



ОАО «Государственный Рязанский приборный завод» выходит на заключительный этап испытаний многорежимной РЛС для вертолета Ми-28Н. Позади восьмилетний период сложной многоэтапной работы коллектива Научно-технического центра ГРПЗ над первым отечественным радаром миллиметрового диапазона волн, имеющим антенно-приемопередающий модуль, который располагается над втулкой несущего винта вертолета. Такое размещение РЛС дает существенные преимущества при боевом применении «из-за холма», когда станция позволяет вертолету оставаться незамеченным, но при этом обеспечивает экипаж необходимой информацией. Четыре года назад наш журнал уже писал о начале работ по этой уникальной вертолетной РЛС (см. «Взлёт» №5/2008, с. 18-20). Недавно редактор «Взлёта» Евгений Ерохин вновь побывал на предприятии и побеседовал с ведущими разработчиками о состоянии программы: техническим директором ОАО «ГРПЗ» Юрием Зеленюком, директором НТЦ ОАО «ГРПЗ» Геннадием Колодько и заместителем директора НТЦ ОАО «ГРПЗ» - главным конструктором РЛС Евгением Шершневым.

РАДАР ДЛЯ МИ-28Н

ГРПЗ ЗАВЕРШАЕТ РАЗРАБОТКУ НАДВТУЛОЧНОЙ ВЕРТОЛЕТНОЙ РЛС

Прошло определенное время с момента нашей предыдущей беседы. Что в настоящее время представляет собой РЛС вертолета Ми-28Н? Какие изменения произошли в ее техническом облике?

Если говорить о сегодняшнем облике РЛС, то можно отметить следующее. Это однодиапазонная обзорно-пилотажная РЛС Ка-диапазона волн, предназначенная для картографирования земной поверхности, обнаружения подвижных и неподвижных наземных (морских) и воздушных объектов, измерения их координат и выдачи целеуказания на более точные системы, например оптико-электронные и тепловизионные системы, а также на системы управления вооружением. Кроме того, станция обеспечивает определение направления движения объектов. Информация об опасных для полета объектах, находящихся на высоте полета вертолета, передается экипажу. Станция обеспечивает обнаружение метеобразований.

За последнее время РЛС претерпела существенные изменения — серьезно доработаны многие блоки, антенна, подвес и программ-

ное обеспечение (ПО). Мы, наконец, реализовали на уровне ПО все режимы, которые были заданы в ТЗ. Ранее был только обзор земной поверхности. Теперь появились режим «маловысотный полет» и режим «селекция движущихся целей». В режиме «селекции движущихся целей» подвижные цели на экране подсвечиваются красным и зеленым (соответственно, движущиеся навстречу и попутно). Остальное — фильтруется. Для нового подвеса был разработан другой блок питания.

Вся аппаратура радара — антенна с приводом, построенным с учетом электромеханической стабилизации луча, передающее устройство миллиметрового диапазона волн, бортовой вычислительный комплекс (БВК), блоки питания и сама конструкция РЛС — разработаны специалистами НТЦ ГРПЗ.

Были некоторые проблемы с массогабаритными характеристиками РЛС. Но теперь мы все довели до нормы, и масса станции над втулкой соответствует требованиям.

На втулке несущего винта расположены привод и приемопередатчик с блоком пита-

ния, а на борту вертолета стоит вычислительный блок (БВК) и блок питания. Была существенно снижена масса подвеса антенны.

БВК, который содержит аналоговый приемник, АЦП, модули управления, цифровой обработки сигнала и графического процессора, также создан специалистами отдела специализированных цифровых вычислительных электронных машин НТЦ ГРПЗ. В настоящее время отечественных аналогов такому БВК нет.

Известно, что серийные Ми-28Н пока поставляются в войска без РЛС и ряда других систем — все это должно найти применение при модернизации вертолета. Что уже сделано Вашим предприятием для того, чтобы ускорить давно запланированное оснащение Ми-28Н надвтулочным радаром? Какие основные проблемы пришлось решать в прошедшие годы?

