



## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ ДЛЯ НОВОЙ ВЕРТОЛЕТНОЙ ТЕХНИКИ

*А.Бельский, к.т.н.,  
ОАО "Московский вертолетный завод  
им. М.Л. Миля"*

Наступает новый этап развития российской вертолетной техники как общегражданского, так и специального назначения. Этот этап в вертолетостроении должен отвечать требованиям современной технической мысли, современным достижениям и направлениям научно-технического прогресса в данной области.

**П**олный переход на "цифровую" комплектацию и цифровые технологии при создании авионики и систем интегрированного комплекса бортового оборудования (КБО), "максимально" обоснованное внедрение новых высокопрочных, износостойких, "легких" углеводородных материалов в элементы конструкции и силовые агрегаты вертолета, высокая интеллектуализация и роботизация информационно-управляющих систем, внедрение экспертных бортовых систем для поддержки и принятия решения экипажем – это лишь неполный перечень основных направлений развития вертолетной техники уже на ближайшие 5–10 лет (проект нового вертолета – на рис.1).

При всем при этом – должны непрерывно совершенствоваться главные принципы при создании новой вертолетной техники – гарантированная безопасность пилотирования, высочайшая эксплуатационная надежность и максимальная информационная осведомленность об условиях и характере полета.

На современном этапе развития вертолетостроения инновационные инженерные решения и технологии являются базой и основой для придания вертолетной технике новых свойств.

Отметим некоторые особенно значимые разработки и исследования, в которых научная и инновационная составляющие достаточно актуальны

## ADVANCED RESEARCH AND INNOVATIONS FOR THE NEW HELICOPTER EQUIPMENT

*A. Belskiy, Cand. Sc. (Eng.),  
M.L. Mil Moscow Helicopter Plant OJSC*

At the present time we can say with assurance that the new stage of development of the Russian helicopter equipment for the general civil purposes as well as special purposes is coming and this stage in helicopter engineering must meet the requirements of modern technical concept, modern advances and areas of scientific and technical progress in this sphere.

**C**omplete transition to the "digital" packaging and digital technology when producing the avionics and systems of integrated assembly of airborne equipment, maximum well-grounded installation of new high-strength, wear-resistant, "light" hydrocarbon materials into the structural elements and power units of helicopter, high intellectualization and robotization of the information-management systems, implementation of expert on-board systems for the support and decision making by the crew are incomplete enumeration of the main lines of development of the helicopter equipment in the coming 5–10 years (fig.1).

In these circumstances, when producing the new helicopter equipment the main principles must be continuously improved: guaranteed safety of piloting, highest operational reliability and maximum information awareness of the conditions and flying mode.

At the present stage of the helicopter engineering development the innovative engineering solutions and technologies are the base and foundation in order to give new properties to the helicopter equipment.

We will mark out some especially significant developments and research where the scientific and innovative components are rather topical for the realization in advanced helicopter projects.

The first remarkable example is the set of studies in the sphere of aviation material science where activities on the creation of reliable and resistant to wear aviation carbon fiber in respect to helicopters and its application in the structures of such important

для реализации в перспективных вертолетных проектах.

Первый яркий пример этому – комплекс исследований в области авиационного материаловедения, где применительно к вертолетам постоянно ведутся работы по созданию надежного и стойкого к износу авиационного углеродного волокна и его применения в конструкциях таких важнейших элементов вертолетов, как лопасти. Применение авиационного карбона обеспечивает не только снижение веса и повышение срока службы лопасти, но и хорошую переносимость повреждений, коррозионную стойкость и высокую эксплуатационную надежность лопастей. В ближайшем будущем в структуру углеродных лопастей будут включаться и различные дополнительные элементы, выполняющие не только функции контроля состояния лопастей, но и обеспечения их летно-технических параметров и износостойкости (датчики, обогреватели и т.п.). Ведутся инженерные исследования и по оптимизации конструкций лопастей – для повышения летно-технических характеристик (в том числе дальности, скорости, высоты потолка полета вертолета), а также по обработке технологий, направленных на повышение защиты лопастей от абразивного воздействия факторов внешней среды: воды, песка, солей и т.п., ведущих к изнашиванию передней кромки лопастей вертолетов. При этом любая защита лопастей не должна снижать их аэродинамические свойства (например, при использовании так называемых защитных лент лопастей не должны возникать вихревые потоки воздуха на задней кромке, вызывающие дополнительное сопротивление лопастей из-за нарушения их обтекания воздушным потоком), так как это будет снижать "полетную" мощность силовой установки вертолета. Решение инженерных задач по созданию специально спроектированных задних кромок и защитной ленты для лопастей должно быть направлено, в том числе, на

