

## Автоматизированный комплекс кондиционирования и отопления на базе возобновляемых источников энергии

**М.А. ЛУКЬЯНОВА**, магистрант гр. ЭЭМ-18-1,  
**И.В. БРЕЙДО**, д.т.н., профессор, зав. кафедрой,  
Карагандинский государственный технический университет, кафедра АПП

*С развитием технологий остро стоит вопрос об энергосбережении, так как рациональное и экономное использование энергетических ресурсов для обеспечения того же уровня энергетических затрат позволяет сократить затраты на коммунальные услуги, снижает использование природных ресурсов, а также отрицательное влияние на экологию. В данной статье описывается современное здание площадью 2350 м<sup>2</sup> и поэтапное применение энергоэффективных технологий. Работа основана на том, что применение грунтовых вод и установка энергосберегающего оборудования позволило в офисе компании «Эргономика» обеспечить равномерную и комфортную температуру в течение всего года. Внедрение автоматизированной системы на базе возобновляемых источников энергии позволило не только увеличить производство, но и сократить затраты энергоресурсов в среднем на 30%.*

**Ключевые слова:** энергоэффективность, энергосбережение, теплоноситель, теплообменник, датчик, энергия, кондиционирование, геотермальный, температура, электроэнергия.

Снижение энергопотребления – сегодня одна из задач, которую ставит перед собой государство. Для ее достижения в Казахстане действуют законы «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности» и «О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты Республики Казахстан по вопросам энергосбережения и повышения энергоэффективности». В соответствии с поручением Главы государства, в области энергосбережения правительством разрабатывается программа «Энергосбережение – 2020». Также разрабатывается программа «Энергобаланс – 2020». Уже сформирован государственный энергетический реестр, в который вошли свыше двух тысяч промышленных предприятий и 28 тысяч госучреждений. При этом основные 30 крупных предприятий планируют провести энергоаудит, внедряется система энергоменеджмента на 50 предприятиях [1].

Проходят модернизацию свыше 200 промышленных предприятий страны и планируют инвестировать свыше 300 млрд тенге. От данных мероприятий на промышленных предприятиях планируется получить эффект в экономии энергоресурсов в размере почти 3 млн тонн нефтяного эквивалента.

На сегодня, реализуя государственную политику в области энергосбережения, уже удалось сэкономить на объектах бюджетной сферы 2,434 млн кВт/час электрической энергии и 3199 Гкал тепловой энергии, что в денежном выражении составляет 1,73 млрд тенге.

Одним из главных направлений Энергетической хартии является энергоэффективность и энергосбережение. Ранее были представлены обзоры государственной политики РК в области энергосбережения и повышения энергоэффективности для других стран. Теперь очередь Казахстана [2].

Практической значимостью этой работы является:

- раскрыть опыт внедрения автоматизированной системы управления энергоэффективного оборудования при строительстве здания компании «Эргономика»;

- внедренная автоматизированная система на базе возобновляемых источников энергии позволила достичь высоких результатов в сфере экономии электрической и тепловой энергии без потери качества и комфорта их использования. Эти мероприятия помогли снизить нагрузки на сети и получить экономию до 30% за оплату потребления энергией.

При строительстве здания компании были учтены и рассчитаны многие показатели и внедрено энергосберегающее оборудование, что в конечном итоге привело к сокращению потребления энергии и возможности регулирования всех показателей для комфортной температуры в офисе компании. Были разработаны и применены следующие мероприятия:

- 1. Полное остекление южного фасада здания.** На первый взгляд, стеклянные фасады кажутся хрупкими и ненадежными. Однако это

неправильное представление. И убедиться в этом позволят преимущества таких фасадов.

Привлекательный внешний вид. Алюминиевые рамы позволяют конструкции достичь особой прозрачности и легкости. Благодаря чему, внутри помещений всегда светло и просторно, а внешне здание смотрится стильно и современно.

- **Надежность и практичность.** Конструкции устойчивы к внешним воздействиям: не покрываются грибком или плесенью, не подвергаются коррозии. Они не требуют дополнительного ухода, отличаются высокой светопропускаемостью. В случае повреждения одной секции ее можно легко и быстро заменить без разбора всей конструкции.

