
- [15] **Tanzharykov, P.A.,** Sarabekova U.Zh., Abdrahmanov S.T. «Munaj gaz salasyndagy enbekti zhane qorshagan ortany qorgau». Oqu quraly // Qaragandy: Medet Group, 2021. -312b. [in Kazakh]

МҰНАЙ ЖӘНЕ МҰНАЙ ӨНІМДЕРІ САҚТАЛАТЫН РЕЗЕРВУАРЛАРДА ӨРТТІҢ АЛДЫН АЛУ МЕН ШЫҒЫНДАРДЫ АЗАЙТУ ТӘСІЛДЕРІН ТАЛДАУ

Моника Кулиш, PhD, доцент

Люблин технологиялық университеті, Люблин, Польша

Андатпа. Бұл мақалада мұнай және мұнай өнімдерін сақтауға арналған резервуарларды пайдалану кезіндегі өрт қауіпсіздігі мәселелері қарастырылып, өртке байланысты шығындарды болдырмау жолдары талданады. Қазақстанда өндірілетін мұнай және мұнай өнімдері резервуарлық парктерде дайындалып, өңделіп және сақталады. Қауіпті өндірістік объектілердің мемлекеттік тізілімінде мыңдаған мұнай базалары мен мұнай және мұнай өнімдерін сақтау орындары туралы мәліметтер тіркелген.

Қазіргі уақытта мұнай өнімдерінің жануын теориялық тұрғыдан талдау жану механизмін күрделі құбылыс ретінде сипаттайтын әртүрлі модельдік тәсілдерге негізделеді. Жану процесінің заңдылықтары туралы толық ақпарат сұйық және газ тәрізді реагенттерге арналған теңдеулер жүйесін сандық шешу арқылы алынады. Сондықтан жану процесінің негізгі сипаттамаларын анықтауға мүмкіндік беретін мұнай өнімдерінің жануын есептеудің жуық аналитикалық әдістерін әзірлеу маңызды болып табылады.

Қазақстандағы жаңа экономикалық жағдайларда орын алған бірқатар оқиғаларға байланысты резервуарлардың өнеркәсіптік қауіпсіздігін арттыру мәселесі өзектен түсті. Қазіргі қолданыстағы резервуарлық парктердің 90%-ы нормативтік қызмет мерзімінен асып кеткен. Резервуардағы жарылыс пен одан кейінгі жану салдарынан туындаған авариялық жағдайларды талдау мұнай өнімдерінің жану процестерін зерттеу ғылымның маңызды бағыттарының бірі болып отырғанын көрсетті.

Тірек сөздер: мұнай резервуары; қауіп; өрт қауіпсіздігі; қауіпті өндірістік объектілер; аналитикалық талдау; шығындарды болдырмау.

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РЕЗЕРВУАРОВ ДЛЯ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ И АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЗАТРАТ

Моника Кулиш, PhD, доцент

Люблинский технологический университет, Люблин, Польша

Аннотация. В данной работе рассмотрены вопросы пожарной безопасности при эксплуатации резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов, а также проведён анализ способов предотвращения затрат, связанных с пожарами. Нефть и нефтепродукты, производимые в Казахстане, подготавливаются, перерабатываются и хранятся в резервуарных парках. В государственном реестре опасных производственных объектов содержатся сведения о тысячах нефтебаз и объектов хранения нефти и нефтепродуктов.

В настоящее время теоретический анализ горения нефтепродуктов использует различные подходы, основанные на модельных представлениях о механизме горения как сложного процесса. Подробную информацию о закономерностях горения можно получить путём численного решения систем уравнений для жидких и газообразных реагентов. В связи с этим важное значение имеет разработка приближённых аналитических методов расчёта горения нефтепродуктов, позволяющих определять основные характеристики процесса.

Проблема повышения промышленной безопасности резервуаров обострилась в связи с рядом ситуаций, возникших в Казахстане в условиях новых экономических реалий. В настоящее время 90% эксплуатируемых резервуарных парков превысили нормативный срок службы. Анализ аварийных ситуаций, возникших вследствие взрыва резервуара и последующего возгорания нефтепродукта с разрывом крыши, показывает, что изучение процессов горения нефтепродуктов в резервуарах является актуальным направлением научных исследований.

Ключевые слова: нефтяной резервуар; опасность; пожарная безопасность; опасные производственные объекты; аналитический анализ; предотвращение затрат.

ТАРАЗ ҚАЛАСЫНДАҒЫ ЖАЙЛЫ МЕКТЕПТІҢ СӘУЛЕТТІК ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ МЕН ИНФРАҚҰРЫЛЫМЫ

Қуанышбекұлы Д., 7М07301 – «Сәулет және қазіргі заманғы қалалық инфрақұрылым» БББ-ның
2-курс магистранты

dimsh.021213@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-0826-1489>

Исаков О.А., техника ғылымдарының докторы, құрылыс профессоры, сәулет өнері профессоры

abdirashidovich@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8460-3308>

Султанаев К.Т., техника ғылымдарының кандидаты, доцент

sultanaevk@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-4960-8054>

Қазақ ұлттық су шауашылығы және ирригация университеті, Тараз қ., Қазақстан

Аңдатпа. Бұл мақалада Тараз қаласындағы жайлы мектептердің сәулеттік ерекшеліктері мен инфрақұрылымдық шешімдері жан-жақты зерттелген. Зерттеудің сараптамалық нәтижелері ұсынылып, қорытындылар ғылыми негізделген. Қаланың білім беру мекемелерінің қазіргі жағдайы, олардың жобалау қағидаттары, функционалдық жоспарлануы және заманауи стандарттарға сәйкестігі талданды.

Зерттеудің негізгі мақсаты – оқушылар мен педагогтер үшін жайлы, қауіпсіз және тиімді оқу ортасын қалыптастыруға мүмкіндік беретін сәулеттік және қалақұрылымдық шешімдерді анықтау. Зерттеу барысында мектеп ғимараттарын жобалау мен қайта жаңғыртуда мемлекеттік бағдарламалар мен нормативтік құжаттардың рөлі айқындалды. Сонымен қатар, Финляндия, Жапония және Оңтүстік Корея елдеріндегі білім беру нысандарының заманауи үлгілері салыстырмалы түрде қарастырылды.

Нәтижесінде Тараз қаласының климаттық және әлеуметтік ерекшеліктеріне бейімделген мектептердің типологиялық шешімдері ұсынылды. Энергия тиімділігін арттыру және экологиялық тұрақтылықты қамтамасыз етуге бағытталған инновациялық тәсілдер көрсетілді.

Тірек сөздер: Тараз қаласы, жайлы мектеп, сәулет, инфрақұрылым, жобалау, экологиялық тұрақтылық, энергия тиімділігі, типологиялық шешімдер.

Кіріспе. Қазіргі білім беру процесінде оқу бағдарламаларының мазмұнымен қатар, оқыту жүзеге асырылатын сәулеттік орта да маңызды рөл атқарады. Білім беру кеңістігінің сапасы оқушылардың оқу белсенділігіне, эмоционалдық жай-күйіне және жалпы даму деңгейіне тікелей әсер етеді. Осы зерттеудің объектісі – мектеп ғимараттарының сыртқы және ішкі құрылымын қамтитын жайлы мектептің сәулеттік элементтері.

Зерттеу тақырыбы – осы элементтердің типологиясы мен ерекшеліктерін анықтау, сондай-ақ олардың білім беру процесі мен оқушылардың әл-ауқатына ықпалын талдау.

Тақырыптың өзектілігі соңғы жылдары тиімді оқыту ғана емес, сонымен бірге оқушылардың жеке қасиеттерін дамытуға және қолайлы психологиялық ахуал қалыптастыруға мүмкіндік беретін жайлы білім беру ортасын құруға деген қызығушылықтың артуымен байланысты. Алайда сәулет пен дизайн саласындағы жетістіктерге қарамастан, көптеген мектеп ғимараттары әлі де заманғасай функционалдық және эргономикалық талаптарға сәйкес келмейді. Бұл өз кезегінде оқу процесінің тиімділігіне және оқушылардың эмоционалды жағдайына кері әсер етуіне мүмкіндік береді.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы – жайлы оқу ортасын қалыптастыратын сәулет элементтерінің ерекшеліктерін анықтау және оларды жобалау тәжірибесіне енгізу бойынша ұсыныстар әзірлеу. Зерттеу барысында қолданыстағы архитектуралық шешімдер талданып, оқыту тиімділігін жоғарылататын негізгі кеңістік элементтері айқындалады [1].

Қазақстандық сәулетшілер мен зерттеушілер ішінде Қожахметова З.Ш., Төлеуова Г.Ж., Нұрқұлов Т.Т., және Сүлейменов Ә. еңбектері ерекше орын алады. Олар

мектеп сәулетіндегі ұлттық ерекшеліктерді есепке ала отырып, экологиялық және инклюзивті шешімдерді, сондай-ақ инновациялық жобалау тәсілдерін зеріттеген.

Зерттеу әдістері ретінде қолданыстағы мектеп ғимараттарын сәулеттік салыстырмалы талдау, сондай-ақ сараптамалық бағалау тәсілдері пайдаланылады. Бұл әдістер мектеп кеңістігінің сапасына әсер ететін факторларды анықтауға мүмкіндік береді.

Зерттеу жұмысының мақсаты – жайлы мектептің сәулеттік элементтерінің типологиясын зерттеу және олардың оқу процесі мен оқушылардың білім алуына әсерін айқындау. Осы мақсатқа жету үшін мына міндеттер қойылады:

- мектеп ғимараттарының сәулеттік шешімдерін талдау;
- оқушылардың білім алуына тиімді ықпал ететін негізгі элементтерді анықтау;
- мектеп ғимараттарында сәулеттік шешімдерді жетілдіру жөнінде ұсыныстар әзірлеу.

Жүргізілген зерттеу нәтижелері сәулетшілер, дизайнерлер, педагогтар және білім беру мекемелерінің басшылары үшін маңызды болып табылады. Ол тиімді білім берудің қолайлы ортасын құруға, сондай-ақ білім беру сапасын арттыруға бағытталған [2-3].

Материалдар мен әдістер. Зерттеу жұмысы «Тараз қаласындағы жайлы мектептің сәулеттік ерекшеліктері мен инфрақұрылымы» тақырыбы аясында жүргізіліп, оның басты мақсаты – білім беру нысандарының кеңістіктік ұйымдастырылуы мен сәулеттік элементтерінің оқушылар мен педагогтерге ыңғайлылық пен қолайлылық деңгейіне әсерін анықтау болды. Бұл мақсатқа жету үшін кешенді ғылыми әдістер жүйесі қолданылып, материалдар мен дереккөздердің кең ауқымы зерттеу базасына енгізілді [4-5].

Зерттеу нысаны. Зерттеу нысаны ретінде Тараз қаласында орналасқан жалпы білім беретін мектеп ғимараттары алынды. Бұл нысандар типологиялық тұрғыдан әртүрлі: кеңестік кезеңде салынған типтік жобалар, 1990–2000 жылдардағы қайта бейімделген ғимараттар және “Жайлы мектеп” ұлттық жобасы бойынша соңғы жылдары салынған жаңа үлгідегі білім беру кешендері. Зерттеу пәні – мектеп ғимараттарының сәулеттік және кеңістіктік ұйымдастырылу жүйесі, функционалдық аймақтардың өзара байланысы, кеңістік құрылымының тиімділігі, жарық пен желдету сапасы, экологиялық және эргономикалық талаптардың орындалуы, сондай-ақ пайдаланушылардың (оқушылар мен педагогтердің) психологиялық және физикалық жайлылығын қамтамасыз ететін сәулеттік шешімдер жиынтығы. Бұл пән арқылы мектеп сәулетінің адамға бағытталған (human-oriented design) жаңа қағидаларын аймақтық ерекшеліктермен байланыстыра зерттеу көзделді [4].

Зерттеу базасы және географиялық ерекшеліктер. Зерттеу базасы ретінде Тараз қаласының төрт оқу нысаны таңдалды: №5 орта мектеп (1-сурет), №12 гимназия, №35 мектеп-лицей және “Жайлы мектеп” жобасы бойынша салынған жаңа типтегі мектеп.



1-сурет – №5 орта мектеп

Бұл нысандар іріктелген кезде келесі факторлар ескерілді:

- құрылыс мерзімі мен типологиясы;
- ғимараттың сәулеттік жоспарлануы мен инженерлік шешімдері;
- инфрақұрылымдық қамтамасыз етілу деңгейі;
- пайдалану жағдайы мен оқушылар контингенті.

Тараз қаласының климаттық ерекшеліктері – континенттік климат, жаздың ыстық әрі құрғақ, қыстың суық болуы – сәулет пен инженерлік шешімдерге айтарлықтай әсер етеді. Сондықтан мектеп ғимараттарын жобалау мен жаңғырту кезінде табиғи желдету, көлеңкелік аймақтар, жылу сақтау және энергия үнемдеу факторларының маңызы ерекше.

Қолданылған материалдар және дереккөздер. Зерттеу жұмысы ғылыми және практикалық материалдарға негізделді. Олардың қатарына:

- Нормативтік-құқықтық актілер:

ҚР Құрылыс нормалары мен ережелері, Білім және ғылым министрлігінің мектеп ғимараттарына арналған санитарлық нормалар жинағы мен стандарттары.

- Жобалық материалдар:

Тараз қаласы әкімдігінің сәулет және қала құрылысы басқармасынан алынған мектептердің бас жоспарлары, қабат жоспарлары, қасбет сызбалары және фотофиксация материалдары.

- Әдеби дереккөздер:

Отандық және шетелдік ғалымдардың еңбектері (Қожахметова З.Ш., Төлеуова Г.Ж., Нұрқұлов Т.Т., Alexander C., Foster N. және т.б.),

сонымен қатар мектеп архитектурасының инклюзивті, экологиялық және биофильді дизайн бағыттары бойынша мақалалар.

- Эмпирикалық материалдар:

Зерттеу барысында жүргізілген бақылаулар, фотосуреттер, пайдаланушылардың (оқушылар мен мұғалімдердің) пікірлері, сондай-ақ мектеп кеңістігінің нақты өлшемдік параметрлері. Барлық материалдар талданып, жүйеленіп, ғылыми әдістер арқылы өңделді.

Зерттеу әдістері. Зерттеу кешенді әдістемеге сүйеніп, бірнеше өзара байланысты ғылыми тәсілдер қолданылды:

1. Салыстырмалы талдау әдісі – әртүрлі типтегі мектептердің жоспарлық шешімдері мен құрылымдық элементтерін салыстыру арқылы олардың тиімділігі мен әлсіз жақтары анықталды. Бұл әдіс әр кезеңде қолданылған жобалау тәсілдерінің өзара айырмашылықтарын айқындауға мүмкіндік берді.

2. Сәулеттік-жоспарлау талдауы – ғимараттың құрылымдық жүйесін, кеңістіктік ұйымдастырылуын, жарықтандыру, желдету, акустикалық және температуралық жайлылық деңгейін бағалауға бағытталды.

3. Бақылау әдісі – мектеп ғимараттарындағы адамдардың қозғалыс динамикасын, сыныптар мен дәліздер арасындағы қарым-қатынасты және оқу процесіндегі кеңістікті пайдалану сипатын зерттеу үшін қолданылды.

4. Сауалнама және сұхбат әдісі – зерттеу барысында 80-нен астам оқушы және 25 мұғаліммен жеке және топтық сұхбат жүргізілді. Респонденттерден мектеп кеңістігінің жарықтандыру, температура, шу деңгейі, эстетикалық тартымдылық және жалпы жайлылық бойынша пікірлер алынды.

5. Модельдеу және графикалық талдау әдісі – кеңістіктік құрылымды визуалды бейнелеу және мектептердің жоспарлану тиімділігін арттыру мақсатында 3D модельдер мен сызбалар әзірленді.

6. Сараптамалық талдау әдісі – сәулет саласының мамандарымен пікір алмасу арқылы зерттеу нәтижелері тексерілді және ұсыныстар нақтыланды [2].

5. Әдістемелік негіз

Зерттеу жұмысының әдістемелік негізін қазіргі заманғы сәулет және қала құрылысы теориясы, сондай-ақ халықаралық білім беру ортасын жобалау қағидалары

құрады. Жайлы мектеп сәулеті тек физикалық кеңістік емес, сонымен қатар психологиялық және әлеуметтік орта екенін дәлелдейтін тұжырымдарға сүйенілді.

Басты әдістемелік ұстанымдар мыналар:

- Икемді жоспарлау – оқу процесінің өзгерістеріне тез бейімделетін кеңістіктерді қалыптастыру;
- Экологиялық тұрақтылық – табиғи жарық пен желдетуді барынша пайдалану, энергия үнемдеу;
- Инклюзивті дизайн – мүмкіндігі шектеулі балалар үшін кедергісіз орта құру;
- Биофильді сәулет – табиғи элементтерді (жасыл өсімдіктер, табиғи жарық, су элементтері) жобалау ортасына енгізу арқылы оқушылардың психоэмоционалдық жағдайына оң әсер ету.

Зерттеу кезеңдері. Зерттеу жұмысы үш негізгі кезеңнен тұрды:

- 1-кезең – дайындық және теориялық;

Тараз қаласындағы мектеп ғимараттарының типологиясы, архитектуралық жоспарлары, құрылыс кезеңдері мен инфрақұрылымдық ерекшеліктері зерттелді.