This year within the framework of Optics-Expo-2013 International Forum the second theme Research and Practical Conference "Optical Electronic and Laser Systems and Devices for Aircrafts" will take place. The first Optics-Expo-2012 Conference which was held last year aroused great interest among the developers of the optical devices and systems as well as producers of aeronautical equipment. It should be noted that individual scientific and technical reports and poster presentations represented at the previous conference started being implemented this year in the form of project proposals and engineering solutions in the structures of airborne equipment systems for the advanced helicopters and airplanes.

In advance of Optics-Expo-2013 the forum organizing committee staff addressed to Belskiy Alexandr Borisovich, Deputy Chief Designer of M.L. Mil Moscow Helicopter Plant, full member of D.S. Rozhdvestvsky Optical Society with the request to mark out and comment the main areas of the development of helicopter engineering and determine the role and importance of the "optical" component in the structure of airborne equipment systems for the produced helicopters of next generation.

We hope that the article of A.B. Belskiy will serve as the additional incentive for the developers of optical and laser devices and systems, designers-integrators in the sphere of airborne equipment systems, and developers of other functional systems and elements to become more actively involved in the large-scale projects in the producing of new aeronautical engineering.

We invite interested organizations, experts of the field-oriented research institutes and design engineering departments, students and postgraduate students of higher educational institutions to participate in the conference "Optical Electronic and Laser Systems and Devices for Aircrafts" at Optics-Expo-2013 which traditionally takes place on the second working day of the Forum.

A.Khlebnikov,

*Chef Optics-Expo-2013 the forum organizing committee*

helicopter components as blades are carried out. Usage of aviation carbon ensures not only the decrease of weigh and increase of life time of blade but good resistance to the damages, non-corrodibility and high operational reliability of blades as well. In the near future, different additional elements which fulfill the functions of blades condition control as well as ensuring of their flying technical parameters and wear resistance (sensors, heaters etc.) will be integrated to the structure of carbon blades. Engineering research on the optimization of blade construction is carried out for the enhancement of flying and technical characteristics (including range, speed, height of helicopter flight ceiling) and on the fine-tuning of technologies intended for the enhancement of blades protection of the abrasive effect of environmental factors: water, sand, salts etc. which cause wear and tear of the front edge of helicopter blades. In these circumstances, any protection of blades should not reduce their aerodynamic properties (for example,



**Рис.1.** Новый многоцелевой вертолет Ми-17А2  
*Fig. 1 New multi-purpose helicopter Mi-17A2*



использование генерируемых лентой вихрей для улучшения аэродинамических качеств лопастей.

Аналогичные инженерно-технологические исследования и прикладные эксперименты должны проводиться и для увеличения эффективности хвостового винта вертолета. Здесь видится целесообразным организация совместных инженерных исследований специалистов не только вертолетных КБ, но и специалистов профильных институтов по материалам, и даже участие энтузиастов-изобретателей, аспирантов и студентов профильных вузов.

