

МОДЕЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПЛАНЕРА БПЛА

Доктор техн. наук, профессор **Осяев А. Т.**,
(Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет))

Инженер **Ганюшкина Н. А.**
(Московский филиал по беспилотному направлению АО «Кронштадт»)

MODEL OF AN INTELLIGENT SYSTEM FOR MONITORING THE TECHNICAL CONDITION OF A UAV AIRFRAME

Doctor (Tech.), Professor **Osyayev A.T.**
(Moscow Aviation Institute (National Research University)),

Engineer **Ganyushkina N.A.**
(Moscow office for unmanned direction of JSC "Kronshtadt")

Беспилотный летательный аппарат, безопасность полётов, датчики состояния полёта, интеллектуальная система управления, модель.

Unmanned aerial vehicle, flight safety, flight state sensors, intelligent control system, model.

В статье рассматривается предикативная модель управления техническим состоянием БПЛА. Отдельное внимание уделено интеграции различных групп датчиков, формируемых информационную сеть управления техническим состоянием БПЛА. Это датчики состояния полёта, датчики интеллектуального крыла, датчики планера, датчики двигательной установки. В зависимости от поставленной задачи они ведут контроль и техническое диагностирование структурных единиц и узлов БПЛА. Для решения комплексной задачи по управлению технико-экономическими показателями предложена интегрированная система управления техническим состоянием БПЛА (ИСУ ТС), выполняющая проектирование технического обслуживания и ремонта (ТОиР), проектирование материально-технического обеспечения и ряд других задач.

The article examines the pre-intuitive model of management of the technical condition of the UAV. Additional attention is paid to the integration of different groups of sensors formed by the information network of management of the technical condition of the UAV. These are flight status sensors, intelligent wing sensors, glider sensors, and propulsion system sensors. Depending on the task at hand, they monitor and technically diagnose the structural units and units of the UAV. To solve the complex task of managing technical and economic indicators, an integrated system for managing the technical condition of UAVs (ISU TS) is proposed that performs the design of maintenance and repair (MRO), the design of logistics and a number of other tasks.

Беспилотный летательный аппарат (БПЛА) представляет собой летательный аппарат, управляемый пилотом, находящимся вне борта такого ЛА, или выполняющий автономный полет по предварительно заданному маршруту. Управление БПЛА осуществляется следующими способами:

- вручную с помощью пульта дистанционного управления, расположенного в наземной станции управления полетом;
- автоматически, в соответствии с алгоритмом управления (программой полета), заложенным в его систему.

Одним из основных требований к системе управления безопасностью полётов (СУБП) являются:

- определение рисков безопасности полётов;
- совершение корректировочных действий, обеспечивающих заданные показатели безопасности полётов;
- проведение непрерывного мониторинга технического состояния и оценки уровня безопасности полётов;
- регулярное проведение мер для улучшения общей эффективности СУБП. В связи с этим, необходима организация удалённого мониторинга параметров БПЛА и предиктивного анализа их состояния.

Данная технология заключается в удаленном мониторинге и прогнозировании отказов объектов при помощи обработки массива, получаемых данных контролируемого БПЛА. Схема логистической структуры взаимодействия всех систем мониторинга текущего состояния БПЛА с комплексом интеллектуальных датчиков БПЛА показанных на рис.1.

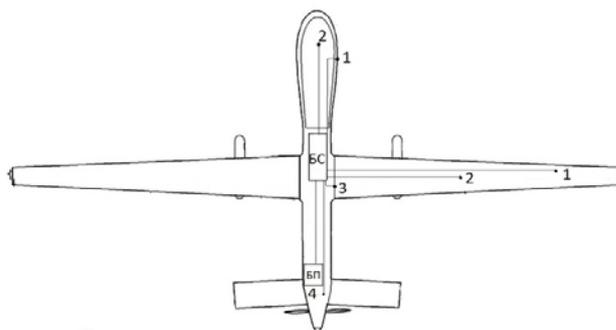


Рис.1. Система комплекса интеллектуальных датчиков БПЛА:
1 – датчики состояния полёта; 2 – датчики БРЭО;
3 – датчики интеллектуального крыла;
4 – датчики двигательной установки;
БС – блок связи; БП – блок памяти

В течение полёта датчики состояния полёта передают метеорологическую информацию, атмосферные параметры, датчики бортового радиоэлектронного оборудования (БРЭО) в соответствии с заданным алгоритмом ведут контроль работы оборудования, датчики интеллектуального крыла по специальному алгоритму для композитных конструкций ведут контроль технического состояния крыла, особый блок датчиков ведёт контроль двигательной установки [1-10].

В качестве примера рассмотрим модель интеллектуальной системы контроля технического состояния крыла БПЛА, выполненного из полимерного композитного материала (ПКМ).