- 2-кезең – эмпирикалық және аналитикалық;

Нақты мектеп нысандары бойынша бақылау, сауалнама және өлшеу жұмыстары жүргізілді. Кеңістіктік шешімдердің тиімділігі, жарық пен желдету сапасы, акустикалық жайлылық, интерьер эстетикасы бағаланды.

- 3-кезең – синтетикалық және жобалық;

Алынған мәліметтер негізінде мектеп сәулетін жетілдіру бойынша ұсыныстар әзірленіп, модельдік шешімдер ұсынылды [3].

Нәтижелерге негіз болған деректердің сенімділігі. Зерттеу барысында алынған нәтижелердің ғылыми негізділігін қамтамасыз ету үшін сандық және сапалық деректер өзара салыстырылып, сараптамалық талдаудан өтті. Мектеп ғимараттарындағы температура, жарық деңгейі, шу деңгейі және желдету параметрлері арнайы өлшеу құралдарымен тіркелді. Сауалнама нәтижелерімен бірге бұл деректер интеграцияланып, кеңістіктің жайлылық деңгейін объективті түрде сипаттауға мүмкіндік берді (1-кесте)

1-кесте – Жайлы мектептің ерекшеліктері жайлы сауалнама нәтижелері

Оқушы саны	Оқытушы саны	Сауалнамалар	Қолдады		Қолдамады	
			Оқушы, %	Оқытушы, %	Оқушы, %	Оқытушы %
80	25	жарыктандыру	72	68	28	32
80	25	температура	71	70	29	30
80	25	шу деңгейі	73	61	27	39
80	25	эстетикалық тартымдылық	72	73	28	27
80	25	жалпы жайлылық	72	70	28	28

Зерттеу барысында пайдаланылған материалдар мен әдістемелердің үйлесімі Тараз қаласындағы мектептердің сәулеттік сапасын кешенді бағалауға мүмкіндік берді. Әдістер жүйесі архитектуралық шешімдердің оқыту процесіне, пайдаланушылардың денсаулығы мен эмоционалды жағдайына тікелей ықпалын анықтауға бағытталды. Бұл бөлімде қарастырылған ғылыми тәсілдер мен материалдар жиынтығы келесі «Зерттеу нәтижелері» бөлімінде нақты тәжірибелік қорытындылар мен салыстырмалы талдау жасауға негіз болды.

Зерттеу нәтижелері. Бұл бөлімде Тараз қаласындағы жайлы мектептердің сәулеттік ерекшеліктері мен инфрақұрылымдық шешімдері бойынша жүргізілген зерттеу нәтижелері баяндалады. Зерттеу барысында мектеп ғимараттарының құрылымы, олардың

функционалды жоспарлануы, кеңістікті пайдалану тиімділігі, жарықтандыру мен желдету сапасы, материалдар және заманауи инфрақұрылымдық шешімдер жүйелі түрде талданды.

Тараз қаласындағы мектеп ғимараттарының қазіргі жағдайын талдау. Тараз қаласында 60-тан астам жалпы білім беретін мектеп бар, олардың басым бөлігі 1980–2000 жылдары салынған типтік жобалар негізінде тұрғызылған. Бұл ғимараттардың көпшілігі қазіргі заман талабына сай келмейді және жаңғыртуды қажет етеді. Соңғы жылдары «Жайлы мектеп» ұлттық жобасы аясында бірнеше жаңа мектептер салынып, олардың құрылымында заманғасай сәулеттік шешімдер мен технологиялар қолданылып келеді. Қалалық мектептердің басым бөлігі дәліздік жоспарлау жүйесімен салынған. Мұндай жүйе дәстүрлі оқыту моделіне сәйкес болғанымен, қазіргі инклюзивті және икемді білім беру тәсілдері үшін қолайсыз. Зерттеу барысында кеңістікті қайта ұйымдастыру мен ашық жоспарлау шешімдерін енгізу оқыту тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретіні анықталды.

Кеңістікті ұйымдастыру мен архитектуралық шешімдердің тиімділігі. Жаңа үлгідегі мектептерде кеңістікті икемді пайдалану үрдісі байқалады. Мысалы, №35 мектеп-лицейінде сыныптар мен зертханалар арасындағы байланыс күшейтілген, ал ортақ аймақтар — кітапхана, холл және демалыс кеңістіктері (2-сурет) ашық жоспар түрінде ұйымдастырылған. Бұл оқушылардың еркін қозғалысына және коммуникацияны дамытуға мүмкіндік береді. Сондай-ақ дәліздер тек өтпелі аймақ емес, бейресми оқу кеңістігі ретінде қарастырылады.



2-сурет – Холл және демалыс кеңістіктері

Арнайы отыратын аймақтар мен стендтердің болуы мұғалімдер мен оқушылардың еркін араласуына жағдай жасайды. Зерттеу нәтижесі көрсеткендей, ашық және динамикалық кеңістіктер оқушылардың белсенділігін арттырады және ынтымақтастыққа ықпал етеді.

Жарықтандыру мен желдету жүйелерінің тиімділігі. Табиғи жарық пен таза ауа — жайлы мектептің негізгі компоненттері. Зерттеу көрсеткендей, жаңа мектептерде терезелердің аудандық үлесі мен сынып ауданының арақатынасы (1:4) сақталған (3-сурет). Бұл күн сәулесінің бөлмелерге біркелкі түсуін қамтамасыз етеді және жасанды жарыққа тәуелділікті азайтады. Кейбір ескі мектептерде жарық деңгейі жеткіліксіз, сондықтан көз жүктемесі артады және оқушылардың зейіні төмендейді. Бұл жағдайларда жарықдиодты шамдарды пайдалану мен терезелердің жарық шағылыстыру қасиетін арттыру ұсынылады.



3-сурет – 64 мектеп қасбетіндегі терезелердің аудандық үлесі

Желдету жүйелері де маңызды рөл атқарады. Жаңа жобаларда табиғи және механикалық желдету жүйелері бірге қолданылып, микроклиматтың тұрақтылығын қамтамасыз етеді. «Жайлы мектеп» үлгісінде ауа сапасын бақылайтын автоматты жүйелер орнатылған, бұл оқушылардың денсаулығы мен өнімділігін арттырады [4-7].

Материалдар мен интерьер шешімдерінің сапасы. Қазіргі таңда мектептерде экологиялық қауіпсіз материалдарға басымдық беріледі. Тараз қаласындағы жаңа ғимараттарда су негізіндегі иіссіз бояулар, сырғанауға қарсы винил едендер, ал қабырғаларда акустикалық панельдер қолданылады. Мұндай шешімдер шуды азайтып, жайлы оқу ортасын қалыптастырады. Ішкі интерьер эстетикасы да маңызды. Жылы түстер мен табиғи жарықтың үйлесімі оқушылардың көңіл-күйін тұрақтандырады және сабаққа деген ынтасын арттырады. Әсіресе бастауыш сыныптарда жарқын, жылы түстер балалардың эмоционалды дамуын ынталандырады [8-9].

Инфрақұрылым және сыртқы орта. Мектеп аумақтарының абаттандырылуы да зерттеу нысанына енгізілді. Қазіргі жобаларда спорт және ойын алаңдары, демалыс аймақтары мен жасыл белдеулер қарастырылған (4-сурет).



4-сурет – Жайлы мектептің жалпы абаттандырылған көрінісі

Бұл балалардың физикалық белсенділігі мен психологиялық тыныштығын арттырады. Алайда, ескі мектептерде мұндай аумақтар жеткіліксіз. Осыған байланысты шағын ландшафттық шешімдер мен модульдік ойын аймақтарын енгізу ұсынылады. Бұл бюджет шығынын азайтып, жайлылық деңгейін арттыруға мүмкіндік береді [10-13]

Оқушылар мен педагогтердің пікірлері негізіндегі бағалау. Сауалнама нәтижелері көрсеткендей, оқушылардың 72%-ы оқу кеңістігінің жарықтандырылуы мен интерьеріне қанағаттанған. Мұғалімдердің 68%-ы жаңа мектептердегі жоспарлау шешімдері жұмыс тиімділігін арттырғанын айтты. Дегенмен, кейбір мектептерде шу деңгейі мен вентиляция сапасы әлі де жетілдіруді қажет етеді. Оқу кеңістігінің эмоционалды атмосферасы ерекше маңызға ие. Табиғи жарық, жылы түстер және экологиялық интерьер элементтері оқушылардың сабаққа деген қызығушылығын арттырып, шаршауды азайтады. Бұл кеңістік пен психоэмоционалды жағдай арасындағы байланыстың айқын дәлелі болып табылады.

Ғылыми және практикалық маңызы. Алынған нәтижелерге сүйене отырып, Тараз қаласындағы мектеп сәулетін жетілдіру бойынша келесі ұсыныстар жасалды:

- Кеңістікті жоспарлауда икемді модульдік жүйелерді енгізу;
- Табиғи жарық пен желдетуді оңтайландыру;
- Экологиялық таза және акустикалық материалдарды пайдалану;
- Мектеп аумағын көгалдандыру және демалыс аймақтарын кеңейту;
- Инклюзивті және қолжетімді инфрақұрылым қалыптастыру.

Бұл бағыттар білім беру инфрақұрылымын жақсарту және сәулет сапасын арттыру үшін маңызды болып табылады.

Жайлы мектепті қалыптастыру тек құрылыс сапасымен ғана емес, сәулеттік және әлеуметтік факторлардың үйлесімділігін талап етеді. Кеңістікті тиімді жоспарлау, табиғи элементтерді пайдалану және технологиялық шешімдерді енгізу оқушылардың өмір сапасын жақсартудың негізгі бағытына айналады. Зерттеу нәтижелері Тараз қаласындағы мектептерді жобалау мен жаңғырту кезінде әдістемелік және тәжірибелік негіз ретінде қолданылуы мүмкін. Бұл тәсілдер білім беру сапасын арттырумен қатар, оқушылардың тұлғалық және шығармашылық дамуына да әсер етеді [14-15].

Қорытынды. Тараз қаласындағы жайлы мектептердің сәулеттік ұйымдастырылуына жүргізілген зерттеу нәтижелері білім беру кеңістігін жобалау ісінде жаңа әдіснамалық және тәжірибелік бағыттарды анықтауға мүмкіндік берді. Қазіргі мектептің сәулеттік ерекшелігі тек ғимарат көлемімен немесе құрылыс сапасымен емес, оның ішкі және сыртқы ортасының адамға әсерімен, кеңістік икемділігімен және әлеуметтік қолайлылығымен бағалануы тиіс екені дәлелденді.

Зерттеу барысында Тараз қаласындағы әртүрлі типтегі мектеп ғимараттарының кеңістіктік құрылымы, жарықтандыру және желдету жүйелері, интерьер мен материал сапасы, сондай-ақ инфрақұрылымдық шешімдер салыстырмалы түрде талданды. Анықталғандай, ескі типтік жобалаудағы мектептерде дәліздік жоспарлау басым, табиғи жарық пен ауа айналымы жеткіліксіз, ал қазіргі заманғы мектептерде кеңістікті ашық жоспарлау, интерактивті аймақтар құру және экологиялық материалдарды пайдалану үрдісі күшейген. Жаңа үлгідегі «Жайлы мектеп» жобалары сәулеттік тұрғыдан бірнеше маңызды артықшылықтарға ие: кеңістіктің көпфункционалды болуы, инклюзивті орта қалыптастыру, табиғи жарық пен желдетуді барынша пайдалану, сондай-ақ экологиялық және қауіпсіз материалдарды қолдану.

Бұл шешімдер білім беру сапасына, оқушылардың денсаулығына және психоэмоционалды жағдайына оң әсер етеді. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, жайлы мектеп қалыптастыруда келесі аспектілер шешуші рөл атқарады: кеңістікті жоспарлауда икемділік пен бейімделгіштік, табиғи жарық, желдету және акустикалық жайлылықты қамтамасыз ету, интерьер мен сыртқы ортаның эстетикалық және экологиялық үйлесімі, педагогикалық процестің талаптарына сай функционалды аймақтарды ұйымдастыру, оқушылардың жеке және ұжымдық әрекеттеріне қолайлы психологиялық орта құру.

Сонымен қатар, зерттеу барысында анықталған кейбір кемшіліктер (ескі мектептердегі тар дәліздер, шектеулі спорт және демалыс аймақтары, инженерлік желілердің тозуы) Тараз қаласының білім беру инфрақұрылымын жаңғырту қажеттілігін көрсетеді. Бұл мәселелерді шешу үшін сәулеттік жобалау мен құрылыс саласында энергия тиімділік, инклюзивтілік және экологиялық тұрақтылық қағидаларын кеңінен енгізу қажет. Жалпы алғанда, Тараз қаласындағы мектептерді жайлы сәулеттік ортаға айналдыру аймақтық климаттық, әлеуметтік және мәдени факторларды ескеретін, сәулеттік шешімдерге негізделген ұзақ мерзімді стратегияны талап етеді. Осындай тәсіл білім беру мекемелерін тек оқу орны ғана емес, оқушының тұлғалық және шығармашылық дамуына әсер ететін кеңістік ретінде қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Бұл зерттеу нәтижелері болашақта Қазақстанның басқа аймақтарына да «Жайлы мектеп» жобаларын жобалау мен тұрғызу кезінде ғылыми және практикалық нұсқаулық ретінде пайдалануға лайық.

Әдебиеттер:

- [1] **Сүлейменов, Ә.Ә.** Қазіргі мектеп ғимараттарын жобалаудағы аймақтық ерекшеліктер. – Алматы: ҚазБСҚА баспасы, 2019. – 212 б.
- [2] **Қожахметова, З.Ш.** Білім беру мекемелерінің архитектуралық ортасын қалыптастырудағы инклюзивті дизайн принциптері. – Нұр-Сұлтан: Білім және инновация, 2021. – 185 б.
- [3] **Төлеуова, Г.Ж.** Жайлы мектеп концепциясының сәулеттік-функционалдық негіздері // «Қала құрылысы және архитектура» ғылыми журналы, 2022. – №3. – 45-53 б.
- [4] **Нұрқұлов, Т.Т.** Қазақстанда білім беру кеңістігінің модернизациясы: сәулеттік жоспарлау аспектілері. – Тараз: Дәуір, 2020. – 198 бб.
- [5] **Сүлейменов, Ә.Ә., Қожахметова З.Ш.** Жайлы архитектура және оқушылардың психоэмоционалды ортасы // «Архитектура және урбанистика» журналы, 2023. – №2. – 60-68 бб.
- [6] **Төлеуова, Г.Ж.** Мектеп ғимараттарындағы экологиялық және энергия тиімді архитектуралық шешімдер. – Алматы: Қазақ сәулет-құрылыс академиясы баспасы, 2021. – 176 б.
- [7] **Нұрқұлов, Т.Т.** Аймақтық климат жағдайында мектеп инфрақұрылымын жобалау технологиялары. – Тараз: Аспан, 2022. – 204 б.
- [8] Тараз қаласының ресми туристік порталы. – taraztour.kz. Қала тарихы мен мәдени нысандар жөнінде ақпарат.
- [9] E-history.kz. – Тараз қаласы: көне дәуірден бүгінге дейін. — <https://e-history.kz> — Қазақстан тарихы порталы.
- [10] Kazakhstan.travel. – Айша бибі, Қарахан және Тектұрмас кесенелері туралы тарихи мәліметтер. – <https://kazakhstan.travel>.
- [11] UNESCO World Heritage Centre. Silk Roads: the Routes Network of Chang'an–Tianshan Corridor (Central Asian Section). — <https://whc.unesco.org>, 2014.
- [12] Жамбыл облысының тарихи-мәдени ескерткіштер жинағы. – Тараз: «Руханият» орталығы, 2020. – 276 б.
- [13] **Қалменова, Л.** Тараз қаласының урбанистикалық дамуы және сәулеттік келбеті. – Тараз: ТарМУ баспасы, 2022.
- [14] **Асанова, Б.** Қазақстан қалаларының тарихи-мәдени ландшафттары. – Алматы: Қазақ сәулет-құрылыс академиясы баспасы, 2021.
- [15] **Жолдасова, Г.** Қарахан, Айша бибі және Тектұрмас кесенелерінің архитектуралық-құрылымдық ерекшеліктері // Архитектура және дизайн журналы, 2023. – №3(45). – 45-56 бб.

