

УДК 681.518.5

Лопунова Н. Н.

ведущий инженер-программист бюро разработки программного обеспечения, АО «Элемент», Одесса, Украина, e-mail: odessa@element.od.ua;

Нерубаский В. В.

ст. науч. сотрудник бюро разработки программного обеспечения, АО «Элемент», Одесса, Украина, e-mail: odessa@element.od.ua

## АРХИТЕКТУРА ЗАЩИЩЕННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОМПЛЕКТА ПРИНАДЛЕЖНОСТЕЙ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ СЕМЕЙСТВА РДЦ-450 АО «ЭЛЕМЕНТ»

*Во вводной части статьи приводится краткая информация о предшественнике КПТО-450 – контрольно-проверочной аппаратуре КПА-450, указываются ее недостатки и проблемы. Многими пользователями отмечена избыточная сложность программного обеспечения КПА-450. Обосновывается необходимость создания нового продукта – комплекта принадлежностей для технического обслуживания регуляторов семейства РДЦ-450 – КПТО-450, приспособленного для пользователей с различными требованиями к функциональности.*

*Подробно описываются выполняемые функции, приводится внешний вид поставочного комплекта КПТО-450. Отмечается, что основные функции – отображение на экране ПЭВМ параметров при проведении испытаний; ввод эксплуатационных и доводочных регулировок; калибровка насоса-дозатора; считывание и редактирование информации от блока РДЦ-450 об аппаратных отказах, параметрах, вышедших за допуск, суммарной наработке – остаются без изменений, но дорабатываются с точки зрения расширения объема предоставляемой пользователю информации.*

*Приводится архитектура и дается краткое описание основных программных компонентов, входящих в состав программного обеспечения КПТО-450. Указывается, что для программного обеспечения КПТО-450 предусмотрены три уровня доступа: «Эксплуатант», «Изготовитель» и «Разработчик». Именно эти уровни доступа, а также соответствующие им логин и пароль пользователя, определяют функциональность программного обеспечения КПТО-450.*

*Приводится описание схемы защиты программного обеспечения КПТО-450 с использованием аппаратных USB-ключей, индивидуальных для каждого из уровней доступа. Описывается схема взаимодействия программных компонентов в зависимости от ключа и уровня доступа. Отдельно описываются особенности доступа к программе просмотра баз данных испытаний, которая является автономным модулем и может использоваться отдельно от остальных программ КПТО-450 со своим вариантом USB-ключа.*

*Дается краткая информация об аппаратно-программной платформе КПТО-450, сохранившей избыточность по каналам приема/передачи информации для будущих вариантов. Сообщается, что новый программный продукт получил Свидетельство о регистрации авторского права, проведена его стоимостная экспертиза, а первые образцы КПТО-450 подготовлены к поставке Заказчикам.*

**Ключевые слова:** комплект принадлежностей для технического обслуживания; газотурбинный двигатель; система автоматического управления; тарировка насоса-дозатора; эксплуатационные и доводочные регулировки; техническое обслуживание; электронный ключ.

### Введение

АО «Элемент» как одно из головных предприятий Украины по научно-техническому направлению «Электронные системы измерения, контроля параметров и управления авиационными двигателями» уделяет серьезное внимание совершенствованию своих изделий, причем как электронных устройств, так и программного обеспечения. Особое место среди них занимает

контрольно-проверочная аппаратура (КПА) для семейства электронных систем автоматического управления (САУ) ГТД РДЦ-450: РДЦ-450М, РДЦ-450М-С, РДЦ-450М-Ви их вариантов.

Программно-аппаратная часть КПА-450 прошла достаточно длительный путь развития и совершенствования, серийно производится и поставляется ВС Украины, гражданским эксплуатирующим авиационным предприятиям

Украины и ряда иностранных государств. В то же время КПА-450 продолжает использоваться при приемо-сдаточных испытаниях РДЦ на самом предприятии, а также при испытаниях и доводке ГТД семейства АИ-450 на стендах ГП «Ивченко-Прогресс» и АО «Мотор Сич».

