

ТЕХНОЛОГИИ КОНЦЕРНА «ВЕГА» В ИНТЕРЕСАХ ТЭК

Владимир Верба – генеральный директор – генеральный конструктор, д.т.н., профессор,
Александр Силкин – зам. генерального директора, д.в.н., профессор,
Виктор Кабанов – начальник информационно-рекламного отдела, к.т.н.

ОАО «Концерн «ВЕГА»

Концерн радиостроения «Вега» предлагает комплексный подход к решению проблемы мониторинга объектов инфраструктуры ТЭК с использованием современных технологий и технических средств. В состав такой комплексной многоуровневой автоматизированной системы мониторинга могут входить: космические, авиационные (включая беспилотные) комплексы наблюдения, сеть наземных стационарных и мобильных пунктов приема, обработки и распределения получаемой информации, датчики охраны, комплексы и средства связи, объединенные в единую автоматизированную подсистему управления. Преимуществом предлагаемых решений состоит в их системности, а также адаптации к Российским условиям, что было неоднократно подтверждено на примерах аналогичных разработок в интересах других заказчиков.

Концерн «Вега» – головное предприятие по разработке и созданию беспилотных авиационных комплексов (БАК) в интересах обороны страны. Генеральный директор Концерна совместным приказом Министра промышленности и энергетики и Министра обороны Российской Федерации №100/154 от 12 мая 2005 года назначен генеральным конструктором систем и комплексов разведки, дозора и управления авиационного базирования и комплексов с беспилотными летательными аппаратами.

Концерн «Вега» предлагает комплексный подход к решению проблемы мониторинга объектов инфраструктуры ТЭК с использованием современных технологий и технических средств. В состав такой комплексной многоуровневой автоматизированной системы мониторинга могут входить: космические, авиационные (включая беспилотные) комплексы наблюдения, сеть наземных стационарных и мобильных пунктов приема, обработки и распределения получаемой информации, датчики охраны, комплексы и средства связи, объединенные в единую автоматизированную подсистему управления. Преимуществом предлагаемых решений состоит в их системности, а также адаптации к Российским условиям, что было неоднократно подтверждено на примерах аналогичных разработок в интересах других заказчиков.

В состав космической радиолокационной автоматизированной подсистемы мониторинга входят:

- космический аппарат (КА);
- радиолокатор с синтезированной апертурой 10-см диапазона длин волн (РСА-10); радиолиния передачи данных;
- наземная аппаратура управления положением и режимами работы КА, приема и обработки данных с автоматическим обнаружением изменений в окружающей обстановке методами дифференциальной интерферометрии.

Основные технические и эксплуатационные характеристики предлагаемых РСА представлены в Табл.1 и 2.

Таблица 1. Основные технические характеристики РСА

Радиолокатор 10-ти сантиметрового диапазона (РСА-10)			
Режим работы	Разрешение, м дальность×азимут	Полоса съемки, км	Поляризация передача/прием
Детальный маршрутный	1,5×2	10	ВВ
Обзорный	5×5	30	ВВ
Поляриметрический 1	5×5	20	ВВ+ВГ
Поляриметрический 2	5×5	20	ГГ+ГВ
Поляриметрический 3	5×5	10	ВВ+ВГ+ГГ+ГВ

Таблица 2. Основные эксплуатационные характеристики РСА

Радиолокатор	РСА-10
Масса аппаратуры, кг	150
Энергопотребление, кВт	1,7

Прототип малого КА разработки НПО машиностроения с радиолокатором, спроектированным ОАО «Концерн «Вега», показан на Рис.1.