- **Безопасность.** Это относится как к стеклу, так и к самой конструкции в целом. Даже если, несмотря на прочность, стекло и разобьется, то его осколки не будут иметь острых граней, не позволяя пораниться о них. К тому же остекленный фасад – это дополнительная преграда для несанкционированного доступа в помещение [3].

**2. Северный фасад – глухая стена.** Это позволяет накапливать тепло, полученное со стороны стеклянного фасада.

**3. Установка АТП (автоматизированного теплового пункта) в систему отопления здания.** Здание компании «Эргономика» отапливается с помощью центральных сетей. Получение тепла от городских тепловых сетей является наиболее оптимальным и экономичным, по удельной оплате за энергоноситель. Этот факт является главным преимуществом центрального отопления, т.е. самое дешевое отопление – центральное. Однако предлагаемые до недавнего времени и имеющие наиболее массовое распространение так называемые элеваторы не всегда могут обеспечить необходимую температуру в системе отопления. В системах с элеваторным узлом регулировка температуры, давления и расхода теплоносителя осуществляется централизованно, самим поставщиком тепла, т.е. пассивно потребляется то, что дается и, чаще всего, либо тепла не хватает (на улице холодно), либо (при резком потеплении) его в избытке. И та и другая ситуация приводит к значительным колебаниям температуры в помещении и, соответственно, говорить о приемлемом комфорте в данном случае не приходится, а единственным способом регулирования температуры в помещении является «открытая или закрытая форточка» [3].

Для оптимизации режимов работы системы центрального отопления в здании компании было решено отказаться от «пассивного» потребления тех параметров, которые предлагают тепловые сети. Была применена система контроля автоматической регулировки температуры и циркуляции теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха непосредственно системы отопления. Это стало возможным при применении автоматизированного теплового пункта (АТП) [4].

Благодаря установке АТП удалось добиться следующих результатов:

- 1) поддерживать заданную температуру в помещении независимо от капризов природы;

- 2) регулировать температуру в каждом отдельном помещении;

- 3) затрачивать минимально необходимое количество энергии для поддержания заданной температуры в помещении, т.е. экономить. Именно возможность самостоятельно регулировать температуру – это главное преимущество автономных систем отопления.

АТП с использованием теплообменника обладает серьезным преимуществом, а именно, при работе теплообменника происходит гидравлическое разделение первичного (наружного) и вторичного (внутреннего) контуров систем. Тепловая сеть и система отопления здания компании «Эргономика» не связаны между собой напрямую, при этом происходит передача тепла первичного потока вторичному через теплообменные пластины. Это позволило защитить отопительное оборудование здания от загрязнений и механических повреждений. То есть, грязь из центрального отопления не попадает в систему отопления. Система отопления остаётся чистой, радиаторы не забиваются, нет необходимости промывать и опрессовывать систему каждый год, а самое главное, в случае аварии на тепловых сетях не надо сливать воду. При этом контур системы отопления не зависит от давления в городских тепловых сетях, что позволило снизить давление до минимально необходимого (2-2,5 Атм.), что, в свою очередь, существенно увеличивает срок эксплуатации теплового оборудования и понижает риск возникновения аварийной ситуации. Другими словами, теплообменник позволяет придать системе отопления, подключенной к городским сетям, все положительные качества автономной системы отопления. Т.е. аварии, происходящие на тепловых сетях, никак не скажутся на трубах и радиаторах в офисе компании. Так же, как и авария в системе отопления не приведёт к таким негативным последствиям, как если бы она была напрямую подключена к центральному отоплению (рисунок 1) [5].

Использование теплообменника позволило АТП сочетать в себе все достоинства и преимущества центральной и автономной систем отопления. Получая на входе самый дешевый теплоноситель, здание офиса получает систему отопления, никак гидравлически с ним не связанную. Проводя аналогию теплообменника с автономным котлом, можно сказать, что теплоноситель из системы центрального отопления является «топливом» для теплообменника, позволяющим ему греть воду во внутренней системе отопления здания.

Тепловой пункт в компании «Эргономика» был оснащен автоматикой погодного регулирования, которая применяется с целью экономии энергоресурсов при обеспечении комфортных условий для

потребителя. При этом был запрограммирован режим снижения температуры по часам суток и дням недели. Регулирование теплоносителя в системе отопления осуществляется по температуре наружного воздуха (для чего были установлены датчики наружной температуры) в соответствии с заданным графиком.