В процессе эксплуатации аппаратуры и программного обеспечения (ПО) КПА был выявлен ряд недостатков, но самое главное, что многими пользователями была отмечена ее избыточная сложность. Причина этого кроется в том, что изначально КПА являлась инструментальным средством, рассчитанным на использование высококвалифицированными специалистами-разработчиками АО «Элемент» при доводке аппаратной и программной частей РДЦ-450. «Коммерческая» версия КПА-450 была создана на базе этой «домашней» путем удаления ненужных, например, для эксплуатации, функций. При этом проявились другие, чисто организационные проблемы – многообразие версий и исполнений КПА, что усложняло документирование, сопровождение и доработку изделия.

Поэтому совместно с ГП «Ивченко-Прогресс» была предложена концепция своеобразного «ребрендинга» КПА под новым названием – комплект принадлежностей для технического обслуживания регуляторов семейства РДЦ-450 – КПТО-450. Такая смена названия определяла ориентацию КПТО на основного пользователя – эксплуатанта двигателя и РДЦ.



Рис. 1. Общий вид КПТО-450

ПО КПТО должно было сохранить полный набор функций ПО КПА, но предоставлять

доступ к этим функциям «дозированно» и фактически в зависимости от квалификации пользователя. Повышение «уровня» пользователя должно осуществляться не покупкой другой версии ПО, а лишь приобретением «разрешения» на доступ к дополнительным функциям. Переход к КПТО также упростил разработку новых его вариантов в связи с появлением новых модификаций двигателей АИ-450 и, соответственно, новых модификаций РДЦ-450. Для этого АО «Элемент» и ГП «Ивченко-Прогресс» совместно разработали единые Технические Требования к КПТО-450, отличающиеся только Приложениями, в которых описывались особенности той или иной модификации РДЦ-450.

Предлагаемая статья является описанием архитектуры, состава и функциональных возможностей нового продукта АО «Элемент» – КПТО-450.

### 1. Функции КПТО-450

Основные функции КПТО-450 остались практически без изменений [1]:

- ввод эксплуатационных и доводочных регулировок при корректировке законов управления двигателем;
  - считывание и редактирование информации с блока РДЦ-450 об аппаратных отказах, о суммарной наработке и др.;
  - регистрация и отображение на экране ПЭВМ параметров при проведении приемо-сдаточных и других наземных испытаний двигателя и САУ путем формирования и записи баз данных на основе цифровых параметров, выдаваемых блоком РДЦ-450 по последовательному каналу информационного обмена;
  - просмотр и вывод на печать базы данных;
  - сохранение базы данных на диск или файловый сервер;
  - калибровка насоса-дозатора;
  - настройка (редактор параметров, редактор протокола информационного обмена с внешними системами);
  - помощь (справочная информация по ПО).
- Отличием от КПА стала возможность использования этих функций в зависимости от уровня доступа.

Внешний вид поставочного комплекта КПТО-450 представлен на рис. 1.

### 2. Архитектура КПТО-450

По определению IEEE1472000.2000 архитектура ПО – это базовая организация системы, воплощенная в ее компонентах, их отношениях между собой и с окружением, а также принципы, определяющие проектирование и развитие системы.