Можно ожидать, что решение указанной проблемы, несомненно, приведет к целому ряду положительных моментов для новых и модернизируемых вертолетов: снижению расхода топлива, увеличению времени и дальности полета, а также увеличению частоты вращения винта

when using so-called protective blade bands the vortex air flows should not occur on the back edge which give additional resistance to blades at the expense of airflow breakdown) because it will reduce the "flying" capacity of helicopter power unit. Solution of the engineering tasks on the producing of special designed back edges and protective band for blades should be also directed at the usage of generated vortexes for the enhancement of their aerodynamic properties.

Analogous engineering and technological research and applied experiments must be carried out also for the improvement of efficiency of helicopter anti-torque rotor. Organization of the joint engineering research not only by the experts of design engineering departments but also by the specialists of field-oriented institutes according to the materials as well and even participation of the enthusiasts-inventors, postgraduate students and students of the field-oriented higher educational institutions seem to be reasonable for this purpose.

It can be expected that solution of the specified problem undoubtedly will lead to a number of positive points for the new and upgradable helicopters: reduction of the fuel consumption, increase of the flight time and range, increase of the rotor frequency on autorotation (with the decrease of helicopter landing speed) and obtaining of many other advantages.

The second and not least important area of enhancement of the efficiency of helicopter facilities operation is the increasing of resource output of helicopter units and equipment. Controlling systems, so-called "systems of control of the technical state" – HUMS (Health and Usage Monitoring System) are applied practically in all helicopters which are currently produced. However, until recently this product has not become "essential" and universal for all domestic aircraft fleet. There are several reasons for this. The first reason consists in the difficulty to pass from the "old" design methods when there was no problem of the "saving" operation and the demands for modularity, controllability and troubleshooting were not specified in the requirements specification on helicopter engines and other power units and equipment. The second reason consists in the complication to organize and ensure the constant system monitoring by the crew because this additional workload can lower the piloting quality, or in other words, performance of the main task. Therefore, autonomous and easy-to-operate control systems are needed which will inform the crew about the problems in case when helicopter units reach the modes close to the critical ones. The third reason is the unification of control systems for the different types of helicopter equipment. And here

В этом году в рамках Международного форума Optics-Expo-2013 состоится вторая тематическая научно-практическая конференция "Оптико-электронные и лазерные системы и приборы для летательных аппаратов". Проходившая в прошлом году на Optics-Expo-2012 первая такая конференция вызвала большой интерес как у разработчиков оптических приборов и систем, так и у создателей авиационной техники. Следует отметить, что отдельные научно-технические доклады и стендовые сообщения, представленные на предыдущей конференции, уже в этом году стали реализовываться в виде проектных предложений и технических решений в структурах комплексов бортового оборудования для перспективных вертолетов и самолетов.

В преддверии Optics-Expo-2013 оргкомитет форума обратился к заместителю Генерального конструктора Московского вертолетного завода имени М.Л.Миля Бельскому Александру Борисовичу, действительному члену Оптического общества имени Д.С.Рожественского, с просьбой выделить и прокомментировать основные направления развития вертолетной техники, а также оценить роль и значение "оптической" составляющей в структуре комплексов бортового оборудования для создаваемых вертолетов нового поколения.

Надеемся, что статья Бельского А.Б. будет интересна многим специалистам: и разработчикам оптических и лазерных приборов и систем, и разработчикам-интеграторам комплексов бортового оборудования, и разработчикам других функциональных систем и элементов. А сам материал послужит им дополнительным стимулом более активного "включения" в масштабные проекты по созданию новой авиационной техники.

Приглашаем заинтересованные организации, специалистов профильных НИИ и КБ, студентов и аспирантов вузов к участию в конференции "Оптико-электронные и лазерные системы и приборы для летательных аппаратов" на Optics-Expo-2013, которая, по традиции, проходит во второй рабочий день Форума.

*А.Хлебников,*

*Председатель оргкомитета Optics-Expo-2013*



на авторотации (со снижением скорости посадки вертолета) и получению многих других преимуществ.