Применение АТП позволяли существенно снизить потребление тепловой энергии с одновремен-

ным улучшением качества теплоснабжения. Этот эффект был достигнут за счёт применения погодного регулирования и принудительной циркуляции теплоносителя в системе потребителя. Всё это позволило сэкономить средства по оплате тепловой энергии. Средняя экономия достигла 20-50% по сравнению с системой отопления элеваторного типа. Средний срок окупаемости АТП 3-5 лет (рисунок 2) [6].

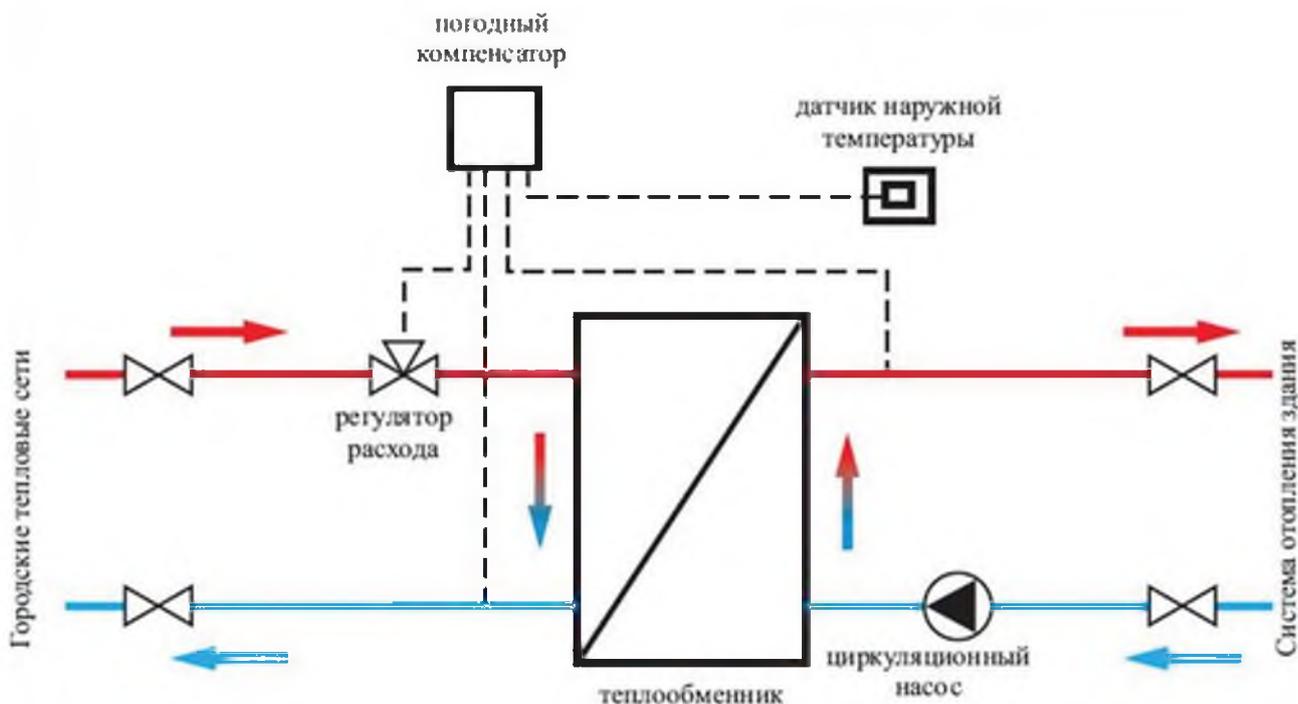


Рисунок 1 – Принципиальная схема АТП с использованием теплообменника



Рисунок 2 – АТП, смонтированный в здании торгового дома «Эргономика»

На графике приведены архивные значения показания теплосчетчика за одни зимние сутки. Из них видно, как с помощью автоматического регулирования расхода теплоносителя понижается теплопотребление здания при повышении температуры наружного воздуха.

