

**О.И. РОЗНОВЕЦ**, асп., Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова

**Л.А. ВОЛОЩУК**, канд. техн. наук, доц., Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова

## **ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЕМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АСКУЭ**

Розглядається проблема автоматизації обліку споживання електроенергії. Запропонована структура АСКОЕ на основі застосування технологій побудови розподілених інформаційних систем з базами даних. Описана впроваджена на підприємствах м. Одеси та області АСКОЕ «SmartLink».

Ключові слова: облік електроенергії, АСКОЕ, база даних, розподілена система.

Рассматривается проблема автоматизации учета потребления электроэнергии. Предложена структура АСКУЭ на основе применения технологий построения распределенных информационных систем с базами данных. Описана внедренная на предприятиях г. Одессы и области АСКУЭ «SmartLink».

Ключевые слова: учет электроэнергии, АСКУЭ, база данных, распределенная система.

In given article the problem of automation of the electric power consumption account is considered. The structure of automated system of the commercial account of the electric power on the basis of technologies of construction of the distributed information systems with databases is offered. Introduced on a number of the Odessa region enterprises the automated system of the commercial account of the electric power "SmartLink" is described.

Key words: electric power account, automated system of the commercial account of the electric power, database, distributed system.

### **Введение**

В условиях охватившего мир экономического кризиса перед многими предприятиями и организациями остро встал вопрос экономии средств и ресурсов. Одним из направлений решения данной задачи является точный, достоверный и оперативный контроль и учет электроэнергии.

Для многих современных предприятий характерной является распределенная структура с развитой сетью подразделений и филиалов, при этом структурные подразделения тесно связаны с головным предприятием функционально и информационно. Учет и контроль потребления электроэнергии предприятием во всех его подразделениях, в том числе удаленных, с возможностью выбора оптимальных режимов энергопотребления приобретает особую важность.

Автоматизация процесса учета электроэнергии предполагает создание территориально-распределенной сетевой аппаратно-программной инфраструктуры компьютерной сети, включающей многофункциональные счетчики электроэнергии. Эта сеть должна максимально адекватно и оптимально отображать схему расположения точек учета электроэнергии на предприятии и учитывать централизованное управление данными энергопотребления с

возможностью их интеллектуального анализа для принятия решения о выборе энергосберегающего режима работы всех подразделений предприятия.

### **Анализ функций и структуры современных средств автоматизации учета электроэнергии**

В настоящее время широко внедряются автоматизированные системы коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ) как системы сбора коммерческих данных с многофункциональных счетчиков электроэнергии [1], созданные на базе современных средств вычислительной техники и оборудования для измерения и передачи информации.

В функции АСКУЭ входят [2]:

- централизованный контроль и измерение технологических параметров электроснабжения, в том числе расходы электроэнергии, токи, напряжения, мгновенные мощности и др.;
- формирование и выдача данных оперативному персоналу;
- подготовка и передача данных в смежные и вышестоящие системы управления;
- ведение базы данных по договорам, потребителям, режимам электропотребления, расходам;
- подготовка информации о физических объемах реализации электроэнергии в соответствии с тарифными планами.

В структуре АСКУЭ в общем случае можно выделить четыре уровня [3] (рис. 1):

1) первичные измерительные приборы (ПИП) с телеметрическими или цифровыми выходами, осуществляющие непрерывно или с минимальным интервалом усреднения измерение параметров энергоучета (количество электроэнергии, мощность, токи, частоту, напряжение) по точкам учета;

2) устройства сбора и подготовки данных (УСПД), специализированные измерительные системы или многофункциональные программируемые преобразователи со встроенным программным обеспечением, осуществляющие в заданном цикле интервала усреднения круглосуточный сбор измерительных данных с территориально распределенных ПИП, накопление, обработку и передачу этих данных на верхние уровни;

3) персональный компьютер (ПК) или сервер центра сбора и обработки данных со специализированным программным обеспечением АСДУЭ (автоматизированная система дифференцированного учета электроэнергии), осуществляющий сбор информации с УСПД (или группы УСПД), итоговую обработку этой информации как по точкам учета, так и по их группам (подразделениям и объектам предприятия), документирование и отображение данных учета в виде, удобном для анализа и принятия решений (управления) оперативным персоналом службы главного энергетика и руководством предприятия;

4) сервер центра сбора и обработки данных со специализированным программным обеспечением АСКУЭ, осуществляющий сбор информации с ПК и/или группы серверов центров сбора и обработки нижестоящего уровня, дополнительное агрегирование и структурирование информации по группам

объектов учета, документирование и отображение данных учета в виде, удобном для анализа и принятия решений персоналом службы главного энергетика и руководством территориально распределенных средних и крупных предприятий или энергосистем, ведение договоров на поставку энергоресурсов и формирование платежных документов для расчетов за энергоресурсы.