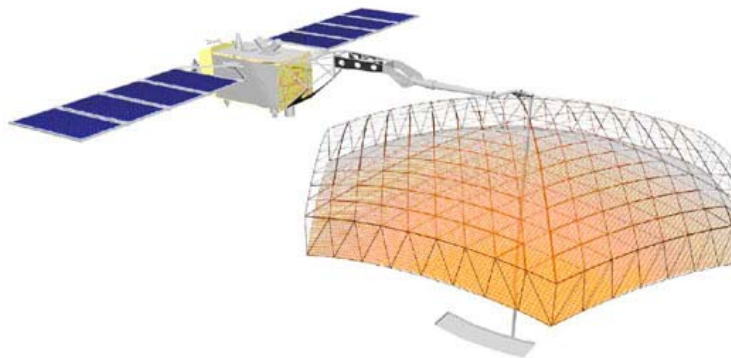


Рисунок 1.

Внешний вид аппаратуры РСА - 10 на технологической раме представлен на рис.2.

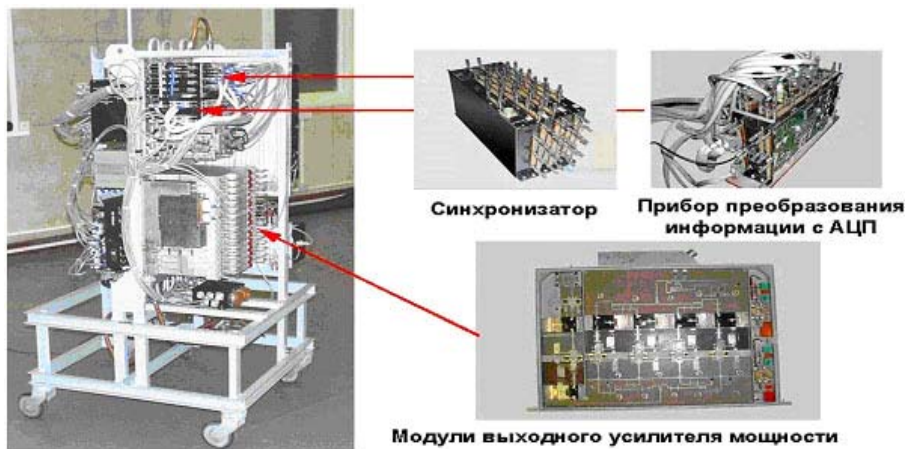


Рисунок 2.

Типовые радиолокационные изображения, дающие представление о характере и детальности получаемой информации, приведены на Рис. 3 и 4.

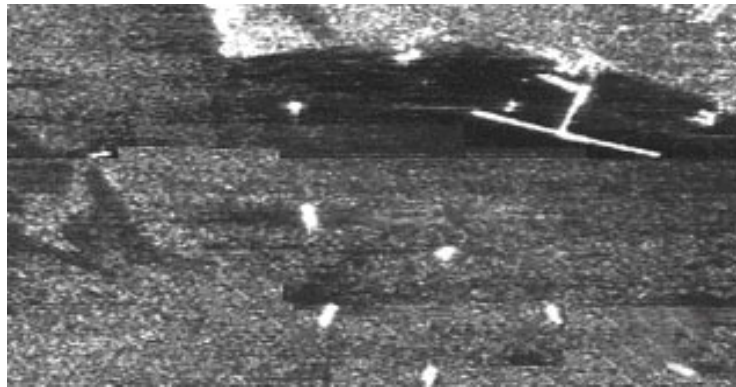


Рисунок 3.

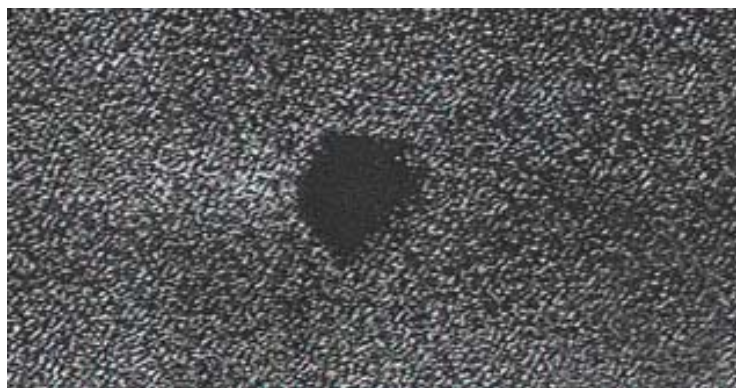


Рисунок 4.