Вторым немаловажным направлением по совершенствованию эффективности эксплуатации вертолетной техники является повышение ресурсной отдачи вертолетных агрегатов и оборудования. Практически на всех создаваемых в настоящее время вертолетах уже применяются контролируемые системы, так называемые "системы контроля технического состояния" - HUMS (Health and Usage Monitoring System). Однако до последнего времени этот продукт еще не стал "обязательным" и универсальным для всего отечественного вертолетного парка. Этому есть несколько причин. Первая - трудность перехода от "старых" методов проектирования, когда проблема "экономной" эксплуатации не стояла, а в технических заданиях на вертолетные двигатели и другие силовые агрегаты и оборудование не задавались требования по модульности, контролепригодности и диагностике. Вторая - сложность в организации и обеспечении постоянного мониторинга системы со стороны экипажа, так как эта

the main cause of the problem is the absence of the unified technical policy in systems of control of the unit technical condition.

There is a way out; it is objectively being revealed. First of all, production of the helicopter engines, other power units and functional equipment must be based on the principles of resource designing, in other words, it has to take into account the reduction of strength and other physical properties of materials, reliability of the structural and functional elements while in operation and to ensure high controllability and maintenance workability. Such approach will ensure the capability to perform different operations in reconditioning of components and other power units as well as improve performance of the reliability of failures which can be removed while in helicopter equipment operation.

There is a whole number of theoretical and practical works on solving of the individual "pain" spots; however, at the present time the problem of complex system diagnostics of all units and equipment has not been solved. This problem is not technical but economical. Diagnostics on a real time basis and operation according the technical state are