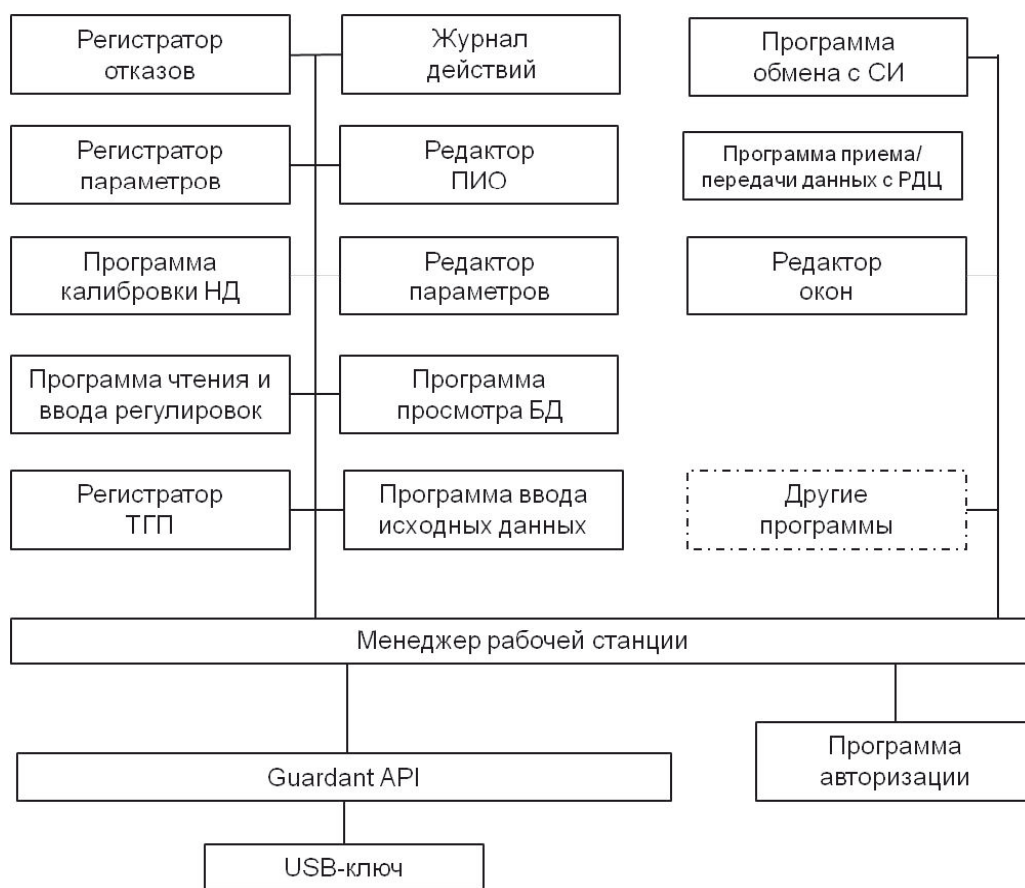


Рис. 2. Схема ПО КПТО-450

Архитектура ПО КПТО-450 по сравнению с КПА изменена в плане четкого разграничения уровней доступа: «Разработчик» (разработчик электронного цифрового регулятора РДЦ-450), «Изготовитель» (изготовитель двигателя АИ-450), «Эксплуатант» (все остальные пользователи).

В состав ПО КПТО-450 входят следующие основные компоненты:

- программа авторизации предназначена для идентификации и авторизации пользователя, а также для запуска менеджера рабочей станции;

- менеджер рабочей станции предназначен для инициализации и запуска программ КПТО-450, управления выполнением программ и синхронизации потоков данных;

- программа ввода исходных данных предназначена для ввода исходных данных о пользователе КПТО-450, а также информации об РДЦ, двигателе, объекте (ЛА, стенд);

- программа просмотра БД предназначена для просмотра базы данных испытаний в графической и табличной форме, вывода информации на печать, экспорта данных. Обеспечивается запись и чтение БД больших размеров (более 1 ГБ);

- редактор параметров предназначен для редактирования списка параметров и градуировки измерительных каналов;

- редактор ПИО предназначен для редактирования адресов, параметров, типов переменных и коэффициентов протокола информационного обмена РДЦ с внешними системами ЛА;

- журнал предназначен для просмотра электронного журнала сообщений;

- регистратор отказов предназначен для считывания содержимого регистратора отказов блока РДЦ и сохранения информации в виде файла;