#### 4. Использование грунтовых вод для охлаждения здания.

Компания «Эргономика» реализовала в своем здании систему геотермального охлаждения. Внедрение геотермальной системы охлаждения в здании (источник холода: скважина с дебетом 5 м<sup>3</sup>/ч, t воды 9°C). Принципиальная схема решения приведена ниже (данное изображение скопировано с реальной действующей СКАДА системы, управляющей системой охлаждения здания) (рисунок 5) [6].

Принцип действия данной схемы заключается в следующем: вода из скважины, с температурой 7-9°C, с помощью скважинного насоса подается в систему охлаждения. Под системой охлаждения понимается система теплых полов, система радиаторов и центральная система вентиляции. Каждая

система охлаждения выполнена по независимой схеме, с применением теплообменников. После прохождения воды через теплообменники производится ее слив во вторую скважину, но уже с температурой 12-14°C. С помощью разработанной компанией «Эргономика» шкафа управления системой геотермального охлаждения и установленных датчиков температур происходит регулирование расхода воды для каждой системы охлаждения посредством регулирующих клапанов, установленных перед теплообменниками.

Таким образом, используя экологический чистый «холод», происходит охлаждение и кондиционирование воздуха. При этом, благодаря возможности регулировки в помещениях поддерживается постоянная комфортная температура. При строительстве здания компании «Эргономика» был произведен монтаж центральной системы вентиляции. Центральная система вентиляции включала в себя монтаж большого количества вентиляционных коробов большого сечения, чиллер мощностью 20кВт и вентиляторного блока мощностью 15кВт. При