References:

- [1] **Sulejmenov, A.A.** Kazirgi mektep gimarattaryn zhobaladagy ajmaktyk erekshelekter // Almaty: KazBSKA baspasy, 2019. – 212 b. [in Kazakh]
- [2] **Kozhahmetova, Z.Sh.** Bilim беру mekemelerinin arhitekturalyk ortасыn kalypastyrudagy inkljuzivti dizajn principteri // Nur-Sultan: Bilim zhane innovaciya, 2021. – 185 b. [in Kazakh]
- [3] **Toleuova, G.Zh.** Zhajly mektep koncepcijasynyn saulettik-funkcionaldyk negizderi // «Kala kurylysy zhane arhitektura» gylymi zhurnaly, 2022. – №3. – 45-53 b. [in Kazakh]

- [4] **Nurkulov, T.T.** Kazakstanda bilim beru kenistiginin modernizacijasy: saulettik zhosparlau aspektileri // Taraz: Daur, 2020. – 198 b. [in Kazakh]
- [5] **Sulejmenov, A.A.,** Kozhahmetova Z.Sh. Zhajly arhitektura zhane okushylardyn psihojemocionaldy ortasy // «Arhitektura zhane urbanistika» zhurnaly, 2023. – №2. – 60–68 b. [in Kazakh]
- [6] **Toleuova, G.Zh.** Mektep gimarattaryndagy jekologijalyk zhane jenergija tiimdi arhitekturalyk sheshimder // Almaty: Kazak saulet-kurylys akademijasy baspasy, 2021. – 176 b. [in Kazakh]
- [7] **Nurkulov, T.T.** Ajmaktyk klimat zhagdajynda mektep infrakurylymyn zhobalau tehnologijalary // Taraz: Aspan, 2022. – 204 b. [in Kazakh]
- [8] Taraz kalasynyn resmi turistik portaly. — tarztour.kz — Kala tarihy men madeni nysandar zhoninde akparat. [in Kazakh]
- [9] E-history.kz. — Taraz kalasy: kone dauirden byginge dejin — <https://e-history.kz> — Kazakstan tarihy portaly. [in Kazakh]
- [10] Kazakhstan.travel. - Ajsha bibi, Karahan zhane Tekturmas keseneleri turaly tarihi malimetter. — <https://kazakhstan.travel>. [in Kazakh]
- [11] UNESCO World Heritage Centre. Silk Roads: the Routes Network of Chang'an–Tianshan Corridor (Central Asian Section).<https://whc.unesco.org>, 2014.
- [12] Zhambyl oblysynyn tarihi-madeni eskertkishter zhinagy // Taraz: «Ruhanijat» ortalagy, 2020. — 276 b. [in Kazakh]
- [13] **Kalmenova, L.** Taraz kalasynyn urbanistikalyk damuy zhane saulettik kelbeti // Taraz: TarMU baspasy, 2022. [in Kazakh]
- [14] **Asanova, B.** Kazakstan kalalarynyn tarihi-madeni landshaftary // Almaty: Kazak saulet-kurylys akademijasy baspasy, 2021. [in Kazakh]
- [15] **Zholdasova, G.** Karahan, Ajsha bibi zhane Tekturmas kesenelerinin arhitekturalyk-kurylymdyk erekshelekteri // Arhitektura zhane dizajn zhurnaly, 2023. – №3(45). – 45–56 bb. [in Kazakh]

АРХИТЕКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ИНФРАСТРУКТУРА КОМФОРТНОЙ ШКОЛЫ В ГОРОДЕ ТАРАЗ

Куанышбекулы Д., магистрант 2-го курса ОП 7М07301 – «Архитектура и современная городская инфраструктура»

Исаков О., доктор технических наук, профессор строительства, профессор архитектуры
Султанаев К., кандидат технических наук, доцент

Казахский национальный университет водного хозяйства и ирригации, г. Тараз, Казахстан

Аннотация. В данной статье подробно изучены архитектурные особенности и инфраструктурные решения комфортабельных школ города Тараз. И экспертные результаты исследований. Подведены итоги по исследованиям. Проанализировано современное состояние образовательных учреждений города, принципы их проектирования, функциональное планирование и соответствие современным стандартам.

Основной целью исследования является определение архитектурных и градостроительных решений, позволяющих учащимся и педагогам формировать комфортную, безопасную и эффективную учебную среду. В ходе исследования была выявлена роль государственных программ и нормативных документов в проектировании и реконструкции школьных зданий. Кроме того, были проанализированы современные модели объектов образования в Финляндии, Японии и Южной Корее.

В результате были предложены типологические решения школ, адаптированные к климатическим и социальным особенностям города Тараз. Были продемонстрированы инновационные подходы, направленные на повышение энергоэффективности и экологической устойчивости.

Ключевые слова: город Тараз, комфортная школа, архитектура, инфраструктура, проектирование, экологическая устойчивость, энергоэффективность, типологические решения.

ARCHITECTURAL FEATURES AND INFRASTRUCTURE OF A COMFORTABLE SCHOOL IN TARAZ CITY

Kuanyszbekuly D., 2-year master's student of the EP 7M07301 «Architecture and modern urban infrastructure»

Isakov O., Doctor of technical sciences, professor of construction, professor of architecture

Sultanaev K., candidate of technical sciences, associate professor

Kazakh National University of water management and irrigation, Taraz, Kazakhstan

Annotation. In this article, the architectural features and infrastructure solutions of comfortable schools in Taraz were studied in detail. And the expert results of the research are shown. The results of the research were substantiated. The current state of educational institutions of the city, their design principles, functional planning and compliance with modern standards were analyzed.

The main goal of the study is to identify architectural and urban planning solutions that allow students and teachers to create a comfortable, safe and effective learning environment. In the course of the study, the role of state programs and regulatory documents in the design and reconstruction of school buildings was determined. In addition, modern models of educational facilities in Finland, Japan and South Korea were analyzed in comparison.

As a result, typological solutions of schools adapted to the climatic and social characteristics of the city of Taraz were proposed. Innovative approaches aimed at improving energy efficiency and environmental sustainability were demonstrated.

Keywords: Taraz City, comfortable school, architecture, infrastructure, design, environmental sustainability, energy efficiency, typological solutions.

ЖАҢАРТЫЛАТЫН ЭНЕРГИЯ КӨЗДЕРІ САЛАСЫНДА ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТІ ҚОЛДАНУ

Баймаханова З.А., техника ғылымдарының кандидаты

zina-1965@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-9394-6790>

Бедебекова С.Н., 7М07155 – «Электр энергетикасы» БББ бойынша 2-курс магистранты

saltanatbedebekova@icloud.com, <https://orcid.org/0009-0004-3584-9167>

Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан

Андатпа. Жасанды интеллект (ЖИ) технологиялары қазіргі таңда жаңартылатын энергия көздерін (ЖЭК) тиімді пайдалануда маңызды рөл атқарып келеді. Әлемдік тәжірибеде, соның ішінде Қазақстанда да ЖИ қолдану бағыттары күн және жел энергиясын болжау, энергия өндіруді басқару, сондай-ақ электр желілерін тұрақтандыру сияқты салаларда кеңінен дамып жатыр. ЖИ негізінде жел жылдамдығын, күн радиациясының қарқындылығын және тұтыну көлемін нақты болжау мүмкіндігі артады. Мұндай дәл болжамдар ЖЭК нысандарын тиімді жоспарлауға, энергия теңгерімін сақтауға және жүйенің сенімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, ЖИ алгоритмдері энергия өндіру мен сақтау жүйелерін, сондай-ақ электр желісіндегі энергия ағындарын нақты уақыт режимінде оңтайландыра алады. Бұл өз кезегінде энергия шығындарын азайтып, жалпы тиімділікті арттырады. Қазақстан жағдайында ЖИ-ді енгізу елдің энергетикалық қауіпсіздігін күшейтіп, көміртексіз экономикаға көшу процесін жылдамдатуға ықпал етеді. Болашақта ЖИ мен ЖЭК интеграциясы энергия жүйесінің тұрақты дамуы мен экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етудің негізгі факторы болмақ. Сонымен бірге, жасанды интеллект көмегімен смарт-желілер мен автоматтандырылған бақылау жүйелерін дамыту энергия нарығын жаңа деңгейге көтереді. Мұндай инновациялық шешімдер энергия ресурстарын тиімді бөлуге, қоршаған ортаға зиянды әсерді азайтуға және «жасыл» экономиканы қалыптастыруға серпін береді.

Тірек сөздер: Жаңартылатын энергия көздері, жасанды интеллект, экология, оңтайландыру, энергия шығыны.

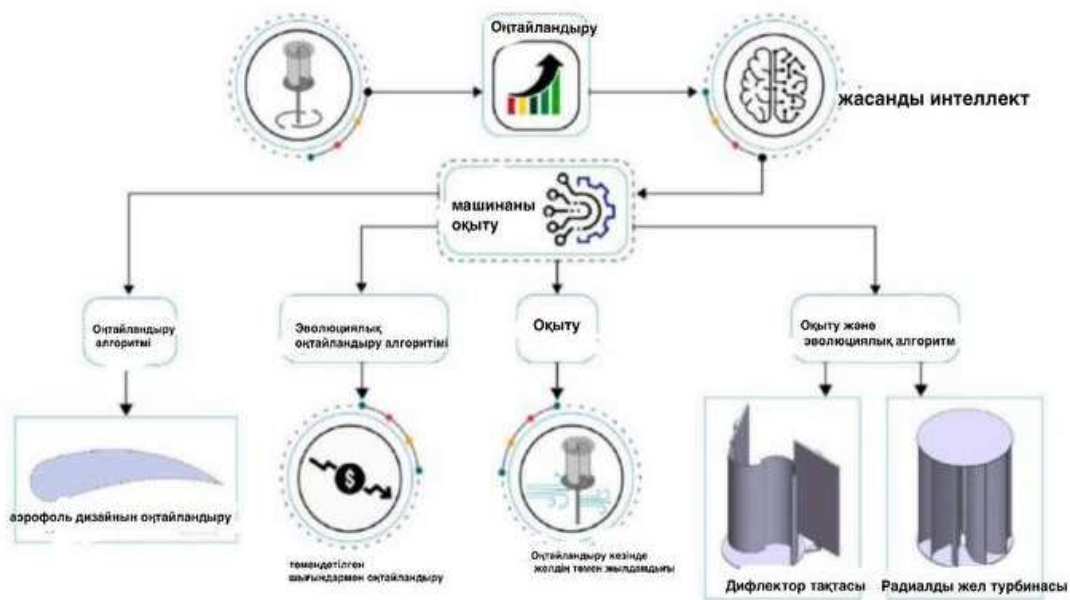
Кіріспе. Әлемдік экономика көміртегі бейтараптығына ұмтылып жатқан кезеңде, жаңартылатын энергия көздері энергетика саласының негізгі қозғаушы күшіне айналды. Алайда, жаңартылатын энергия көздерінің (ЖЭК) тұрақсыздығы және электр желілерін басқарудың күрделілігі сияқты мәселелерді тудырады. Осы мәселелерді шешуде және ЖЭК тиімділігін арттыруда жасанды интеллект (ЖИ) технологиялары маңызды рөл атқарады. Жаңадан пайда болған цифрландырылған құралдар жасанды интеллектті қолдануға негізделген, ол энергиямен жабдықтау, сауда және түпкілікті пайдалану тізбектері бойынша байланысты жақсартудың үздіксіз мүмкіндіктерін ұсынады.

Жасанды интеллекттің сенсорлардан алынған деректерді талдау арқылы жел турбиналарының немесе күн панельдерінің ерте ақауларын анықтайды, бұл жөндеу жұмыстарын уақытылы жүргізуге және тоқтап қалу уақытын азайтуға мүмкіндік береді. Энергияны сақтау жүйелерін басқару жасанды интеллект батареяларды зарядтау және зарядсыздандыру кестесін оңтайландырып, электр энергиясын арзан кезде сатып алып, қымбат кезде сату арқылы экономикалық тиімділікті қамтамасыз етеді [1].

Жасанды интеллект пен машиналық оқыту технологияларының жаңартылатын энергия көздерінде қолданылу бағыттары көрсетілген (1-сурет). Негізгі мақсат – энергия өндіру тиімділігін арттыру және экологиялық тұрақтылықты қамтамасыз ету.

ЖИ көмегімен аэродинамикалық параметрлер зерттеліп, аэрофойл дизайнын оңтайландыру жүзеге асады. Бұл жел турбинасының тиімділігін арттырып, энергия шығынын азайтады. Машиналық оқыту арқылы турбинаның жұмыс жағдайларын талдау және оқыту алгоритмдері қолданылады. Бұл алгоритмдер турбинаның айналу жылдамдығын, жел бағытын және қуат өндіру деңгейін болжауға мүмкіндік береді. Эволюциялық әдістер арқылы энергия өндіру жүйелерінің параметрлері автоматты

түрде таңдалып, тиімді шешімдер қабылданады. Бұл тәсіл әсіресе турбинаның пішіні мен өлшемін, сондай-ақ ағын бағытын басқаруды жетілдіруге қолданылады. ЖИ негізінде жаңа инженерлік шешімдер әзірленеді, мысалы, диффлектор тақтасы мен радиалды жел турбиналарының құрылымы. Бұл элементтер ауа ағынын бағыттап, энергия өндіру процесін тұрақтандырады.



1-сурет – Тұрақты энергетика саласындағы жасанды интеллектті қолдану

Жасанды интеллект үйлер, кәсіпорындар, қайта зарядталатын батареялар, жаңартылатын энергия көздері, микрожелілер және электр желісінің өзі арасындағы энергия ағындарын басқару арқылы электр желілерін оңтайландыру үшін қолданылады. Бұл тұтынушылардың энергия тұтыну процесіне қатысуын арттыра отырып, энергия шығынын азайтады.

Жасанды интеллект сонымен қатар қауіпсіздікті, тиімділікті және сенімділікті арттыра алады. Жаңартылатын энергетикада жасанды интеллектті пайдаланудың негізгі міндеттерінің бірі-энергияны тұтынуды және көмірқышқыл газының шығарындыларын сандық бағалау және ақпараттың ашықтығын қамтамасыз ету. Тағы бір мәселе-деректердің жетіспеушілігі. Жасанды интеллект әдетте адам интеллектісі орындайтын тапсырмаларды орындауға қабілетті машиналар немесе бағдарламалар ретінде анықталады [2, 3]. Бұған есептеу, оқыту және жаңа жағдайларға бейімделу, өте үлкен деректер жиынтығын өңдеу, болжам жасау, барлығы машиналық оқыту мен терең оқытуға негізделген. Бұл модельдер көп қабатты нейрондық желілерге негізделген және деректерді абстракциялаудың жоғары деңгейлі ақпаратын ұсынууды үйрене алады.

Жасанды интеллекттің көптеген қосымшалары бар, олар машиналық оқыту әдістерін, алгоритмдерді және болжамды модельдерді қолдану арқылы ондаған миллиард доллар шығындарды үнемдей алады. Жасанды интеллект қосымшалары ауа-райы мен жұмыс жағдайларын болжау арқылы жабдықты толық пайдалануға көмектеседі, мысалы, ашық фотоэлектрлік бетке күннің ең жақсы экспозициясын, желдің бағыты мен қуатын және су электр энергиясын өндірудегі жауын-шашын индексін анықтау. Дегенмен, олар бүкіл тарату желісін оңтайландыру арқылы қалаларда тұратын тұтынушыларға қуат беруді басқаруға көмектесе алады.

Жаңартылатын энергия сарқылмайтын болса да, олардың үлкен кемшілігі бар: олар желдің күші мен күн сәулесінің кезеңдеріне байланысты өзгеріп отырады, бұл энергия тұрақсыз. Бұл тұрақсыз болғандықтан, ол желіні бұзуы мүмкін.

Жасанды интеллект желінің тұрақтылығы немесе желінің сенімділігі деп аталатын нәрсені дәлелдеуге үлес қоса алады, өйткені ол үздіксіз, нақты уақыт режимінде және секундтың бірнеше бөлігінде берілген электр энергиясының сапасын талдай алады. Мысалы, егер энергия көздері өзара байланысты және жасанды интеллектке жақындайтын ауыл болса барлығы жаңартылатын энергия көздеріне басымдық беруге және дизельдік генераторлар сияқты қазба отындарын пайдалануды азайтуға арналған. Жасанды интеллекттің энергия ағынын басқару деңгейінде көп көзді гибриді микро желіге деген қызығушылығын байқауға болады.

Жасанды интеллектті пайдалану трафикті оңтайландыру арқылы энергияны басқаруды жақсартады [4]. Мысалы, бұл өндірілетін энергияның үлесін ескере отырып, тұтыну шыңдарын болжауды жеңілдетеді. Шынында да, технологиялық даму Smart Grid жасанды интеллектін энергетика саласында пайдалануға мүмкіндік берді. Интеллектуалды желі жасанды интеллект саласындағы әртүрлі технологиялық шешімдермен жабдықталған. Бұл тұтынудың шыңы байқалса да, сұраныс пен ұсыныс арасында тепе-теңдік бар интеллектуалды желіні құру. Үйлерде ақылды есептегіштерді орнатудың арқасында нақты уақыт режимінде электр энергиясын тұтынуды бақылауға болады. Бұл деректер кәсіпқойларға жеке адамдар өндіретін таза энергияны біріктіре отырып, ең жоғары кезеңдерде энергия өндірісі мен таралуын болжауға мүмкіндік береді: бұл бүкіл желінің энергия тиімділігін арттыру үшін маңызды. Жасанды интеллект автономды энергетикалық микрожелілерді құруда маңызды рөл атқарады, бұл принцип біздің "электрлік" автономды ауыл жел турбинасы мен күн панельдерінен қуат алады. Автономия, ол сонымен қатар күн немесе желсіз бірнеше күн зарядталған батареялардың батареясын қамтиды. Дизель генераторы жұмыс істемей тұрғанда, бәрін оңтайландыру үшін жасанды интеллект қосу керек.

