

СВЕТЛАНА ВЛАДИМИРОВНА ГРИГОРЬЕВА
6D070200 – Автоматтандыру және басару мамандығы бойынша
докторы (PhD) дәрежесін алу диссертациясының

АНДАТПА

**«Робасты басқару элементтері негізінде светодиодты жарықтандыру
жүйелерін оңтайландыру»**

Жұмыстың өзектілігі. Энергетикалық ресурстардың шектеулі жағдайында электр энергияны тиімді пайдалану және оның тұтынуының өсуі өзекті мәселелердің бірі. Ал оны шешу көптеген мемлекеттер үшін стратегиялық тапсырма болып табылады. Ұзақ әлемдік экономикалық дағдарыс, табиғи энергоресурстарға бағаның ұдайы өсуі, қоршаған ортаны қорғау мәселелері, атмосфераға зиянды заттардың және парниктік газдардың шығарындыларын азайту энергияны үнемдеу және энергия тиімділігі мәселелерін шешу қажеттілігін айтады.

Қазақстан Республикасының Президенті Н.Назарбаев өзінің Қазақстан халқына жолдауында: «Біз Қазақстан жариялаған Жаһандық энергиялық-экологиялық стратегияны жүзеге асыру үшін барлық күш-жігерімізді жұмсауға тиіспіз», яғни қазақстандық тұтынушылармен энергиялық шығындарды төмендету және ұлттық энергоресурстарды үнемдеу міндеті қойылады. Бұл ой мемлекет Басшысының «XXI ғасырдағы жаһандық тұрақты дамудың энергоэкологиялық стратегиясы» кітабында айтылған.

Электр энергия шығындары тұрғындардың тұтыну сұранысына тікелей байланысты өсіп отырады. Қазақстанда ЖІӨ 1%-ға өсуі электр энергия тұтынуының шамамен 0,5% өсуіне әкеледі. Қазақстан Республикасы Индустрия және жаңа технологиялар министрлігі есебі бойынша 2010-2020 жылдары аралығында Қазақстанда электр энергияны тұтыну шамасы 50% артады. Мұндай мәліметтер электр энергиясын тиімді пайдалану мәселесі өзекті екенін көрсетеді. Қазақстан үшін энергия тұтынуды азайту бойынша жиынтық әлеуеті 30%-35% деңгейінде бағаланады. Жарықтандыру саласы энергия үнемдеудің ең әлеуеті бар бағыттары қатарына жатады. Жыл сайын Қазақстанда жарықтандыру қажеттілігіне жалпы тұтынудың тоғыздан бір бөлігі шығындалады, сондықтан энергия тұтынуды азайту бойынша басым бағыттардың бірі жарықтандыруға энергия шығындарын төмендету болып табылады.

Егер Қазақстанда электр энергияны тұтынуды қарастыратын болсақ, 2016 жылдың 1 тоқсанында Energyprom.kz энергетикалық қызметінің статистикасы бойынша тұтыну 24,4 млрд.квт. сағатты құрады. Жарықтандыруға электр энергия шығындарын есептеу кезінде шамамен 3,2 млрд.квт. сағатты құрайды. Экология үшін бұл – СО шығарындар саны шамамен 1,6 млн. тонна өндірілгенін білдіреді. Осыншама улы газ көптеген аурулармен, сондай-ақ климаттың өзгеруіне әкеледі. Әлбетте, жарықтандыруға энергия тұтынуды төмендету парниктік газдар

шығарындылары бойынша, айтарлықтай экологиялық жағдайды жақсартады. Осыған байланысты жарықтандыру жүйелерінің тиімділігін арттыру тапсырмасы өзекті болып отыр. Тұтас алғанда бұл электр станциясы жұмысымен құрылатын елдің экологиялық жағдайы мен энергетикалық теңгеріміне оң әсерін тигізеді. Энергетикалық қорларды оңтайлы тұтынуды қамтамасыз ететін заманауи технологияларды нығайту электр энергиясының тапшылығынан құтылуға мүмкіншілік береді.

46 ел, соның ішінде Қазақстан электр энергияны үнемдеуді ынталандыратын бағдарламаларды, сонымен қатар жарықтандырудың энергия үнемдегіш технологиясына ауысуын бекітті. Қазіргі уақытта Қазақстанда энергия үнемдегіш жарықтандыруды бекіту үшін «энергияны үнемдеу және энергиялық тиімділігі» жайлы заң бекітіліп, «энергияны үнемдеу-2020» бағдарламасы қабылданған. Энергия тиімділігін жоғарлату және энергияны үнемдеу өзектілігі жайлы әрдайым Қазақстан Республикасының Президентінің Қазақстан халқына жолданған жылдағы жолдауында және Қазақстан Республикасының жылдамдатылған индустриялы-инновациондық даму бағдарламасы бойынша Мемлекеттік бағдарламада шығарылады. Ұсынылған бағдарламаларды жүзеге асыру энергетикалық тиімді жарықтандыру жүйелерін дамытуды ынталандырады.