Опыт первых испытаний нашего радара на борту Ми-28Н показал, что для получения требуемого качества радиолокационного изображения местности и обеспечения необходимой точности измерения координат цели необходимо «отвязать» антенну от колебаний

втулки несущего винта вертолета, на которой размещена надвтулочная часть РЛС. В результате мы пришли к выводу: конструкция подвеса антенны может и должна быть усовершенствована. Всего мы испытали и построили, не считая экспериментального подвеса, три разных варианта. Подводили смежники. Первый образец подвеса по нашему заданию разработала и изготовила одна фирма из Санкт-Петербурга, но анализ летных испытаний РЛС в составе вертолета показал крайнюю ненадежность их варианта. Тогда мы приняли решение создать подвес собственными силами. Опыта разработки подобных подвесов не было у нас в стране ни у кого, но выполнить эту работу нужно было срочно.

На разработку конструкторской документации, изготовление и испытание подвеса в составе антенны на динамическом стенде ГРПЗ ушло полтора года. В итоге, 30 июня 2011 г. был выполнен первый полет с новым подвесом. Получены в целом удовлетворительные результаты по качеству работы РЛС на таком подвесе. Однако испытания показали, что схема с механическими редукторами не давала необходимого ресурса конструкции. Сделали нелегкий вывод о том, что использование редукторной схемы с зубчатыми колесами в нашем случае недопустимо, т.к. наличие люфтов в редукторах приводит к резкому сокращению их срока службы из-за серьезных механических воздействий, которые имеют мощные синусоидальные составляющие на фоне случайных широкополосных вибраций втулки несущего винта вертолета. Всего несколько часов полета — и антенну приходилось менять, а это недопустимо в условиях реальной эксплуатации. Однако уже и с таким подвесом антенны все-таки удалось получить приемлемое радиолокационное изображение местности. Пришлось искать другие технические решения построения подвеса — безлюфтовые. И такие решения были найдены.

Только последний, третий по счету вариант дал нормальные характеристики и обеспечил успешное проведение испытаний на вертолете. До этого картинка с радара все же «смазывалась». На третьем комплекте привода антенны мы ввели вместо механической электромеханическую стабилизацию луча, сделали электромеханический привод. Прежние подвесы обеспечивали поворот антенны по азимуту, углу места и крену, новый же имел только две степени свободы — по азимуту и углу места. Решение отказаться от движения по крену и удаление редуктора, существенно облегчило конструкцию. Новый стабилизатор «отрабатывал» колебания втулки и независимо от положения вертолета позволял станции «смотреть» в нужную точку. Примененная на РЛС автономная электромеханическая система стабилизации антенны позволила значительно повысить качество радиолокационного изображения местности.

Видимо, это все требовало и доработки программного обеспечения...

Естественно. Существенным моментом в разработке любой РЛС является создание программного обеспечения. Много работ проведено в этом направлении. Дорабатывались уже введенные режимы работы станции, появились, как я уже сказал, новые режимы — «маловысотный полет» и «селекция движущихся целей». Кроме того, обеспечили новым ПО и электромеханическую стабилизацию антенны.

Основная алгоритмическая часть ПО, за исключением алгоритмов режима обзора воздушного пространства (ОВП), создана специалистами научно-технического центра ОАО «ГРПЗ». В области ПО мы работаем в содружестве с нашими партнерами. Алгоритмы режима ОВП, а также алгоритмы повышения разрешающей способности по азимуту в переднем и переднебоковом обзорах (за счет использования синтезиро-

вания апертуры антенны) создаются коллективом ЗАО «ОКБ «Траверз». Специалисты Рязанского государственного радиотехнического университета выполняют для нас работы по созданию режима доплеровского обужения луча.

Работа по подготовке и увязке ПО такого сложного изделия, как вертолетная РЛС, требует системного подхода. Для этого на ОАО «ГРПЗ» создан и действует комплекс отработки ПО, который включает следующие средства и этапы: стенд отладки программ с бортовым вычислительным комплексом РЛС; подвижный стенд на базе автомобиля «Газель»; анализ и отработка ПО непосредственно на РЛС, установленной на вертолете; динамический стенд контрольно-испытательного центра; автоматизированное рабочее место (АРМ) механических испытаний.

Созданный на ГРПЗ подвижный стенд на базе «Газели» активно используется для поэтапной отладки программного обеспечения. На автомобильном стенде устанавливались в разное время сначала экспериментальный образец однодиапазонной РЛС, далее экспериментальный образец двухдиапазонной РЛС (диапазоны длин волн Ка и X) и в настоящее время — третий опытный образец РЛС Ка-диапазона.

