УДК 493.45.37

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРСПЕКТИВНЫХ КОМПЛЕКСОВ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

А.Б. Сухачев, зам. начальника отдела МНИТИ, к.т.н.
Н.Г. Мелькумова, начальник отдела МНИТИ
Б.Л. Шапиро, начальник отдела МНИТИ
С.Л. Ерема, начальника сектора МНИТИ

Введение. По оценке отечественных и зарубежных специалистов, беспилотные летательные аппараты (БЛА) имеют два основных преимущества по сравнению с пилотируемыми. Они в большей степени, чем пилотируемые аппараты, отвечают требованию “стоимость-эффективность”, а также минимизируют потери пилотов, выполняя, по заявлению американских специалистов, “тройную работу”: нудную (dull), грязную (dirty) и опасную (dangerous), которая не требует присутствия летчика в кабине самолета [1].

В настоящее время БЛА занимают видное место в вооруженных силах многих государств. Вооруженные силы 41 страны мира эксплуатируют около 80 моделей БЛА. В народном хозяйстве БЛА могут применяться для обнаружения и мониторинга чрезвычайных ситуаций (ЧС), для информационной поддержки хозяйственной и природоохранной деятельности, включая мониторинг лесозаготовок, нефте-, газо-, электрокоммуникаций, транспорта, для оценки экологической обстановки, контроля государственной границы, борьбы с браконьерством, контрабандой, контроля зон рыболовства, а также при мониторинге больших скоплений людей во время проведения массовых мероприятий и пр. [1—5].

Сам по себе БЛА — лишь часть сложного комплекса, одна из основных задач которого — оперативное доведение полученных сведений до командиров боевых подразделений. Выполнение этих задач обеспечивается путем создания канала передачи информации “БЛА — пункт управления”, осуществляющего передачу информации в реальном масштабе времени, а также системой обработки и топопривязки полученной информации. Системы управления “беспилотного комплекса” призваны обеспечить управление БЛА и ввести “беспилотники” различных категорий в единое информационное пространство, где БЛА становятся своего рода “опорными точками”. Кроме того, в состав “беспилотного комплекса” входят системы жизнеобеспечения, транспортировки и предполетной подготовки, а также стартовое и посадочное оборудование [1—5].

Ныне в разработке “беспилотников” в различных странах активно участвуют около сотни предприятий. Если к концу 1970-х годов в США, Австралии, Бельгии, Великобритании, Канаде, Франции, ФРГ, СССР, Китае действовали чуть более полусотни программ разработки БЛА, то к 2005 г. в 32 странах разрабатывались, испытывались, строились в опытном порядке или серийно производились около 250 моделей. Лидируют по разработкам США, Великобритания, Израиль, Франция, ФРГ, Швеция. Чрезвычайно интересной была экспозиция БЛА западного производства на авиационно-космической выставке “Paris Air Show-2007”. Мировые тенденции в части бурного развития БЛА не обошли стороной и Россию. Положительную динамику наглядно иллюстрирует значительный рост экспозиции “беспилотников” на авиационно-космических салонах “МАКС-2005” и “МАКС-2007”.

Классификация БЛА, сложившаяся к настоящему времени, представлена в табл. 1. Их принято делить по таким взаимосвязанным параметрам, как масса, время, дальность и высота полета [1—5].

Первые два класса БЛА входят в комплексы тактической разведки, действующие в интересах подразделений и частей, аппараты “среднего” и “тяжелого” классов относят к оперативно-тактическим, работающим в интересах войсковых соединений и объединений. К аппаратам “тяжелого” класса относят также “ударные” и “разведывательно-ударные” БЛА. Отдельную группу составляют разведывательные мини-БЛА одноразового применения, предназначенные для повышения эффективности огня ствольной и реактивной артиллерии.