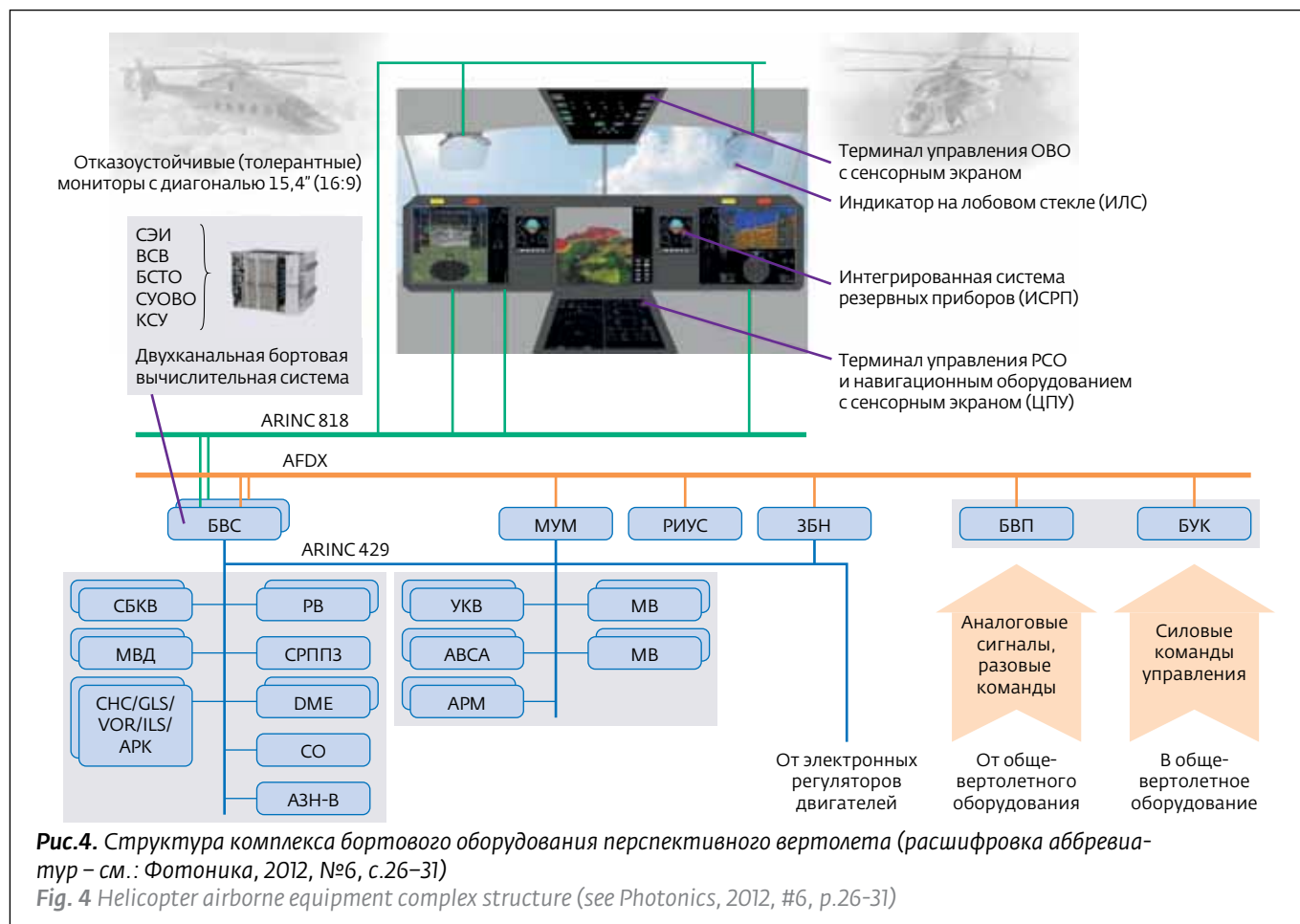


Рис.4. Структура комплекса бортового оборудования перспективного вертолета (расшифровка аббревиатур – см.: Фотоника, 2012, №6, с.26–31)

Fig. 4 Helicopter airborne equipment complex structure (see Photonics, 2012, #6, p.26-31)



дополнительная нагрузка может снизить качество пилотирования, т.е. выполнения основной задачи. Поэтому требуются автономные и простые в эксплуатации системы контроля, оповещающие экипаж о проблемах в случае выхода агрегатов вертолета на режимы, близкие к критическим. Третья - унификация систем контроля для разных типов вертолетной техники. И здесь основной причиной проблемы является отсутствие единой технической политики по системам контроля технического состояния агрегатов.

Выход есть, и он уже объективно раскрывается. Во-первых, создание вертолетных двигателей, других силовых агрегатов и функционального оборудования должно основываться на принципах ресурсного проектирования, т.е. учитывать снижение прочности и других физических свойств материалов, надежности конструкционных и функциональных элементов в процессе эксплуатации, а также обеспечивать высокую контролепригодность и эксплуатационную технологичность. Такой подход обеспечит не только возможность проведения различного рода операций по восстановлению двигателей и других силовых агрегатов, но и повысит показатели надежности по отказам, устранимым в процессе эксплуатации вертолетной техники.

Имеется целый ряд теоретических и практических наработок по решению отдельных "болевых" точек, однако проблема комплексной системной диагностики всех агрегатов и оборудования в настоящее время не решена. Проблема даже не техническая, а больше экономическая. Диагностика в реальном времени и эксплуатация по техническому состоянию - ключевые факторы объективного контроля ресурса агрегатов вертолета, и они должны входить в стоимостные (ценовые) показатели двигателей и агрегатов, дающие в итоге и "конечную" экономию, и высокую эффективность для вертолетной техники с использованием современных средств и систем контроля агрегатов. В настоящее время у отечественных фирм-разработчиков элементов систем эксплуатации по техническому состоянию создан солидный научно-практический задел для создания на новых российских вертолетах систем контроля силовых установок экипажем в процессе полета, а это не только фактор повышения экономической и эксплуатационной надежности и безопасности, но и первый шаг на пути создания единой комплексной системы диагностики по техническому состоянию всех силовых и функциональных агрегатов сложной вертолетной техники.

