

УДК 004.051

## Анализ качества системы контроля и оповещения климатических испытаний

С. А. Кобелева

skobeleva98@mail.ru

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ)

**Аннотация.** Регулятор предназначен для управления газотурбинным двигателем, поэтому он должен быть устойчивым к внешним воздействующим факторам, сохраняя способность выполнять свои функции. В связи с этим перед вводом регулятора в эксплуатацию проводят испытания: механический удар однократного или многократного действия, атмосферное понижение давления, соляной туман, линейное ускорение, повышение и понижение температуры среды. Система контроля и оповещения климатических испытаний позволяет выявить неполадки регулятора при воздействии температурой, своевременно оповестив оператора. Сигналы системы должны быть информативными и практичными.

**Ключевые слова:** электронный регулятор; климатические испытания; система контроля и оповещения; автоматизированное рабочее место.

Эффективность функционирования любой современной технической системы обеспечивается за счет изменения или поддержания на заданном уровне основных параметров, определяющих ее работоспособность.

Испытания проводятся с целью определения способности блока выполнять заданные функции, сохранять значения параметров и внешний вид после воздействия изменения температуры окружающей среды. При испытаниях на воздействие повышенной и пониженной температур значение температуры выдерживают с погрешностью, не превышающей  $\pm 2$  °С [1]. Испытуемым блоком является электронный регулятор работы двигателя (ЭРРД). Проверку электрических параметров ЭРРД проводят на технологической системе испытаний.

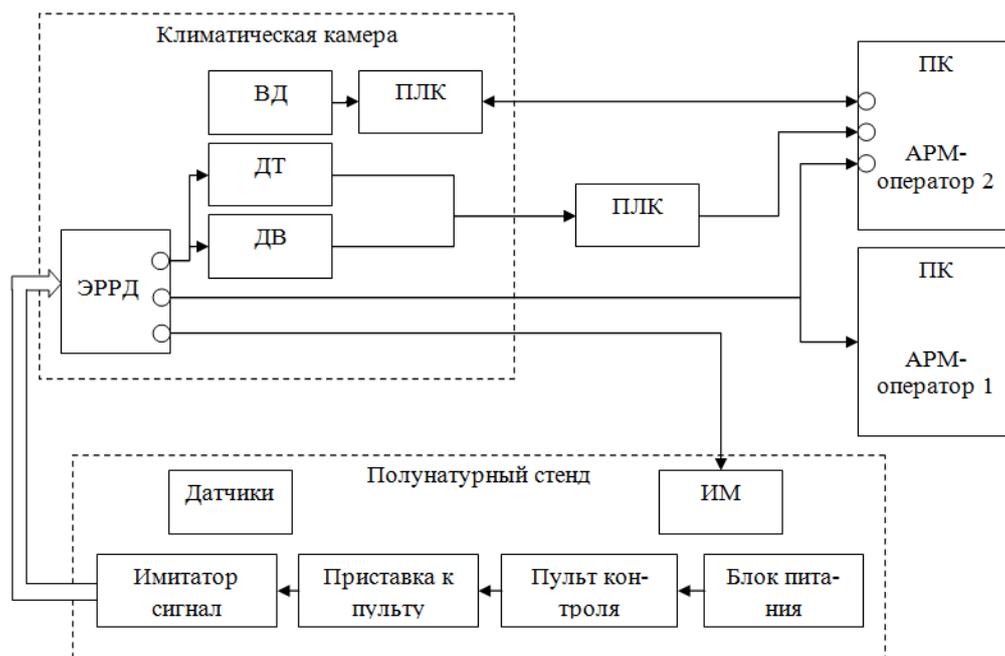
Регулятор предназначен для выполнения логических, управляющих и контролируемых программ, обеспечивающих управление двигателем на всех режимах его работы во всех условиях эксплуатации. Он интегрирован с бортовым управляющим ком-

плексом, а также выдает информационные сигналы в многоканальную систему регистрации параметров и комплексную систему электронной индикации и сигнализации.

Система контроля и оповещения разработана для повышения скорости реагирования оператора на некорректную работу регулятора во время климатических испытаний, снижения риска аварийных ситуаций, а также уменьшения процента повреждений регулятора авиадвигателя при его испытаниях, что экономит время и средства на его замену.

Климатические испытания электронного регулятора реализуются следующим образом. Датчик температуры, встроенный в климатическую камеру холода-тепла, фиксирует показания температуры внутри камеры в ходе испытания. Сформированный сигнал поступает на встроенный контроллер.

Структурная схема системы контроля и оповещения климатических испытаний регулятора авиадвигателя представлена на рис. 1.