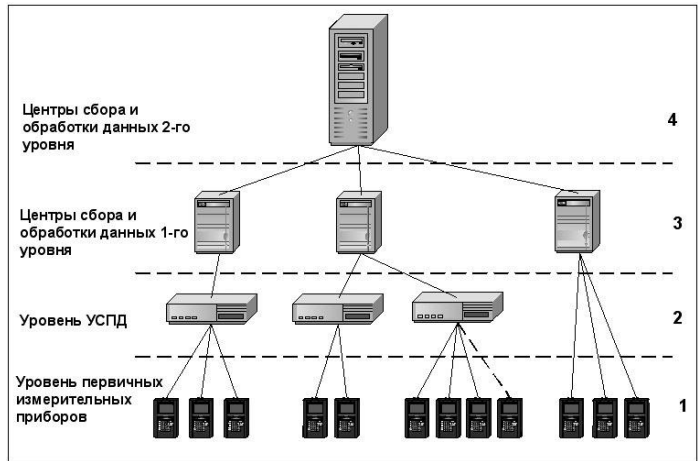


Рис.1. Структурная иерархия АСКУЭ

### Взаимодействие приборов учета с программным обеспечением АСКУЭ

Для связи одного прибора учета с компьютером в случае, если расстояние между ними невелико (до 100 метров) может использоваться телефонный кабель. Если несколько приборов учета установлены недалеко друг от друга, их подключают к одному кабелю-шине, используя мультиплексор. При этом достигается существенная экономия на прокладке кабелей, а также увеличивается скорость передачи данных.

Если на удаленном объекте, находящемся на расстоянии нескольких километров и более от компьютера, установлен один прибор учета, то к нему можно подключить модем и осуществлять сбор информации с него по коммутируемому или выделенному каналу связи. Если же на удаленном объекте установлено несколько приборов учета, то они подключаются к мультиплексору, а тот, в свою очередь, к модему и ближайшему телефону. Компьютер также

подключается к модему, и оператор с помощью специальной программы соединяется с прибором учета. Телефонная линия занята только в те несколько секунд, когда с прибора учета считывается информация (рис. 2).

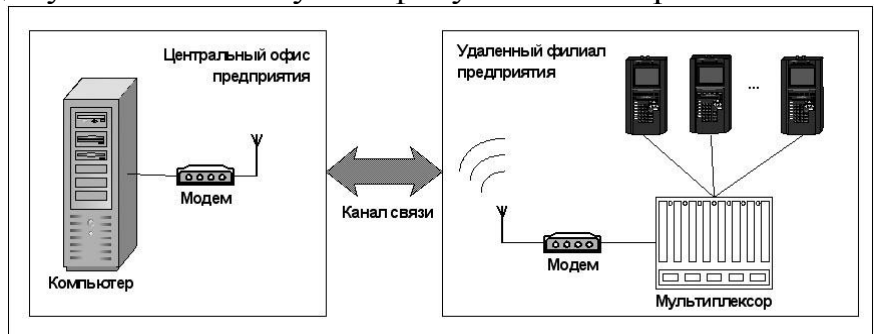


Рис. 2. Считывание данных с удаленных приборов учета

Для одновременного подключения как электронных и индукционных опорных счетчиков электроэнергии, так и микропроцессорных счетчиков, имеющих цифровые выходы, используются УСПД, в качестве которых выступают сумматоры. Сумматоры осуществляют преобразование импульсных входных сигналов в цифровую форму, преобразование данных от счетчиков с цифровым выходом в форматы внутреннего представления, а также вычисляют суммарные характеристики по нагрузке и энергопотреблению для заданных групп разнотипных счетчиков. Использование сумматоров для одновременного подключения приборов учета различных типов позволяет удешевить систему. Сумматоры позволяют организовать учет потребления энергии в условиях

действия двухставочных тарифов, когда измеряется не только электроэнергия, но и мощность в часы пиковых нагрузок, а также учет потребления энергии в условиях действия тарифов, дифференцированных по зонам суток.