- регистратор параметров предназначен для считывания содержимого регистратора параметров из блока РДЦ и сохранения информации в виде файла;

- регистратор ТГП предназначен для отображения данных, полученных при контроле технического состояния двигателя по тренду термогазодинамических параметров (ТГП);

- программа калибровки насоса-дозатора предназначена для выполнения калибровки измерительного канала положения дозирующего элемента насоса-дозатора;

- программа чтения и ввода регулировок предназначена для считывания и ввода эксплуатационных и доводочных регулировок блока РДЦ-450, сохранения считанных регулировок в виде файла на ПЭВМ с возможностью автоматического внесения регулировок в блок РДЦ-450, а также текстовой обработки;

- программа обмена со стендом-имитатором (СИ) предназначена для приема и передачи команд и сигналов, в том числе имитации неисправностей, необходимых для проверки функционирования РДЦ-450 в составе силовой установки ЛА;

- программа приема-передачи данных с РДЦ обеспечивает прием и передачу данных от РДЦ по протоколу ТСР/IP через устройство сопряжения (УС).

Схема ПО КПТО-450 представлена на рис.2. Ниже описаны новые возможности ПО КПТО-450.

При старте ПО КПТО-450, после программы авторизации, автоматически загружается окно программы ввода исходных данных, в котором вводятся номер двигателя, номер РДЦ, номер насоса-дозатора, сведения о номере ЛА и данные пользователя.

В ПО КПТО-450 предусмотрен прием данных о номере РДЦ-450, версиях ПО и номерах модулей центрального процессора, ПЛИС и периферийных модулей, входящих в состав РДЦ-450, непосредственно из регулятора РДЦ-450. Полученные из РДЦ данные индицируются в формате строки на панели менеджера рабочей станции и могут быть представлены подробно в отдельном окне, вызываемом при наведении курсора мыши на специально предусмотренную пиктограмму.

Номер РДЦ-450, считанный из регулятора, используется при формировании имени файла пользовательской БД, что упрощает ее идентификацию.

В течение сеанса работы с КПТО-450 сообщения о действиях персонала, изменениях в исходных данных, регулировках, отказах записываются в специальный журнал сообщений. В программе ведения журнала предусмотрена защита от подмены (искажения) информации. Сообщения в электронном журнале хранятся в кодированном виде и не подлежат редактированию. Доступен просмотр сообщений с

использованием фильтров и вывод сообщений на печать.

В программе чтения и ввода регулировок перечень параметров, доступных в окне эксплуатационных и доводочных регулировок, определяется уровнем доступа пользователя. Для уровня доступа «Эксплуатант» работа с регулировками запрещена, а для уровня «Изготовитель» ограничена группами параметров «Эксплуатационные» и «Наработки». Полный доступ к регулировкам возможен только в режиме «Разработчик». При изменении значения регулировки информация о старом и новом значениях, дате и времени изменения и пользователе, задавшем новое значение, сохраняется в бинарном файле и отображается в графическом окне работы с регулировками. В программу работы с регулировками добавлена возможность сравнения значений регулировок в 1-м и 2-м каналах РДЦ-450.

В протоколы регистрации регулировок и в протоколы регистратора параметров, регистратора отказов и регистратора ТГП добавлена информация о номере РДЦ-450, считанном из регулятора.

Сохранена важная особенность «старого» КПА-450М – возможность одновременной работы с двумя блоками РДЦ-450, управляющими двумя двигателями АИ-450, которые входят в состав силовой установки вертолета Ми-2М/МСБ-2.

### 3. Уровни доступа и защита

ПО КПТО-450 реализовано в виде одной версии, но доступность функций и компонентов определяется уровнем доступа (Таблица 1). Для уровня доступа «Разработчик» предусмотрен наиболее полный набор функциональности ПО. Уровень доступа «Эксплуатант» обеспечивает ограниченную функциональность, достаточную для технического обслуживания регуляторов семейства РДЦ-450 в условиях эксплуатации.

