

**ЕШЛІ ЕУСІ, С.П. СУДАРКІНА, Ю.В. ГНЕСІН**  
**ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ВИПАРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМАХ (ЕКОНОМІЧНИЙ АСПЕКТ)**

Енергозбереження є однією з найбільш актуальних задач в сфері промислового виробництва, тому що витрати на різні види енергії, які використовуються в виробничому процесі, складають левову частину виробничих витрат взагалі, а це суттєво впливає на ефективність та область застосування технологій та технологічних процесів. Це стосується також і використання випарювальних систем при будівництві жилого фонду та промислових об'єктів. Ця традиційна технологія весь час доповнюється новими інноваційними складовими. В даному разі мова йде вже не про точкові удосконалення, а про системну постійну роботу з енергозбереження в цих системах. Важливе значення у використанні інноваційних рішень та їх розповсюдженні має те, що для оцінки їх якості та ефективності використовуються нормативи існуючих програм сертифікації, якими користуються в Європі, USA та інших країнах та корпораціях. Використання цих програм дає можливість одержати незалежну, об'єктивну комплексну оцінку інноваційних рішень, які розглядаються. Важливо також, що на базі одержаних комплексних оцінок той чи інший проект має можливість заробити додаткові бали, що враховується при рішенні питань про надання кредитів для реалізації заходів з енергозбереження. Також суттєвим є те, що при використанні нових технологій та удосконалень вирішуються паралельно такі важливі проблеми, як очищення води, зменшення її витрат, економія інших ресурсів – електроенергії, допоміжні матеріали та інше.

В даній статті з економічної точки зору розглядаються можливості використання охолоджувальних випарювальних систем, градирень різного типу, а також ефективність додаткових заходів для вирішення питань енергозбереження. Такі підходи в сучасному проектуванні градирень, наприклад, дозволяють констатувати, що концепція «зеленого будівництва» перетворилась за останні роки з інноваційної випадковості у системну роботу та стандарт для багатьох співтовариств.

**Ключові слова:** інноваційні технології; енергозбереження; випарювальні установки; градирні; програми сертифікації; комплексна оцінка екологічності; зелена енергетика.

**ЭШЛИ ЭУСИ, С.П. СУДАРКИНА, Ю.В. ГНЕСИН**  
**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИСПАРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ (ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ)**

Энергосбережение является одной из наиболее актуальных задач в сфере промышленного производства, потому что расходы на разные виды энергии, используемые в производственном процессе, составляют львиную долю производственных затрат в целом, а это существенно влияет на эффективность и область использования технологий и технологических процессов. Это касается также и использования испарительных систем при строительстве жилого фонда и промышленных объектов. Эта традиционная технология, постоянно дополняется новыми инновационными составляющими. В данном случае речь идет уже не о точечных усовершенствованиях, а о системной, постоянной работе по энергосбережению в таких системах. Важное значения в использовании инновационных решений и их распространении имеет то, что для оценки их качества и эффективности используются нормативы и подходы существующих программ сертификации, которыми пользуются в Европе, США и других странах и корпорациях. Использование таких программ очень важно, потому что это дает возможность получить независимую, объективную, комплексную оценку рассматриваемых инновационных решений. Важно также, что на базе полученных комплексных оценок тот или иной проект получает возможность заработать дополнительные баллы, что учитывается при решении вопроса о получении кредита для реализации энергосберегающих технологий. Также существенным является то, что при использовании новых технологий и усовершенствований параллельно решаются такие важные проблемы, как очистка воды, уменьшение ее расхода, экономия других ресурсов – электроэнергия, вспомогательные материалы и пр. В данной статье с экономической точки зрения рассматриваются возможности использования холодильных испарительных систем разного типа в разных регионах мира, а также эффективность дополнительных мероприятий для решения вопросов энергосбережения. Такие подходы в современном проектировании градирен, например, позволяют констатировать, что концепция «зеленого строительства» превратилась за последние годы из инновационной случайности в системную работу и стандарт для многих сообществ.

**Ключевые слова:** инновационные технологии; энергосбережение; испарительные установки; градирни; программы сертификации; комплексная оценка энергетичности и экологичности; зеленая энергетика.