Наиболее широко распространенный в настоящее время класс БЛА — тактические аппараты. По ряду оценок, в ближайшие десять лет они составят около 85% всех закупаемых БЛА [1, 4]. Все большее применение находят БЛА вертолетного типа, обеспечивающие возможность взлета и приземления на ограниченные площадки, что особенно удобно в горах и с палубы кораблей различных классов. Характеристики основных БЛА различных классов приводятся в [1—4].

Авторами сделана попытка провести оценку таких важных характеристик современных комплексов БЛА, как доля стоимости собственно БЛА с полезной нагрузкой в стоимости комплекса в целом, а также доля полезной нагрузки в общей стартовой массе БЛА. Оценки проводились с учетом подходов, предложенных в [6].

Анализ полученных результатов. В табл. 2—6 приведены результаты проведенных оценок. Обобщенная мини-максная оценка доли стоимости БЛА с полезной нагрузкой в стоимости комплекса в целом для различных классов БЛА представлена на рис. 1, а доли полезной нагрузки в общей стартовой массе БЛА — на рис. 2.

Таблица 1

Основные параметры	Класс БЛА			
	“микро”	“малые (мини)”	“средние (миди)”	“тяжелые”
Масса, кг	до 5	до 300	до 2000	более 2000
Время полета, ч	до 2	до 10	до 12	до 24 и более
Высота полета, км	до 1,0	до 3,0—5,0	до 9,0—10,0	до 20,0
Дальность полета, км	до 100	до 200	до 500	Более 1000

Таблица 2

Основные характеристики	БЛА класса “микро”		
	Dragon Eye США	Pointer США	Raiven США
Стоимость БЛА, тыс. долл. США	85,0	92,0	93,0
Стоимость комплекса, тыс. долл. США	240,0	300,0	215,0
Доля стоимости БЛА в стоимости комплекса, %	35,4	30,7	43,3
Доля стоимости наземного оборудования в стоимости комплекса, %	64,6	69,3	56,7
Максимальная взлетная масса БЛА, кг	1,8	4,55	2,3
Масса полезной нагрузки, кг	0,45	0,9	0,45
Доля полезной нагрузки в общей массе БЛА,%	25,0	19,8	19,6

Таблица 3

Основные характеристики	БЛА класса “мини”			
	Pioneer RQ-2B США, Израиль	Shadow-200 MQ-1B США	Brevel Франция, Германия	Phoenix Великобритания
Стоимость БЛА, тыс. долл. США	650,0	495,0	490,0	980,0
Стоимость комплекса, тыс. долл. США	1150,0	1015,0	1010,0	1515,0
Доля стоимости БЛА в стоимости комплекса, %	56,5	48,8	48,5	64,7
Доля стоимости наземного оборудования в стоимости комплекса, %	43,5	51,2	51,5	35,3
Максимальная взлетная масса БЛА, кг	200	144	150	175
Масса полезной нагрузки, кг	45	27	30	50
Доля полезной нагрузки в общей массе БЛА, %	22,5	18,8	20,0	28,6

Таблица 4

Основные характеристики	БЛА класса “миди”			
	Hunter RQ-5A США, Израиль	Sky Eye R4E США	Searcher Израиль	GL-327 Канада
Стоимость БЛА, тыс. долл. США	1700,0	1250,0	840,0	725,0
Стоимость комплекса, тыс. долл. США	5000,0	4950,0	4190,0	3500,0
Доля стоимости БЛА в стоимости комплекса, %	24,0	18,4	20,0	15,0
Доля стоимости наземного оборудования в стоимости комплекса, %	66	74,7	80,0	79,3
Максимальная взлетная масса БЛА, кг	726	567	430	350
Масса полезной нагрузки, кг	113	125	100	100
Доля полезной нагрузки в общей массе БЛА, %	15,6	22,0	23,3	28,6