Еще одним новым направлением научно-инженерных исследований является повышение

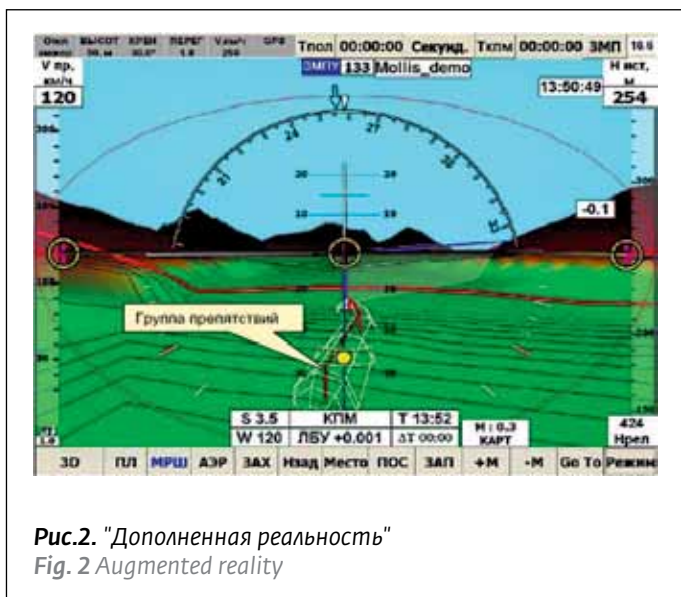


Рис.2. "Дополненная реальность"  
Fig. 2 Augmented reality

the key factors for the objective resource control of helicopter units and they should be included in the cost (price) parameters of engines and units which effect the "ultimate" saving in the total and give high efficiency for the helicopter equipment using the modern facilities and systems of units control. Currently, domestic companies-designers of operation system components of technical state have generated considerable theoretical and practical groundwork for



Рис.3. Комбинированная система улучшенного и синтезированного видения  
Fig. 3 Improved and synthesized viewing-flight combined system



надежности и безопасности полетов вертолетов в условиях сложной метеобстановки, в городских и горных условиях эксплуатации. Так, дополнительное средств и систем авионики вертолета дополнительной картографической системой с "технологией дополненной реальности" (рис.2,3) может существенно повысить качество и характер наблюдаемой реальной обстановки, что очень важно для условий полета в сложных условиях. Комбинация на сенсорном мониторе подвижной карты местности с использованием GPS и "живой" видеоинформации с высокоразрешающей видеокамеры вертолета обеспечит не только просмотр поступающей информации, но и оперативное ее наложение на карту местности с указанием объектов на ней (в том числе находящихся в невидимых и затемненных зонах). При этом летчику (или оператору) не нужно будет отвлекаться от управления вертолетом.

Вывод информации на экран монитора целесообразно осуществлять в трех режимах: в первом - на дисплей выводится обычное изображение с камеры вертолета, во втором - на видеоизображение накладывается векторная информация, географические данные и информация об отдельных участках местности (например, для городской застройки - это названия улиц, номера домов, информация о зданиях и т.п.), и в третьем - осуществляется вывод ортоизображений, представляющих собой спутниковые изображения с наложенной векторной информацией и синхронизированные с потоковым видео. Необходимо отметить, что работа в последнем режиме особенно удобна при идентификации местности во время ночного полета.

С использованием указанных трех режимов возможно выполнение различных функций, включая наведение камеры на определенный объект с масштабированием, определение адреса объекта на местности простым выделением объекта с помощью сенсорного экрана, а также получение информации о расстоянии до объекта и направлением на него.

Необходимо отметить также комплекс работ, ведущихся в направлении совершенствования вертолетных оптико-электронных обзорно-пилотажных систем.

Пилотирование вертолетов неразрывно связано с работой оптико-электронных систем наблюдения, являющихся важнейшим функциональным элементом комплекса бортового оборудования вертолета (рис.4).