Жарықтандыруды елеулі үнемдеу жаңа жартылай өткізгішті жарық көзін пайдалану және оның негізіндегі сәулелік аспаптарды өңдеу көмегімен жүзеге асырылуы мүмкін. Дүниежүзілік тәжірибе энергетикалық тиімділікті яғни экономикалық тиімділігі мен экологиялық қауіпсіздігін бір мезетте қамтамасыздандыра отырып жарықдиодтық технологияны автоматтандыруының негізіндегі көшелік және кеңсе ішілік жарықтандыру тұрмыс сапасын жақсартатынын куәландырады. Жарықдиодтық технология аумағындағы көшбасшы компания Philips Lighting 2020 жылға қарай 2 млрд жарықдиодтық орнатқыштарды сатуға ниеттенген. Жылына 100 мың евро экономикалық пайдамен Амстердамдағы The Edge 15 қабатты ғимаратында 6,5 мың шам, 10 млн. доллар жылдық пайдамен Лос-Анджелесте көшелік жарықтандырумен LED технологияларын орнатқан бұл компания саланың дамуына: жеткіліксіз өаржыландыру; технологияларды тұрғылықты жетілдірудің қажеттілігі; алынған қорытындылардың бұқаралық ақпарат құралдарындағы қанағаттандырылмайтын жарықтандыру бөгет келтіреді деп пайымдайды.

Жартылай өткізгішті жарық техникасының негізгі элементі жарықдиоды болып табылады. Жарықдиодтар жоғарғы техникалық-экономикалық көрсеткіштерге (жоғарғы жарық бергіштік, ұзақ қызмет мерзімі, жоғарғы сенімділік, қызмет көрсетудегі қарапайымдылық, экономикалық тиімділік), түстердің кең гаммаларына, конфигурациялар мен қуаттылыққа ие. Дәстүрлік жарық көздерімен салыстырғанда жартылай өткізгішті жарық техникасы қолдану шарттары бойынша бірқатар артықшылықтарға ие: экологиялық қауіпті, жоғарғы механикалық беріктілікпен дірілорнықтылыққа ие, сәулелендіргіш жарықта зиянды ультракүлгін сәулелер және стробоскопты әсерлер болмайды жарықты қосқан кезде инерциялы және төмен

температурада жақсы жұмыс істейді. Кең жолақты жиілікте жарықдиодтың жарықтық ағынын реттеу дегі мүмкіншіліктерін жеке атап кету қажет. Дәл осы жарықдиодтың сапасына байланысты жартылай өткізгішті жарық техника жарықтандыруды дамыту бағытында ең перспективалық болып табылады.

Жарықтандырудың энергиялы тиімді жарықдиодты жүйелердің бірқатар кемшіліктері бар – жарықдиодты жарықтардың құрылысының жетілдірілмегендігі және жарықдиодының қызу кезегіндегі бірінші кезекте мәлімделген қызмет мерзімінің сәйкессіздігі.

Сондықтан диссертацияда қойылған мәселе жарықтандыру технологияларының интегралды жарықдиодтық жұмысын оңтайландыру даусыз өзекті болып табылатын елеулі экономикалық әсерді ала отырып, жұмыс тәртібін автоматты басқару жолымен белгіленген кемшіліктерді жояды.

Жұмыс идеясы – интегралды жарық жүйесінде жаңа жарық диодтарының жылулық қасиеттерін ескеретін және сенімділік элементті автоматты басқару жүйесі бар жарықтандыру құрылғыларын орнату.

Жұмыс мақсаты. Сенімділік басқару элементі бар автоматтандырылған энергоүнемді жарық диодтарының жүйесін жобалау.

Зерттеу объектісі – жарық диодты жарықтандыру жүйесі.

Зерттеу субъектісі – жұмыс тәртібін оптималдау технологиясы және жарық диодты жарықтандыру жүйесін басқару.

Зерттеу міндеттері. Алдыға қойған мақсаттарға жету үшін келесі міндеттерді орындау қажет:

1) Жарықтандыру жүйесінің жарық диодты технологиясының қазіргі функционалды жағдайы мен дамуын талдау.

2) Қарапайым “ақ” жарық диодарның жылуассалмастыруын зерттеу.