**Таблица 1.** Список функций и программ ПО КПТО и степень их доступности для каждого уровня доступа

Доступность функции или программы	Разработчик	Изготовитель	Эксплуатант
1 Запись БД	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2 Просмотр и анализ БД	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 Ввод исходных данных	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4 Редактор протокола информационного обмена	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 Редактор окон	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 Редактор списка параметров	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7 Журнал	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8 Регистратор отказов	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9 Регистратор параметров	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10 Регистратор газодинамических параметров	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11 Работа с эксплуатационными регулировками	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12 Работа с доводочными регулировками	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13 Калибровка насоса-дозатора	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14 Наличие аппаратного USB-ключа	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Уровень доступа пользователя ПО КПТО-450 определяется введенным логином и паролем и подтверждается кодом, полученным в результате алгоритмической обработки данных из аппаратного USB-ключа, входящего в состав КПТО [2].

Электронные ключи используются для уровней доступа «Разработчик» и «Изготовитель». Для каждого из уровней доступа используется свой ключ с отдельным массивом контрольных данных, зашитых в него. Для уровня доступа «Эксплуатант» электронный ключ не используется.

В КПТО применены USB-ключи Guardant Stealth II (рис. 3). При разработке ПО для работы с ключами использовались библиотеки производителя ключей Guardant API.



Рис. 3. Электронный ключ

Первая проверка наличия ключа выполняется на этапе авторизации пользователя при запуске ПО КПТО-450. После ввода логина и пароля уровня доступа «Разработчик» или «Изготовитель» программа авторизации обращается к ключу для подтверждения уровня доступа. Если права пользователя не подтверждаются ключом, выдается предупреждение об автоматическом переходе на уровень доступа «Эксплуатант», в котором функциональность программного обеспечения ограничена. При успешном прохождении проверки прав доступа работа продолжается на уровне, соответствующем логину и паролю пользователя.

После запуска программы менеджера рабочей станции уровня «Разработчик» или «Изготовитель» проверка наличия электронного ключа, а также считывание из него контрольных данных и их обработка происходят с периодом 5 с. Если уровень доступа не подтверждается при очередной проверке, выдается сообщение об ошибке и работа КПТО-450 прекращается.

Программа просмотра БД может быть запущена из меню менеджера рабочей станции уровня «Разработчик» или «Изготовитель». В этом случае контроль ключа продолжает выполняться менеджером. При автономном запуске программы просмотра БД работу с ключом

последняя осуществляет самостоятельно. Происходит поиск и проверка данных из трех возможных ключей: для уровней «Разработчик», «Изготовитель» и отдельного ключа, специально предназначенного для программы просмотра БД. Если ни один из трех ключей не обнаружен, программа выдает сообщение об ошибке и закрывается.

При автономной работе программы просмотра БД проверка наличия электронного ключа и считывание из него контрольных данных происходит, как и в программе менеджера рабочей станции, с периодом 5 секунд.

#### 4. Аппаратно-программная платформа КПТО-450

Структура аппаратно-программной платформы КПТО-450 по сравнению с КПА-450 практически не изменилась – это ПО, предназначенное для исполнения на стационарном или переносном ПК (типа «Notebook»), и УС, выполняющее согласование интерфейса ПК Ethernet 10/100BaseT и интерфейса блока РДЦ ARINC-429.

Время непрерывной работы КПТО-450 – 23 ч, с последующим перерывом на 1 ч.

В состав УС входят [2]:

- четыре канала приемников ARINC-429 (100 кбит/с);
- четыре канала передатчиков ARINC-429 (100 кбит/с);
- интерфейс Ethernet 10/100BaseT.

Для обеспечения связи УС с блоком РДЦ и ПК используются специальные интерфейсные кабели.

Корпус УС – пыле- и влагозащищенный – допускает работу при температуре окружающей среды от -20 до +55°С. Масса УС в комплекте с поставляемыми кабелями не превышает 3 кг. Масса самого УС – около 1 кг.