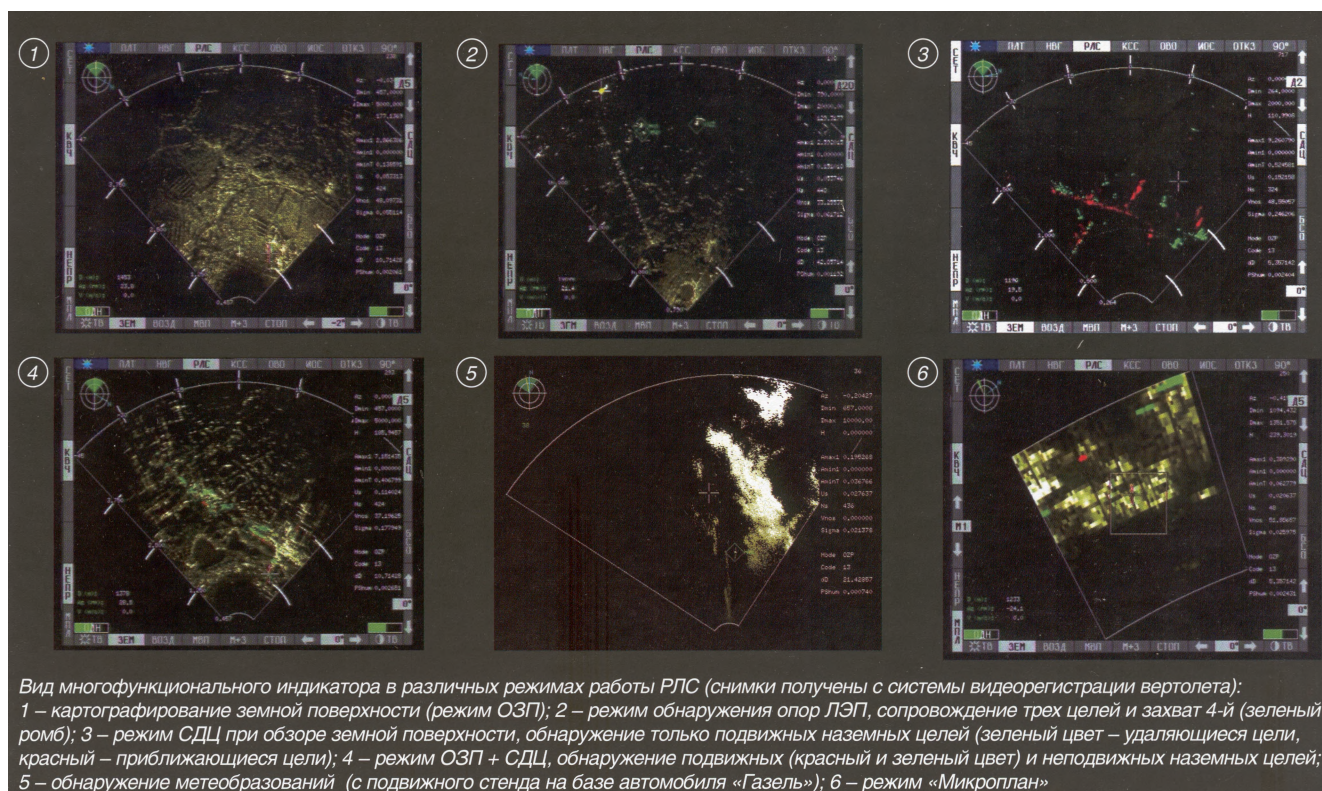
Подвижный стенд обеспечивает решение многих задач. Ведется наземная отработка управления РЛС и проверка всех режимов РЛС в Ка- и X-диапазонах волн, в т.ч. в движении. Осуществляется оценка возможности обнаружения различных типов целей (угловых отражателей, прототипов наземных целей с известной ЭПР, опор и проводов ЛЭП, и т.д.). Проводится запись отраженных от земных объектов сигналов для разработки алгоритмов повышения разрешающей способности по азимуту, а также запись сигналов, отраженных от воздушных целей (вертолеты Ми-8, Ми-26, Ми-28Н,



РЛС на подвижном стенде на базе автомобиля «Газель»



У образца РЛС — начальник КБ радиотехнического отдела НТЦ — заместитель главного конструктора по разработке ПО Вячеслав Андросов



Ми-34, Ка-52) для решения задач распознавания типа цели. Идет проверка алгоритмов повышения разрешающей способности по азимуту и эффективности доработок программного обеспечения по результатам летных испытаний РЛС на вертолете Ми-28Н.