Таблица 5

Основные характеристики	БЛА “тяжелого” класса			
	Predator MQ-1B США	Predator-B MQ-9A США	Global Hawk RQ-4 (Block 10) США	Global Hawk RQ-4 (Block 20) США
Стоимость БЛА, тыс. долл. США	3200,0	6900,0	22300,0	31000,0
Стоимость комплекса, тыс. долл. США	5220,0	9100,0	25400,0	34500,0
Доля стоимости БЛА в стоимости комплекса, %	61,3	75,8	87,8	89,9
Доля стоимости наземного оборудования в стоимости комплекса, %	38,7	24,2	12,2	10,1
Максимальная взлетная масса БЛА, кг	1100	3000	10900	11100
Масса полезной нагрузки, кг	200	400	970	1100
Доля полезной нагрузки в общей массе БЛА,%	18,2	13,3	8,9	9,9

Таблица 6

Основные характеристики	БЛА вертолетного типа				
	Fire Scout RQ-8B США	Maverick США	DP-5X США	ZALA-421-02M Россия	Ка-137 Россия
Стоимость БЛА, тыс. долл. США	5800,0	6400,0	1200,0	Нет сведений	Нет сведений
Стоимость комплекса, тыс. долл. США	6350,0	7100,0	1450,0	Нет сведений	Нет сведений
Доля стоимости БЛА в стоимости комплекса, %	64,57	73,24	66,21	—	—
Доля стоимости наземного оборудования в стоимости комплекса, %	8,7	9,9	17,2	—	—
Максимальная взлетная масса БЛА, кг	1200	1720	190	200	280
Масса полезной нагрузки, кг	240	280	30	45	75
Доля полезной нагрузки в общей массе БЛА, %	20,0	16,3	15,8	22,5	26,8

Стоимостные характеристики в табл. 2—6 приведены из расчета наличия в составе комплекса одного БЛА.

Как видно из рис. 1, наименьшая доля стоимости БЛА с полезной нагрузкой в стоимости комплекса (порядка 32%) характерна для БЛА класса “миди”, а наибольшая (порядка 76%) — для “тяжелых” БЛА.

Доля полезной нагрузки в общей стартовой массе БЛА, как видно из рис. 2, составляет порядка 22—24% практически для всех классов БЛА. Исключение составляет класс “тяжелых” БЛА, для которых доля полезной нагрузки в общей стартовой массе БЛА составляет около 15%. Это связано с требованиями большой дальности и высоты полета, предъявляемыми к летательным аппаратам в подобных комплексах.

В состав наземного оборудования комплексов БЛА класса “миди” входят системы управления и обработки полученной с БЛА информации, средства жизнеобеспечения, транспортировки и предполетной подготовки, а также стартовое и посадочное оборудование. Для старта БЛА используются специальные мобильные пусковые установки. Этим и объясняется невысокая доля стоимости БЛА с полезной нагрузкой в стоимости комплекса (порядка 32%). Как правило, в состав комплекса БЛА класса “миди” входит до 6—12 БЛА [1, 3, 4].

Доля стоимости БЛА с полезной нагрузкой класса “микро” в стоимости комплекса составляет порядка 40%. Это связано с тем, что для управления микро-БЛА необходим мобильный пункт управления (ПУ), совмещенный с пунктом приема и обработки поступающей информации, а также средства передачи информации: видовой — с борта БЛА и команд управления — на борт БЛА.

В классе “тяжелых” БЛА основная доля стоимости комплекса (порядка 75%) приходится на стоимость собственно БЛА. При этом в оценке не учитывалась стоимость инфраструктуры аэродромных комплексов, на которых осуществляется базирование этих БЛА.