Конструкция, схема питания и подключения, элементная база, внешний вид, размеры и масса УС не изменились [3, 4].

Введена жесткая привязка УС к ПО КПТО-450. Для этого в УС используются два восьмиразрядных DIP-переключателя, а соответствующий им код передается и анализируется в ПО.

#### Заключение

Необходимо отметить, что процесс совершенствования ПО практически бесконечен. Не является исключением и ПО КПА-450 и КПТО-450. Для АО «Элемент» появление КПТО-450 является шагом вперед по сравнению с КПА-450, о чем говорилось выше. Правильность нашего решения подтвердит только практика, а точнее, положительные отзывы наших Заказчиков и пользователей.

Разработка КПТО-450 практически завершена, выполнено тестирование и отработка ПО на стенде-имитаторе в АО “Элемент”. К моменту написания статьи получено Свидетельство о регистрации авторского права на ПО КПТО-450 и проведена экспертная оценка его стоимости. В ближайшие месяцы начнется серийное производство и поставка КПТО-450 Заказчикам.

### Литература

1. Нерубаский В. В. Перспективы развития контрольно-проверочной аппаратуры для семейства электронных САУ АО “Элемент” [Текст] / В. В. Нерубаский, И. К. Лопашенко

// Авиационно-космическая техника и технология. - 2017. - № 8 (143). - С. 139-142.

2. Защита и лицензирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dev.guardant.ru/pages/viewpage.action?pageId=20414482>. - 03.02.2019 г.

3. Контрольно-проверочная аппаратура КПА-450М. Руководство по эксплуатации. АХША.426477.001-01 РЭ [Текст] // АО “Элемент”. – 2012. – 18 с.

4. Контрольно-проверочная аппаратура КПА-450М блока РДЦ-450М. Программное изделие. Руководство оператора. АХША.68000-02 34 01 [Текст] // АО “Элемент”. – 2017. – 103 с.

*Поступила в редакцию 30.05.2019*

### **Н.М. Лопунова, В.В. Нерубаский. Архітектура захищеного програмного забезпечення комплекта приладдя для технічного обслуговування регуляторів родини РДЦ-450 АТ «ЕЛЕМЕНТ»**

*У вступній частині статті наводиться коротка інформація про попередника КПТО-450 - контрольно-перевірочної апаратури КПА-450, вказуються її недоліки і проблеми. Багатьма відзначена надмірна складність програмного забезпечення КПА-450. Обґрунтовується необхідність створення нового продукту - комплексу приладдя для технічного обслуговування регуляторів сімейства РДЦ-450 - КПТО-450, краще пристосованого для користувачів з різними вимогами до функціональності.*

*Детально описуються функції і приводиться зовнішній вигляд поставного комплексу КПТО-450. Відзначається, що основні функції - відображення на екрані ПЕОМ параметрів при проведенні випробувань; введення експлуатаційних і доводочних регулювань; калібрування насоса-дозатора; зчитування і редагування інформації від блоку РДЦ-450 про апаратні відмови, по параметрах, які вийшли за допуск, сумарного напрацювання - залишаються без змін, але допрацьовуються з точки зору розширення обсягу наданої користувачу інформації.*

*Наводиться архітектура і дається короткий опис основних програмних компонентів, що входять до складу програмного забезпечення КПТО-450. Вказується, що для програмного забезпечення КПТО-450 передбачені три рівні доступу: «Експлуатант», «Виробник» і «Розробник». Саме ці рівні доступу, а також відповідні їм логін і пароль користувача, визначають функціональність програмного забезпечення КПТО-450.*

*Наводиться опис схеми захисту програмного забезпечення КПТО-450 з використанням апаратних USB-ключів, індивідуальних для різних рівнів доступу. Описується схема взаємодії програмних компонентів в залежності від ключа і рівня доступу. Окремо описуються особливості доступу до програми перегляду баз даних випробувань, яка є автономним модулем і може використовуватися окремо від інших програм КПТО-450 зі своїм варіантом USB-ключа.*