Одной из основных проблем эксплуатации крыла из ПКМ является выявление дефектов. Полимерному композитному материалу характерны скрытые дефекты, которые могут привести к понижению уровня безопасности полетов, а их поиск очень затруднителен. Известен ряд методов неразрушающего контроля, направленных на контроль композитных конструкций. В отечественной литературе эта технология получила название «нервная система крыла». Принцип контроля основан на том, что в композитное крыло встроены оптические датчики, которые считывают информацию о его техническом состоянии. Эффект этого контроля основан на преобразовании линейных размеров ячейки Брэгга и изменения длины отражённой волны.

Одним из перспективных методов мониторинга несущих конструкций является метод анализа кинетики напряженно-деформированного состояния (НДС). В разработке этого метода используются волоконно-оптические датчики (ВОД). Они обладают определённой точностью и достоверностью. Микроминиатюризация датчиков позволила располагать их большое число на контрольных участках оборудования.

Современные воздушные средства и БПЛА представляют собою сложные наукоёмкие изделия. Особую роль в управлении их техническим состоянием имеют высокотехнологичные системы технического диагностирования и прогнозирования, в основе которых лежат программные методы, которые позволяют своевременно предотвратить аварийную ситуацию на борту воздушного судна. Предложенная модель интеллектуального управления техническим состоянием БПЛА базируется на модели системы анализа надёжности RMD-

Supervision. Для контроля технического состояния БПЛА используют MSET метод. Базовая основа MSET метода, разность наблюдаемых параметров, которые моделируют состояние планера, находящегося в полёте. Диагностирующие параметры определяют степень влияния показателей полёта БПЛА на параметры работы оборудования. База данных вычисленных отклонений обновляется, и формируются новые сигналы отклонения параметров оборудования по новой модели. Это - доминирующие показатели технического состояния.

Организация обработки массивов информации использует известные принципы построения на платформе Big Date, позволяющей использовать кластер серверов и управляющей программным обеспечением, которое предназначено для хранения всего массива информации. Создание программно-аппаратного комплекса для управления техническим состоянием БПЛА является одним из важных шагов на пути повышения безопасности полетов и снижения эксплуатационных затрат. Для решения этих задач на базе технологий интегрированной логистической поддержки была разработана модель интеллектуальной системы управления и контроля технического состояния планера БПЛА.

Задачами интеллектуальной системы управления техническим состоянием (ИСУ ТС) БПЛА на базе интегрированной логистической поддержки являются:

- ввод в базу данных параметров надёжности БПЛА;
- выполнение процедур анализа логистической поддержки;
- разработка процедур технического обслуживания;
- оценка потребности в запасных частях и расходных материалах на установленный период эксплуатации;
- контроль перечней, каталогов запчастей и расходных материалов;
- оценка трудовых и финансовых потребностей, а также потребностей в средствах обслуживания, контроля, инструментах и принадлежностях;
- оценка затрат на техническое обслуживание при заданном коэффициенте готовности в заданных условиях эксплуатации;
- прогнозная оценка показателя поддерживаемости.

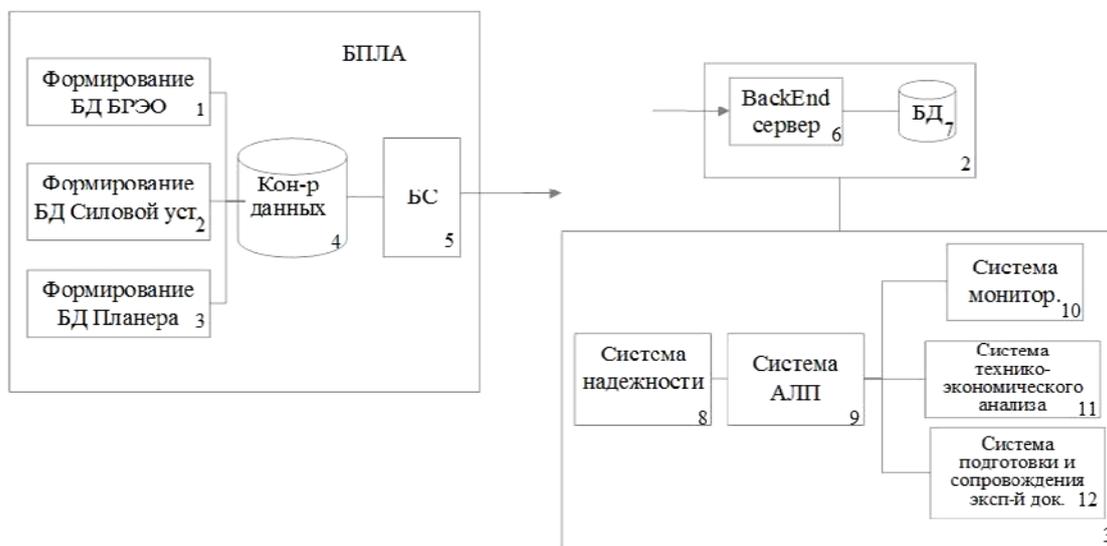


Рис.2. Модель интеллектуальной системы контроля технического состояния планера БПЛА

