

УДК 621.6 : 681.5

Е.В. Шитикова

*Запорожский национальный технический университет, Запорожье*

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УЧЕТА И АНАЛИЗА ДАННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК НАЗЕМНОГО ПРИМЕНЕНИЯ

*Рассмотрена автоматизированная система, которая предназначена для ведения учета наработки, получения и хранения необходимых параметров, анализа полученных данных для контроля технического состояния газотурбинных установок наземного применения. Авторами определены основные функциональные требования к данной автоматизированной системе, предложена ее архитектура, рассмотрены подсистемы визуализации и обработки данных по результатам испытаний, определены основные формат и структура электронных документов.*

**Ключевые слова:** автоматизированная система, данные испытаний, газотурбинная установка наземного применения.

### Введение

Современная концепция эксплуатации газотурбинных установок наземного применения (ГТУ НП) во многом определяется требованием заказчиков к качественному сокращению стоимости их жизненного цикла при повышении показателей надежности, где под надежностью чаще всего понимают только узкое понятие - безотказность.

В свою очередь безотказность - это свойство изделия непрерывно сохранять работоспособность в течении всего заданного срока службы в заданных условиях эксплуатации. При этом подтверждением надежности выпускаемых изделий служат многочисленные испытания. Все характеристики надежности на практике определяются путем обработки статистических данных, которая достаточно трудоемка, а поэтому должна быть надлежащим образом организована. А с ростом числа выпущенных ГТУ НП процесс учета и хранения большого количества статистических данных только усложняется.

К основным параметрам работы ГТУ НП относятся все параметры контролируемые системой автоматического управления (САУ), среди которых частота оборотов роторов газотурбинного привода (ГТП) ГТУ НП, давление и расход топливного газа, давление воздуха за КВД, температура и давление маслосмазки в различных точках, температура воздуха на входе в ГТП и за ТНД, температура воздуха в отсеках ГТУ НП, вибрационные параметры на опорах ГТП и потребителя (т.е. нагнетателя - для газоперекачивающих агрегатов (ГПА) или генератора - для газотурбинных электростанций (ГТЭ)), давление газа до и после нагнетателя - для ГПА, параметры качества вырабатываемой электроэнергии - для ГТЭ и т.д. При этом одной из функций САУ является формирование архивной информации о параметрах и состоянии установки во время работы, в том числе и при проведении испытаний.

Но САУ не позволяет автоматизировать процесс учета, анализа и хранения полного спектра данных результатов работы и испытаний ГТУ НП поскольку для контроля технического состояния помимо перечисленных параметров необходимо вести учет наработки, которая на сегодняшний день производится практически вручную, учет количества запусков-остановов с уточнением сообщения от САУ о причине останова, учет настроек индивидуальных особенностей конкретного ГТУ НП и многое другое. Также во время испытаний могут проводиться замеры параметров с помощью нештатной аппаратуры, регистрация которых осуществляется вручную и оформляется на бумажных носителях, что не надежно в хранении и усложняет анализ полученной информации.

Поэтому **целью данной работы** является разработка автоматизированной системы, которая бы вела учет наработки, получение и хранение необходимых параметров и контроля технического состояния ГТУ НП. Для этого необходимо изучить предметную область процесса испытаний ГТУ НП, разработать архитектуру и структуру хранения данных автоматизированной системы учета данных результатов испытаний.

### Разработка автоматизированной системы учета данных результатов испытаний ГТУ НП

При помощи методов модельно-ориентированного проектирования, методов поддержки принятия решений и методов оптимизации была выполнена декомпозиция процесса испытаний ГТУ НП и разработана информационная модель данного процесса [1, 2].

На основе информационной модели была построена модель предметной области процесса испытаний ГТУ НП, представленная на рис. 1, которая позволила выполнить автоматизацию системы документооборота испытаний ГТУ НП.