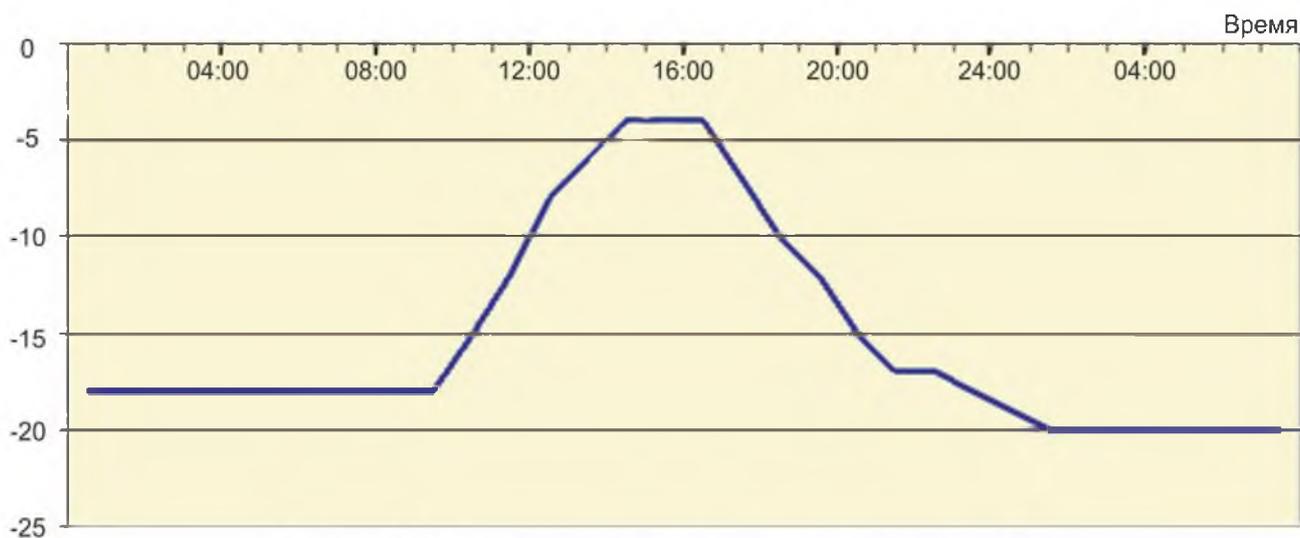


Рисунок 3 – График изменения температуры наружного воздуха, °C

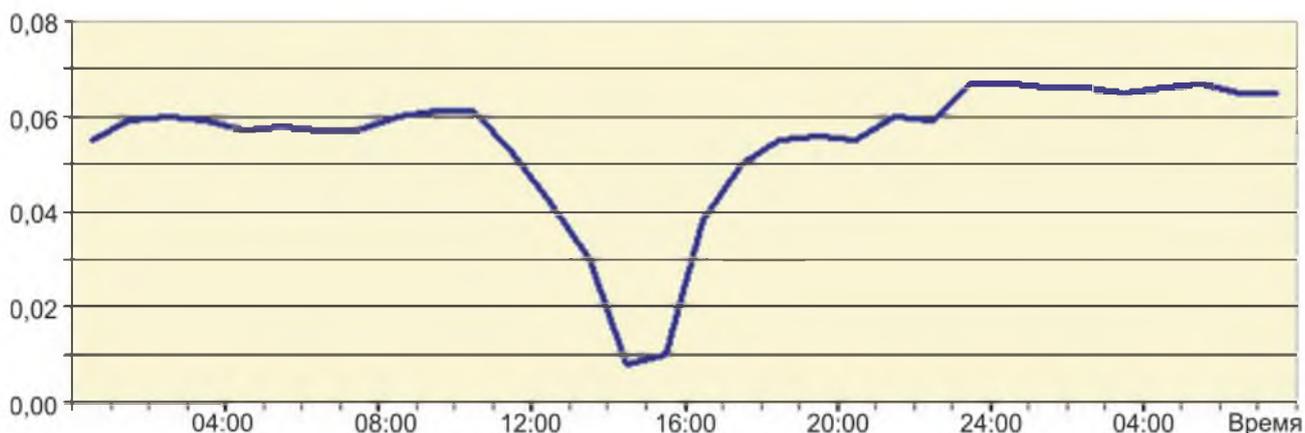


Рисунок 4 – График изменения величины теплотребления, Гкал/ч

непрерывной работе центральной системы вентиляции потребление электроэнергии составляло

около 40кВт, при этом температура в помещениях достигала 26-28°C. При использовании системы