Видимо испытания на мобильном стенде лишь часть проводимых испытаний РЛС?

Проводится широкий круг испытаний. Для определения ресурса РЛС нам было необходимо провести статические испытания, имитирующие ветровую нагрузку на обтекатель, который входит в состав РЛС. Требовались испытания на динамическом стенде с реальными механическими нагрузками, действующими на РЛС в полете.

Статические испытания показали, что обтекатель выдерживает ветровые нагрузки, в два раза превышающие те, которые реально создаются в условиях полета вертолета. Радиопрозрачный обтекатель (РПО) испытывался на статическом стенде ОАО «МВЗ им. М.Л. Миля». Обтекатель для нашего радара изготавливается в ОАО «Стеклопластик», разработан входящим в его состав Всероссийским НИИ стеклопластиков и стекловолокон (ВНИИ СПВ).

Далее были проведены летные испытания вертолета с установленной на втулке РЛС, в ходе которых на всех фазах полета определялись нагрузки, действующие на места крепления станции к вертолету, а также на ее узлы и блоки. Для этого было выполнено несколько наземных гонок и

полетов, определены условия для испытаний на динамическом стенде и уточнены требования по механическим воздействиям для каждой составной части РЛС.

Проводимые доработки конструкции далее проверялись на отсутствие резонансных частот на гармониках частоты вращения несущего вала с помощью динамического стенда в контрольно-испытательном центре ОАО «ГРПЗ» с использованием АРМ механических испытаний. Получен начальный ресурс РЛС. После этого отрабатанные изменения конструкции внедрялись в опытный образец, установленный на вертолете для проведения летных испытаний.

Расскажите, пожалуйста, непосредственно о летных испытаниях РЛС.

Все наземные и подготовительные летные испытания станции и отладки ПО позволили нам выйти на предварительные испытания первого этапа вертолета Ми-28Н с установленной на нем РЛС для оценки механических воздействий на конструкцию РЛС и для «прогона» ее во всех режимах работы, предусмотренных техническим заданием. Эти летные испытания интенсивно проводились с декабря 2011 по май 2012 гг. и были направлены на подтверждение работоспособности ранее проведенных доработок подвеса и остальных узлов. Всего было выполнено 12 полетов. Зарегистрированы уровни механических воздействий на элементы РЛС на десятках

этапов полета — таких, как разгон, висение, горизонтальная площадка, маневры с максимальными перегрузками, максимальная скорость полета, торможение и т.д.

В летных испытаниях проверены все введенные согласно ТЗ режимы РЛС: обычный обзор земной поверхности, обзор земной поверхности с селекцией движущихся целей, селекция движущихся целей в режиме обзор земной поверхности с наблюдением только подвижных целей, а также обзор воздушного пространства, «маловысотный полет» и «микроплан».

В итоге мы получили вполне удовлетворительную радиолокационную картинку местности, что подтвердили представители заказчика и МВЗ им. М.Л. Миля. По итогам получен акт о положительном окончании испытаний первого этапа.

Следующий, второй, этап — предварительные испытания вертолета с РЛС на проверку соответствия требованиям ТЗ. На этом этапе будут оцениваться показатели точности измерения координат, дальности обнаружения многих типов целей и т.д. В октябре 2012 г. вертолет поступил на испытательный комплекс МВЗ им. М.Л. Миля, где начались полеты по второму этапу испытаний Ми-28Н с РЛС.

По завершению второго этапа должны начаться специальные совместные летные испытания (ССЛИ). Положительные результаты ССЛИ и межведомственных испытаний (МВИ) на базе ГРПЗ позво-

лят получить для конструкторской документации литературу «01» и начать серийное производство нашего радара. Этот долгожданный момент будет днем, когда первая в России надвтулочная вертолетная станция будет готова пойти на вооружение ВВС.

А сколько всего опытных образцов РЛС уже построено?