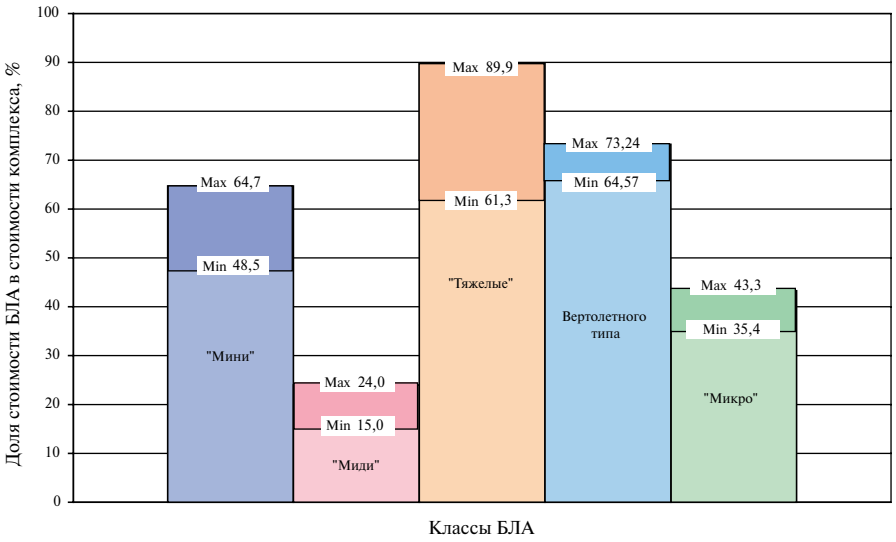

Рис. 1

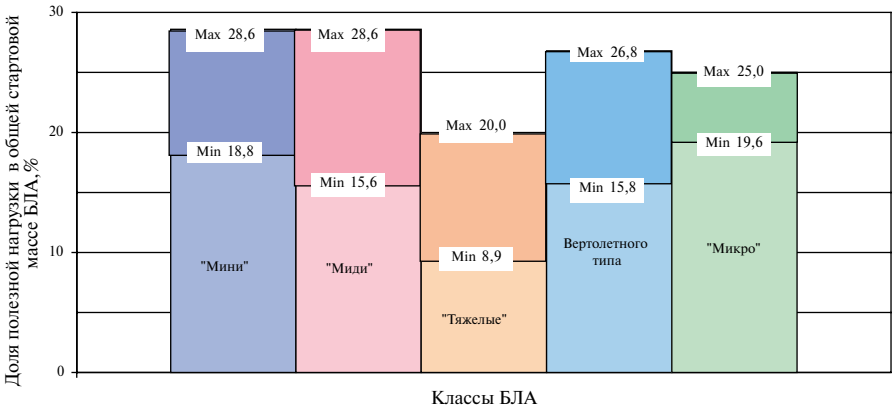

Рис. 2

Старт БЛА класса “мини” осуществляется без применения дорогостоящих пусковых установок, а управление — с мобильного ПУ, совмещенного с пунктом приема и обработки поступающей информации. По функциональному составу ПУ для БЛА класса “мини” близки к ПУ для БЛА класса “микро”. Различие состоит в характеристиках применяемого оборудования (в основном дальности действия радиолиний). Доля стоимости БЛА с полезной нагрузкой в стоимости комплекса составляет порядка 56,6%. Обычно в состав таких комплексов входят 1—2 БЛА.