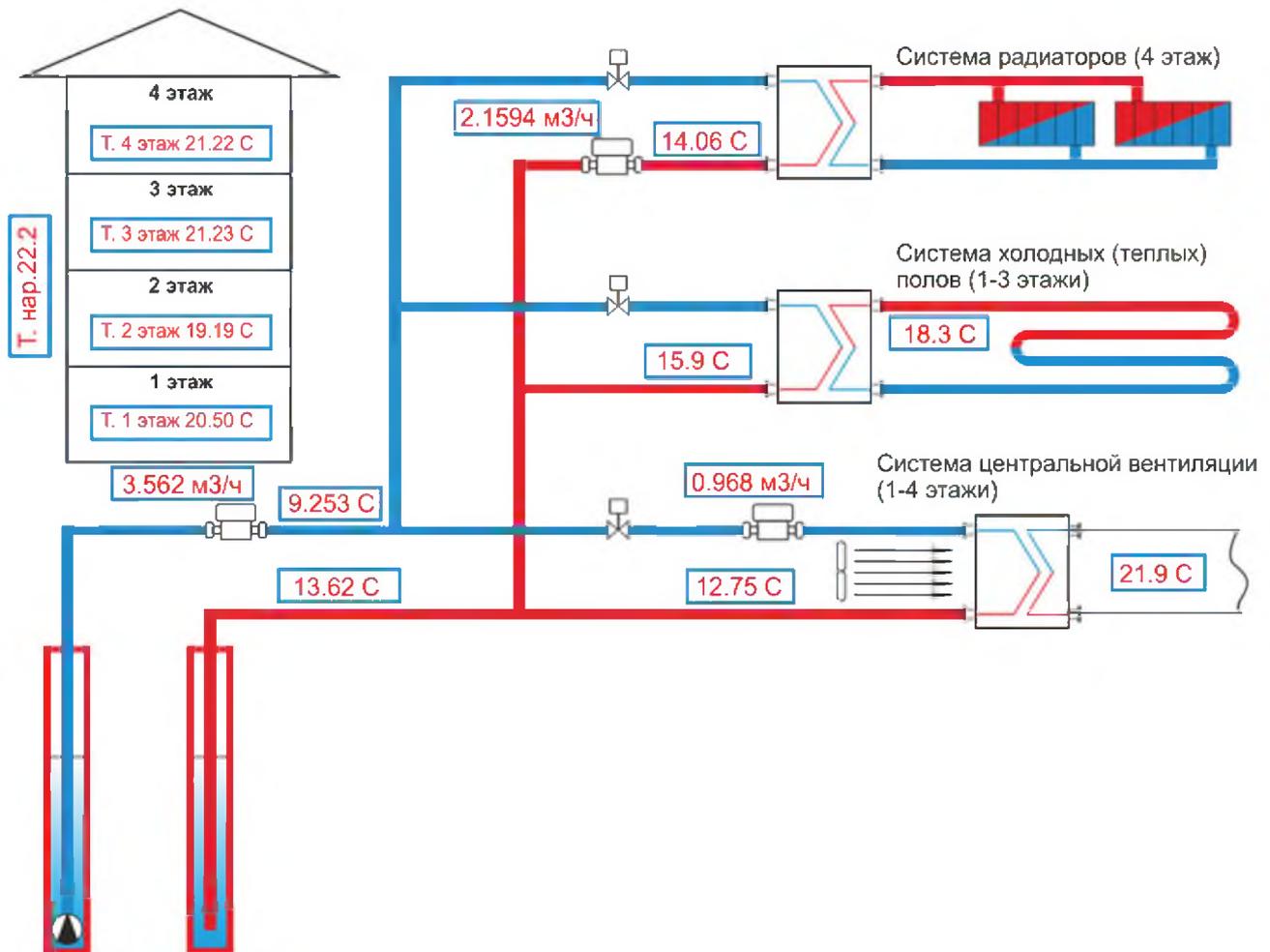


Рисунок 5 – Принципиальная схема системы геотермального охлаждения в здании офиса компании «Эргономика»

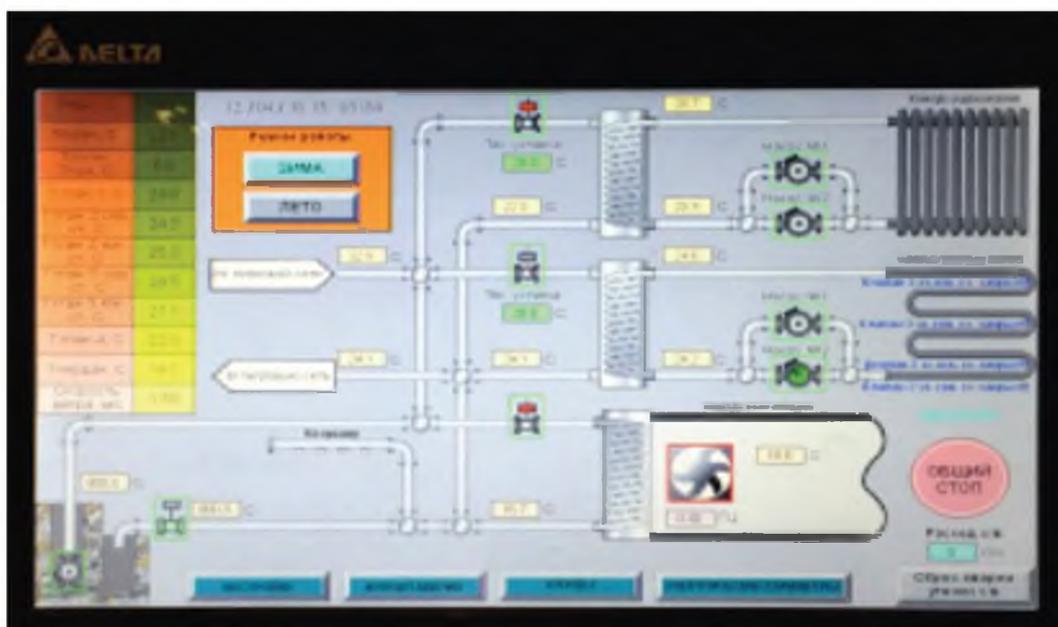


Рисунок 6 – Шкаф управления системой геотермального охлаждения производства компании «Эргономика»

геотермального охлаждения нет необходимости в монтаже воздухопроводов, установке чиллера и вентилятора большой мощности [6].

Благодаря внедрению автоматизированной системы управления электроэнергетическим комплексом на базе возобновляемых источников энергии, удалось добиться следующих показателей (таблица) [6]:

Температура офисных помещений – 22°C;

Температура складских помещений – 15°C.