**Рис. 1.** Структурная схема системы контроля и оповещения

ЭРРД – электронный регулятор работы двигателя; ВД – встроенные датчики (в климатическую камеру); ДТ – датчик температуры; ДВ – датчик влажности; ПЛК – программируемый логический контроллер; АРМ – автоматизированное рабочее место

Датчик температуры и датчик влажности подключаются к объекту, помещенному в климатическую камеру. Датчик температуры фиксирует показания объекта, датчик влажности измеряет процент влажности на объекте, поступившая информация подается на аналоговый вход контроллера представленной системы. На вход электронного регулятора авиадвигателя подаются имитационные сигналы с помощью полунатурного стенда, в состав которого входят имитатор сигналов и пульт контроля. Сигнал с ЭРРД передается на автоматизированное рабочее место оператора, посредством интерфейса *MIL-STD-1553B*. Блок управления (компьютер) в зависимости от поступивших данных формирует управляющий сигнал для климатической камеры, также управляющий сигнал может быть сформирован оператором АРМ. Измерительные модули: встроенный в камеру датчик температуры и датчики температуры и влажности, подключенные к регулятору, включаются в автоматизированную систему последовательно при помощи кабелей, образуя тем самым измерительные ветви с интерфейсом *RS-485*. Сигналы с цифровых датчиков передаются на сервер, где ведется их запись, а также производятся

вычисления всех необходимых параметров, которые отображаются на цифровых индикаторах в зоне оперативного контроля, а также на мониторе у оператора. Для обмена информацией между компьютером и ПЛК в автоматизированной системе используются преобразователи интерфейса *RS-485 ↔ Ethernet*. Автоматизированная система также снабжена управляющими модулями, которые в автоматическом режиме осуществляют контроль параметров по установленным порогам, и в случае их превышения формируют сигналы отключения испытываемого оборудования.

Необходимый комплекс технических средств, позволяющий осуществить работу системы контроля и оповещения климатических испытаний: климатическая камера, датчики и контроллер [2]. В камере теплехолода  $-74-75/180$  с сенсорным дисплеем возможно проводить циклические испытания, а также она предназначена для испытания электронного оборудования и соответствует необходимым требованиям по объему, питанию и температурному диапазону.

В процессе работы система ведёт непрерывное наблюдение за испытанием регулятора и производит оценку работы регулято-

ра по его параметрам: температуры газа в маслобаке, расхода топлива, частоты вращения ротора, а также температуры камеры, температуры корпуса испытываемого блока, влажности на корпусе блока. На рис. 2 изображен общий вид АРМ оператора системы контроля и оповещения климатических испытаний.

Функционирование системы реализуется следующим образом: после включения питания контроллер производит инициализацию датчиков температуры и влажности и определяет, в каком состоянии они находятся (рабочее состояние или неисправен), потом осуществляется выбор климатического испытания: холодостойкость, теплостойкость или циклическое изменение температуры. В зависимости от выбранного режима, оператор устанавливает температуру, и автоматически включается таймер, таймер задает разное время для каждого вида испытания: теплостойкости, холодостойкости, циклического испытания. В течение заданного таймером времени проверяется влажность и температура, если один из параметров приближается к границе система дает сигнал тревоги. Если испытание проходит успешно, оператор включает регулятор, после включения питания кон-

троллер производит инициализацию и в зависимости от сигналов определяет, в каком состоянии находится регулятор. Оператор дожидается получения сигнала от регулятора «Готов» и выбирает режим работы «Запуск». Автоматически устанавливается таймер на 30 минут, в течение этого времени осуществляется проверка всех параметров регулятора и проверка параметров системы контроля и оповещения климатических испытаний. Сигналы оповещения оператора: «Тревога» – в случае, когда показания приближаются к допустимой границе, «Готов» – для подключения регулятора, «Неисправен» – сигнал о неисправности регулятора. Данные о проводимых испытаниях и поступающих сигналах архивируются в файл формата *.txt*.

По результатам такого анализа система делает заключение о исправности или неисправности регулятора, которое предоставляется оператору в виде оповещения. Чтобы оценить качество работы системы, учитывая не только её полезные функции, но и «побочные действия», которые заключаются в том, что воспроизводимые системой сигналы могут отвлекать оператора. Следует ввести понятия истинных, ложных и нейтральных оповещений.