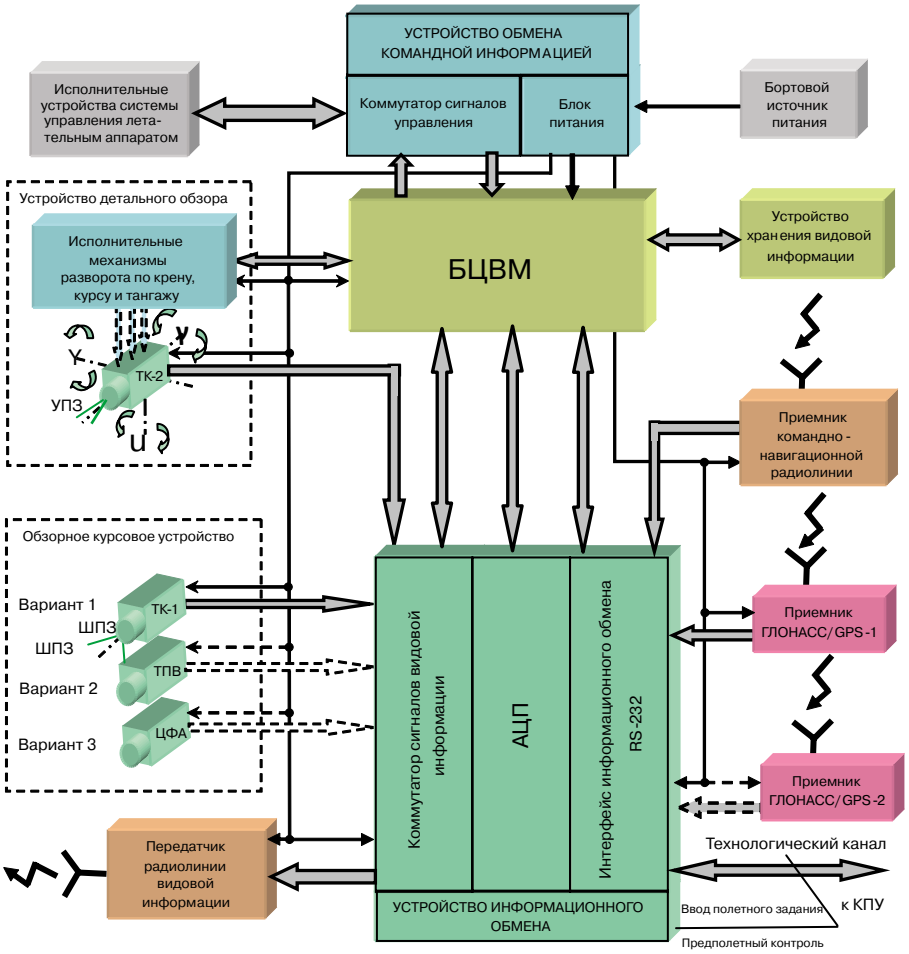

Рис. 3

Для взлета и посадки БЛА вертолетного типа не требуются специального оборудования, а ПУ по функциональному составу и стоимости близки к ПУ для БЛА классов “микро” и “мини”. Поэтому доля стоимости БЛА с полезной нагрузкой в стоимости комплекса достаточно велика и составляет порядка 69%.

Схема полезной нагрузки мини-БЛА. При оборудовании БЛА современной техникой получения видовой информации, а также радиоканалами управления и передачи на ПУ видовой информации появляется возможность оперативного и недорогого способа обследования труднодоступных участков местности, периодического наблюдения заданных районов, цифрового фотографирования для использования в геодезических работах и в случаях чрезвычайных ситуаций.

Наиболее удобными средствами для выполнения поставленных задач являются комплексы на основе малогабаритных беспилотных вертолетов с максимальной взлетной массой от 5 до 12 кг и мобильного ПУ. Мобильный ПУ, состоящий из двух автоматизированных рабочих мест и приемопередающей системы, обеспечивает управление вертолетом, прием, отображение и регистрацию информации, а также контроль функционирования элементов комплекса.

Подобные комплексы могут быть доставлены в район развертывания группой из двух человек, которые после развертывания выполняют функции операторов. При этом один из операторов управляет БЛА, второй работает с полученной видовой информацией.

Функциональная схема полезной нагрузки для мини-БЛА приведена на рис. 3.

Для наблюдения подстилающей поверхности в реальном масштабе времени в процессе полета и цифрового фотографирования выбранных участков местности, включая труднодоступные, а также определения координат исследуемых участков местности целевая нагрузка должна иметь в своем составе:

— обзорное курсовое устройство;

— устройство детального обзора с поворотным устройством;

— спутниковую навигационную систему (ГЛОНАСС/GPS);

— передатчик радиолинии видовой информации с антенной;

— приемник командно-навигационной радиолинии;

— устройство обмена командной информацией;

— устройство информационного обмена;

— бортовую цифровую вычислительную машину (БЦВМ);

— устройство хранения видовой информации.