3) Жарық диодты жарықтандыру жүйесін оптималды параметрлерді алу мақсатында модельдеу.

4) Сенімділік басқару элементі бар автоматтандырылған жарық диодтарының жүйесінің тәжірибелік құрылғысын жобалау.

5) Алынған нәтижелерді талдау мақсатында және оның эффектілігін бағалау арқылы жарық диодты жарықтандыру жүйесінің автоматтандырылған жүйесінің натуралды тәжірибесін жүргізу.

Зерттеу тәсілі. Методологиялық зерттеу математика-статикалық талдау, светотехникалық, фотометрлік және математика-физикалық тәсілдер арқылы арқылы алынған теориялық және тәжірибелік нәтижелерді жүйелік түрде базалау арқылы жинақталады. Модельдеу және бағдарламалық қамтамасыз етуді жобалау үшін келесі бағдарламалар қолданылады: DIALux, STATISTICA, MATLAB, Solid Works, Autodesk Inventor, SCADA TRACE MODE. Тәжірибелік зерттеулер заманауи электрөлшегіш және электронды құрылғылар арқылы жүргізіледі.

Ғылыми жағдай және қорғауда қолданылатын нәтижелер.

1) Жарықтандыру құрылғысындағы жылуассалмастыруды теориялық есептеу тәсілінде өзара байланысқан жылуассалмастыру

үдерісін сатандарт емес дифференциалдық теңдеумен есептелінеді.

2) Заманауи «SolidWorks» бағдарламалық жүйесі арқылы жарықтандыру жарық диодты құрылғыларда жылулық сиппатамасының моделін алынады және бұл модель жарықтандыру құрылғысының оптималды жылу физикалық сипаттамаларын алуға қажет.

3) Жұмыс бөлмесінде бірқалыпты жарықтандыруды қамтамасыз ету жарықтандыру технологиясының оптималды моделі

4) Сенімді, нәтижелі сипаттамалар беретін жарықтандыру жүйесінің сенімділік басқару элементі бар автоматтандырылған жарық диодтарын басқару жүйесі.

5) Жаңа құрылысты жарық диодтарын жобаланған жылу жинағыш алгоритімі бар модельдерін комплексті бағдарламалық қамтамасыз ету.

Жұмыстың ғылыми жаңашылдығы

1) «Жарық диодының негізі – кристалл – линза – қоршаған орта» жүйесінің барлық ерекшеліктерін ескеретін жарық диодты жарықтандыру құрылғысының құрылымына қажетті жылумасса алмастырудың математикалық моделі жобаланды.

2) Оптималды жылу физикалық сипаттамаларды алу мақсатында жарық диодты жарықтандыру құрылғысының температуралық тәртіп моделі жобаланды.

3) Жарық диодының температуралық тәртібін басқару автоматтандырылған жүйесі негізінде жарық диодты жарықтандыру жүйесінің жұмыс істеу ұзақтығы мен беріктігін арттырудың жаңа жолы жобанды.

4) Сенімділік теориясы бойынша жарық диодты жарықтандыру жүйесінің тұрақтылығын арттыру тәсілі ұсынылды.

Ғылыми ұсыныстың сенімділігі және негізділігі. Жұмыс барысында тұжырымдалған шешімдер мен ұсыныстар заманауи теориялық және тәжірибелік өлшеу тәсілдері негізінде және жобаныуы қиын жүйелерді жарық диодты жарықтандыру жүйесінің жұмысына кері әсер ететін кедергілерді есептей отыра алынды. Теориялық зерттеу нәтижелері, модельдеу нәтижелері және тәжірибелік нәтижелер салыстырмалы түрде бірдей жоғары сондықтан диссертациялық жұмыс нәтижесі толықтай сенімді және негізделген.

Жұмыстың тәжірибелік бағалануы.

Жұмыс нәтижесі басқарылатын жоғары нәтижелі жарық шымдарын шығаруға және жылу жинауды басқару оптималды автоматтандырылған жүйесін жасауға жөнелтілді.

Нәтижелі суыту жүйесін қолдану нәтижесінде жылулық құрылғының беріктігін қамтамасыз ететін басқарылатын жарық диодты жарық құрылғыларын өнеркәсіпте, тұрғын үйлерде және басқада ТКМ объектілерінде қолдану.

Жаңа жылу үнемдегіш жарық диодты жарықтандыру құрылғыларын жобалау жарық шамдарының жұмыс істеу уақытын 50-100 мың сағат – қа дейін жоғарылатады.