На рис.2 представлена модель интеллектуальной системы управления техническим состоянием БПЛА. Данные с датчиков систем БПЛА считываются на концентратор данных и передаются во внешнюю базу данных, где и происходит хранение, распределение и обработка полученных данных. Все данные, получаемые с датчиков, хранятся в БД, расположенной в облаке. Кроме того, существует база данных дефектов различных устройств. Данные, полученные по результатам эксплуатации, обрабатываются в системе анализа надёжности и системе анализа логистической поддержки. Данный подход позволяет сформировать программу предиктивного обслуживания оборудования, а также прогнозировать выход из строя основных узлов и агрегатов БПЛА. Таким образом, реализуется интеллектуальная система управления техническим состоянием (ИСУ ТС) БПЛА.

На рис.2 даны следующие обозначения: 1 – блок базы данных датчиков БРЭО; 2 – блок базы данных двигательной установки; 3 – блок базы данных конструкции планера; 4 – концентратор данных; 5 – блок связи; 6 – Backend сервер; 7 – база данных; 8 – система анализа надёжности; 9- блок анализа логистической поддержки (АЛП); 10 – блок системы мониторинга технического состояния; 11 – блок системы технико-экономического анализа; 12 – блок системы подготовки и сопровождения эксплуатационной документации.

В области прогнозирования и диагностирования технического состояния БПЛА система выполняет следующие задачи [2-3]:

- прогнозирование безотказности систем БРЭО и элементов конструкции планера БПЛА;
- проведения предиктивного анализа технического состояния узлов и агрегатов на базе MSET метода;
- проектирование и анализ моделей надёжности конструкции планера.

Выводы

Внедрение комплекса интеллектуальной системы управления техническим состоянием БПЛА позволит реально управлять техническим состоянием оборудования в эксплуатации, организовывать техническое обслуживание и ремонт по результатам мониторинга технического состояния, вносить корректировку в конструкторскую документацию, контролировать риски для поддержания уровня безопасности полётов, контролировать расходы эксплуатации БПЛА.

Литература

1. Егер С.М., Матвиенко А. М, Шаталов И. А. Основы авиационной техники. - М.: ФГУП Издательство «Машиностроение», 2003.

2. Судов Е. В., Петров А. Н., Петров А. В., Осяев А.Т., Серебрянский С. А. Технологии интегрированной логистической поддержки в процессах жизненного цикла авиационной техники. - ООО «Эдитус»: МАИ, 2018.

3. Каблов Е.Н. Инновационные разработки ФГУП «ВИАМ» ГНЦ РФ по реализации «Стратегических направлений развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года» // Авиационные материалы и технологии. - 2015. - №1 (34). - С. 3–33.

4. Осяев А.Т. Технологии интегрированной логистической поддержки в авиационной технике. - М.: Изд. «Белый ветер» МАИ, 2017.- 210с.

5. Судов Е.В. Интегрированная логистическая поддержка жизненного цикла машиностроительной продукции. Принципы. Технологии. Методы. Модели. - М.: Издательский дом «МВМ», 2003. - 246с.

6. Ким А.Г. Необходимость применения и развития беспилотных летательных аппаратов // SCI-ARTICLE. - 2013. - №12.

7. Беспилотные самолеты: максимум возможностей // Наука и жизнь. - 2002. - No 6. - [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nkj.ru/archive/articles/4323/>

8. Электронный журнал rusnauka – [Электронный ресурс]– URL: http://www.rusnauka.com/16_NTP_2008/Tecnic/34039.doc.htm (дата обращения 22.05.2017)

9. Военные беспилотники – [Электронный ресурс] – URL: <http://www.airwar.ru/enc/bpla/pchela.html> (дата обращения 21.05.2017)

10. Shilov K., Lazurin G. MAV Autopilot For Commercial and Research Braunschweig. – Germany. – 2012.

11. Seeger J., Lim M. and Nasiri S. Development of High-Performance, High-Volume Consumer MEMS Gyroscopes, InvenSense, <http://www.invensense.com>. (дата обращения: 22.10.2016).

Сведения об авторах

Осяев Анатолий Тимофеевич, доктор техн. наук, профессор, Московский Авиационный Институт (Национальный исследовательский университет), 620034. г. Москва, Волоколамское шоссе, д.4.

Тел. моб. + 7 916 472 80 07

E-mail: osyaev@mail.ru

Ганюшкина Наталья Алексеевна, инженер, АО «Кронштадт», 115432. г. Москва, пр-т Андропова, д.18, ст.9 БЦ «ДЕКАРТ».

Тел. моб. 8(916) 437-19-78

E-mail: nganushkina@yandex.ru