Обзорное курсовое устройство закрепляется неподвижно под некоторым углом к строевой оси летательного аппарата, обеспечивающим необходимую зону захвата на местности. В состав обзорного курсового устройства может входить телевизионная камера (ТК1) с широкопольным объективом (ШПЗ), которая при необходимости, может быть оперативно заменена тепловизионной камерой (ТПВ) на микроболометрической матрице или цифровым фотоаппаратом (ЦФА).

Устройство детального обзора состоит из телевизионной камеры детального обзора (ТК2) с узкопольным объективом (УПЗ) и трехкоординатного поворотного устройства, обеспечивающего разворот ТК2 по курсу, крену и тангажу по командам оператора для детального анализа конкретного участка местности. С целью расширения функциональных возможностей БЛА возможна замена ТК2 цифровым фотоаппаратом. Подобное решение позволит использовать БЛА для проведения аэрофотосъемки при развороте оптической оси ЦФА в надир.

Передатчик радиолинии видовой информации должен обеспечивать передачу видовой информации в реальном или близком к реальному масштабе времени на пункт управления в пределах радиовидимости.

Приемник командно-навигационной радиолинии осуществляет прием команд пилотирования БЛА и управления оборудованием.

Устройство обмена командной информацией распределяет командную и навигационную информацию по потребителям.

Устройство информационного обмена обеспечивает распределение видовой информации между передатчиком радиолинии видовой информации и бортовым устройством ее хранения, а также информационный обмен между всеми функцональными устройствами, входящими в состав целевой нагрузки по выбранному интерфейсу (например, RS-232). Через порт этого устройства осуществляется ввод полетного задания и предстартовый автоматизированный встроенный контроль функционирования основных узлов и систем БЛА.

Спутниковая навигационная система осуществляет топопривязку БЛА и наблюдаемых объектов по сигналам глобальной системы ГЛОНАСС или GPS. Спутниковая навигационная система состоит из одного или двух приемников

(ГЛОНАСС/GPS) с антенными системами. Применение двух приемников, антенны которых разнесены по строительной оси БЛА, позволяет определять значение курсового угла БЛА.

Бортовая цифровая вычислительная машина (БЦВМ) управляет бортовым комплексом БЛА.

Устройство хранения видовой информации накапливает выбранную видовую информацию до момента посадки БЛА. Устройство может быть съемным или стационарным. В этом случае должен быть предусмотрен канал съема накопленной информации во внешние устройства после посадки БЛА.

Встроенный блок питания обеспечивает согласование бортового источника питания и устройств, входящих в состав полезной нагрузки.

Масса полезной нагрузки с учетом приведенной в табл. 6 и на рис. 2 оценки доли полезной нагрузки в общей стартовой массе БЛА (порядка 22—24%) будет составлять для мини-БЛА вертолетного типа со стартовой массой 5 кг — от 1,1 до 1,2 кг, а со стартовой массой 12 кг — от 2,6 до 2,9 кг.

Предложенные оценки таких важных характеристик современных комплексов беспилотных летательных аппаратов, как доля их стоимости с полезной нагрузкой в стоимости комплекса в целом и доля полезной нагрузки в общей стартовой массе БЛА основных классов позволяют еще на стадии формирования технического задания провести ориентировочную оценку стоимости и возможностей БЛА по размещению полезной нагрузки на его борту.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Краснов А., Путилин В.** Беспилотные летательные аппараты: от разведки к боевым действиям // Зарубежное военное обозрение. — 2004. — № 4.
2. **Дремлюга Г.** Беспилотные летательные аппараты: обнаружат и сообщат // Морская политика России.- 2005. — № 9.
3. **Чекунов Е.** Перспективы развития БЛА в США // Зарубежное военное обозрение. — 2006. — №12.
4. **Федутдинов Д.В.** Гонка за лидером // Национальная оборона. — 2007. — № 8 (17).
5. **Вилкова Н.Н., Сухачев А.Б.** Россия должна вернуться в ряд ведущих “беспилотных” держав. // Национальная оборона. — 2007. — № 10 (19).
6. **Вилкова Н.Н., Мелькумова Н.Г., Рукина О.А.** Механизм согласования финансового риска между заказчиком и исполнителем государственного контракта. // Системы и средства связи, телевидения и радиовещания. — 2006. — Вып. 1,2.