Зерттеу материалдары мен әдістері: Қазақстан – қазба отындарына (көмір) тәуелділігі жоғары ел, бірақ 2060 жылға қарай көміртегі бейтараптығына жетуді мақсат етіп, ЖЭК-ті дамытуға баса мән беруде. 2021 жылғы деректер бойынша, Қазақстанның электр энергиясын өндірудегі үлесінің шамамен 60-70%-ы көмірге тиесілі, ал ЖЭК үлесі жалпы энергия өндірісінің 6-7%-ын құрайды (2023 жылдың қорытындысы бойынша шамамен 5.92% және 2025 ж. 1-ші жартыжылдығында 6.81%). Елде жел, күн және гидроэнергетика бойынша айтарлықтай әлеует бар. Мысалы, жел энергиясының әлеуеті – жылына 166 млрд квт*сағ, күн энергиясы – 920 млрд квт сағ-қа жетеді. Мақсаттар: 2030 жылға қарай жэк үлесін жалпы энергия өндіруде 15%-ға дейін жеткізу жоспарланған [5].

Қазақстанда ЖИ-ді энергетика саласына енгізу әлі бастапқы сатыда тұр. Негізінен, ЖИ мұнай-газ секторында (геологиялық барлау, өндірісті оңтайландыру) белсенді қолданылады. Жасанды интеллект ЖЭК нысандарының жұмыс режимдерін және ұлттық электр желісін басқаруды оңтайландыру үшін ЖИ және машиналық оқыту технологияларының маңыздылығы айтылады. Бұл, әсіресе, ЖЭК-тің тұрақсыздығына байланысты туындайтын желіні жаңғырту мәселесін шешуге бағытталған. ЖЭК-тің жоғары әлеуеті бар аймақтардың (мысалы, Маңғыстау, Жамбыл) ұлттық желіге қосылудағы қиындықтары ЖИ арқылы оңтайландыруды талап етеді.

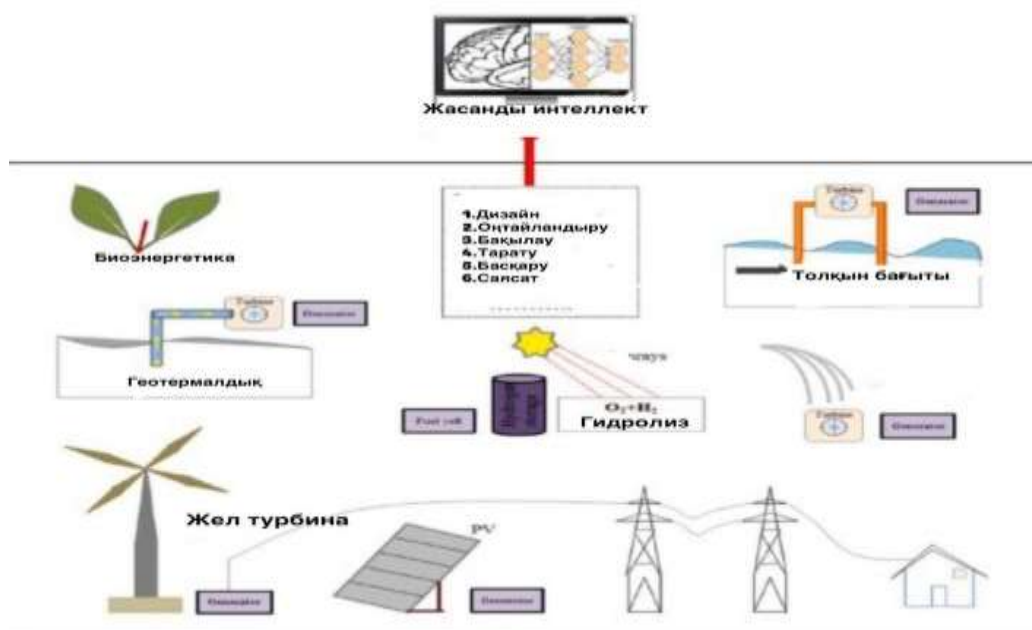
Халықаралық тәжірибе: Дамыған елдер мен қытай ЖИ технологияларын ЖЭК секторында барынша пайдаланады. Қытай тәжірибесі. Қытай әлемдегі ЖЭК қуаттылығының шамамен 40%-ына ие. Қытай энергия сақтау технологияларын жэк-тің тұрақсыздығын азайту үшін тиімді қолданады. Бұл бағытта ЖИ жүйелердің өнімділігін және өзара әрекеттесуін басқару үшін негізгі құрал болып табылады. ЖЭК станцияларының (мысалы, Қазақстандағы total energies жобасы сияқты) құрылысы халықаралық әріптестіктің және озық технологияларды енгізудің мысалы болып табылады.

Еуропа және АҚШ тәжірибесі. Еуропада ЖИ-ді қолданудың негізгі бағыты Smart grid (ақылды желі) технологиялары арқылы желілік мүмкіндіктерді арттыру болып табылады. Еуропада ЖЭК-тің 15%-ға дейін энергиясы желілік шектеулерге байланысты жоғалуы мүмкін, сондықтан бұл шығындарды азайтуға көмектеседі. АҚШ-та салықтық

жеңілдіктер мен субсидиялар арқылы жеке инвестицияларды тартуға баса назар аударылады. ЖИ-ді қолданатын жасыл энергия компанияларына арналған мұндай тетіктер Қазақстан үшін де үлгі бола алады (2-сурет). Дамыған елдерде ЖИ үлкен деректерді қолдана отырып, ауа райының өзгеруін, тұтынушылық сұранысты және ЖЭК өндірісін барынша жоғары дәлдікпен болжайды. Бұл электр энергиясын сатып алу/сатуды оңтайландыруға мүмкіндік береді [6].

Жасанды интеллект ЖЭК-тің тұрақсыздығы мен желілік шектеулер сияқты негізгі мәселелерін шешуде трансформациялық құрал екені даусыз. Халықаралық тәжірибе ЖИ-дің жоғары дәлдіктегі болжау, Smart grid-ті басқару және оңтайландыру арқылы ЖЭК-тің тиімділігін айтарлықтай арттыратынын көрсетеді.

Қазақстан өзінің көміртегі бейтараптығы мақсатына жету үшін ЖИ-ді енгізуге ерекше назар аударуы керек. Елдегі ЖЭК әлеуеті зор болғанымен, ескірген инфрақұрылым мен ЖИ технологияларын қолданудың төмен деңгейі дамуға кедергі келтіруде. Қазақстан ЖИ-ді тиімді қолдану арқылы ЖЭК-ті дамытуда орталық азия аймағында көшбасшыға айналып, 2060 жылғы көміртегі бейтараптығы мақсатына сәтті жете алады.



2-сурет – ЖЭК негізіндегі технологиялардағы ЖИ қосымшаларының схемалық көрінісі

Жасанды интеллект экологиялық таза энергияны қайта өңдеудің барлық дерлік түрлерінде қолданылуда. Оған сутегі, су энергиясы (гидро), күн, геотермалдық, жел, биоэнергия, мұхит энергиясы және гибридік жүйелер жатады. 2-суретте машиналық оқыту алгоритмдері, олардың статистикалық мәндері мен сенімділік шектері көрсетілген. Бұл аналитикалық мүмкіндіктер ауа-райының өзгеруіне байланысты энергия өндіру көлемін болжауға мүмкіндік береді, демек, энергия жүйесінің теңгерімділігін қамтамасыз етуге ықпал етеді [7].

Сонымен қатар, ЖИ технологиялары энергетикалық инфрақұрылымның жағдайын алдын ала болжауға, жоспарлы техникалық қызмет көрсетуді ұйымдастыруға және тоқтап қалу тәуекелдерін азайта отырып, энергиямен тұрақты жабдықтауға мүмкіндік береді. ЖЭК саласында ЖИ-дің негізгі қолдану бағыттарына жобалау, оңтайландыру, басқару және бағалау жатады.

Негізгі назар жаңартылатын энергия көздері технологияларына аударылып отыр. Атап айтқанда: күн энергиясы, фотоэлектрлік жүйелер, күн микрожелілері, жел турбиналарын оңтайландыру және геотермалдық энергия жүйелерін бағалау мен басқаруда жасанды интеллекттің тиімділігі жоғары екені байқалады.

Зерттеу нәтижелері және талқылау. Жасанды интеллектті (ЖИ) қолдану арқылы қол жеткізілген негізгі жетістіктері:

1. Гелиостатты туралау және қадағалау. ЖИ көмегімен гелиостат айналарын дәл туралау мен бақылау үдерістері оңтайландырылады. Жасанды интеллект нақты уақыттағы деректерге (мысалы, күннің орналасуы, ауа-райы жағдайлары) сүйене отырып, айналар үшін ең тиімді бұрыштарды анықтайды. Бұл күн сәулесінің қабылдағышқа түсетін мөлшерін арттырып, жалпы энергия өндірісін ұлғайтады.

2. Болжалды техникалық қызмет көрсету. Күн жылу энергиясы жүйелерінде (CSP) ЖИ болжамды техникалық қызмет көрсету үшін қолданылады. Ол сенсорлардан алынған деректерді, өнімділік үлгілерін және өткен қызмет көрсету жазбаларын талдай отырып, компоненттердің ықтимал ақауларын немесе ауытқуларын алдын ала болжай алады. Бұл зауыт жұмысының үзіліссіздігін қамтамасыз етіп, жөндеу шығындарын азайтады және тиімділікті арттырады.

3. Энергия диспетчерлеуін оңтайландыру. ЖИ электр энергиясына ағымдағы сұраныс, энергия бағасы және желі жағдайларын ескере отырып, CSP қондырғыларынан электр жеткізуді оңтайландырады. Бұл энергия жүйесінің икемділігі мен жауап беру қабілетін арттырады.

4. Жылу энергиясын сақтауды басқару. CSP жүйелерінде артық жылуды сақтау үшін жылу аккумуляторлары пайдаланылады. Жасанды интеллект бұл процесті тиімді басқаруға мүмкіндік береді, яғни жылуды сақтау мен тұтыну арасында оңтайлы тепе-теңдік орнатады. [8-11].

ЖИ қолданылуының қосымша бағыттары: Жасанды интеллект (ЖИ) технологиялары жаңартылатын энергия көздерін (ЖЭК) тиімді басқару мен жоспарлауда шешуші рөл атқаруда. Қазіргі таңда энергия жүйелерінің күрделілігі мен деректер көлемінің ұлғаюы ЖИ алгоритмдерін қолданудың өзектілігін арттырды. Қазақстан үшін де бұл бағыт энергия қауіпсіздігін қамтамасыз ету мен «жасыл экономикаға» көшу стратегиясының негізгі элементі болып табылады.

ЖИ қолданылуының маңызды бағыттарының бірі — жел және фотоэлектрлік энергия көздерінен өндірілетін электр қуатын болжау. Жел жылдамдығы мен күн радиациясының ауытқуын дәлірек анықтау арқылы энергия өндіру көлемін алдын ала жоспарлауға мүмкіндік туады. Бұл электр желісіндегі теңгерімсіздікті азайтып, энергия сапасын тұрақтандыруға ықпал етеді.

Статикалық және динамикалық элементтерді нейрондық желілер негізінде модельдеу энергия жүйелерінің физикалық және техникалық процестерін дәл сипаттауға көмектеседі. Мұндай модельдер нақты уақыттағы жұмыс режимін бейімдеп, жүйенің тұрақтылығын арттырады. ЖИ-дің тағы бір бағыты — жоғары өнімді жүйе элементтерін тиімді басқару. Машиналық оқыту әдістері арқылы генераторлар мен түрлендіргіштердің жұмыс параметрлері ақауларға төзімділікті онлайн режимде бақылау және диагностикалау, сондай-ақ қорғаныс жүйелерін жетілдіру ЖИ көмегімен жүзеге асады. Бұл жүйелер жабдықтардың істен шығуын ерте анықтап, техникалық қызмет көрсету шығындарын азайтады және тұтынушыларға үздіксіз энергия жеткізуді қамтамасыз етеді.

Сонымен қатар, энергияны басқару жүйелерін автоматтандыру қазіргі энергетикадағы ең өзекті мәселелердің бірі болып табылады. ЖИ бұл жүйелерде деректерді өңдеп, энергия ағындарын нақты уақыт режимінде реттейді. Мұндай тәсіл энергия тиімділігін арттырып қана қоймай, адам факторынан туындайтын қателіктерді азайтады.

Тұтынушылардың жүктемесін болжау – ЖИ қолданылатын тағы бір маңызды бағыт. Тұтыну деректерін талдау арқылы жүйе белгілі бір уақыт аралығында энергияға деген сұранысты болжай алады. Бұл электр станцияларының жұмысын оңтайландыруға және энергия тапшылығының алдын алуға мүмкіндік береді.

Сондай-ақ, электр энергиясын өндіру мен сақтау процесін тиімді жоспарлау арқылы ЖИ энергия теңгерімін сақтау мәселесін шешеді. Аккумуляторлар мен энергия

сақтау жүйелерінің жұмысын автоматты түрде үйлестіру энергия ресурстарын үнемдеуге мүмкіндік береді.

Сенсорсыз кері байланыс сигналдарын сенімді бағалау әдістері жабдықтардың жұмысын артық датчиктерсіз бақылауға мүмкіндік береді. Бұл шығындарды азайтып, техникалық қызмет көрсету тиімділігін арттырады оңтайландырылып, энергияның артық шығыны азаяды. Соңғы бағыттардың бірі – нақты уақыт режимінде сұранысты басқару арқылы электр энергиясының бағасын болжау. Мұндай тәсіл энергия нарығындағы динамикалық баға белгілеу жүйесін жетілдіріп, тұтынушылар мен өндірушілер арасындағы теңгерімді сақтауға жағдай жасайды.

Жалпы алғанда, жасанды интеллект технологиялары жаңартылатын энергия саласында инновациялық серпін беріп, энергия тиімділігін арттырумен қатар экологиялық тұрақтылықты қамтамасыз етеді. Болашақта ЖИ негізіндегі «ақылды энергетика» жүйелері Қазақстанның энергетикалық стратегиясының ажырамас бөлігіне айналып, көміртекті азайту мен тұрақты даму мақсаттарына жетуге айтарлықтай үлес қосады [12-15].

Қорытынды. Жаңартылатын энергия көздері – болашақтың энергетикасын құрайтын басты бағыттардың бірі. Алайда бұл көздердің табиғи құбылыстарға тәуелділігі энергия өндіру процесінде тұрақсыздық пен басқару қиындықтарын тудырады. Осы мәселелерді шешуде жасанды интеллект (ЖИ) шешуші рөл атқара бастады. ЖИ технологиялары жел мен күн энергиясын болжау дәлдігін арттырып, энергия жүйесін оңтайландыруға, техникалық қызмет көрсетуді алдын ала жоспарлауға және энергиямен жабдықтаудың сенімділігін күшейтуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, ЖИ негізінде құрылған Smart grid жүйелері тұтыну мен генерация арасындағы тепе-теңдікті сақтап, жүйелік шығындарды азайтуға ықпал етеді. Қазақстан үшін бұл бағытта халықаралық тәжірибелерді бейімдеп, кадрлық әлеуетті арттыру аса маңызды.

Энергетика саласында ЖИ-ді тиімді қолдану арқылы еліміз жаңартылатын энергия көздерінің әлеуетін толық жүзеге асыра алады. Демек, жасанды интеллект – тұрақты әрі экологиялық таза энергетикалық болашаққа апарар сенімді құрал.

Әдебиеттер:

- [1] Аналитический обзор тренды развития искусственного интеллекта в сфере ЖКХ // ГБУ «Агентство инноваций города Москвы», 2020. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2010.10.049>.
- [2] **Marvin, Minsky.** Ellen macarthur foundation. Artificial intelligence and the circular economy, 2019
- [3] **Strubell, E.** and A. Ganesh and A. McCallum, Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP, 2019.
- [4] Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP // Strubell, 2019.
- [5] **Mahapatra, S.** Biofuels and their sources of production: a review on cleanersustainable alternative against conventional fuel, in the framework of the food and energy nexus // Energy Nexus, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.>
- [6] **Hadjipaschalis, I.** Overview of current and future energy storage technologies for electric power applications, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2008.09.028>.
- [7] **Kumar, A.,** S. Nagar, S. Anand. Climate change and existential threats, in: Global Climate Change, Elsevier, 2021. 1–31.
- [8] **Energy, S.P.** Technology Roadmap, September 2014.
- [9] **Deshmukh M.K.,** Renewable energy in the 21st century: a review // Mater, 2023 <https://doi.org/10.1016/j>
- [10] **Sabev, E.** et al., Cybersecurity analysis of wind farm scada systems // International Conference on Information Technologies, 2021.
- [11] **Sayed, E.T.** et al., A critical review on environmental impacts of renewable energy systems and mitigation strategies: wind, hydro, biomass and geothermal, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.>
- [12] **Hussain, A. S.M.** Arif, M. Aslam, Emerging renewable and sustainable energy technologies: State of the art, Renew. Sustain // Energy Technol, 2017. P.12–28, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.12.033>.

- [13] **Sonar, D.** Renewable energy based trigeneration systems—technologies, challenges and opportunities // Renewable-Energy-Driven Future, 2021. P.125–168, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820539-6.00004-2>.
- [14] **Kothari, D.P.**, R. Ranjan, K. Singal, Renewable energy sources and emerging technologies, 2021.
- [15] **Panwar, N.L.** et al., Role of renewable energy sources in environmental protection, 2011.1513–1524, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.11.037>.