**ASHLY EUSEY, S.P. SUDARKINA, I.V. GNESIN**  
**INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN EVAPORATING SYSTEMS (ECONOMIC ASPECT)**

Energy saving is one of the most urgent tasks in the field of industrial production, because the costs of different types of energy used in the production process constitute the lion's share of production costs in general, and this significantly affects the efficiency and use of technologies and technological processes. This also applies to the use of evaporative systems in the construction of housing and industrial facilities. This traditional technology, is constantly complemented by new innovative components that increase the efficiency of both the evaporative systems themselves and the entire cycle as a whole. In this case, we are not talking about point improvements, but about systematic, permanent work on energy saving in such systems. Of great importance in the use of innovative solutions and their dissemination is the fact that the standards and approaches of existing certification programs are used to assess their quality and effectiveness. The use of such programs is very important because it makes it possible to get an independent, objective, comprehensive assessment of the innovative solutions under consideration. It is also important that, on the basis of the complex assessments obtained, a project gets an opportunity to earn additional points, which is taken into account when deciding whether to receive a loan for the implementation of energy-saving technologies. It is also significant that when using new technologies and improvements, important problems are solved in parallel, such as water purification, reduction of its consumption, saving other resources - electricity, auxiliary materials, etc. In this article, from an economic point of view, the possibilities of using evaporative systems of different types as well as the effectiveness of additional measures for solving energy saving issues are considered. Such approaches in modern design of cooling towers, for example, allow us to state that the concept of "green building" has evolved in recent years from innovative chance into a systemic work and standard for many communities.

**Keywords:** innovative technologies; energy saving; evaporative installations; cooling towers; certification programs; comprehensive assessment of energy and environmental friendliness; green energy.

## **Вступление**

В современных условиях развития и модернизации промышленного производства в Украине в силу объективных и субъективных условий важнейшее значение приобретает энергосбережение. Энергетическая составляющая в себестоимости продукции составляет для разных производств от 20 до 70 %%. Это объясняется не только системой тарифообразования, но и несовершенством самых технологических процессов. Поэтому проблему энергосбережения нужно решать комплексно – путем сокращения объемов энергоносителей за счет совершенствования технологии, автоматизации учета, организационных мероприятий, а также за счет выравнивания, оптимизации тарифов. Конечно, привлекателен подход, основанный на требовании снижения тарифов на энергоносители. Однако – это, по сути, внешний фактор, на который пользователь не оказывает прямого влияния. В то же время, снижение энергопотребления – это, фактически, внутренний, подконтрольный в определенной степени проектировщику, строителю, пользователю вопрос. В этом направлении проводится большая, системная работа в различных отраслях промышленности, таких как теплоэнергетика, машиностроение, строительство и др.

## **Актуальность**

Вопросы энергоэффективности всегда стояли на повестке дня, как в теоретическом, так и прикладном и организационном аспекте. Среди отечественных ученых, работающих в этом направлении, можно отметить работы таких авторов, как Братута Э.Г., Маляренко В.А., Любчик Г.М., Бакалин Ю.И., Варламов Г.Б., Балацкий О.В., Карп И.Н., Мхитарян Н.М., Ковалко М.П., Шидловский А.К., Гаряев А.Б. и др. На базе исследований и полученных научных результатов при проектировании и разработке отдельных составляющих в технологии выработки и использования тепла практически реализуется значительное число усовершенствований, которые приводят к осязаемому экономическому эффекту. К таким традиционным направлениям можно отнести использование градирен, испарительных установок, которые широко используются вообще в промышленности, а также при строительстве жилых зданий и промышленных объектов. В данной статье рассматриваются инновационные возможности повышения эффективности таких устройств, а также организационный аспект их внедрения.

## **Результаты исследования**

Проблемы энергосбережения являются особо актуальными в настоящее время, которое характеризуется повышением стоимости энергоресурсов, с одной стороны, и необходимостью их использования в больших объемах, с другой, поскольку требования по комфортности условий работы, защите окружающей среды от вредного воздействия инфраструктуры и пр. постоянно повышаются. Выходом из такой ситуации является постоянная работа научных учреждений, дизайнеров, технологов, пользователей техники в направлении

повышения ее энергоэффективности в широком смысле слова. С этой точки зрения интересно рассмотреть в качестве объекта исследования испарительные установки или градирни.