Жарықтандыру жүйесін басқарудың автоматтандырылған жүйесін енгізу жарық үнемдеудің оптималды модельдеу алгоритмі арқылы жарқты қолдануды 55% - ға дейін төмендетеді.

Жұмыс нәтижесін жүзеге асыру. Диссертациялық жұмыстың негізгі ғылыми және тәжірибелік нәтижелері ТОО «Айрон-Техник», қазақ-француз кәсіпорыны ТОО «Альтернативті энергетика лабораториясы» кәсіпорындарына арналған.

Авторлық құқық туралы мемлекеттік тіркелген құжаттама алынды «Сенімділік басқару элементі бар автоматтандырылған жарық диодтарының жүйесін басқару» (ЭВМ бағдарламасы)» №2336 9.11.2016ж.

Сенімділік басқару элементі бар автоматтандырылған жарық диодтарының жүйесінің макеті «ШҚО аптасы, ЭКСПО-2017 арналған» (қ.Астана, 2016 ж. қазан айы) көрмесінде көрсетілді.

Мемлекеттік бағдарламалармен байланыс. Диссертациялық жұмыстың тақырыбы Қазақстан Республикасының Үкіметі шешімі «Жылуүнем – 2020» от 29 августа 2013 года № 904, бағдарламасы арқылы жылуды үнемдеудің жаңа жолдарын қолдануды қолдауы негізінде алынды.

Диссертация барысында жасалған ғылыми зерттеулер ҚР БҒМ бөлген гранттық қаражаттандыру негізінде жасалды. Тақырыбы: « Автоматты басқару арқылы біріктірілген жарықтандыру жүйесінің жарық диодты құрылғылардағы жылу қолданылуын оптималдау: алгоритмі, бағдарламалық қамтамасыздандыру, демонстрациялық макет ЭКСПО 2017» (мемлекеттік регистрация № 0113РК00822), 2013-2015жж., диссертант жұмықа міндетті.

Жұмыс апробациясы. Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері келесі конференцияларда көрсетілді және талқыланды: Халықаралық конференция «Есептеуіш және ақпараттық технологиялар» (Өскемен, 2013); Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция «Жасыл экономика – адамзат болашағы» (Өскемен, 2014); Оныншы Халықаралық Азиялық мектеп-семинары «Қиын жүйелерді оптималдау мәселелері» (Чолпан-Ата, Кыргыз Республикасы, 2014); IV Халықаралық ғылыми-практикалық конференция «Академиялық ғылым – мәселелер және нәтижелер» (Мәскеу, Ресей, 2014); 9th International Symposium on Applied Informatics and Related Areas (Szekesfehervar, Hungary, 2014); XI Халықаралық Азиялық мектеп-семинары «Қиын жүйелерді оптималдау мәселелері» (Чолпан-Ата, Кыргыз Республикасы, 2015); IX Халықаралық конференция «Ресурстарды үнемді қолдану және қоршаған ортаны қорғау – тау-кен жиынының дамуының негізгі сұрақтары» және XII Халықаралық ғылыми конференция «Наноматериалдар және материалдартану саларының перспективті технологиялары, құрылғылары және аналитикалық жүйелері» (Өскемен, 2015); II Бүкіл Ресейлік студенттік конференцияда халықаралық қатысумен «Студент: ғылым, мамандық, өмір» (Омск, Ресей, 2015); Халықаралық ғылыми-техникалық студенттер, магистранттар және жас ғалымдар конференциясы «Жастар өнері - Қазақстанның инновациялық дамуы» (Өскемен, 2015); 11th International Forum on Strategic Technology (IFOST) (Novosibirsk, Russia, 2016); VIIth International Symposium and Young Scientists

School «Modern problems of laser physics» (Novosibirsk, Russia, 2016); 11th International Symposium on Applied Informatics and Related Areas (Szekesfehervar, Hungary, 2016).

Публикациялар. Диссертациялық жұмыс тақырыбы бойынша 17 ғылыми жұмыс, Thomson Reuters индекстік базасында 1 статья, Scopus индекстік базасында 1 статья, ҚР БҒМ білім, ғылым сферасындағы басқару Коммитетінің ұсынысымен 5 статья басылып шығарылды, Халықаралық конференциялары жинама кітапшасында 8 жұмыс, сонымен қатар 2 статья алыс шет ел басылымында (Венгрия).

Диссертация құрамы мен көлемі. Диссертация кіріспеден, 5 бөлімнен, қорытындыдан, 189 атаулы қолданылған әдебиеттер тізімінен, 139 беттен тұратын компьютерде басылған мәліметтен тұрады, 75 сурет, 7 кесте және 4 қосымшадан тұрады.