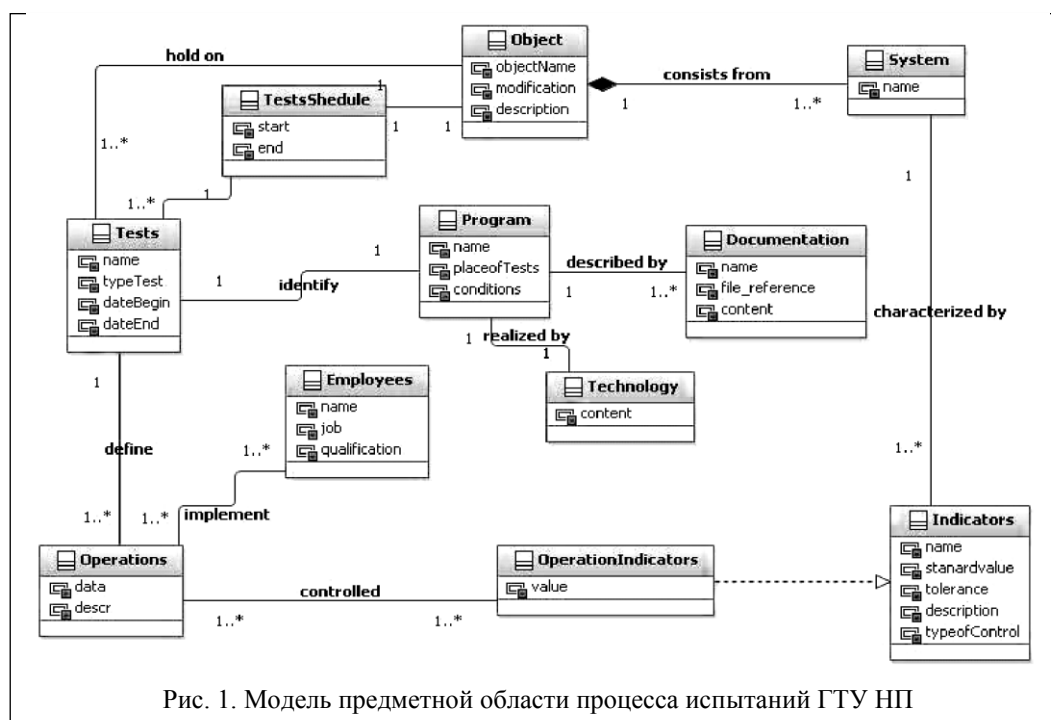


Рис. 1. Модель предметной области процесса испытаний ГТУ НП

Были определены основные формат и структура электронных документов, разработана архитектура автоматизированной системы со следующими функциональными требованиями:

- загрузка данных о работе ГТУ НП во время испытаний производится по сети непосредственно из САУ;
- поддержка централизованного архива данных с иерархической системой хранения;
- хранение результатов испытаний в течение всего жизненного цикла ГТУ НП;
- разграничение доступа к данным для различных групп пользователей (по ГТУ НП, испытанию, видам работ);
- проведение анализа возможных нештатных ситуаций;
- визуализация информации о параметрах установки;
- картографическое представление всех установок, находящихся в эксплуатации.

Как видно на рис. 2 разработанная архитектура автоматизированной системы выполнена с использованием структуры «клиент – сервер», так как рассматриваемая система должна поддерживать многопользовательский режим.

Передача данных от САУ на сервер базы данных передается по защищенному радиоканалу, таким образом осуществляется удаленный доступ ко всем географически распределенным установкам, количество которых может достигать до нескольких сотен.

Подсистема ввода данных с нештатной аппаратуры предусмотрена для загрузки данных, сбор которых осуществляется вручную. Загрузка произво-

дится или с точки доступа на переносном ПК, подключенном к САУ, или с ПК исполнителя с помощью специально организованных форм-запросов.

На рис. 3 представлена диаграмма компонент автоматизированной системы сбора данных результатов испытаний.

Была разработана система хранения данных, которая состоит:

1) со стороны сервера из базы данных для хранения все необходимой информации, разработанной на основании информационной модели процесса испытаний;

2) со стороны клиента из структуры на основе файловой системы, которая использует единый формат хранения данных языка разметки XML. При загрузке данных с других форматов используются конвертеры в указанный формат. Также была разработана структура базы данных, представленная на рис. 4, а для обеспечения межплатформенного взаимодействия с базой данных - соответствующие WCF (Windows Communication Foundation) сервисы.

Опираясь на определенную ранее информационную модель процесса испытаний и структуру электронных документов, были спроектированы подсистемы визуализации информации, интерфейс одной из которых представлен на рис. 5.