Однако в настоящее время еще остаются открытыми вопросы наблюдения (и, как следствие, ситуационной осведомленности и безопасного пилотирования) вследствие того, что современные

the producing of power unit control systems for the crew in flight on the new Russian helicopters and this is not only the factor of enhancement of economical and operational reliability and safety but also the first step toward the making of the unified complex system of diagnostics according to the technical state of all power and functional units of compound helicopter equipment.

One more new area of scientific and engineering research is the enhancement of reliability and safety of helicopter flights under the instrument meteorological conditions, under operation in cities or mountains. So, the complementation of helicopter avionics facilities and systems with the additional mapping system using the "augmented reality technology" (fig. 2, 3) can considerably enhance the quality and nature of the observed real situation which is very important when flying under the severe conditions. Combination of moving field on the touch monitor with GPS and "live" video information from the helicopter high-resolution video camera will ensure processing data view as well as its operative overlay on the field with the indication of objects on it (including the objects located at blind and blackout zones). In these circumstances the pilot (or operator) will not have to be distracted from the helicopter operation.

It is reasonable to perform the information display in three modes: in the first mode the usual image from helicopter camera is displayed, in the second mode the vector information, geographic data and information of individual sectors (for example, for the urban area these are street names, building numbers, building information etc.) are overlaid on the video image, and in the third mode the displaying of ortho-images is performed which represent the satellite images with the overlaid vector information and synchronized with the streaming video. It should be noted that operation in the last mode is especially convenient when identifying the area during the night flight.

Fulfillment of the various functions is possible when using these three specified modes including the pointing camera at the specific object with scaling, definition of the terrain object by the simple highlighting of object using the touch screen, and obtaining of information of the object distance and orientation at it.

Also the set of works which are carried out for the improvement of helicopter optical-electronic viewing-flight systems should be noted.

Piloting of helicopters is inseparably connected with the operation of optical-electronic observing systems which are very important functional elements of the helicopter airborne equipment complex (fig. 4).



оптико-электронные системы не обеспечивают возможности круглосуточного и всепогодного наблюдения. Применяемые телевизионные (для видимого диапазона 0,4–0,8 мкм) и тепловизионные (для ИК-диапазонов 0,9–1,7 мкм, 3–5 мкм и 9–12 мкм) камеры не могут достоверно и полно обеспечить наблюдение в условиях плохой видимости (безлунная ночь, сильный дождь и туман, снежная и песчаная буря, задымленность, запыленность и т.п.).

Создание комбинированных оптико-электронных систем (ОЭС) наблюдения, где наряду с вышеуказанными "техническими каналами зрения" применялись бы, например, радиолокационный канал или канал с импульсным лазерным сканированием, должно существенно расширить условия безопасного пилотирования вертолетов (в том числе на предельно малых высотах).

ОЭС, дополненная лазерным локационным каналом (на безопасной волне  $\lambda=1,5$  мкм), сможет "фиксировать" малозаметные малоразмерные объекты (провода ЛЭП, мачты, трубы) и "информировать" экипаж вертолета о наличии препятствий на пути полета, а также позволит "безошибочно" приземлиться в условиях плохой видимости и сложного рельефа местности.

However, at the present time there have been still open-ended observation questions (and as a result, the questions of situational awareness and safe piloting) due to the fact that the modern optical-electronic systems do not provide with the capability of twenty-four-hour and all-weather observation. Used television (for the visible range of 0.4–0.8  $\mu\text{m}$ ) and thermal imaging (for the infrared ranges of 0.9–1.7  $\mu\text{m}$ , 3–5  $\mu\text{m}$  and 9–12  $\mu\text{m}$ ) cameras cannot ensure the reliable and complete observation under the conditions of poor visibility (moonless night, heavy rain and fog, snow and sand storm, smokiness, dustiness etc.).

Construction of the combined optical-electronic observing systems (OES) where, for example, radio-locating channel or channel with the pulse laser scanning would be used together with the above mentioned "technical sight channels" considerably has to enlarge the conditions of safe helicopter piloting (including, under the extreme low altitudes).