В данной работе была рассмотрена разработанная и примененная на практике автоматизированная система управления энергетическим комплексом на базе возобновляемых источников энергии. После ее внедрения, фактические показатели потребления электро- и теплоэнергии, в среднем, сократились на 30%. Совокупность мероприятий, применение энергоэффективного оборудования и система автоматизации позволяет экономить электроэнергию, чем уменьшаются нагрузки на сеть. При этом температура в здании поддерживается комфортная и регулируется сама со сменой погодных условий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://adilet.zan.kz/rus/docs/Z970000210> «ЗАКОН РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН Об энергосбережении и повышении энергоэффективности».
2. [http://ogodom.ru/energoberezhenie-i-energoeffektivnost-zdaniy-nuzhno-li-obrashhat-na-eto-vnimanie.html](http://ogodom.ru/energoberezhenie-i-energoeffektivnost-zdaniy-nuzhno-li-obrashchat-na-eto-vnimanie.html) «Энергосбережение и энергоэффективность зданий – нужно ли обращать на это внимание?».
3. <https://www.ergonomika.kz/>.
4. [https://okna-tm.kz/library/art-graduso\\_sutki\\_otopitelnogo\\_perioda\\_po](https://okna-tm.kz/library/art-graduso_sutki_otopitelnogo_perioda_po) «Градусо-сутки отопительного периода и нормативные показатели сопротивления теплопередаче (R), закон по городам Казахстана».
5. [http://teplo-info.com/snip/otopitelnyy\\_period](http://teplo-info.com/snip/otopitelnyy_period) «Отопительный период и его показатели: градусо-сутки отопительного периода, наружная температура».
6. Каталог ТОО НПФ «Эргономика». Караганда, 2016.

**Лукьянова М.А., Брейдо И.В. Жаңартылатын энергия көздері негізінде кондиционерлеу және жылыту автоматтандырылған кешені.**

Технологиялардың дамуына байланысты энергия үнемдеу мәселесі өткір тұр, өйткені энергетикалық шығындардың қажетті деңгейін қамтамасыз

ету үшін энергетикалық ресурстарды ұтымды және үнемді пайдалану коммуналдық қызметтерге шығындарды қысқартуға мүмкіндік береді, табиғи ресурстарды пайдалануды, сондай-ақ экологияға теріс әсерді төмендетеді. Бұл мақалада ауданы 2350 м<sup>2</sup> заманауи ғимарат және энергоірімді технологияларды кезең-кезеңмен қолдану сипатталады. Жұмыс жер асты суларын қолдану және энергия үнемдейтін жабдықты орнату «Эргономика» компаниясының кеңсесінде жыл бойы біркелкі және жайлы температураны қамтамасыз етуге мүмкіндік беретіндігіне негізделген. Жаңартылатын энергия көздері негізінде автоматтандырылған жүйені енгізу өндірісті ұлғайтуға ғана емес, сонымен қатар энергия ресурстарының шығынын 30%-ға қысқартуға мүмкіндік берді.

#### **Lukyanova M.A., Breydo I.V. Automated Air Conditioning and Heating Complex Based on Renewable Energy Sources.**

With the development of technology, the issue of energy conservation is challenging, since rational and efficient use of energy resources to ensure the same level of energy costs allows reducing utility costs, reduces the use of natural resources, as well as negative impact on the environment. This article describes a modern building with an area of 2350 m<sup>2</sup> and the phased application of energy-effective technologies. The work is based on the fact that the use of groundwater and the installation of energy-saving equipment enabled to provide a uniform and comfortable temperature throughout the year in the office of «Ergonomika» company. The introduction of an automated system based on renewable energy sources has enabled not only to increase production, but also to reduce energy costs on average by 30%.

#### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:**

**Лукьянова Мария Андреевна, магистрант специальности 6M071800 – «Электроэнергетика» образовательной программы «Электропривод и автоматизация технологических комплексов» кафедры «Автоматизация производственных процессов» Карагандинского государственного технического университета.**

**Брейдо Иосиф Вульфович, заведующий кафедрой «Автоматизация производственных процессов» Карагандинского государственного технического университета, профессор, доктор технических наук.**