На Рис. 3 показаны результаты экологического мониторинга районов морских терминалов, а на Рис. 4 – загрязнения морской поверхности нефтяной пленкой. На Рис. 5 и 6 представлены радиолокационные изображения нефтяных разработок в Сибири (месторождение Лангепас) для различных сезонов года.

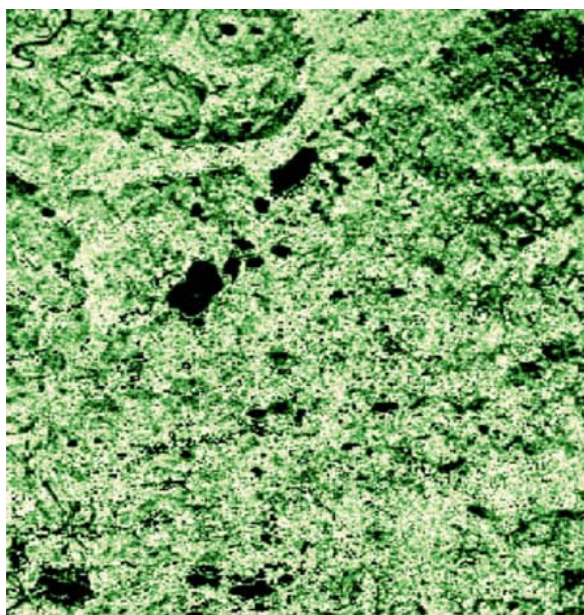


Рисунок 5.

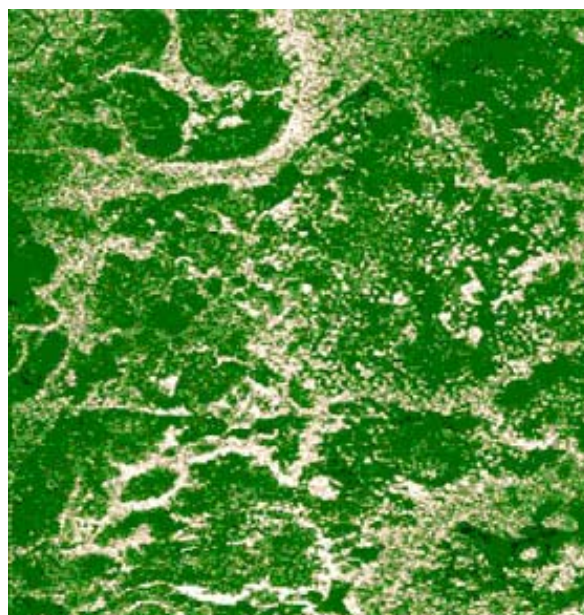


Рисунок 6.

Их анализ показывает, что с помощью радиоволн выбранного спектрального диапазона, характеризующихся высокой проникающей способностью, можно

осуществлять даже глубинное зондирование участков местности с целью оценки запасов нефтяных месторождений, определения границ зон залегания нефти и площади ее разливов. На летнем снимке нефтяного месторождения (Рис. 5) зафиксированы частичные изменения окружающей обстановки. Для повышения функциональных возможностей системы по оперативному выявлению малых изменений в наблюдаемой обстановке применена технология дифференциальной интерферометрии, что иллюстрируется данными, приведенными на Рис. 7 и 8.

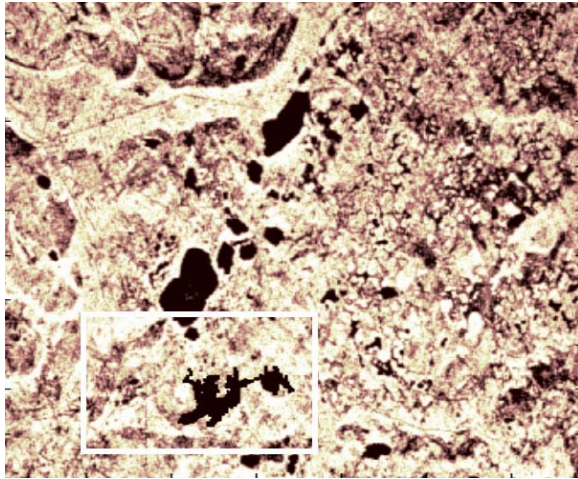


Рисунок 7.