Испарительные установки, градирни – это традиционная составляющая технологических процессов в промышленности и строительстве, где можно и нужно отводить и в дальнейшем использовать тепло, которое продуцируется в рамках технологического процесса. Такого рода устройства широко используются как в жилищном, так и промышленном строительстве, и постоянно модернизируются для повышения энергоэффективности как самой установки, так и всего технологического цикла. Проводимые усовершенствования касаются, как конструкции градирни, так и вспомогательного оборудования. Это позволяет решить сразу два важных вопроса – создание комфортных условий для работы в здании и повышение энергоэффективности всей установки на протяжении всего периода эксплуатации.

Мировая практика проектирования и использования такого оборудования интересна тем, что в настоящее время, по словам Эшли Эусан, ведущего специалиста компании Hoefel Wisocki по проблемам энергоэффективности, разовые, отдельные работы в направлении совершенствования оборудования превратились в системную работу. Это, с одной стороны, позволяет получить осязаемый результат, а с другой стороны, приводит к необходимости создания соответствующих организационных структур и финансирования для координации работ и управления ими. Такой подход, однако, не означает, что этот орган будет заниматься непосредственным планированием работ – это вряд ли возможно, потому что в мире в этом направлении работает более десятка фирм, которые конкурируют между собой, и полноценное плотное, регулирование их работ просто невозможно обеспечить.

Здесь можно использовать уже существующие несколько общепризнанных систем оценки качества испарительного оборудования, стандарты которых позволяют оценивать и соответствующим образом стимулировать как продажи, кредитование, так и направление работ по их совершенствованию.

К ним относится общепринятая система сертификации LEED – «Лидерство в энергетическом и экологическом проектировании». Нормативы этой системы базируются на разработанной Советом по экологическому строительству в США (USGBC) и признанной во всем мире системе рейтингов. Каждый проект оценивается по 9 отдельным категориям, таким, как качество конструкторских и технологических решений, эффективность использования воды и других ресурсов, энергосбережение, использование экологически чистых материалов, надежность эксплуатации систем, степень воздействия на окружающую среду и пр. Существует 4 уровня сертификации, определяемые по сумме баллов всей совокупности – первый, низший уровень – если сумма баллов 40-49; второй уровень, серебро – сумма баллов 50-59; третий, золото – сумма

баллов 60-69 и самый высокий, четвертый уровень, платина – сумма баллов 80+. Общее количество баллов определяет качественный уровень объекта в целом. В отдельных случаях LEED может быть дополнена специальными стандартами эффективности. Например, для оценки систем отопления, кондиционирования и вентиляции (HVAC) были использованы нормативы Американского общества инженеров по отоплению, холодильной технике и кондиционированию воздуха (ASHRAE). Был учтен подход ASHRAE, который традиционно фокусируется на специфических компонентах систем теплоиспользования HVAC – жалюзи и каплеуловители, установленные на градирне, что предотвращает разбрызгивание воды и снижает ее расход, или использование преобразователей частоты на двигателях вентиляторов для экономии энергии.

Другое рейтинговое руководство – метод экологической оценки (BREEAM), созданный в Великобритании, хорошо известен во всей Европе. BREEAM ставит своей целью оценку и сертификацию соответствия здания условиям эксплуатации с точки зрения снижения негативного воздействия строительства и эксплуатации объекта на окружающую среду. Принцип тот же – балльный, но критерии несколько другие.

Использование системы сертификация LEED или другой аналогичной системы, позволяет получить рейтинг оцениваемого объекта с помощью всемирно признанной независимой системы оценки, которая свидетельствует об уровне, комплексном качестве и целостности систем проектирования, строительства и эксплуатации здания.

Важно также, что оценки, полученные с помощью любой из перечисленных систем, не просто оценивают качество, но и помогают облегчить кредитование строительства, тем самым завершая организационный цикл: проектирование – оценка качества проекта и самого здания – финансовое обеспечение.

В качестве примера можно рассмотреть некоторые направления современных усовершенствований градирен различного типа, устанавливаемых в зданиях, что приводит к получению дополнительных баллов и, как результат, облегчает условия получения кредита для проведения дальнейших работ в этом направлении. К таким направлениям относятся следующие:

- уменьшение расхода электроэнергии на привод вентилятора при условии правильного распределения воды в изменяющихся условиях потока в непиковое время. Примеры:

- Работа половины вентиляторов на полной скорости для 50-процентного охлаждения при половине потребления энергии.

- Работа всех вентиляторов на половинной скорости для 50-процентного охлаждения при одной восьмой потребляемой энергии.