### **Автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии «SmartLink»**

Для автоматизации связанных с учетом отпуска и потребления электроэнергии процессов деятельности генерирующих, распределительных компаний и компаний–потребителей электроэнергии создана автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии «SmartLink» [4-6], которая успешно внедрена на таких крупных предприятиях г. Одессы и области, как ЗАО «Стройгидравлика», ООО «Либра», НИИ «Шторм», «Промрынок 7ой километр» и др.

В связи со значительной территориальной распределенностью современных предприятий, в условиях объединения участников информационного обмена в корпоративную информационную территориальную сеть, для реализации системы «SmartLink» использованы архитектуры и технологии построения распределенных сетей и информационных систем, основанных на применении баз данных (БД). Для организации каналов связи между компьютерами, на которых установлено программное обеспечение АСКУЭ и приборами учета использованы коммуникационные системы телефонных и мобильных операторов связи.

Программный комплекс «SmartLink» состоит из трех взаимодействующих подсистем (рис. 3):

- подсистема дистанционного опроса приборов учета по информационным GSM-каналам (служба сбора данных);
- подсистема обработки считанной информации (сервер баз данных);
- подсистема представления данных (клиентское приложение).

Цель взаимодействия этих подсистем заключается в наглядном отображении и анализе значений параметров, считываемых с приборов учета электрической энергии, установленных в точках учета. На рис. 4 показана схема взаимодействия между приборами учета и программным обеспечением системы «SmartLink».

Служба сбора данных находится в непосредственном взаимодействии с системой обработки считанной информации: она с определенной постоянной периодичностью анализирует состояния сервера БД и реагирует на его изменения, считывая данные с приборов учета, а затем осуществляя запись в БД значений контролируемых параметров.

Сервер БД, во-первых, обеспечивает формирование и ведение БД АСКУЭ. Во-вторых, сервер содержит ряд функций обработки данных для представления информации в заданном пользователем виде.

Программное обеспечение клиентской части устанавливается на

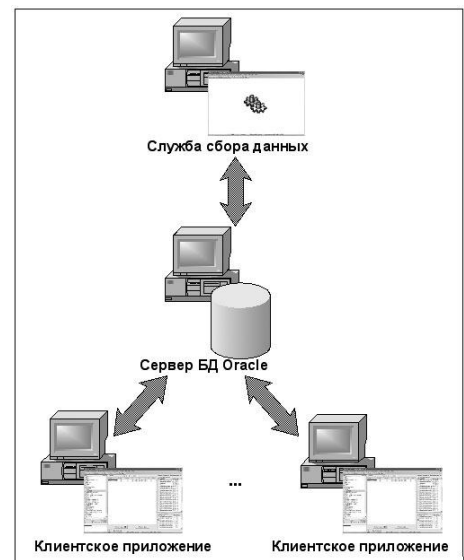


Рис. 3. Структурная схема автоматизированной системы «SmartLink»

компьютерах в отделе главного энергетика предприятий – потребителей электроэнергии и работников отдела АСКУЭ облэнерго. Оно обеспечивает задачи разделения доступа, конфигурирования системы, ручного ввода информации, отображения параметров учета, расчетных значений и справочных данных по запросу клиента. Главные цели клиентской части программного комплекса –

наглядное отображение информации в отчетных формах, на графиках, а также возможность внесения изменений в сервер БД для изменения его состояния, и, следовательно, активизации службы сбора данных.

Задача системы состоит в точном измерении количества потребленной или переданной электроэнергии (возможно, с учетом суточных, зонных или других тарифов), обеспечении возможности хранения этих измерений в течение длительного промежутка времени и доступа к этим данным для произведения расчетов с поставщиком или потребителем. Кроме того, важной составляющей является возможность анализа потребления (передачи) электроэнергии за некоторый промежуток времени.

Автоматизированная система дифференцированного учета «SmartLink» поддерживает следующие типы счетчиков:

- ZxB, ZxU, ZxD («Landis&Gyr AG»);
- SL7000 («Actaris Metering Systems»);
- ЕвроАЛЬФА («Эльстер-Метроника»);
- Энергия («Телекарт-Прибор»).