Получено 3.12.07

ПАМЯТИ ОЛЬГИ НИКОЛАЕВНЫ ИВАНОВОЙ

14 апреля 2008 г. на 93-м году жизни скончалась Ольга Николаевна Иванова — видный ученый и педагог, заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации, действительный член Международной академии информатизации, доктор технических наук, профессор Московского технического университета связи и информатики.

О.Н. Иванова родилась в Петрограде, в семье связиста. В 1937 г. с отличием окончила ЛЭИС, в 1940 г. — аспирантуру по кафедре телефонии, защитила диссертацию и получила ученую степень кандидата технических наук. С 1938 г. работала на кафедре телефонии ЛЭИС в качестве ассистента, а в 1944 г. ей было присвоено звание доцента.

Ольга Николаевна пережила все тяготы Великой Отечественной войны и ленинградской блокады. Занималась переподготовкой военных связистов, выполнением оборонных заказов на аппаратуру связи, преподавала на вечернем отделении ЛЭИС.

С февраля 1947 г. О.Н. Иванова работает в Московском электротехническом институте связи (ныне МТУСИ). В 1966 г. защитила диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук по электронным управляющим устройствам, в 1967 г. ей присвоено звание профессора.

Более 20 лет О.Н. Иванова возглавляла кафедру автоматической электросвязи и руководила отраслевой научно-исследовательской лабораторией, в которой велись исследования по актуальным вопросам систем автоматической коммутации. С 1987 г. была профессором этой кафедры.

Научные разработки, создаваемые в лаборатории по заданию Минсвязи СССР, экспонировались на ВДНХ. За них О.Н. Иванова была награждена золотой, серебряной и бронзовой медалями ВДНХ. Ее ученики — инженеры, кандидаты и доктора наук — трудятся во многих регионах России и далеко за ее пределами — во Вьетнаме и Китае, странах Африки и Латинской Америки.

Перу Ольги Николаевны принадлежат более 160 печатных трудов, в том числе шесть учебников для вузов, две монографии, 25 учебных пособий, статьи, авторские свидетельства. В 1971 г. ею написан первый отечественный учебник “Электронная коммутация”. Книга отмечена медалью ВДНХ.

Много сил Ольга Николаевна отдала упорядочению терминологии в области автоматической коммутации и сетей электросвязи. Под ее руководством выпущено 12 ГОСТов. Она являлась членом редколлегии журнала “Научная терминология”. С 1976 г. О.Н.Иванова — член диссертационных советов МТУСИ по защите кандидатских и докторских диссертаций; в течение многих лет она была членом Высшей аттестационной комиссии.

Более трех десятилетий Ольга Николаевна возглавляла секцию “Автоматическая коммутация и сети связи” НТОРЭС им. А.С.Попова, отдавая много сил и времени пропаганде новейших знаний в области электросвязи.

Большая научная и разносторонняя организационно-общественная деятельность О.Н.Ивановой отмечена многими правительственными наградами, в том числе орденами Ленина и “Знак почета”, 14 медалями. Ей присвоены звания “Заслуженный деятель науки и техники РСФСР”, “Почетный радист”, “Мастер связи”, Почетный член РНТОРЭС им. А.С.Попова.

Многие десятилетия Ольга Николаевна сотрудничала с нашим журналом, помогая советами, рекомендуя авторов, темы статей, выступая в качестве автора и рецензента.

Редакция и редколлегия журнала “Электросвязь” выражают глубокое соболезнование родным, близким и коллегам Ольги Николаевны. Память об этом замечательном человеке надолго останется в сердцах всех, кто ее знал и любил.