К 2009 г. было построено три опытных образца РЛС. Они непрерывно и многократно дорабатывались и по «железу», и по части ПО. Первый образец сейчас стоит на вертолете Ми-28Н, на втором — заканчивается подготовка к проведению МВИ, третий — на «Газели». Таким образом, «летная» РЛС сейчас пока стоит только на одном вертолете. Есть еще габаритно-весовой макет (ГВМ), на котором параллельно проводятся усталостные испытания на стенде ОАО «МВЗ им. М.Л. Миля», по результатам которых будет определен ресурс РЛС. Потребуются сотни часов усталостных испытаний. Зачем? Ни одна самолетная или вертолетная РЛС не проходит усталостные испытания. Наше изделие находится на втулке несущего винта — вне фюзеляжа. Следовательно, может влиять на безопасность полета, и главный конструктор вертолета отнес РЛС к числу его агрегатов. Поэтому мы должны проводить усталостные испытания с подтверждением ресурса изделия (фактически — мест крепления к вертолету, токосъемнику). Это существенная особенность нашего изделия.

Будут ли оснащаться РЛС уже поставленные в войска вертолеты Ми-28Н? Какой радар получат модернизированные машины?

Можно предположить, что вертолеты Ми-28Н, которые были выпущены и поставлены заказчику ранее, по мере их поступления на «Роствертол» для проведения ремонта будут дооборудоваться нашими станциями. Ну а вертолеты новой постройки целесообразно оснащать радаром сразу.

Параллельно с созданием РЛС для вертолета Ми-28Н мы ведем работы на будущее — в т.ч. по радару для модернизированного вертолета. Такая РЛС получит новые режимы работы, будет уменьшено время обзора воздушного пространства и введен полноценный метеорежим и система госопознания. Это будет не просто РЛС, а целый бортовой радиолокационный комплекс. Уже ведётся его постройка. В этом направлении мы станем двигаться более уверенно и быстро, т.к. за плечами у нас есть свой бесценный опыт создания РЛС для базового Ми-28Н.

Еще раз следует отметить: надвтулочная РЛС — это очень сложная система, которая требует многих лет кропотливой работы специалистов различного профиля, многоэтапных испытаний и доводок. Созданием такой РЛС в России еще никто не занимался. Мы первые. Да, были проблемы, и времени потрачено немало. Но мы уже близки к цели! Мы сделаем первую отечественную вертолетную надвтулочную РЛС — и для Ми-28Н, и для его последующих модификаций. Мы в этом уверены. ®



Хроника создания РЛС для Ми-28Н

Июнь 2004 г. - подписан договор с МВЗ им. М.Л. Миля на разработку в НТЦ ГРПЗ новой РЛС для вертолета Ми-28Н (ранее разработка велась другим предприятием, а ГРПЗ с 2002 г. лишь вел изготовление опытных образцов)

16 февраля 2007 г. - выполнен первый полет (висение) Ми-28Н с экспериментальным образцом РЛС

Декабрь 2007 г. - завершено изготовление первого опытного образца, который был установлен на вертолете Ми-28Н для проведения наземной и летной комплексной отработки на испытательной базе МВЗ им. М.Л. Миля.

Февраль-март 2008 г. - выполнены четыре полета Ми-28Н с первым опытным образцом РЛС, давшие большой объем информации для проведения дальнейших доработок как самой станции, так и ее программного обеспечения

2008-2009 гг. - на основе полученных результатов испытаний и доводок построены еще два опытных образца РЛС для проведения наземных и предварительных летных испытаний

26 декабря 2008 г. - завершены Государственные совместные испытания Ми-28Н

15 октября 2009 г. - распоряжением Президента России Ми-28Н официально принят на вооружение (пока без РЛС), начат выпуск установочной партии вертолетов

30 июня 2011 г. - первый полет Ми-28Н с опытным образцом РЛС с новой системой подвеса

Май 2012 г. - успешно завершён первый этап предварительных летных испытаний Ми-28Н с РЛС, выполнено 12 полетов

15 октября 2012 г. - первый полет по программе второго этапа предварительных испытаний вертолета Ми-28Н с РЛС ОАО «ГРПЗ».

Октябрь 2012 г. - начаты межведомственные испытания (МВИ)