OES supplemented with the laser locator channel (on the safe wave  $\lambda=1.5$   $\mu\text{m}$ ) will be capable to "register" barely noticeable low-sized objects (power line wires, masts, pipes) and "inform" the helicopter crew about the presence of air obstacles and will make it possible to land "without errors" under the conditions of poor visibility and challenging terrain.





Радиолокационным каналом ОЭС, построенным на активной фазированной решетке, работающей на длине волны 3 мм, можно будет обнаруживать объекты на больших дальностях, превышающих почти в три раза их обнаружение в "рабочих" диапазонах ОЭС – видимого и инфракрасного спектра. Оба указанных режима будут особенно важны для вертолетов, участвующих в поисково-спасательных операциях на море, на суше, в горных и даже в городских условиях (при наводнениях, пожарах, бурях и других ЧП).

В заключение следует сказать о развитии экспертных бортовых систем. Степень их значення в структуре интегрированных комплексов бортового оборудования перспективных вертолетов будет, несомненно, расти. Это связано с высокими возможностями экспертных бортовых систем решать следующие задачи при создании новых многоцелевых вертолетов:

а) обеспечивать поддержку управляющих действий экипажа, включая:

- идентификацию критического режима полета в начальной стадии его развития;
- предупреждение развития критического режима до катастрофического за счет целенаправленных действий экипажа по рекомендациям экспертной бортовой системы;
- формирование экипажу предупреждающей и рекомендательной информации, выдаваемой на многофункциональные индикаторы;

б) обеспечивать оперативный и послеполетный контроль технического состояния вертолета и его систем в процессе эксплуатации, включая:

- контроль качества параметрической информации от штатных бортовых средств регистрации с целью исключения "сбойных" измерений в процессе оценки технического состояния вертолета;
- интегральную оценку состояния вертолета и его отдельных систем на основе данных штатной бортовой системы регистрации с использованием вероятностных критериев;
- прогноз работоспособности бортовых систем на время планируемого полета;
- выдачу необходимой информации на МФИ.

Вертолетная техника нуждается в постоянном развитии. И здесь количество и качество инженерных инноваций будет определять их роль и значение при создании перспективных вертолетов как гражданского, так и специального назначения. ■

It will be possible to detect the objects at long ranges which surpass their detection under "operating" OES ranges (of visible and infrared spectrums) almost by three times using the radio-locating OES channel constructed on the active phase-locked array which operates on the wave length of 3 mm. Both specified modes will be especially critical for the helicopters which participate in search and rescue operations on the sea, on shore, under operation in mountains and even cities (during floods, fires, storms and other emergencies).

In conclusion it should be said about the development of expert airborne systems. Degree of their significance in the structure of the integrated airborne equipment systems of advanced helicopters undoubtedly will grow. It is connected with high capabilities of the expert airborne systems to solve the following tasks when producing the new multipurpose helicopters:

a) to ensure the support of the crew control actions including:

- identification of the critical flight configuration at the initial stage of its development;
- prevention of the development of critical configuration to the catastrophic configuration at the expense of crew purposeful actions according to the recommendations of expert airborne system;
- forming of the preventive and recommendation information for the crew which is supplied to the multifunctional indicators.

b) to ensure the operative and post-flight control of the technical state of helicopter and its systems while in operation including:

- quality control of the parametric information from the standard airborne registration facilities for the purpose of elimination of "faulty" measurements during the process of evaluation of helicopter technical state;
- integral estimation of the state of helicopter and its individual systems on the basis of data supplied by the standard airborne registration system using the probability criteria;
- forecasting of the operability of airborne systems for the period of planned flight;
- release of the required information on multifunctional indicators.

Helicopter engineering requires continuous development. And in this, amount and quality of the engineering innovations will determine their role and importance when producing the advanced helicopters for civil purposes as well as special purposes. ■