В результате применения такой автоматизированной системы разработчик сможет повысить качество контролируемой информации, ее хранение и обработку, а также снизить риски учета ошибочной информации, связанные с человеческим фактором, получать объективную эксплуатационную информацию для своевременного внедрения эффективных мероприятий по улучшению потребительских

свойств ГТУ НП и повышению ее надежности и безопасности. В свою очередь при хранении данной информации в течении всего жизненного цикла из-

деля обеспечивается преємственность опыта и формируется обучающая база для молодых специалистов предприятия.

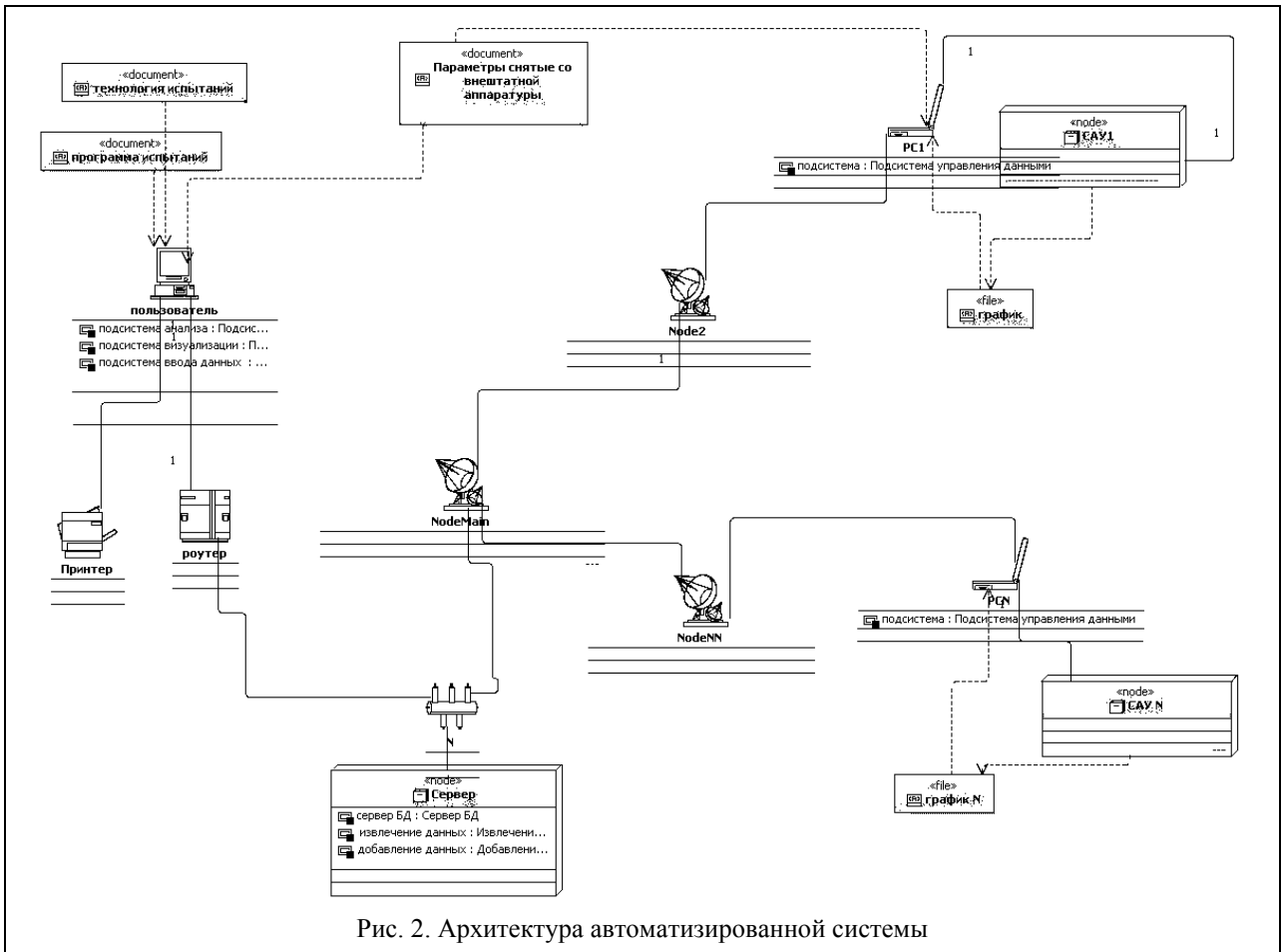


Рис. 2. Архитектура автоматизированной системы

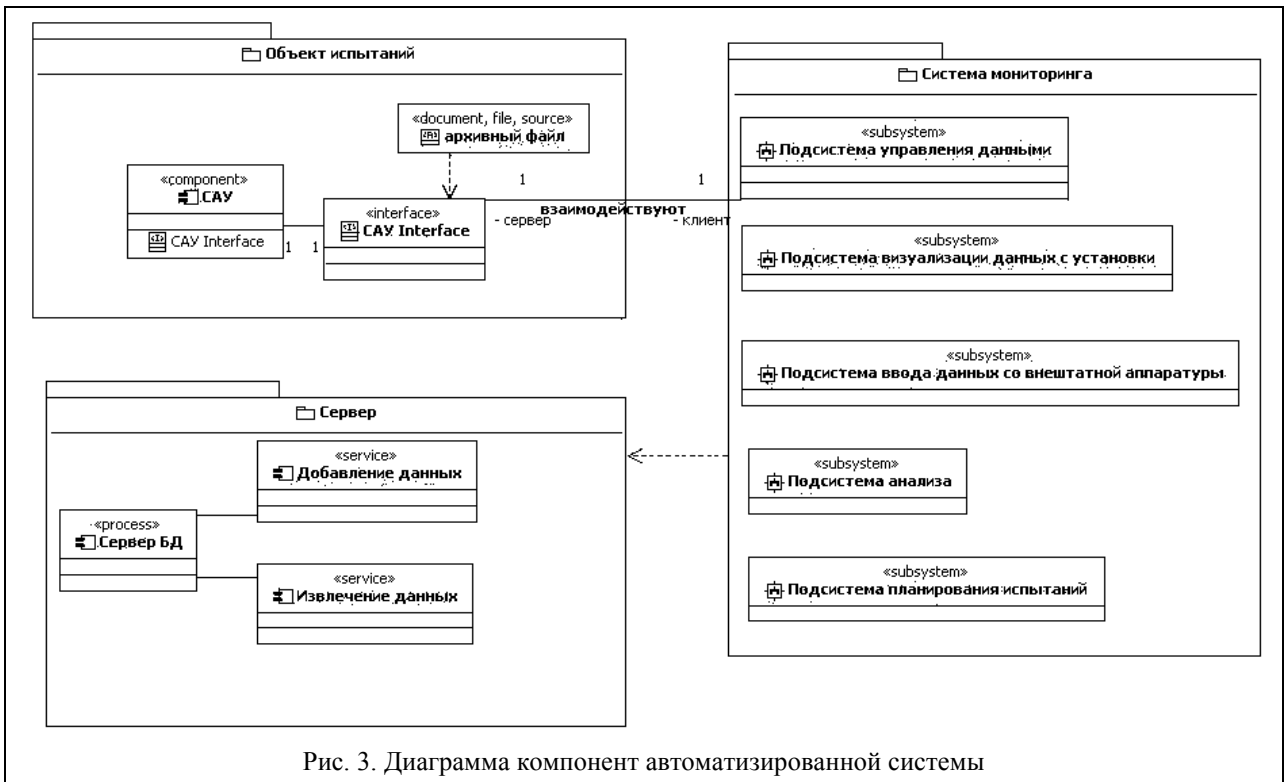


Рис. 3. Диаграмма компонент автоматизированной системы

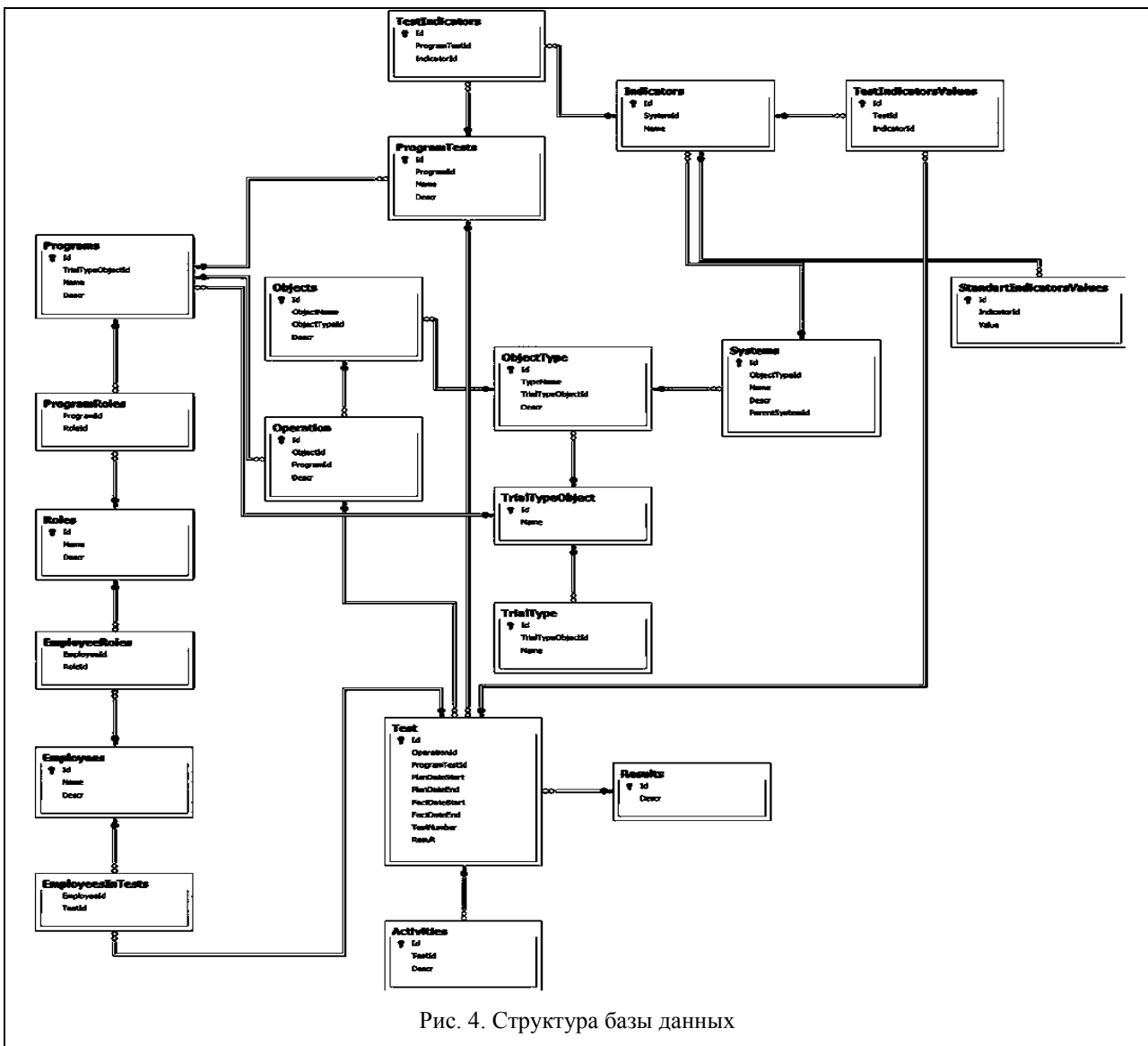


Рис. 4. Структура бази даних

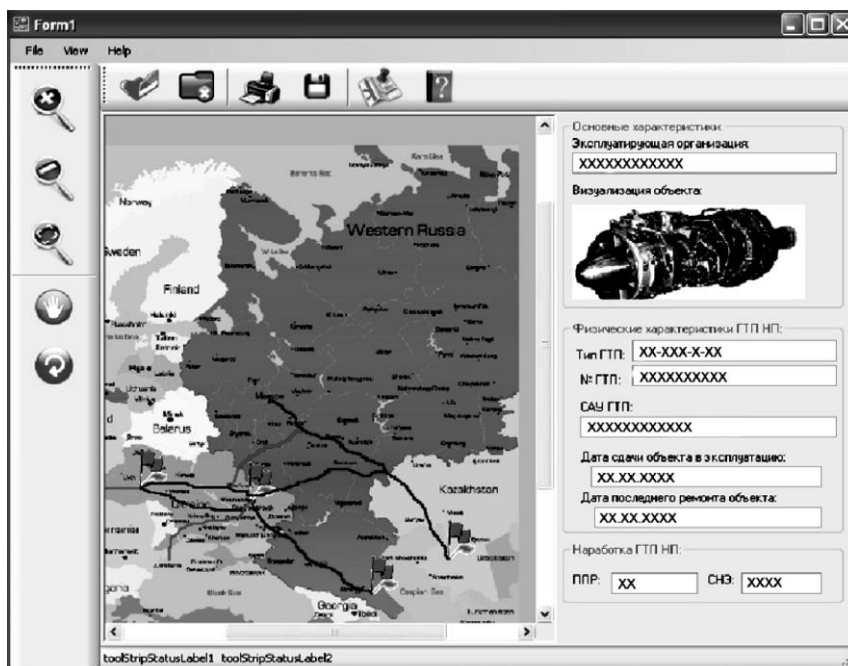


Рис. 5. Інтерфейс підсистеми візуалізації інформації

## Выводы

В ходе проведенной работы на основании информационной модели рассматриваемого процесса была построена модель предметной области процесса испытаний ГТУ НП, которая послужила основой для разрабатываемой автоматизированной системы учета данных результатов испытаний.