*Дається коротка інформація про апаратно-програмну платформу КПТО-450, що зберегла надмірність по каналах прийому / передачі інформації для майбутніх варіантів. Повідомляється, що новий програмний продукт отримав Свідоцтво про реєстрацію авторського права, проведена його вартісна експертиза, а перші зразки КПТО-450 підготовлені до постачання Замовникам.*

**Ключові слова:** комплект приладдя для технічного обслуговування; газотурбінний двигун; система автоматичного керування; тарювання насоса-дозатора; експлуатаційні та доводочні регулювання; технічне обслуговування; електронний ключ

**N.N. Lopunova, V.V. Nerubaskyi. Protected software architecture for JSC «ELEMENT» RDTs-450 family regulators maintenance accessory kit**

*Introductory part of the article provides a brief information about the predecessor KPTO-450 - test equipment KPA-450, identifies its shortcomings and problems. Many have noted the excessive complexity of the KPA-450 software. It justifies the need to create a new product - a maintenance accessory kit for RDC-450 family regulators - KPTO-450, better adapted for users with different requirements for functionality.*

*The functions and the appearance of the delivery kit KPTO-450 are described in detail. It is noted that the main functions are the display on the screen of the PC parameters during the tests; input of operational and finishing adjustments; calibration of the metering pump; reading and editing information from the RDC-450 on hardware failures, parameters passed for admission, total operating time remain unchanged, but are refined from the point of view of expanding the amount of information provided to the user.*

*The architecture is given and a brief description of the main software components included in the KPTO-450 software is given. It is indicated that for KPTO-450 software there are three levels of access: «Operator», «Manufacturer» and «Developer». It is these access levels, as well as the corresponding username and user password, that determine the functionality of the KPTO-450 software.*

*A description is given of the protection scheme of the KPTO-450 software using USB hardware keys, which are individual for different access levels. The scheme of interaction of software components depending on the key and access level is described. Separately describes the features of access to the test database viewer program, which is a stand-alone module and can be used separately from other KPTO-450 programs with its own USB dongle option.*

*A brief information is given on the KPTO-450 hardware and software platform, which has preserved redundancy through information receiving / transmitting channels for future options. It is reported that the new software product has received a copyright registration certificate, its valuation expertise has been conducted, and the first samples of KPTO-450 have been prepared for delivery to Customers.*

**Key words:** maintenance accessory kit; gas turbine engine; automatic control system; metering pump calibration; operational and development regulations; maintenance; electronic key.

**References**

1. Nerubasskii V.V., Lopashchenko I.K. Perspektivy razvitiya kontrol'no-proverochnoi apparatury dlya semeistva elektronnykh SAU AO "Element" [The future of the checkout equipment for the family of ECU developed by JSC "Element"]. *Aviatsionno-kosmicheskaya tekhnika i tekhnologiya Publ.*, 2017, no.8 (143), pp.139-142.
2. Zashchita i litsenzirovaniye [Protection and Licensing] Available at: <https://dev.guardant.ru/pages/viewpage.action?pageId=20414482>. - 03.02.2019 g.

3. Kontrol'no-proverochnaya apparatura KPA-450M. Rukovodstvo po ekspluatatsii. AKh-ShA.426477.001-01 RE [Control-Test equipment KPA-450M. Maintenance manual]. Odessa, AO "Element", 2012. 18 p.
4. Kontrol'no-proverochnaya apparatura KPA-450M bloka RDTs-450M. Programmnoye izdeliye. Rukovodstvo operatora. AKhShA.68000-02 34 01 [Control-Test equipment KPA-450M of RDTz-450M ECU, Software product. Operator's manual]. Odessa, AO "Element", 2017. 103 p.