References:

- [1] Аналитический обзор тренды развития искусственного интеллекта в сфере ЖКХ // GBU «Agentstvo innovacij goroda Moskvy», 2020. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2010.10.049>. [in Russian]
- [2] **Marvin Minsky**, Ellen macarthur foundation. Artificial intelligence and the circular economy, 2019
- [3] **Strubell, E.** and A. Ganesh and A. McCallum, Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP, 2019.
- [4] Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP // Strubell, 2019.
- [5] **Mahapatra, S.** Biofuels and their sources of production: a review on cleanersustainable alternative against conventional fuel, in the framework of the food and energy nexus // Energy Nexus, 2021. <https://doi.org/10.1016/j>.
- [6] **Hadjipaschalis, I.** Overview of current and future energy storage technologies for electric power applications, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2008.09.028>.
- [7] **Kumar, A. S.** Nagar, S. Anand, Climate change and existential threats, in: Global Climate Change, Elsevier, 2021. 1–31.
- [8] S.P. Energy, Technology Roadmap, September 2014.
- [9] **M.K.Deshmukh**, Renewable energy in the 21st century: a review // Mater, 2023 <https://doi.org/10.1016/j>
- [10] **E. Sabev**, et al., Cybersecurity analysis of wind farm scada systems // International Conference on Information Technologies, 2021.
- [11] **Sayed, E.T.** et al., A critical review on environmental impacts of renewable energy systems and mitigation strategies: wind, hydro, biomass and geothermal, 2021, <https://doi.org/10.1016/j>.
- [12] **Hussain, A.S. M.** Arif, M. Aslam, Emerging renewable and sustainable energy technologies: State of the art, Renew. Sustain // Energy Technol, 2017. P.12–28, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.12.033>.
- [13] **Sonar, D.** Renewable energy based trigeneration systems—technologies, challenges and opportunities // Renewable-Energy-Driven Future, 2021. P.125–168, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820539-6.00004-2>.
- [14] **Kothari, D.P.**, R. Ranjan, K. Singal, Renewable energy sources and emerging technologies, 2021.
- [15] **Panwar, N.L.** et al., Role of renewable energy sources in environmental protection, 2011.1513–1524, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.11.037>.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБЛАСТИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Баймаханова З.А., кандидат технических наук

Бедбекова С.Н., магистрантка 2-курса ОП 7М07155 «Электроэнергетика (возобновляемая энергетика)»

Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г. Кызылорда, Казахстан

Аннотация. Технологии искусственного интеллекта (ИИ) в настоящее время играют важную роль в эффективном использовании возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Области применения ИИ в мировой практике, в том числе в Казахстане, широко развиваются в таких областях, как прогнозирование солнечной и ветровой энергии, управление производством

энергии, а также стабилизация электрических сетей. На основе ИИ увеличивается возможность точного прогнозирования скорости ветра, интенсивности солнечной радиации и объема потребления. Такие точные прогнозы позволяют эффективно планировать объекты ВИЭ, поддерживать энергетический баланс и повышать надежность системы. Кроме того, алгоритмы ИИ могут оптимизировать системы производства и хранения энергии, а также потоки энергии в электросети в режиме реального времени. Это, в свою очередь, снижает затраты на электроэнергию и повышает общую эффективность. В условиях Казахстана внедрение ИИ будет способствовать усилению энергетической безопасности страны и ускорению процесса перехода к безуглеродной экономике. В будущем интеграция ИИ и ВИЭ станет ключевым фактором устойчивого развития энергосистемы и обеспечения экологической безопасности. Вместе с тем, развитие интеллектуальных сетей и автоматизированных систем мониторинга с помощью искусственного интеллекта выводит энергетический рынок на новый уровень. Такие инновационные решения дают импульс эффективному распределению энергоресурсов, снижению вредного воздействия на окружающую среду и формированию «зеленой» экономики.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, искусственный интеллект, экология, оптимизация, потребление энергии.

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE FIELD OF RENEWABLE ENERGY SOURCES

Baymakhanova Z.A., candidate of technical sciences

Bedebekova S.N., 2nd year master's student of the EP 7M07155-«Electric Power Industry (renewable energy)»

Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda city, Kazakhstan

Annotation. Artificial intelligence (AI) technologies currently play an important role in the efficient use of renewable energy sources (RES). The fields of AI application in global practice, including in Kazakhstan, are widely developing in such areas as solar and wind energy forecasting, energy production management, and electric grid stabilization. AI increases the ability to accurately predict wind speed, solar radiation intensity, and consumption volume. Such accurate forecasts make it possible to effectively plan renewable energy facilities, maintain the energy balance and increase the reliability of the system. In addition, AI algorithms can optimize energy production and storage systems, as well as energy flows in the power grid in real time. This, in turn, reduces energy costs and increases overall efficiency. In Kazakhstan, the introduction of AI will enhance the country's energy security and accelerate the transition to a carbon-free economy. In the future, the integration of AI and renewable energy will become a key factor in the sustainable development of the energy system and ensuring environmental safety. At the same time, the development of intelligent networks and automated monitoring systems using artificial intelligence is taking the energy market to a new level. Such innovative solutions give an impetus to the efficient distribution of energy resources, reducing harmful effects on the environment and the formation of a "green" economy.

Keywords: renewable energy sources, artificial intelligence, ecology, optimization, energy consumption.

КОП ҚАБАТТЫ ҒИМАРАТТЫҢ АУА ЖАҒДАЙЫН ЕСЕПТЕУ ӘДІСІН ӘЗІРЛЕУ: КОМПЬЮТЕРДІ ЕСЕПТЕУ АЛГОРИТМДЕРІНДЕГІ ӘДІСТІҢ ЖАСАЛУЫ

Абиева Г.С., техника ғылымдарының кандидаты, доцент
guldana1967@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0101-2252>

Ауельбеков С.Ш., техника ғылымдарының кандидаты
auelvekov.sh@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-8266-3582>

Дүйсенбаева А.К., 7М07322 – «Инженерлік жүйелер мен желілер» БББ 2-курс магистранты
aigera949@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-8266-3682>

¹*Халықаралық білім корпорациясы (ҚазБСҚА кампусы), Алматы, Қазақстан*

Андатпа. Мақала соңғы жылдардағы қысқы кезеңдер энергия ресурстарының тапшылығы мәселесін өткір көтерді. Бұл жағдай табиғи энергия көздерін ұтымды пайдалану қажеттігін арттырды. Қазақстан Республикасы Энергетика министрлігінің Мемлекеттік энергетикалық қадағалау және бақылау комитетінің деректеріне сәйкес, бекітілген салалық энергия үнемдеу бағдарламасы елімізде энергия тиімділігін арттыру бағытында нақты әрі практикалық шаралар қабылдаудың өзектілігін көрсетеді. Бағдарлама халық шаруашылығы мен өндірістегі энергия тұтынуды оңтайландыруға негізделген.

Ғимараттардың энергетикалық тиімділігін арттыру — заманауи құрылыс саласындағы басты міндеттердің бірі. Энергия үнемдеу мәселесі көптеген елдерде ұлттық деңгейде реттеліп, нормативтік-құқықтық құжаттар арқылы бекітілуде. Қазақстанда да жаңа және жаңғыртылатын ғимараттарды жобалау кезінде «Энерготиімділік» бөлімі міндетті түрде қамтылып, жылу мен желдетуге жұмсалатын энергия шығыны есептеліп, нормативпен салыстырылады. Бұл тәсіл ғимараттың нақты энергия тұтынуын анықтауға, сонымен қатар жобалаудың сапасын арттыруға мүмкіндік береді.

Есептеу әдістерінің дәлдігі мен қолжетімділігі жобалау тәжірибесінде маңызды рөл атқарады. Мақалада теңдестірілген механикалық және табиғи желдету жүйелері бар ғимараттағы ауа ағынын есептеуге арналған бағдарлама арнайы ұсынылады. Бағдарлама негізінен жел мен ауырлық қысымының әсерін, құрылыс элементтерінің ауа өткізгіштік кедергісін, ішкі бөлмелер арасындағы байланыстарды ескере отырып, дәл есептеу жүргізуге мүмкіндік береді. Бағдарламада графикалық компонент арқылы ауа мен жылу ағынын визуализациялау мүмкіндігі қарастырылған. Бұл шешім желдету сызбасын оңтайлы таңдауға және инфильтрацияланған ауаны жылытуға кеткен жылу шығынын нақты бағалауға мүмкіндік береді. Жүйе бөлмелердің аэродинамикалық және жылу сипаттамаларын есепке ала отырып, модульдік құрылым негізінде бастапқы деректерді нақтылауға мүмкіндік береді.

Тірек сөздер: желдету, ауа алмасу, инфильтрация, механикалық желдету, табиғи желдету, ауа ағыны, жылу шығыны, визуализация, модульдік құрылым, аэродинамикалық сипаттама.

Кіріспе. Әзірленген бағдарлама теңдестірілген механикалық желдету және табиғи желдету бар ғимараттың ауа ағынының жағдайын есептеуге арналған. Бұл бағдарламада жел мен ауырлық қысымының әсерлері, сыртқы құрылыс элементтерінің (терезелер, кіреберіс есіктер) ауа өткізгіштігінің кедергісі және бөлмелер арасындағы ішкі байланыстар ескеріледі. Есептеулермен қатар, бағдарлама бөлмелер ішіндегі ауа ағынының таралуын, сондай-ақ ғимараттың ауа өткізетін элементтері арқылы ауа мен жылу ағындарын жылдам және дәл визуализациялауға мүмкіндік беретін графикалық компонентті қамтиды. Бұл инфильтрацияланған ауаны жылыту үшін жылу шығынын бағалауға ғана емес, сонымен қатар ауа алмасу схемасын таңдау кезінде дұрыс шешім қабылдауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар бөлменің графикалық көрінісін оның қоршауларының аэродинамикалық және жылу сипаттамаларымен байланыстыруға және де бөлмелер арасындағы байланыстарды орналастыруға (модульдік құрылымды пайдалану) негізделген бастапқы деректерді нақтылаудың принципті жаңа тұжырымдамасы әзірленді.

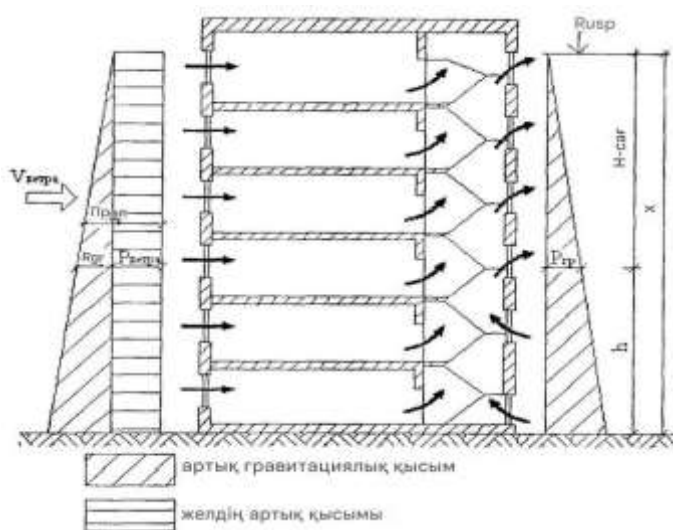
Зерттеу материалдары мен әдістері. *Теңгерімді желдеткіші бар ғимараттың ауа режимінің үлгісі.* Теңдестірілген механикалық желдету жүйесімен жабдықталған қазіргі заманғы көпқабатты ғимараттың ауа режимі күрделі аэродинамикалық желі болып табылады, онда ауа ағындары ғимараттың ғарыштық-жоспарлау шешімімен, тракт элементтерінің ауа өткізгіштігімен және ішкі аэродинамикалық жолдармен сыртқы және ішкі ауа температурасы, сондай-ақ жел бағыты мен жылдамдығы қозғалып, өзгереді. Жер бетінен h биіктікте сыртқы ауаның кез келген нүктесіндегі гравитациялық қысым, $P_{\text{грав}}$ Па мынаған тең:

$$P_{\text{грав}} = P_{\text{атм}} - \rho_{\text{н}} \cdot g \cdot h, \quad (1)$$

мұндағы $P_{\text{атм}}$ атмосфералық қысым, Па; g - ауырлық әсерінен болатын үдеу, м/с^2 . Жел қысымы $P_{\text{ветр}}$, Па, ғимараттың әртүрлі беттеріндегі жел бағытына байланысты өзгереді, ол C аэродинамикалық коэффициенті бойынша есептеулерде ескеріледі, ол динамикалық жел қысымының қандай үлесі желге, бүйірлік және көлденең қасбеттерге статикалық қысым екенін көрсетеді (1-сурет).

$$P_{\text{ветр}} = \rho_{\text{н}} \cdot v^2 \cdot C \cdot k_{\text{дин}} / 2 \quad (2)$$

мұндағы $\rho_{\text{н}}$ сыртқы ауаның тығыздығы, кг/м^3 ; v жел жылдамдығы, м/с ; C – [78] сәйкес қабылданған есептелген қасбеттегі аэродинамикалық коэффициент; $k_{\text{дин}}$ [78] бойынша қабылданған ғимараттың биіктігіне байланысты жел жылдамдығы қысымының өзгеруін есепке алу коэффициенті болып табылады.



1-сурет – Теңдестірілген механикалық желдету бар көп қабатты ғимаратта ауа ағындарының қалыптасуы

Ғимараттағы жалпы сыртқы ауа қысымын табу үшін оларды біріктіреді: $P_{\text{нар}}$

$$P_{\text{нар}} = P_{\text{грав}} + P_{\text{ветр}} = P_{\text{атм}} - \rho_{\text{н}} \cdot g \cdot h + \rho_{\text{н}} \cdot v^2 \cdot C \cdot k_{\text{дин}} / 2. \quad (3)$$

Кәдімгі нөлдік қысым $P_{\text{усл}}$, Па үшін әдетте ауа қозғалысы мүмкін болатын жер бетінен ең алыс құрылыс элементі деңгейіндегі ғимараттың тік жағындағы абсолютті қысым (төбелік қасбеттің үстіңгі терезесі) алынады [2, 3].

$$P_{\text{усл}} = P_{\text{атм}} - \rho_{\text{н}} \cdot g \cdot H + \rho_{\text{н}} \cdot v^2 \cdot C_3 \cdot k_{\text{дин}} / 2 \quad (4)$$

мұндағы C_3 ғимараттың еңіс жағына сәйкес келетін аэродинамикалық коэффициент; H - ғимараттың биіктігі немесе ауа қозғалысы мүмкін болатын үстіңгі элементтің жер бетінен биіктігі, м.

ғимараттың h биіктігіндегі нүктеде сыртқы ауада пайда болатын жалпы артық қысым, P_a мына формуламен анықталады: P_H

$$P_H = P_{нар} - P_{усл} = \rho_H \cdot g(H - h) + \rho_H \cdot v^2(C - C_3)k_{дин}/2 \quad (5)$$

h биіктіктегі әрбір ауа өткізгіш элементтің ортасында, P_a және гравитациялық қысым k , $P_{Грав}$, тұратын жалпы артық ішкі қысым анықталады: P_B ,

$$P_{Грав, k} = \rho_B \cdot g(H - h) \quad (6)$$

Оны минус белгісімен сыртқы қысыммен байланыстыру әдеттегідей.

$$\begin{aligned} P_H &= \rho_H \cdot g(H - h) + \rho_H \cdot v^2(C - C_3)k_{дин}/2 - \rho_H \cdot g(H - h) = \\ &= g(H - h)(\rho_H - \rho_H) + \rho_H \cdot v^2(C - C_3)k_{дин}/2 \end{aligned} \quad (7)$$

Бұл ғимараттан тыс ғимараттың жалпы қысымының ауыспалы гравитациялық құрамдас бөлігін алады, сондықтан әрбір бөлмедегі жалпы қысым кез келген биіктікте тұрақты болады. Содан кейін кез келген бөлменің үлгісі жалпы артық қысыммен сипатталатын нүкте болуы мүмкін P_B , оған ауа кіреді және одан шығады. Ауа өткізетін құрылыс элементтері (терезелер, есіктер) ғимараттың барлық кеңістіктерін және сыртқы ауаны бір жүйеге қосады. Бұл элементтердің орналасуы және олардың ауа өткізгіштік сипаттамалары ғимараттағы ағындардың таралуының сапалық және сандық бейнесіне айтарлықтай әсер етеді.

Зерттеу нәтижелері және талқылау. *Ғимараттың ауа режимінің математикалық моделі.* Ғимараттың ауа режимінің математикалық моделінің негізі әрбір бөлмедегі ауаның материалдық балансының теңдеулері болып табылады (Кирхгофтың бірінші заңы), олар $G_{i,k}$ бөлмедегі әрбір ауа өткізгіш k элементі арқылы ауа ағынын, оның ішінде желдету жүйесінің қоректендіру немесе шығару торы арқылы:

$$\sum G_{i,k} = 0, i = 1, 2, \dots, k = 1, 2, \dots, k \quad (8)$$

және энергияның сақталуы (Бернулли теңдеуі):

$$P_{нач} - P_{кон} = Z_{шк} \cdot \text{sign}(G_{шк}) \quad (9)$$

мұндағы $P_{нач}$, $P_{кон}$ ауа өткізгіш элементтің алдындағы және артындағы жалпы артық қысымдар, P_a ; мысалы, терезе үшін жалпы сыртқы қысым $P_{нар}$ және бөлменің жалпы ішкі артық қысымы P_B ; ішкі есік үшін іргелес бөлмелердің жалпы артық ішкі қысымы; $G_{шк}$ ауа өткізгіш элемент арқылы өтетін ауа ағынының жылдамдығы, кг/сағ; $Z_{шк}$ ауа өткізгіш элемент арқылы ауа қозғалысы кезіндегі жалпы қысымның жоғалуы, P_a .