- Мониторинг потребления воды для оценки возможности минимизации ее расхода. Сам по себе учет потребления воды потенциально может помочь

существующему зданию заработать до двух баллов, а новому зданию – до одного балла. Для этого используют различные приборы учета, в том числе, например, калькулятор водопользования на сайте [sprxcooling.com](http://sprxcooling.com). Это помогает проектировщикам зданий определять, сколько воды они могут сэкономить, используя испарительное охлаждение в своих конкретных условиях.

- Включение управления качеством воды, контроля загрязнения и циклов концентрации в общую систему сохранения воды. Достижения в этом направлении может принести существующему зданию до трех баллов, а новому зданию - до двух баллов.

- Максимизация «циклов концентрации» является рекомендуемой практикой сохранения воды. Циклы концентрации определяются как результирующее соотношение концентрированных растворенных твердых веществ в циркулирующей «продувочной» воде по сравнению с таковым в свежей подпиточной воде. Увеличение циклов концентрации может значительно уменьшить объем продувки и подпитки воды одновременно, создавая водно-химическое равновесие, которое экономит воду и удаляет минералы, растворенные в процессе испарительного охлаждения.

- Тщательный контроль количество растворенных в воде твердых веществ. Внедрение эффективной программы очистки воды с помощью инструментов по контролю качества воды позволяет операторам градирен активно решать проблемы, связанные с микроорганизмами, коррозией, окалинной и сохранением воды, что также обеспечивает получение дополнительных оценочных баллов.

Эффективность работы градирни во многом определяется стандартами эксплуатации и технического обслуживания, но климат также играет роль. Речь идет об использовании влажных, сухих и комбинированных (гибридных) схем охлаждения. Каждая из них имеет свою область применения, и именно в этой области они проявляют себя наилучшим образом.

Если сопоставлять системы охлаждения с водяным и воздушным охлаждением, нужно сказать, что более эффективны водяные системы. Объяснение состоит в том, что градирни с воздушным охлаждением требуют более высокой мощности вентилятора для снижения температуры и охлаждения жидкости, проходящей через змеевик. В настоящее время при существующих тарифах на электроэнергию и воду и в зависимости от климата в данном месте, системы с водяным охлаждением, являются значительно более эффективными. По данным Hydronics Industry Alliance, здание может сэкономить от 5 до 30 процентов и более на энергопотреблении при использовании системы с водяным охлаждением по сравнению с системами с воздушным охлаждением или с переменным потоком хладагента (VRF).

Эффект, получаемый от использования градирен с водяным охлаждением, можно увеличить, если использовать некоторые дополнительные, уже разработанные аксессуары и устройства.

К ним относятся, например, **преобразователи частоты (VFD)**, работающие в комплекте с вентиляторами. В случае двухскоростных двигателей вентиляторов в любое время, когда это требуется (при охлаждающей способности, превышающей 50 процентов), мощность вентилятора может быть увеличена до 100 процентов. Системы VFD разработаны так, чтобы сочетать абсолютный контроль температуры с идеальным управлением энергией. Пользователь градирни выбирает температуру холодной воды, и система привода будет изменять скорость вентилятора, чтобы поддерживать эту температуру. Использование частотно-регулируемых приводов может значительно снизить годовое потребление энергии в большинстве климатических условий, что делает их необходимыми для проектов, ориентированных на энергоэффективность и концепции LEED.

Вторым эффективным направлением может быть использование **двигателя с постоянными магнитами с ЧРП**. Практика показывает, что такая конструкция более эффективна, чем просто зубчатый привод, но начальные затраты, конечно, будут значительно выше.

В **дополнение** к этим двум факторам, управляющие здания должны учитывать простоту обслуживания, надежность и срок службы, а также затраты на монтаж, сложность эксплуатации и воздействие на окружающую среду.

Немаловажным фактором является вопрос размеров градирни. Физически большие градирни более эффективны, потому что они обычно имеют большую площадь орошения, что позволяет им использовать меньший поток воздуха и меньшую мощность вентилятора для обеспечения того же объема снимаемого тепла. Многочисленные комбинации физического размера башни и мощности вентилятора могут соответствовать определенным температурным требованиям для определенного потока воды. Поскольку для максимального сбережения энергии, как правило, требуется использование более крупной и потенциально более дорогой градирни, разработчики системы должны проконсультироваться с производителями градирни, чтобы помочь взвесить затраты по сравнению с преимуществами потребления энергии, и найти решение, которое наилучшим образом соответствует их требованиям.