Система «SmartLink» поддерживает также работу с сумматорами СПЕ542 фирмы «Логика».

Система «SmartLink» предоставляет следующие возможности:

- поддержка нескольких видов соединения с приборами учета (прямое, соединение через системы связи телефонных и мобильных операторов связи); считывание со счетчиков данных графиков нагрузки, показаний и журнала событий; расчет электроэнергии с учетом тарифных коэффициентов; расчет баланса как по активной, так и по реактивной энергии; представление данных в табличном или графическом виде для анализа с возможностью печати или экспорта в файлы различных форматов; поддержка возможности задания периода интеграции для системы, коэффициентов трансформации и единиц измерения;
- ведение журналов замены трансформаторов и счетчиков на точках учета.

Система «SmartLink» обеспечивает удобный, интуитивно понятный пользовательский интерфейс, который предоставляет следующие возможности:

- создание древовидной иерархии групп и точек учета;
- подача запросов на считывание показаний;

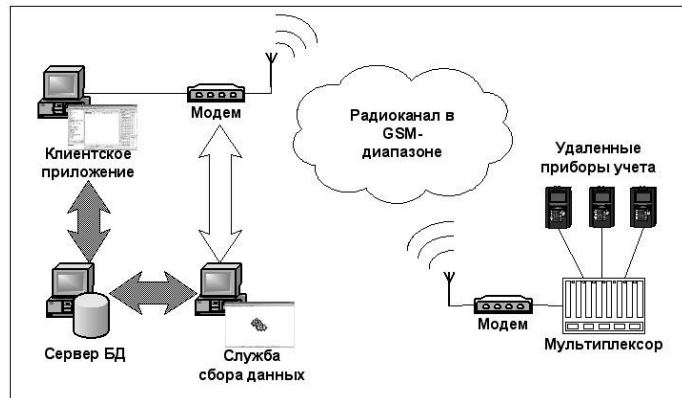


Рис. 4. Схема взаимодействия между приборами учета и программным обеспечением системы «SmartLink»

- отображение данных на разнообразных отчетных формах, удовлетворяющих конкретным требованиям заказчика;
- добавление и модификация данных;
- построение графиков нагрузки;
- предоставление удобных мастеров, упрощающих занесение данных при регистрации новых приборов и точек учета;
- экспорт данных в форматы XML, HTML, Excel;
- импорт данных из форматов макет 30917, 30817, 30818;
- ведение журналов опроса приборов учета. Система «SmartLink» поддерживает три вида опроса:

- оперативный – может быть задан в любое время и запускает функции по вычитке необходимых показаний;
- плановый – задается один раз и запускает функции по считыванию необходимых показаний через указанный интервал времени, кратный 24 часам;
- непрерывный – служит для запуска функций по считыванию мгновенных значений.

Форма оперативного опроса дает пользователю возможность считывания со счетчика, установленного на точке учета, следующих данных:

- график нагрузки за указанный период времени, текущий день и текущий месяц;
- суммарные регистры;
- мгновенные значения.

Форма планового опроса дает пользователю возможность задать расписание считывания с приборов учета графиков нагрузки в указанное время с указанным интервалом.

Для отображения графиков нагрузки предусмотрена форма коммерческого учета, содержащая в себе элементы настройки вывода и графического представления данных (рис. 5, 6). При непрерывном опросе служба сбора данных постоянно с установленным интервалом времени опрашивает мгновенные значения параметров счетчика заданной точки учета.