Ғимараттың ауа режиміне қолданылғанда Бернулли теңдеуі келесі түрге ие болады:

- i және j бөлмелерін біріктіретін элемент үшін

$$P_{B,i} - P_{B,j} = Z_{i,j} \cdot \text{sign}(G_{i,j}) \quad (10)$$

- j нүктесіндегі сыртқы ауаны бөлмемен i байланыстыратын элемент үшін:

$$P_{n,j} - P_{B,i} = Z_{i,j} \cdot \text{sign}(G_{i,j}) \quad (11)$$

мұндағы $P_{n,j}$ нүктесіндегі жалпы артық сыртқы қысым, P_a , i бөлменің терезесінен тыс; $P_{B,i}$ бөлменің ішкі қысымы, P_a ; $Z_{i,j}$ және j нүктелері арасындағы ауа өткізгіш элемент арқылы ауа қозғалысы кезіндегі жалпы қысымның жоғалуы, P_a ; $G_{i,j}$ және j нүктелері арасындағы ауа өткізгіш элемент арқылы өтетін ауа ағынының жылдамдығы, кг/сағ. Терезенің ортасы h биіктікте орналасқан бөлме үшін тәуелділіктерді (1 және 2) ескере отырып, (8) өрнек келесі пішінді алады:

$$P_{n,j} - P_{B,i} = (\rho_H - \rho_{B,i}) \cdot g \cdot (H - h_j) + \\ + (C - C_3)k_{\text{дин}} \cdot \rho_H \cdot v^2/2 - P_{B,i} = Z_{i,j} \cdot \text{sign}(G_{i,j}) \quad (12)$$

Қысқаша айтқанда, болашақта жалпы артық сыртқы және ішкі қысымдар сәйкесінше сыртқы және ішкі қысымдар деп аталады. Демек, теңдестірілген механикалық желдету жүйесі бар көпқабатты ғимараттың ауа ағынының моделін $P_{B,i}$ ауа қозғалатын ішкі және сыртқы қысыммен сипатталатын өзара байланысты нүктелер жиынтығы ретінде ұсынуға болады, яғни $P_{H,j}$ ауа қозғалысы кезінде қысымның жалпы жоғалуы әдетте $Z_{i,j}$ функция ретінде ауа өткізгіштік кедергісінің сипаттамасы арқылы көрсетіледі $S_{i,j}$

$$Z_{i,j} = S_{i,j} (G_{i,j})^{m_{i,j}} \text{sign}(G_{i,j}) \quad (13)$$

мұндағы $S_{i,j}$ және j нүктелері арасындағы ауа өткізгіш элементтің кедергі сипаттамасы, Па/м-(кг/с·ғ) 2 . Көрсеткіш ағын режиміне байланысты және терезелер үшін $m_{i,j}$, ал есіктер үшін 2-ге тең деп алынады $3/2$. Ғимарат конвертінің барлық ауа өткізетін элементтері - терезелер, есіктер және ашық саңылаулар - тұрақты гидравликалық параметрлері бар элементтер ретінде шамамен жіктелуі мүмкін. Бұл қарсылық тобының мәндері $S_{i,j}$ ағын жылдамдығына тәуелсіз $G_{i,j}$. Терезелер үшін $S_{i,j}$ бұл мән формула бойынша анықталады:

$$S_{\text{ок},i,j} = 10 \cdot (R_{u,i,j}/A_{\text{ок},i,j})^{3/2}, \quad m_{i,j} = 3/2 \quad (14)$$

есіктер үшін

$$S_{\text{дв},i,j} = 10 \cdot (R_{u,i,j}/A_{\text{дв},i,j})^2, \quad m_{i,j} = 2 \quad (15)$$

мұндағы $S_{\text{ок},i,j}$, $S_{\text{дв},i,j}$ және j нүктелері арасындағы ауа өткізгіш элементтің кедергісінің сипаттамалары; $R_{u,i,j}$ қысым айырмашылығы кезінде $\Delta P = 10 \text{ Па}$ терезенің немесе есіктің ауа өткізгіштігінің кедергісі, тиісінше, кг $\text{м}^2 \text{ч}/$; $A_{\text{ок},i,j}$, $A_{\text{дв},i,j}$ тиісінше қарастырылатын терезе немесе есік ауданы болып табылады м^2 . Осылайша, ғимараттың ауа режимі мәселесін шешу ауа балансының теңдеулер жүйесін (32) шешуге дейін төмендейді, мұнда әрбір жағдайда қосынды бөлменің барлық ауа өткізетін элементтеріне алынады. Сан теңдеулер ғимараттағы бөлмелер санына тең. Әрбір ауа өткізгіш элемент арқылы өтетін ауа ағыны (3), (4), (5) бойынша анықталады:

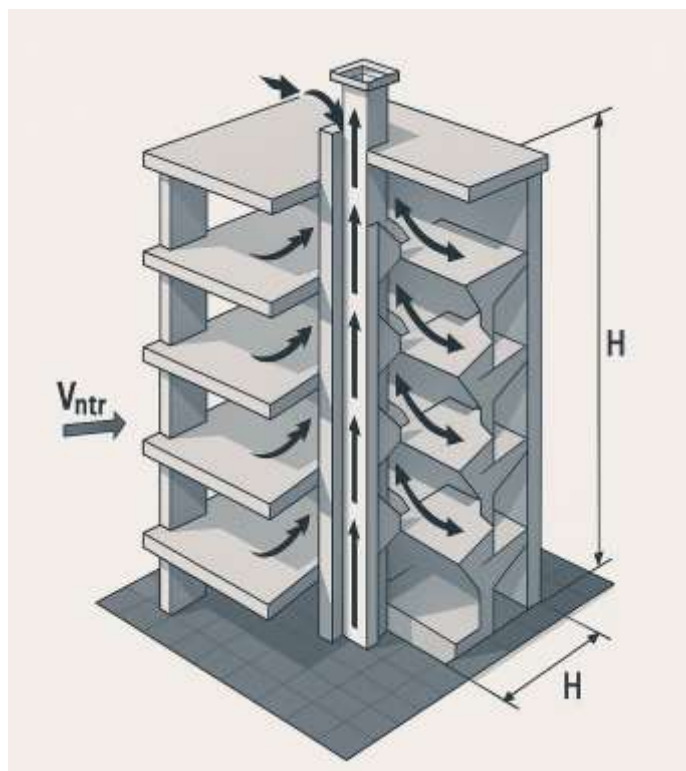
- бөлмелер арасындағы элементтер үшін

$$G_{i,j} = \left(\frac{|P_{n,i} - P_{n,j}|}{S_{i,j}} \right)^{1/m_{i,j}} \cdot \text{sign}(P_{n,i} - P_{n,j}) \quad (16)$$

- сыртқы ауа мен бөлме арасындағы элементтер үшін

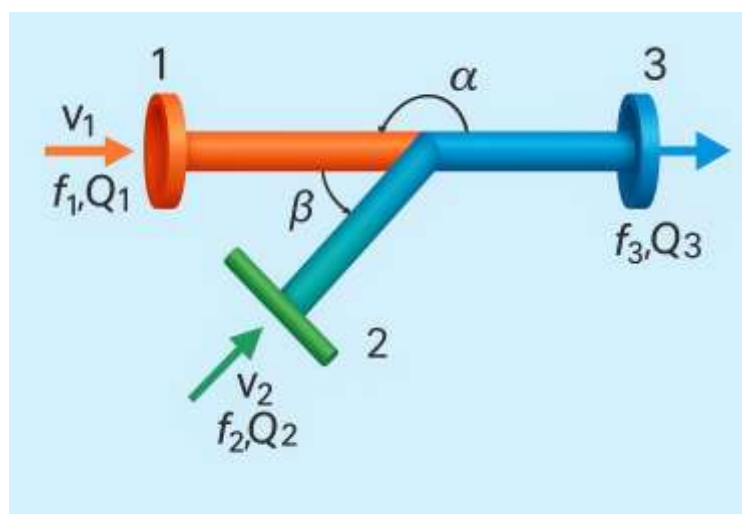
$$G_{i,j} = \left(\frac{|P_{n,j} - P_{n,i}|}{S_{i,j}} \right)^{1/m_{i,j}} \cdot \text{sign}(P_{n,j} - P_{n,i}) \quad (17)$$

Бұл теңдеулер жүйесіндегі белгісіздер ғимараттың барлық ауа өткізетін элементтері арқылы өтетін ағынның жылдамдығы $G_{i,j}$ және әрбір бөлмедегі қысымдар болып табылады $P_{B,i}$. Теңдеулер жүйесін шешу бүкіл ғимарат бойынша қажетті ағынды бөлуді береді және оның үлкен өлшемділігі мен сызықты еместігіне байланысты компьютерді қолдану арқылы тек сандық әдістерді қолдану мүмкін болады. 2-ші суретте табиғи желдетуі бар ғимараттың ауа ағынының үлгісі жасалды.



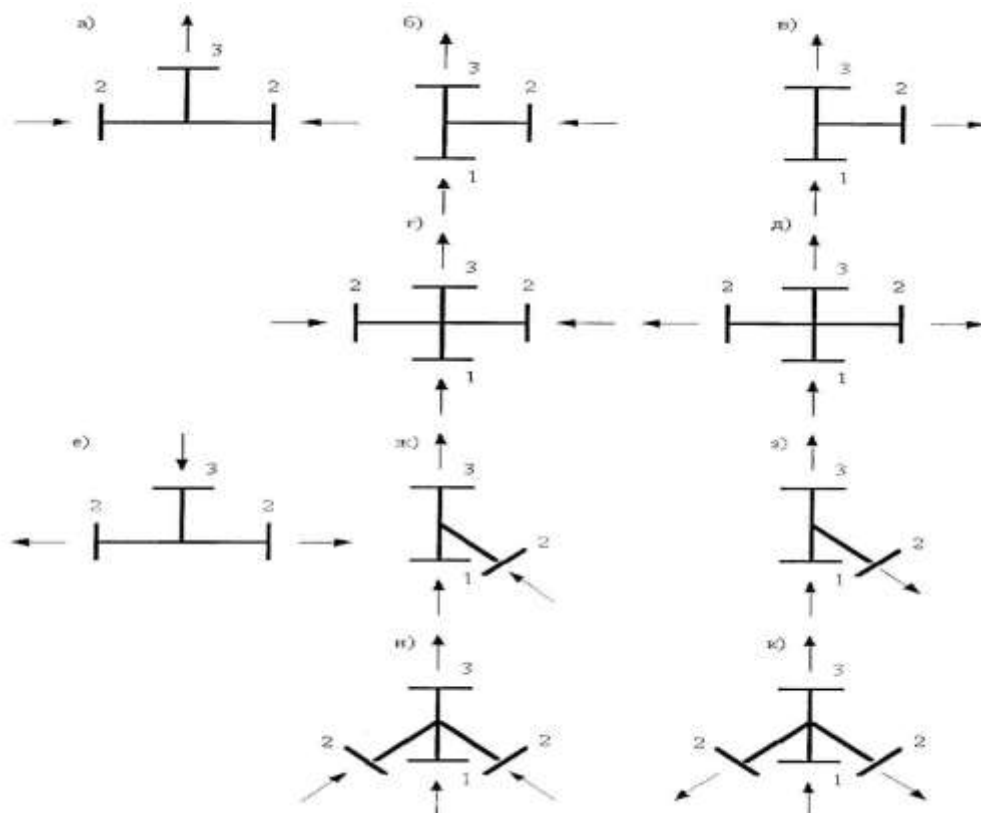
2-сурет – Табиғи желдеткіші бар көп қабатты ғимаратта ауа ағындарының қалыптасуы

Жергілікті қарсылық коэффициенттерін аналитикалық есептеу үшін формулаларды таңдау. Есептеу әдістемесін әзірлеу кезінде желдету желісінің элементтері үшін жергілікті кедергі коэффициенттерін аналитикалық есептеу үшін формулаларды таңдау мәселесі анықталды. Дөңгелек және тікбұрышты құбырлар қималары үшін 90,45 градус тармақ бұрышы бар иілулер, тростар және кресттердегі жергілікті қарсылық коэффициенттерін есептеуге арналған кестелік және шамамен формулаларды беретін көптеген әдебиеттер бар. Талдау негізінде П.Н. Каменев пен И.Е. Идельчик таңдалды, өйткені олар автоматтандырылған есептеулердің талаптарына сәйкес келеді, сонымен қатар жеткілікті дәлдікті береді. 3-суретте үш тармақты құбыр жүйесі негізгі параметрлері мен ондағы ауа ағындарының белгіленуі бар үш тармақты құбыр жүйесі есептеу диаграммасы, ал 3-суретте есептеуде табылған үш тармақты құбыр жүйесі және кресттердің диаграммалары көрсетілген.



3-сурет – Үш тармақты құбыр жүйесінің есептеу схемасы

Үш тармақты құбыр жүйесі элементтерінің нөмірлері сәйкес келеді: 1 - өту, 2 - тармақ, 3 - магистраль; сәйкес мәндер үшін индекстерде бірдей сандар қолданылады. α - магистраль мен өту осьтерінің арасындағы бұрыш; β - магистраль мен тармақтың осьтері арасындағы бұрыш; v_1, v_2, v_3 - ағынның орташа жылдамдықтары, м/с; f_1, f_2, f_3 - қима аудандары, m^2 ; Q_1, Q_2, Q_3 - шығыс жылдамдығы, кг/сағ (кг/с).



4-сурет – Тік бұрышпен а-е, 45 градус бұрышпен ф-к есептелген тростардың және кресттердің схемалары

1, 2, 3 - үш тармақты құбырлы жүйе элементтерінің сандары сәйкес келеді: 1 - өту, 2 - тармақ, 3 - магистраль.

Төменде үш тармақты диаграмманы анықтауға арналған есептеу өрнектері берілген.

4-сурет бойынша (b, d, f, i) біріктіру (шығару) үшін үш тармақты құбыр жүйесі [17]өту:

$$\zeta_1 = \left(\frac{v_1}{v_3}\right)^2 - \left(\frac{v'_3}{v_3}\right)^3; \zeta_1 = \zeta'_1 + \zeta' \quad (18)$$

одан

$$\zeta'_2 = \left(\frac{v_2}{v_3}\right)^2 - \left(\frac{v'_2}{v_3}\right)^2; \zeta_2 = \zeta'_2 + \zeta'' \quad (19)$$

қосымша:

$$\zeta'' = \left(\frac{v'_3}{v_3}\right)^2 - 1)^2 \quad (20)$$

Араластырудан кейінгі орташа ағын жылдамдығы:

$$v'_3 = \frac{Q_1}{Q_3} v_1 \cos \alpha + \frac{Q_2}{Q_3} v_2 \cos \beta \quad (21)$$

3-суретке сәйкес (с, d, z, k) бөлуге (инъекцияға) арналған трос немесе крест [22] сәйкес:

өту:

$$\begin{aligned} \text{если } v_1 &= v_3 \cos \alpha, & \zeta_1 &= \sin^2 \alpha \\ \text{если } v_1 < v_3 \cos \alpha, & \zeta_1 &= \sin^2 \alpha + (\cos \alpha - v_1/v_3)^2 \\ \text{если } v_1 > v_3 \cos \alpha, & \zeta_1 &= \sin^2 \alpha + \zeta_{as}(v_1/v_3)^2 \end{aligned} \quad (22)$$

одан:

$$\begin{aligned} \text{если } v_2 &= v_3 \cos \beta, & \zeta_2 &= \sin^2 \beta; \\ \text{если } v_2 < v_3 \cos \beta, & \zeta_2 &= \sin^2 \beta; \\ \text{если } v_2 > v_3 \cos \beta, & \zeta_2 &= \sin^2 \beta + \zeta_{bx} (v_2/v_3)^2 \end{aligned} \quad (23)$$

23 сәйкес 4 (а)-суреттегі сызбаға сәйкес 90 градус тротуар:

екі жақты синтез үшін

$$\begin{aligned} \zeta_3 &= 1 + \left(\frac{f_3}{f_2}\right)^2 + 3 \left(\frac{f_1}{f_2}\right)^2 \left[\left(\frac{Q_2}{Q_3}\right)^2 - \left(\frac{Q_2}{Q_3}\right) \right] \\ \zeta_2 &= \frac{\zeta_3^2}{\left(\frac{Q_2 f_3}{Q_3 f_2}\right)}, \end{aligned} \quad (24)$$

екі жақты бөлу үшін 4 (е)-суреттегі диаграммаға сәйкес:

$$\zeta_2 = 1 + 0.3 \left(\frac{v_2}{v_3}\right)^2 \quad (25)$$

4. [26] сәйкес бүгілу

$$\xi = 0.95 \sin^2(\delta/2) + 2.05 \sin^4(\delta/2) \quad (26)$$

мұндағы V_3' араластырудан кейінгі ағынның орташа жылдамдығы, м/с; δ бұрылу бұрышы болып табылады (90 немесе 45 градус); индекстер 1,2,3 сәйкес келеді: 1 - өту, 2 - тармақ, 3 - үш тармақты немесе айқасқан білігі.