В засушливом климате с ограниченными или отсутствующими водными ресурсами удобно использовать т.н. **гибридные** градирни, которые могут помочь ограничить потребление воды. Гибридная комбинация влажной и сухой схемы обеспечивает максимальную эффективность охлаждения в условиях высокой тепловой нагрузки, а также экономию воды при сниженной нагрузке.

Инновационные гибридные продукты, использующие влажные и сухие технологии, такие, как гибридные градирни типа MNF, позволяют получить идеальное распределение температуры, поскольку змеевик постоянно смачивается снаружи, а вода циркулирует внутри градирни и охлаждается за

счет испарения. При этом горячая рабочая жидкость входит в нижнюю часть змеевика, а холодная рабочая жидкость выходит в верхней части змеевика. Таким образом, траектории движения жидкостей увеличивают охлаждающий потенциал за счет омывания змеевика одновременно потоком воздуха и воды.

Например, охладительные башни типа Marley NCWD сначала охлаждают воду через сухую секцию в верхней части башни, обеспечивая дополнительную экономию воды и еще один способ потенциально заработать баллы на инновационный кредит. А затем переходят на влажную схему охлаждения. Это позволяет снизить ежегодное потребление воды до 20 процентов в зависимости от климата и профиля тепловой нагрузки объекта. Конечно, такая схема более сложна как конструктивно, так и с точки зрения эксплуатации, требует больших затрат, но обеспечивает устойчивый экономический эффект.

В целом, эффективность градирен смешанного, гибридного типа обеспечивается за счет:

- уменьшения примерно на треть технологических компонентов, что сокращает продолжительность монтажа и упрощает эксплуатацию;
- уменьшения загрязнения, что приводит к повышению эффективности работы агрегата в целом;
- достижения сертифицированных рабочих характеристик при более низких температурах для влажной схемы;
- меньшей мощности насоса.

В заключение можно констатировать, что современные технологии энергосбережения, основанные на применении различных схем и устройств по оптимизации работы традиционных устройств, таких, как градирни, в целом соответствуют концепции «зеленого строительства», которая превратилась из инновационного исключения в общепринятый стандарт для многих сообществ. Сегодня конструкторы, инженеры и менеджеры строительства зданий ожидают, что производители систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха будут выделять ресурсы на НИОКР для коммерциализации экологически безопасных систем охлаждения, которые предлагают исключительную производительность и ценность, отвечая глобальным стандартам программ ASHRAE, LEED и другим. В этом смысле использование общепринятых систем оценки зданий и сооружений с точки зрения их энергоэффективности представляются очень плодотворными и достойны их внедрения в практику промышленного строительства Украины.

#### **Выводы**

1. Оптимизация энергопотребления является важнейшим направлением развития любого производства в современных условиях.

2. Существует 2 принципиальных подхода к решению этой задачи – снижение тарифов и снижение потребления рассматриваемого ресурса. Для отдельных производств второе направление, а именно

– снижение потребления, ресурсосбережение – это реальный путь решения проблемы.

3. В настоящее время решение задачи энергосбережения для традиционных, часто применяемых устройств лежит в области их технологического усовершенствования при сохранении принципиальных подходов. Совокупность таких усовершенствований приводит к ощутимым результатам, как в области данного вида техники, так и в целом по отрасли.

4. Некоторые авторы и практические работники для координации работ в этом направлении предлагают применять существующие методики оценки качества той или иной техники. Если говорить об испарительных системах, которые широко используются в строительстве и других областях промышленности, то к ним можно отнести программы LEED, BREEAM и др.

5. Такие общепризнанные оценочные методики не только объективно оценивают комплексное качество объекта, но и позволяют упростить решение финансовых проблем кредитования энергосберегающих мероприятий за счет добавления баллов к общей оценке, что в целом повышает конкурентоспособность рассматриваемой техники.

6. Такой подход позволяет конструкторам, дизайнерам, менеджерам сознательно планировать возможные усовершенствования техники с учетом как дополнительных затрат на эти мероприятия, так и возможных финансовых бонусов.

7. Ориентация на оценку техники с помощью независимых, объективных и широко применяемых методик фактически представляет собой один из методов управления процессом энергосбережения для данного вида техники.