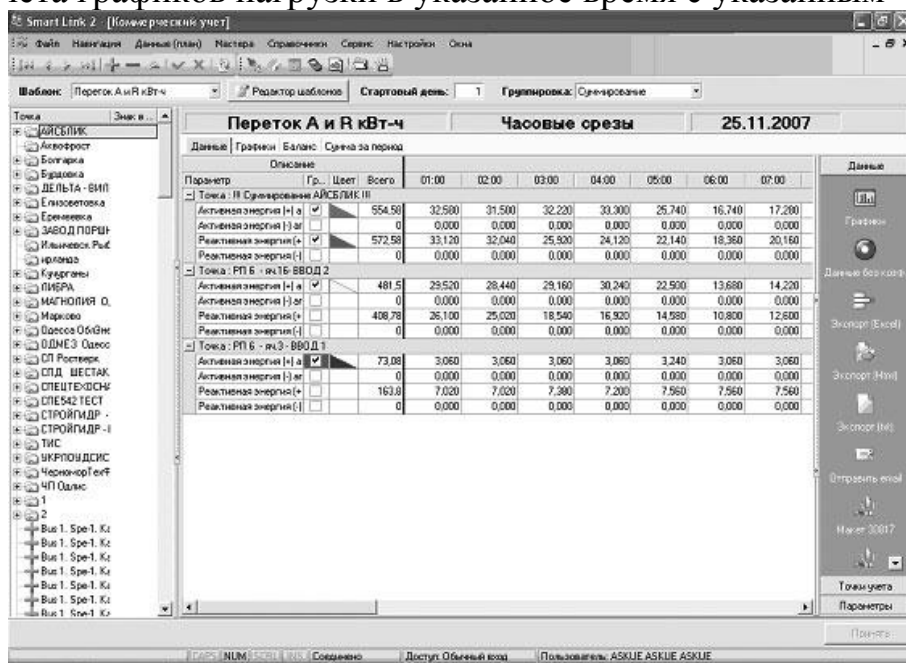


Рис. 5. Форма коммерческого учета.

Для отображения мгновенных значений предусмотрена форма, на которой считанные с приборов учета значения параметров сгруппированы по дате, времени и точкам учета. Указанные формы составляют необходимый и достаточный комплекс для пользователей на предприятиях-потребителях.

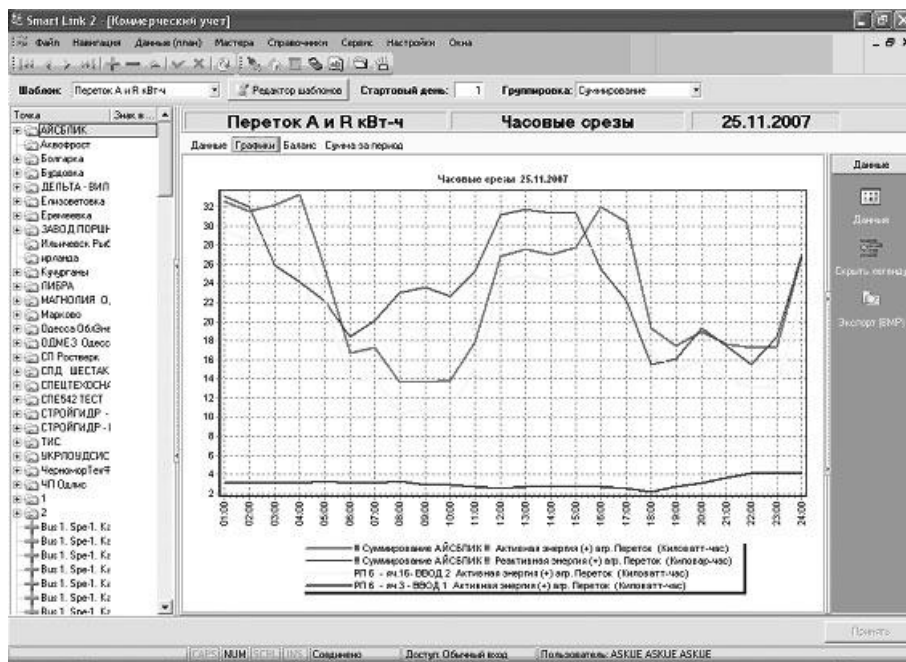


Рис. 6. Вывод графиков нагрузки на форме коммерческого учета

### Выводы

Эффект от использования системы учета электроэнергии достигается не за счет установки и запуска в работу дополнительной достаточно дорогостоящей техники, а за счет разработки и внедрения организационно-технических мероприятий и управленческих решений, для которых необходимы формируемые системой данные.

Точный, достоверный и оперативный контроль и учет электроэнергии, выполняемый с помощью систем АСКУЭ, позволяет:

- потребителям: повысить точность измерения количества потребленной электроэнергии путем использования новых высокоточных приборов учета, перейти на расчет с энергосистемой по дифференцированным тарифам, и, как следствие, уменьшить сумму денежных расходов на оплату электроэнергии, а также эффективно управлять режимами потребления электроэнергии;

- поставщикам: предотвращать хищение электроэнергии потребителями и несанкционированные подключения, что позволит обеспечить значительную часть общего энергосбережения.