Тізбектер мен қималарды анықтау кезінде алынған көрсеткіш нөлден аз болатын жағдайлар бар. Бұл элементтерде қосымша ауа соруын тудыратын тесіктер бар дегенді білдіреді.

Қорытынды. Желдету жүйесінің арнасының айрықша ерекшелігі жүйенің жекелеген бөліктері үшін қажетті ауа ағынының жылдамдығына байланысты оның қарсылық сипаттамаларының өзгермелілігі болып табылады. Қиындық мынада: үш тармақты құбыр жүйесі (кресттер) жергілікті қарсылық коэффициенттерін (LRC) анықтауға арналған белгілі формулалар анықтаушы факторлардағы шамалы өзгерістермен мәндердің шамадан тыс кең ауытқуларын береді. Сондықтан желдеткіш құбыр элементтерінің кедергі сипаттамаларын итерациялық процесс арқылы анықтау керек, ол желідегі қол жетімді қысымды ауа ағынының берілген жылдамдықтарында арнаның аэродинамикалық кедергісімен байланыстыруды талап етеді. Құбылыс көбінесе ғимараттың жоғарғы қабаттарының тармақтарының негізгі арнаға қосылуында байқалады. Теріс мәндер кейіннен қуатқа тәуелділік жағдайында қолданылатын S қарсылық сипаттамасының теріс мәндеріне әкелетіндіктен және S абсолютті мәндерін пайдалану мүмкін емес, өйткені физикалық қасиет бұрмаланғандықтан, радикалды өрнекте теріс мәндердің пайда болуын болдырмайтын есептеулерде арнайы әдістерді қолдану қажет.

Әдебиеттер:

[1] **Sultanguzin**, Ruglikov D.A., Yatsyuk T.V., Kalyakin I.D., Yavorovsky Yu.V., Govorin A.V. Using of BIM, BEM and CFD technologies for design and construction of energy-efficient houses // E3S Web of Conferences 124, 03014, 2019.

[2] **Sultanguzin**, A.Govorin, I.Kalyakin, Yu. Yavorovsky, E. Zhigulina, V.Khromshenkov, D. Kruglikov. Influence of Russian climate (artic, centre, south) on construction and reconstruction of

energy efficient buildings // NESEFF-Netzwerktreffen 2018. Tagungsband. Herausgeber: Prof. Sylvio Simon. BTU Cottbus-Senftenberg, November 2018. Pp. 91-98.

[3] **Шувалов, Д.Г.**, Турков О.Ж., Кругликов Д.А., Султангузин И.А., Рудомазин В.В. Энергоэффективные системы вентиляции здания с рекуперацией тепла // Журнал С.О.К., 2018. – №9. – С. 88-96.

[4] **Кругликов, Д.А.**, Яворовский Ю.В., Султангузин И.А., Нечаев А.Н., Трусов А.С. Экспериментальное и численное исследование работы системы потолочного охлаждения на основе гипсокартонных панелей с системой потолочно-вытяжной вентиляции с охлаждением приточного воздуха // Сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения», ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, 20 марта 2020 года. – Нур-Султан, 2020. – С. 347-350.

[5] **Кругликов, Д.А.**, Султангузин И.А. Расчетное и экспериментальное исследование систем потолочного охлаждения на основе гипсокартонных панелей // Труды десятой Всероссийской конференции с международным участием «Энергосбережение – теория и практика». – Москва, НИУ «МЭИ», 19–23 октября 2020 г. – М. – С. 138-141.

[6] **Христенко, Б.А.**, Кругликов Д.А., Чайкин В.Ю., Петров В.А., Султангузин И.А. Проектирование льдоаккумулятора и внедрение технологии в систему теплоснабжения здания // Труды десятой Всероссийской конференции с международным участием «Энергосбережение – теория и практика». – Москва, НИУ «МЭИ», 19 – 23 октября, 2020 г. – с 173-179.

[7] **Кругликов, Д.А.**, Афонина Г.Н., Султангузин И.А., Глазов В.С. Исследование эффективности систем потолочного охлаждения // 15 всероссийская (7 международная) научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Энергия-2020»: материалы конференции. В 6 т. Т. 1. – Иваново:ФГБОУВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», 2020. – С. 92.

[8] **Кругликов, Д.А.**, Султангузин И.А. CFD Моделирование системы приточно вытяжной вентиляции пассивного дома // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика: Двадцать пятая Междунар. научн.-техн. конф. студентов и аспирантов (14-15 марта 2019 г., Москва): Тез. докл. – М.: ООО «Центр полиграфических услуг Радуга», 2019. – С. 666.

[9] **Афонина, Г.Н.**, Кругликов Д.А., Глазов В.С., Султангузин И.А., Шютц В. Локальное обеспечение комфортных условий в помещениях в теплое время года // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика: XXVI Международная научно-техническая конференция студентов и аспирантов (12-13 марта 2020 г., Москва): Тез. докл. – М.: ООО «Центр полиграфических услуг «Радуга», 2020. – С. 647.

[10] **Кругликов, Д.А.**, Афонина Г.Н., Султангузин И.А., Глазов В.С. Экспериментальное и численное исследование системы потолочного отопления и охлаждения пассивного дома с системой приточно-вытяжной вентиляции // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика: XXVI Международная научно-техническая конференция студентов и аспирантов (12-13 марта 2020 г., Москва): Тез. докл. – М.: ООО «Центр полиграфических услуг «Радуга», 2020. – С. 679.

[11] **Шувалов, Д.Г.**, Дмитрусенко Д.О., Кругликов Д.А. Энергоэффективные климатические решения для многоквартирных жилых домов // Сборник материалов 21-й конференции "Технологии проектирования и строительства энергоэффективных зданий, Passive House, 2021. – С. 112-119.

[12] **Кругликов, Д.А.**, Султангузин И.А. Опыт применения энтальпийных рекуператоров в активном, энергоэффективном доме // Сборник материалов 25-й конференции "Технологии проектирования и строительства энергоэффективных зданий, Passive House, 2023. – С. 129-133.

[13] **Бирюков, С.В.**, Дианов С.Н. Программа расчета воздушного режима здания // В сборнике статей МГСУ-2001 «Современные технологии теплогазоснабжения и вентиляции». – М.: МГСУ, 2001.

[14] **Бирюков, С.В.**, Дианов С.Н. Теплопоступления от суммарной солнечной радиации через вертикальные светопрозрачные проемы за отопительный период // В сборнике статей МГСУ-2001 «Современные технологии теплогазоснабжения и вентиляции». – М.: МГСУ, 2001. – 735 с.

[15] **Богословский, В.В.**, Сканава А.Н. Отопление / Богословский В.Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха): Учебник для вузов // М.: Стройиздат. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш., 1991.

References:

- [1] **Sultanguzin**, Ruglikov D.A., Yatsyuk T.V., Kalyakin I.D., Yavorovsky Yu.V., Govorin A.V. Using of BIM, BEM and CFD technologies for design and construction of energy-efficient houses // E3S Web of Conferences 124, 03014, 2019.
- [2] **Sultanguzin**, A.Govorin, I.Kalyakin, Yu. Yavorovsky, E. Zhigulina, V.Khromshenkov, D. Kruglikov. Influence of Russian climate (artic, centre, south) on construction and reconstruction of energy efficient buildings // NESEFF-Netzwerktreffen 2018. Tagungsband. Herausgeber: Prof. Sylvio Simon. BTU Cottbus-Senftenberg, November 2018. Pp. 91–98.
- [3] **Shuvalov**, D.G., Turkov O.Zh., Kruglikov D.A., Sultanguzin I.A., Rudomazin V.V. Jenergojeffektivnye sistemy ventiljacji zdaniya s rekuperaciej tepla // Zhurnal S.O.K., 2018. -№9. S. 88–96. [in Russian]
- [4] **Kruglikov**, D.A., Javorovskij Ju.V., Sultanguzin I.A., Nechaev A.N., Trusov A.S. Jeksperimental'noe i chislennoe issledovanie raboty sistemy potolochnogo ohlazhdeniya na osnove gipsokartonnyh panelej s sistemoy potolochno-vytjazhnoj ventiljacji s ohlazhdeniem pritochnogo vozduha // Sbornik materialov VIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Aktual'nye problemy transporta i jenergetiki: puti ih innovacionnogo reshenija». Nur-Sultan, ENU im. L.N. Gumileva, 20 marta 2020 goda, Nur-Sultan, 2020. – S. 347–350. [in Russian]
- [5] **Kruglikov**, D.A., Sultanguzin I.A. Raschetnoe i jeksperimental'noe issledovanie sistem potolochnogo ohlazhdeniya na osnove gipsokartonnyh panelej // Trudy desjatoj Vserossijskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem «Jenergosberezhenie – teorija i praktika». Moskva, NIU «MJeI», 19–23 oktjabrja 2020 g., M. – s 138-141. [in Russian]
- [6] **Hristenko**, B.A., Kruglikov D.A., Chajkin V.Ju., Petrov V.A., Sultanguzin I.A. Proektirovanie l'doakkumuljatora i vnedrenie tehnologii v sistemu teplosnabzheniya zdaniya // Trudy desjatoj Vserossijskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem «Jenergosberezhenie – teorija i praktika». Moskva, NIU «MJeI», 19 – 23 oktjabrja 2020 g.– s 173-179. [in Russian]
- [7] **Kruglikov**, D.A., Afonina G.N., Sultanguzin I.A., Glazov V.S. Issledovanie jeffektivnosti sistem potolochnogo ohlazhdeniya // 15 vserossijskaja (7 mezhdunarodnaja) nauchno-tehnicheskaja konferencija studentov, aspirantov i molodyh uchenyh «Jenergija-2020»: materialy konferencii. V 6 t. T. 1. – Ivanovo:FGBOUVO «Ivanovskij gosudarstvennyj jenergeticheskij universitet imeni V.I. Lenina», 2020. – S. 92. [in Russian]
- [8] **Kruglikov**, D.A., Sultanguzin I.A. CFD Modelirovanie sistemy pritochno vytjazhnoj ventiljacji passivnogo doma // Radiojelektronika, jelektrotehnika i jenergetika: Dvadcat' pjataja Mezhdunar. nauchn.-tehn. konf. studentov i aspirantov (14-15 marta 2019 g., Moskva): Tez. dokl. M.: OOO «Centr poligraficheskikh uslug Raduga», 2019. – s. 666. [in Russian]
- [9] **Afonina**, G.N., Kruglikov D.A., Glazov V.S., Sultanguzin I.A., Shjutc V. Lokal'noe obespechenie komfortnyh uslovij v pomeshhenijah v teploe vremja goda // Radiojelektronika, jelektrotehnika i jenergetika: XXVI Mezhdunarodnaja nauchno-tehnicheskaja konferencija studentov i aspirantov (12 – 13 marta 2020 g., Moskva): Tez. dokl. - M.: OOO «Centr poligraficheskikh uslug «Raduga», 2020. – S. 647. [in Russian]
- [10] **Kruglikov**, D.A., Afonina G.N., Sultanguzin I.A., Glazov V.S. Jeksperimental'noe i chislennoe issledovanie sistemy potolochnogo otopleniya i ohlazhdeniya passivnogo doma s sistemoy pritochno-vytjazhnoj ventiljacji // Radiojelektronika, jelektrotehnika i jenergetika: XXVI Mezhdunarodnaja nauchno-tehnicheskaja konferencija studentov i aspirantov (12 – 13 marta 2020 g., Moskva): Tez. dokl. - M.: OOO «Centr poligraficheskikh uslug «Raduga», 2020. – S. 679. [in Russian]
- [11] **Shuvalov**, D.G., Dmitrusenko D.O., Kruglikov D.A. Jenergojeffektivnye klimaticheskie reshenija dlja mnogokvartirnyh zhilyh domov // Sbornik materialov 21-j konferencii "Tehnologii proektirovanija i stroitel'stva jenergojeffektivnyh zdaniy, Passive House, 2021g. - s. 112–119. [in Russian]
- [12] **Kruglikov**, D.A., Sultanguzin I.A. Opyt primenenija jental'pinyh rekuperatorov v aktivnom, jenergojeffektivnom dome // Sbornik materialov 25-j konferencii "Tehnologii proektirovanija i stroitel'stva jenergojeffektivnyh zdaniy, Passive House, 2023g. - s. 129–133. [in Russian]
- [13] **Birjukov**, S.V., Dianov C.H. Programma rascheta vozdušnogo rezhima zdaniya // V sbornike statej MGSU-2001 «Sovremennye tehnologii teplogazosnabzheniya i ventiljacji» - M.: MG'SU, 2001. [in Russian]
- [14] **Birjukov**, S.V., Dianov C.H. Tsplopostugpenija ot summarnoj solnečnoj radiagshhi cherez vertikal'nye svetoprozrachnye proemy za otopitel'nyj period // V sbornike statej MGSU-2001 «Sovremennye tehnologii teplogazosnabzheniya i ventiljacji». - M.: MGSU, 2001. - 735s [in Russian]

[15] **Bogoslovskij, V.FL**, Skanavi A.N. Otoplenie / Bogoslovskij V.N. Stroitel'naja teplofizika (teplofizicheskie osnovy otoplenija, ventiljacii i kondicionirovanija vozduha): Uchebnik dlja vuzov // - M.: Strojizdat. 2-e izd., pererab. i dop. – M.: Vyssh., 1991. [in Russian]

РАЗРАБОТКА МЕТОДА РАСЧЕТА МИКРОКЛИМАТА МНОГОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ: СОЗДАНИЕ МЕТОДА В АЛГОРИТМАХ КОМПЬЮТЕРНОГО РАСЧЕТА

Абиева Г.С., кандидат технических наук, доцент

Ауельбеков С.Ш., кандидат технических наук

Дуйсенбаева А.К., 7M07322 магистрантка 2-го курса ОП «Инженерные системы и сети»

Международная образовательная корпорация (кампус КазГАСА), г. Алматы, Казахстан

Аннотация. В статье поднята проблема дефицита энергоресурсов в зимние периоды последних лет. Эта ситуация увеличила необходимость рационального использования природных источников энергии. По данным Комитета государственного энергетического надзора и контроля Министерства энергетики Республики Казахстан, утвержденная отраслевой программой энергосбережения показывает актуальность принятия конкретных и практических мер по повышению энергоэффективности в нашей стране. Программа основана на оптимизации потребления энергии в народном хозяйстве и производстве.

Повышение энергетической эффективности зданий является одной из главных задач в современной строительной отрасли. Вопрос энергосбережения регулируется на национальном уровне во многих странах и закрепляется через нормативно-правовые документы. В Казахстане при проектировании новых и реконструируемых зданий раздел «Энергоэффективность» обязательно включается, при этом рассчитываются энергозатраты на отопление и вентиляцию и сравниваются с нормативами. Этот подход позволяет определить фактическое потребление энергии зданием, а также повысить качество проектирования.

Точность и доступность методов расчета играют важную роль в проектной практике. В статье специально предлагается программа для расчета воздушного потока в зданиях с уравновешенными механическими и естественными системами вентиляции. Программа в основном позволяет проводить точные расчеты с учетом воздействия ветра и гравитационного давления, сопротивления воздухо- и газопроницанию строительных элементов, а также связей между внутренними помещениями. В программе предусмотрена возможность визуализации потоков воздуха и тепла через графический компонент. Это решение позволяет оптимально выбирать схему вентиляции и точно оценивать тепловые потери на нагрев инфильтрованного воздуха. Система на основе модульной структуры позволяет уточнять исходные данные с учетом аэродинамических и тепловых характеристик помещений.

Ключевые слова: вентиляция, воздухообмен, инфильтрация, механическая вентиляция, естественная вентиляция, воздушный поток, теплотери, визуализация, модульная структура, аэродинамические характеристики.

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR CALCULATING THE MICROCLIMATE OF A MULTI-STOREY BUILDING: CREATION OF THE METHOD IN COMPUTER CALCULATION ALGORITHMS

Abieva G.S., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Auelbekov S.Sh., Candidate of Technical Sciences

Duisenbayeva A.K., 2nd-year Master's student of the EP 7M07322 "Engineering systems and networks"

International Educational Corporation (KazGASA Campus), Almaty, Kazakhstan

Annotation. The article addresses the problem of energy resource shortages during the winter periods of recent years. This situation has increased the need for the rational use of natural energy sources. According to the Committee of State Energy Supervision and Control of the Ministry of Energy

of the Republic of Kazakhstan, the approved industry energy-saving program demonstrates the relevance of taking concrete and practical measures to improve energy efficiency in our country. The program is based on optimizing energy consumption in the national economy and production.

Increasing the energy efficiency of buildings is one of the main tasks in the modern construction industry. The issue of energy saving is regulated at the national level in many countries and is established through legal and regulatory documents. In Kazakhstan, when designing new and renovated buildings, the 'Energy Efficiency' section is mandatory, with energy costs for heating and ventilation being calculated and compared with standards. This approach allows determining the actual energy consumption of a building, as well as improving the quality of design.

The accuracy and accessibility of calculation methods play an important role in design practice. The article specifically proposes a program for calculating airflow in buildings with balanced mechanical and natural ventilation systems. The program mainly enables precise calculations taking into account the effects of wind and gravitational pressure, resistance to air and gas penetration of building elements, as well as the interactions between interior spaces. The program provides the ability to visualize air and heat flows through a graphical component. This solution allows for optimal selection of the ventilation scheme and accurate assessment of heat losses due to heating infiltrated air. The system, based on a modular structure, allows for refinement of the initial data taking into account the aerodynamic and thermal characteristics of the rooms.