#### Список літератури

1. Данилов Н.И. Щелоков Я.М. *Основы энергосбережения: учебник / под ред. Данилова Н.И.*- Екатеринбург.: ГОУ ВПО УГТУ - УПИ, 2008. – 564 с.
2. Стрельников Н.А. *Энергосбережение: учебник* – Новосибирск; Изд-во НГТУ, 2012. 176 с.
3. Березовский Н.И., Березовский С.Н., Костюкевич Н.А. *Технология энергосбережения: учеб. пособие* – Минск: БИП-С Плюс, 2007. – 152 с.

4. Малиренко В.А. Лисак Л.В. *Энергетика, довкілля, енергозбереження* – Харків: Рубікон, 2004. – 368 с.
5. *Evaporative Cooling Tower Innovations, By Glenn Brenneke, VP - Research and Development, Engineering and Product Management, SPX Cooling Technologies*, <https://coolingbestpractices.com/technology/cooling-towers/evaporative-cooling-tower-innovations>
6. *Cooling Towers Offer Data Centers Water and Energy Savings, By Douglas Bougher and Kent Martens, P.E., SPX Cooling Technologies, Inc.*, <https://coolingbestpractices.com/technology/cooling-towers/cooling-towers-offer-data-centers-water-and-energy-savings>
7. *Tower Tech Cooling Tower Designs Reduce Water Consumption and Treatment, By Dr. S. Curtis, Ph.D. © Tower Tech, Inc.*, <https://coolingbestpractices.com/technology/cooling-towers/tower-tech-cooling-tower-designs-reduce-water-consumption-and-treatment>

#### References (transliterated)

1. Danilov N.I. Schelokov Ya.M. *Osnovy energosberezheniya: uchebnik [Basics of energy saving]*.- Ekaterinburg.: GOU VPO UGTU - UPI, 2008. – 564 p.
2. Strel'nikov N.A. *Energosberezhenie: [Energy Saving]* uchebnik – Novosibirsk; Izd-vo NGTU, 2012. 176 p.
3. Berezovskiy N.I., Berezovskiy S.N., Kostyukevich N.A. *Tehnologiya energosberezheniya: [Energy saving technology]* ucheb. posobie – Minsk: BIP-S Plyus, 2007. – 152 p.
4. Malyarenko V.A. Lisak L.V. *Energetika, dovkllyya, energozberezheniya [Energy, environment, energy saving]* – HarkIv: Rublkon, 2004. – 368 p.
5. *Evaporative Cooling Tower Innovations, By Glenn Brenneke, VP - Research and Development, Engineering and Product Management, SPX Cooling Technologies*, <https://coolingbestpractices.com/technology/cooling-towers/evaporative-cooling-tower-innovations>
6. *Cooling Towers Offer Data Centers Water and Energy Savings, By Douglas Bougher and Kent Martens, P.E., SPX Cooling Technologies, Inc.*, <https://coolingbestpractices.com/technology/cooling-towers/cooling-towers-offer-data-centers-water-and-energy-savings>
7. *Tower Tech Cooling Tower Designs Reduce Water Consumption and Treatment, By Dr. S. Curtis, Ph.D. © Tower Tech, Inc.*, <https://coolingbestpractices.com/technology/cooling-towers/tower-tech-cooling-tower-designs-reduce-water-consumption-and-treatment>

Надійшла (received) 03.01.2019

#### Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Ешли Еусі, Эшли Эуси, Eshli Eusey**, - менеджер зі стабільного розвитку компанії Hoefler Wysocki, Kansas City, Missouri, [linkedin.com/in/ashley-eusey-213b6b142](https://www.linkedin.com/in/ashley-eusey-213b6b142)

**Сударкіна Світлана Петрівна, Сударкина Светлана Петровна, Sudarkina Svitlana Petrivna** – кандидат економічних наук, професор, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», кафедра економіки та маркетингу Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Харків, Україна; ORCID: 0000-0003-4521-7150; тел. 050902521; [svetsud@gmail.com](mailto:svetsud@gmail.com)

**Гнесін Юрій Віталіович, Гнесин Юрий Витальевич, GNESIN Jurij Vitalijovich** – кандидат технічних наук, регіональний менеджер з розвитку бізнеса SPX Cooling Technologies, США, тел. +38 050 3580 137, <https://www.linkedin.com/in/jurij-gnesin-0a20b119/> [jurij.gnesin@spx.com](mailto:jurij.gnesin@spx.com)