Были определены функциональные требования к данной системе, разработаны ее архитектура, диаграмма компонент, структура хранения данных.

Практическая ценность данной работы состоит в том, что были разработаны способ и формат сохранения необходимой информации об испытаниях ГТУ НП в виде электронных документов и подсистемы автоматизированной системы учета данных результатов испытаний.

Полученные результаты позволяют эффективнее контролировать, хранить и обрабатывать данные по результатам испытаний за счет оптимального использования ресурсов и введения автоматизации в процессы учета и анализа данных.

Перспективы дальнейшего развития данной темы состоят в оптимизации процесса сбора и передачи информации с географически распределенных объектов с учетом ограничений на имеющиеся ресурсы.

## Список литературы

1 Шитикова Е.В. Моделирование процесса испытаний газотурбинных установок наземного применения [Текст] / Е.В. Шитикова, Г.В. Табунчик // Системний аналіз. Інформатика. Управління (САІУ-2012): матеріали ІІІ Міжнародної науково-практичної конференції (м. Запоріжжя, 14–16 березня 2012 року) / Міністерство освіти і науки України, Запорізька обласна державна адміністрація, Академія наук вищої школи України, Класичний приватний університет. – Запоріжжя: КПУ, 2012. – С. 307-308.

2 Шитикова Е.В. Модельно-ориентированный подход к автоматизации процессов испытаний газотурбинных установок наземного применения [Текст] / Е.В. Шитикова, Г.В. Табунчик // Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы вычислительного интеллекта : Материалы международной научной конференции, 27-30 мая 2012г. : сборник научных трудов. - Херсон : ХНТУ, 2012. - С. 226-227.

Поступила в редколлегию 28.09.2012

Рецензент: д-р физ.-мат. наук В.Е. Бахрушин, Классический частный университет, Запорожье.

**АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ОБЛІКУ ТА АНАЛІЗУ ДАНИХ  
ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИПРОБУВАНЬ ГАЗОТУРБІННИХ УСТАНОВОК  
НАЗЕМНОГО ВИКОРИСТАННЯ**

О.В. Шитикова

*Розглянута автоматизована система, що призначена для ведення обліку напруження, отримання та зберігання необхідних параметрів, аналізу отриманих даних для контролю технічного стану газотурбінних установок наземного використання. Авторами визначені основні функціональні вимоги до даної автоматизованої системи, запропоновані її архітектура, реалізовані підсистеми візуалізації та обробки даних за результатами випробувань, визначені основні формати і структура електронних документів.*

**Ключові слова:** автоматизована система, данні випробувань, газотурбіна установка наземного використання.

**THE AUTOMATION OF COLLECTION AND ANALYSIS PROCESSES  
FOR GAS TURBINE UNIT FOR TERRESTRIAL  
USAGE TEST DATA**

H.V. Shitikova

*Automated system for an operating time accounting, reception and storage of necessary parameters, analysis of the received data for the control of a technical condition of the gas turbine units for terrestrial usage is considered in the article. The basic functional requirements for this automated system, its architecture are defined. Realized subsystems of visualization and data processing by results of tests are considered by the author. The basic format and structure of electronic documents for this system are established.*

**Keyword:** automated system, tests data, gas turbine unit for terrestrial usage.