Keywords: ventilation, air exchange, infiltration, mechanical ventilation, natural ventilation, airflow, heat loss, visualization, modular structure, aerodynamic characteristics.

Қолжазбаларды рәсімдеу жөнінде авторларға арналған нұсқаулық

«Техника ғылымдары және технологиялар» журналында мақала жариялау үшін дайын ғылыми жұмысты автор(лар) Vestnik.korkyt.kz сайтындағы Онлайн мақала жіберу жүйесі арқылы, арнайы нұсқаулықты пайдаланып жіберуге болады. Мақала Windows 10 оперативті жүйесіндегі Word форматында Times New Roman шрифтіңде жазылуы қажет (Осы талапта жазылмаған мақала автоматты түрде қабылданбайды). Жарияланым – тілдері қазақша, орысша, ағылшынша. Мақала құрылымы мен безендірілуі:

1. Мақала көлемі 6-12 бет аралығында болуы тиіс (аннотациялар мен әдебиеттер тізімін қоспағанда 6 беттен төмен болмауы тиіс).

– Мақаланы құру схемасы (беті – А4, кітаптық бағдар, туралау – ені бойынша. Сол жақ, үстіңгі және төменгі жақтарындағы ашық жиектері – 2,5 см, оң жағында – 2,0 см. Шрифт: тип Times New Roman, өлшемі – 12) (Windows 10 оперативті жүйесіндегі Word форматында);

- FTAMP индексі – бірінші қатар жоғарыда, сол жақта (<http://grnti.ru>); оң жақта – журналдың doi индексі (префикс және суффикс) – редакцияда беріледі;

- мақала атауы – ортасына қалың он екінші қаріппен;

- автор(лардың)дың аты-жөндерінің бірінші қарпі мен тегі – ортаға 11-қаріп, (авторлар саны 5 адамнан артық болмауы тиіс);

- ұйым, қала, елдің толық атауы – ортаға, курсив – 11-қаріп;

- **Андатпа.** Түп нұсқа тілінде (**150-200 сөз**; мақала құрылымын сақтай отырып), өлшемі (кегль) – 11-қаріп;

- **Тірек сөздер** – қазақ, орыс, ағылшын тілдерінде (3-5 сөз/сөз тіркестері), өлшемі - (кегль) 11-қаріп;

- Негізгі мәтін (аралық интервал – 1, «азат жол» - 1,25 см, 12-қаріп) құрылымы төмендегідей болады:

2. **Кіріспе:** тақырыптың таңдалуын негіздеу; таңдалған тақырыптың, мәселенің өзектілігі, объектісі, пәні, мақсаты, міндеті, әдісі, тәсілі, тұжырымы және мағынасын анықтау

3. **Зерттеу материалдары мен әдістері:** материалдар мен жұмыс барысы сипаттамасынан, сондай-ақ пайдаланылған әдістердің толық сипаттамасынан тұруы тиіс.

4. Кестелер, суреттер айтылғаннан кейін орналастырылуы керек. Әр иллюстрациямен жазу(өлшемі (кегль) – 11) болуы керек. Суреттер анық, таза, сканерленбеген болуы керек.

Мақала мәтінінде сілтемелер бар формулалар ғана нөмірленеді. Мәтінде сілтемелер тік жақшада көрсетіледі. Сілтемелер мәтінде қатаң түрде нөмірленуі керек.

5. **Нәтижелер/талқылау:** зерттеу нәтижелерін талдау және талқылау келтіріледі.

6. **Қорытынды/қорытындылар:** осы кезеңдегі жұмысты қорытындылау; автор айтқанұсынылған тұжырымның ақиқатын растау. Жұмысты қаржылық қолдау туралы ақпарат Қорытындыдан кейін түседі. Әдебиеттер тізімі (өлшемі (кегль) – 11, пайдаланылған әдебиеттер саны – 15-тен кем болмауы қажет). Әдебиеттер тізімінде кириллицада ұсынылған жұмыстар болған жағдайда әдебиеттер тізімін екі нұсқада ұсыну қажет: біріншісі – түпнұсқада, екіншісі – романизацияланған алфавитпен (транслитерация). Мақаладағы дәйексөз тізімінде тек рецензияланған әдебиет көздері, DOI индексі бар әдебиеттер болуы тиіс. Романизацияланған әдебиеттер тізімі <http://www.translit.ru> сайты арқылы рәсімделуі керек.

7. Авторлар туралы мәліметтер: (автордың(лардың) аты-жөні, ұйымның толық атауы, қаласы, елі, байланыс деректері: телефоны, эл.пошта, орсид номері) 3 тілде.

Келген мақала талапқа сай рәсімделген жағдайда ғана Антиплагиат бағдарламасынан өткізіледі. Түпнұсқалығы 80% - дан жоғары көрсеткіште болған мақала Редакцияның қарауына жіберіледі. Ал 80% - дан төмен болған мақала автордың толықтыруына жіберіледі. Ал, екінші рет өткізілген жағдайда тиісті көрсеткіш болмаса жарияланымға қабылданбайды. Рецензенттердің оң пікірінен соң мақала журналға қабылданып, авторға төлем жасау жөнінде хабарлама жіберіледі. Автор төлемақының түбіртегін редакцияның электронды почтасына жіберуге міндетті (Technique_Journal@korkyt.kz)

Руководство для авторов по оформлению рукописей

Готовая научная работа для публикации в журнале «Технические науки и технологии» может быть подана автором (авторами) через систему онлайн подачи статей на сайте vestnik.korkyt.kz, используя специальные инструкции. Статья должна быть написана в формате Word в Windows 10 шрифтом Times New Roman (статья, не написанная в соответствии с этим требованием, не будет принята автоматически). Язык публикаций казахский, русский, английский. **Структура и оформление статьи:**

1. Объем статьи в пределах от 6 до 12 страниц (не менее 6 страниц, за исключением аннотаций и списка литературы).

- Схема построения статьи (страница – А 4, книжная ориентация, поля с левой, верхней и нижней сторон – 2,5 см, с парвой – 2,0 мм. Шрифт: тип – Times New Roman, размер (кегель) – 12) (В формате Word в операционной системе Windows 10):

- индекс МРНТИ - первая строка сверху слева (<http://mrnti.ru>); индекс DOI (предоставляется редакцией журнала);

- название статьи – прописными буквами по центру полужирным шрифтом, размер-12;

- инициалы и фамилию автора(ов) – по центру полужирным шрифтом, размер (кегель) – 11 (адрес эл.почты авторов, номер орсид, количество авторов не должно превышать 5 человек);

- полное наименование организации, город, страна – по центру, курсив, размер - 11.

- **Аннотация** на языке оригинала (150-200 слов; сохраняя структуру статьи) размер-11.

- **Ключевые слова** (на казахском, русском, английском от 5 до 8 слов/словосочетаний) размер (кегель) - 11.

- Основной текст (12 шрифт, межстрочный интервал - 1, отступ «красной строки» - 1,25 см), структура:

2. **Введение:** обоснование выбора темы; актуальность темы или проблемы, определение объекта, предмета, целей, задач, методов, подходов, гипотезы и значения работы.

3. **Материалы и методы исследования:** должны состоять из описания материалов и хода работы, а также полного описания использованных методов.

4. В статье нумеруются только те формулы, на которые есть ссылки в тексте. В ссылках в тексте указывается в квадратных скобках.

5. **результаты/обсуждение:** приводится анализ и обсуждение полученных результатов исследования.

6. **заключение/выводы:** обобщение и подведение итогов работы на данном этапе; подтверждение истинности выдвигаемого утверждения, высказанного автором.

Список литературы (размер (кегель) – 11, количество используемой литературы не менее 15). При наличии в списке литературы работ, представленных на кириллице, список литературы должен быть представлен в двух вариантах: первый - в оригинале, второй - в латинизированном алфавите (транслитерация). Список ссылок в статье должен содержать только рецензируемые литературные источники, литературу с индексом DOI. Список латинизированной литературы должен быть подготовлен через сайт <http://www.translit.ru>.

7. Сведения об авторах: (должны содержать ФИО автора (ов), полное наименование организации, город, страна, контактные данные: телефон, эл.почта, номер орсид) на 3-х языках.

8. Статья должна обладать не менее 80% уникальности текста для публикаций. В случае если оригинальность статьи ниже 80%, работа будет возвращена автору для исправления и корректировки. После вторичной проверки статья набирает необходимого показателя в антиплагиат, направляется на рассмотрение редакционной коллегии. Статья, не отвечающая соответствующим требованиям, оригинальность которой, проверена дважды, к публикации не принимается. После положительного отзыва рецензентов, статья принимается для публикации в журнал и автору направляется уведомление об оплате. Автор обязан отправить квитанцию об оплате на электронную почту редакции. (Technique_Journal@korkyt.kz).

Manual for authors of manuscripts

Ready scientific work for publication in the journal «Technical sciences and technologies» can be submitted by the author (authors) through the system of online submission of articles on the site vestnik.korkyt.kz, using special instructions. The article should be written in Word format in Windows 10 in Times New Roman font (an article not written in accordance with this requirement will not be accepted automatically). Language of publications Kazakh, Russian, English.

Structure and design of the article:

1. The size of the article ranges from 6 to 12 pages at least 6 pages, excluding annotations and bibliography).

- description of the scheme of the article (page - A 4, book orientation, indents are calculated with respect to the left top and bottom sides page margins – 2.5 m, with right - 2.0 m, Standard font: type - Times New Roman, size (font) - 12) (Word format on Windows 10 operating system):

- the ISTIR index is the first line at the top left (<http://grnti.ru>).
- DOI index (provided by the editorial office);
- title of article – with capital letters, alignment on the center in bold, size (font) 12.
- initials and last name of author(s) - alignment on the center in bold, size (font) – 11, (e-mail address of the authors, orsid number, the number of authors should not exceed 5 people);
- the full name of the organization, city, country, alignment on the center, italic, size (font) - 11.

- **Annotation** in the original language (150-200 words; retaining the structure of the article) size (font) - 11.

- **Keywords** (in Kazakh, Russian, English from 5 to 8 words/phrases) size (font) - 11.

- **Main text** (12 font, line spacing - 1, indentation of red line#- 1.25 cm)

- Structure:

2. **Introduction:** rationale for the selection of the topic; relevance of the topic or problem; definition of the object, subject, objectives, tasks, methods, approaches, hypotheses and meanings of the work.

3. **Research materials and methods:** should consist of a description of the materials and the progress of work, as well as a full description of the methods used.

4. In the article, only those formulas that are referenced in the text are numbered. References in the text are indicated in square brackets.

5. **Results/discussion:** an analysis and discussion of the results of the study is given.

6. **Conclusion/conclusions:** summarizing and summarizing the work at this stage; confirmation of the truth of the assertion put forward by the author.

List of references (size (point size) - 11, the number of used literature is at least 15). If there are works presented in Cyrillic in the list of references, the list of references should be presented in two versions: the first - in the original, the second - in the Latinized alphabet (transliteration). The list of references in the article should contain only peer-reviewed literary sources, literature with a DOI index. The list of romanized literature should be prepared through the site <http://www.translit.ru>.

7. Information about the authors: (should contain the full name of the author (s), full name of the organization, city, country, contact details: telephone, e-mail, orsid number) in 3 languages.

8. The article must have at least 80% uniqueness of the text for publication. If the originality of the article is below 80%, the work will be returned to the author for correction and correction. After a secondary check, the article gains the required indicator in anti-plagiarism, and is sent for consideration by the editorial board. An article that does not meet the relevant requirements, the originality of which is double-checked, is not accepted for publication. After a positive feedback from the reviewers, the article is accepted for publication in the journal and the author is sent a notification of payment. The author is obliged to send a payment receipt to the editorial office by e-mail (Technique_Journal@korkyt.kz)

МАЗМҰНЫ

Сарабекова Ұ.Ж., Абдразақ Б.А. Электр қондырғыларына қызмет көрсететін жұмысшылардың қорғаныс құралдарын жақсарту арқылы олардың қауіпсіздігін арттыру	4
Моника Кулиш. Мұнай және мұнай өнімдері резервуарларының өрт қауіпсіздігі және шығындарды болдырмауды талдау	12
Қуанышбекұлы Д., Исаков О.А., Султанаев К.Т. Тараз қаласындағы жайлы мектептің сәулеттік ерекшеліктері мен инфрақұрылымы	22
Баймаханова З.А., Бедбекова С.Н. Жаңартылатын энергия көздері саласында жасанды интеллекті қолдану	32
Абиева Г.С., Ауельбеков С.Ш., Дүйсенбаева А.К. Көп қабатты ғимараттың ауа жағдайын есептеу әдісін әзірлеу: Компьютерді есептеу алгоритмдеріндегі әдістің жасалуы	40

СОДЕРЖАНИЕ

Сарабекова У.Ж., Абдразақ Б.А. Повышение безопасности рабочих, обслуживающих электрические установки за счет улучшения средств защиты	4
Моника Кулиш. Пожарная безопасность резервуаров для нефти и нефтепродуктов и анализ способов предотвращения затрат	12
Куанышбекулы Д., Исаков О., Султанаев К. Архитектурные особенности и инфраструктура комфортной школы в городе тараз	22
Баймаханова З.А., Бедбекова С.Н. Использование искусственного интеллекта в области возобновляемых источников энергии	32
Абиева Г.С., Ауельбеков С.Ш., Дүйсенбаева А.К. Разработка метода расчета микроклимата многоэтажного здания: Создание метода в алгоритмах компьютерного расчета	40

CONTENT

Sarabekova U.Zh., Abdrazak B.A. Improving the safety of workers operating electrical installations by improving protective equipment	4
Monika Kulisz. Fire safety of oil and oil products tanks and analysis of cost avoidance	12
Kuanyszbekuly D., Isakov O., Sultanaev K. Architectural features and infrastructure of a comfortable school in taraz city	22
Baymakhanova Z.A., Bedebekova S.N. The use of artificial intelligence in the field of renewable energy sources	32
Abieva G.S., Auelbekov S.Sh, Duisenbayeva A.K. Development of a method for calculating the microclimate of a multi-storey building: creation of the method in computer calculation algorithms	40

Техника ғылымдары
және технологиялар
журналы

Журнал
Технические науки
и технологии

Technical science
and technology
journal

2023 жылдан бастап шығады
Издается с 2023 года
Published since 2023

Жылына төрт рет шығады
Издается четыре раза в год
Published four times a year

Редакция мекен-жайы:
120014, Қызылорда қаласы,
Әйтеке би көшесі, 29 «А»,
Қорқыт Ата атындағы
Қызылорда университеті

Адрес редакции:
120014, город Кызылорда, ул.
Айтеке би, 29 «А»,
Кызылординский университет
им. Коркыт Ата

Address of edition:
120014, Kyzylorda city,
29 «A» Aiteke bie str.,
Korkyt Ata Kyzylorda
University

Телефон: (7242) 27-60-27
Факс: 26-27-14
E-mail:
Technique_Journal@korkyt.kz

Телефон: (7242) 27-60-27
Факс: 26-27-14
E-mail:
Technique_Journal@korkyt.kz

Tel: (7242) 27-60-27
Fax: 26-27-14
E-mail:
Technique_Journal@korkyt.kz

Құрылтайшысы: «Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті» КеАҚ
Учредитель: НАО «Кызылординский университет им. Коркыт Ата»
Founder: «Korkyt Ata Kyzylorda University» NJSC

Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігі
берген бұқаралық ақпарат құралын есепке алу куәлігі
алғашқы тіркеу № KZ KZ37VPY00066487 16-наурыз, 2023 ж
қайта тіркеу № KZ44VPY00096431 9-маусым, 2024 ж

Техникалық редакторы: Абуова Н.А.
Компьютерде беттеген: Махашов А.А.

Теруге 12.03.2025 ж. жіберілді. Басуға 24.03.2025 ж. қол қойылды.
Форматы 60 × 841/8. Көлемі 3,4 шартты баспа табақ. Индекс 76216.
Таралымы 50 дана. Тапсырыс 0217 Бағасы келісім бойынша.

Сдано в набор 12.03.2025 г. Подписано в печать 24.03.2025 г.
Формат 60 × 841/8. Объем 3,4 усл. печ. л. Индекс 76216.
Тираж 50 экз. Заказ 0217. Цена договорная.

Жарияланған мақала авторларының пікірі редакция көзқарасын білдірмейді. Мақала мазмұнына автор жауап береді. Қолжазбалар өңделеді және авторға қайтарылмайды. «Техника ғылымдары және технологиялар» журналында жарияланған материалдарды сілтемесіз көшіріп басуға болмайды.

Опубликованные статьи не отражают точку зрения редакции. Автор несет ответственность за содержание статьи. Рукописи редактируются и авторам не возвращаются. Материалы, опубликованные в журнале «Технические науки и технологии», не могут воспроизведены без ссылки.

The published articles do not reflect the editorial opinion. The author is responsible for the content of the article. Manuscripts are edited and are not returned the authors. Materials published in the journal «Technical science and technology» can not be republished without reference.

Университет баспасы
120014, Қызылорда қаласы, Әйтеке би көшесі, 29А.