Вместе с тем для проведения энергосберегающих мероприятий целесообразно дальнейшее функциональное развитие таких систем. При этом возможно решение следующих задач:

- своевременное выявление потерь или области нецелесообразного расходования электроэнергии и своевременной локализации мест этих потерь;

- минимизация времени анализа возникающих проблемных ситуаций, поиска решений и оценки их последствий, прогнозирование;

- проверка достоверности измерений отдельных составляющих систем потребления электрической энергии и всего комплекса в целом, что достигается за счет ежемесячного составления баланса поступившей и отпущенной электроэнергии с учетом потерь.

Для расчетов потерь, а также для определения и прогнозирования всех составляющих баланса энергоресурсов предприятия (выработка/поставка, отпуск, потери и т.п.), что позволяет снизить потребляемую мощность в часы пиковых нагрузок энергосистемы, целесообразна реализация в рамках АСКУЭ специализированных подсистем интеллектуального анализа данных и экспертных подсистем.

Перспективным является также использование в составе АСКУЭ интеллектуальных подсистем поддержки принятия и исполнения решений, основанных на знаниях, формализуемых в рамках технологии искусственного интеллекта, и опыте высококвалифицированных специалистов, накапливаемом в базах знаний.

**Список литературы:** 1.Справочник потребителя электроэнергии. Глоссарий [Электронный ресурс] / TRIOS, 2004-2009. – Режим доступа: \www/ URL: <http://www.e-meter.info/gloss.php> – Загл. с экрана.2.Автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии [Электронный ресурс] / Компания РС Автоматизация. – Trillium Group, 2001-2009. – Режим доступа: \www/ URL: <http://www.rsautomation.ru/index.php?page=askue&lang=ru> – Загл. с экрана. АСКУЭ современного предприятия [Электронный ресурс] / Электронный журнал энергосервисной компании «ЭСКО» – 2002. – №6. – Режим доступа: \www/ URL: [http://escosys.narod.ru/2002\\_6/art12.htm](http://escosys.narod.ru/2002_6/art12.htm). – Загл. с экрана.3.Свідोцтво про реєстрацію авторського права на твір № 19079. Комп'ютерна програма «Автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии "Smartlink"» [Текст] / Иванов О.Ю., Розновец О.И., Найко С.С., Сомсіков О.С., Роша Ю.П. – Міністерство освіти і науки України, Державний департамент інтелектуальної власності. – 9.01.2007 р. – 1 с. 4.Волощук, Л.А. Система автоматизированного дистанционного учета потребления электроэнергии предприятием [Текст] / Волощук Л.А., Розновец О.И., Коноплев А.И. // Стратегия качества в промышленности и образовании: материалы V международной конференции, 6-13 июня 2009 г. Варна, Болгария. В 2-х томах. Том I. Составители: Хохлова Т.С., Хохлов В.А., Ступак Ю.А. – Днепропетровск-Варна, 2009. – с. 678 – 680 5.Волощук, Л.А. Эффективное управление потреблением электроэнергии на основе использования АСКУЭ [Текст] / Волощук Л.А., Розновец О.И. // Новые и нетрадиционные технологии в ресурсо- и энергосбережении: материалы научно-технической конференции, 19-20 мая 2009 г. Одесса. / под ред. Копейкиной М.Ю. – Киев : АТМ Украины, 2009 г. – с. 18 – 22  
*Поступила в редколлегию 19.05.2011*

**УДК 629.7.035.03–036.34**

**Ю.М.ТЕРЕЩЕНКО**, д-р техн.наук.,проф., НАУ, Киев

**І.О. ЛАСТІВКА**, канд. техн.наук, доц., НАУ, Киев

## **ВПЛИВ ІНТЕНСИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ОБТІКАННЯМ НА ВІБРОНАПРУЖЕННЯ ЛОПАТОК КОМПРЕСОРА ГАЗОТУРБІННОГО ДВИГУНА**

Проведено дослідження впливу інтенсивності газодинамічного управління обтіканням лопаток направляючого апарату на вібронапруження лопаток ротора компресора газотурбінного двигуна при резонансних коливаннях.

Ключові слова: управління обтіканням, нерівномірність потоку, вібронапруження.

Проведено исследование влияния интенсивности газодинамического управления обтеканием лопаток направляющего аппарата на вибронпряжения лопаток ротора компрессора газотурбинного двигателя при резонансных колебаниях.