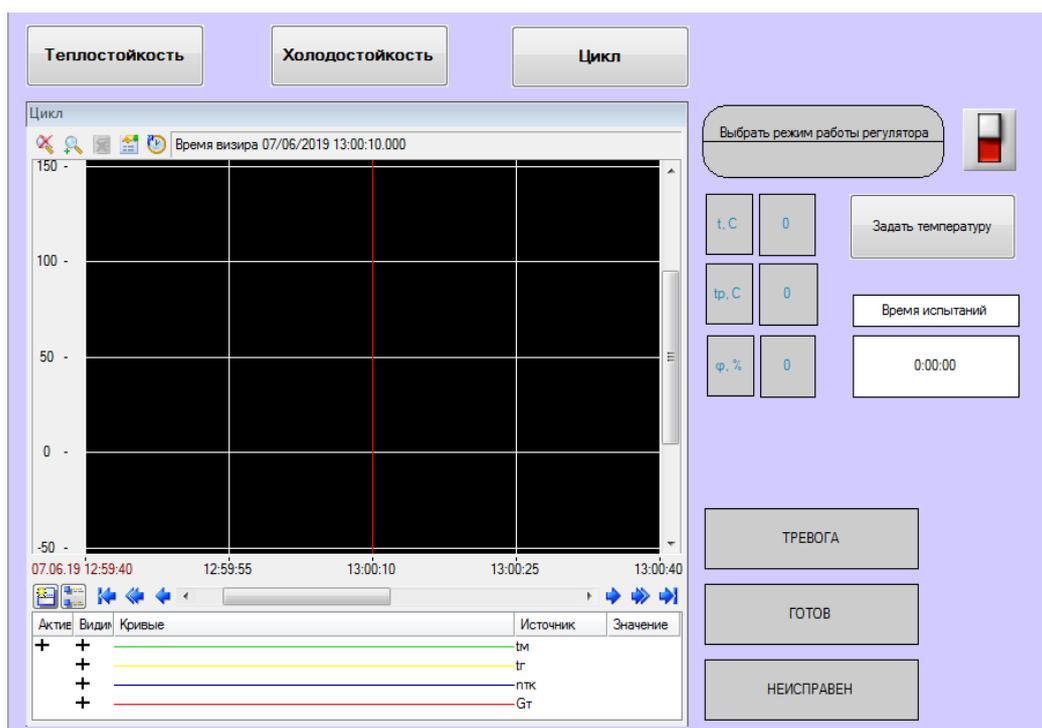


Рис. 2. АРМ оператора системы контроля и оповещения

Истинным считается такое оповещение, которое сообщает оператору о неисправности или повреждении регулятора, которое приведет к неисправности. Ложным считается оповещение, которое сообщает оператору о повреждении регулятора, который является исправным. Оповещение, которое не содержит информации о неисправном или поврежденном регуляторе считается нейтральным.

В условиях возможности появления как истинных, так и ложных оповещений, целесообразным является ввод показателя качества выдаваемых оповещений, который характеризует вероятность того, что оповещение, выданное системой контроля и оповещения климатических испытаний, окажется истинным или ложным. Но наиболее значимой характеристикой качества работы системы в целом является время обнаружения системой аварийной ситуации. При этом важно оценивать не только время выдачи истинных, но также и ложных оповещений. В таком случае целью является выполнение оценки математического ожидания времени выдачи истинного оповещения с момента возникновения аварийной ситуации и математического ожидания периода ложных оповещений. Первый показатель характеризует быстрдействие системы, а второй – её назойливость [3].

Представленная система контроля и оповещения климатических испытаний позволяет контролировать параметры испытаний, оповещать оператора в случае неисправности, приближению к порогу допустимого параметра, а также архивировать сообщения предупреждений и тревог, но качество оповещения климатических испытаний требует улучшения для повышения быстрдействия системы и уменьшения назойливых сигналов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **ГОСТ 16504-81.** СГИП. Испытания и контроль качества продукции. Введ. 1982-01-01. М.: Стандартиформ. 2011, 71 с. [Testing and product quality control. SPTS, (in Russian), Federal standard 16504-81, Moscow, Standatrinform, 2011.]

2 **Суриков В.Н., Серебряков Н.П.** Автоматизированные системы управления технологическими процессами: учебно-методическое пособие по курсовому проектирова-

нию. СПб: ВШТЭ СПбГУТД, 2017. – 46 с. [V.N. Surikov, N.P. Serebryakov. Automated process control systems: a teaching aid for course design, (in Russian). SPb: HSE SPbGUTD, 2017.]

3 **Юрков Н.К., Затылкин А.В., Полесский С.Н., Иванов И.А., Лысенко А.В.** Основы теории надежности электронных средств. П.: Изд-во ПГУ, 2012. – 32 с. [N.K. Yurkov, A.V. Zatylykin, S.N. Polesky, I.A. Ivanov, A.V. Lysenko Fundamentals of the theory of reliability of electronic means, (in Russian). P: Publishing house of PSU, 2012.]

#### ОБ АВТОРАХ

**КОБЕЛЕВА Светлана Александровна**, магистрант 1-го курса факультета информатики и робототехники, кафедры технической кибернетики, по специальности управление качеством.

#### METADATA

**Title:** Quality analysis of the system of monitoring and alarm notification of climate tests.

**Authors:** S. A. Kobeleva

**Affiliation:**

Ufa State Aviation Technical University (UGATU), Russia.

**Email:** skobeleva98@mail.ru

**Language:** Russian.

**Source:** Molodezhnyj Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa State Aviation Technical University), no. 2 (23), pp. 63-66, 2020. ISSN 2225-9309 (Print).

**Abstract:** The regulator is designed to control a gas turbine engine, so it must be resistant to external factors, while maintaining the ability to perform its functions. In this regard, before putting the regulator into operation, the following tests are carried out: single or multiple-acting mechanical shock, atmospheric pressure decrease, salt fog, linear acceleration, increase and decrease in the temperature of the medium. The climate test monitoring and notification system allows you to identify regulator malfunctions when exposed to temperature by notifying the operator in a timely manner. System signals should be informative and practical.

**Key words:** electronic regulator, climate tests, control and warning system, workstation.

**About authors:**

**КОБЕЛЕВА, Svetlana Aleksandrovna**, 1st year undergraduate of the Faculty of Informatics and Robotics, Department of Technical Cybernetics, specializing in quality management.