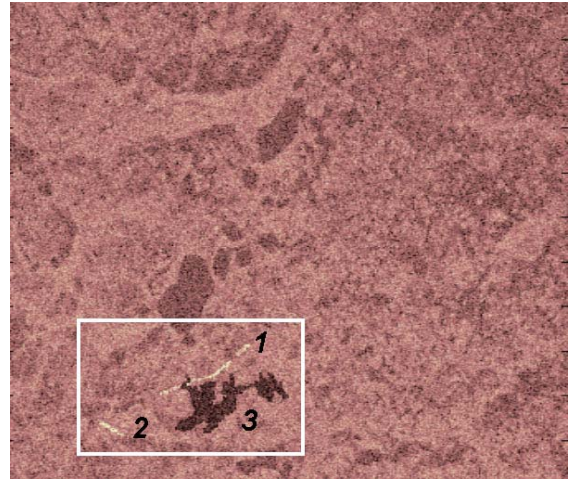


Рисунок 8.

В результате обработки разновременных снимков и отображения полученной информации удалось выявить следующие изменения:

- 1 – малое (на 3см) смещение трубопровода;
- 2 – место несанкционированного доступа к трубопроводу;
- 3 – область разлива нефти из поврежденного трубопровода.

Ожидаемые сроки ввода подсистемы: начало опытной эксплуатации с использованием информации от отечественного малого КА с радиолокатором 10-см диапазона – декабрь 2008г.; запуск второго КА с РСА 10см диапазона – 2010г.

Авиационная подсистема контроля земной поверхности верхнего эшелона состоит из многочастотного радиолокационного комплекса с синтезированной апертурой антенны и многоканального сканирующего комплекса СВЧ – радиометров. Ее аппаратура может быть размещена на любом летательном аппарате (ЛА) с диаметром фюзеляжа не менее 2,5м. Многочастотный радиолокационный комплекс с синтезированной апертурой антенны уникален, поскольку работает одновременно в четырех диапазонах длин волн (от 4см до 2,5м) при различных поляризациях зондирующего сигнала (Рис. 9).

Комплекс контроля земной поверхности

- ☐ Обзор морских, прибрежных и материковых зон земной поверхности
- ☐ Получение всепогодных высокоинформативных радиолокационных и радиотепловых изображений в любое время суток для различных отраслей промышленно-хозяйственных регионов
- ☐ Мониторинг гидрологического состояния трубопроводов и пожароопасных ситуаций в лесных массивах
- ☐ Фиксация подземных протечек земляных дамб и определение уровня грунтовых вод
- ☐ Точная привязка полученной информации к географическим координатам объекта
- ☐ Решение задач в рамках соответствующих программ ООН и Международных Соглашений



Многоканальный сканирующий комплекс СВЧ-радиометров

Многочастотный радиолокационный комплекс с синтезированной апертурой антенны



Технические характеристики составных частей комплекса контроля земной поверхности

Q	X	C	L	P	Диапазон	X	L	P	VHF
0,8	1,9	5,5	21	43	Длина волны, см	3,9	23	68	254
Равна высоте полета					Полоса обзора, км	32 (64)			
Горизонтальная					Поляризация	VV, HH, VH, HV			
					Разрешающая способность, м	2-6	4-8	8-12	8-16
40	15	5	2	1	Число элементов разрешения на строке	2000 - 8000			

Комплекс контроля земной поверхности размещается на любом воздушном летательном аппарате с диаметром фюзеляжа не менее 2,5 м

Рисунок 9.

Впервые при обработке информации использованы алгоритмы автофокусировки для получения детальных высокоинформативных радиолокационных изображений объектов, скрытых дымом, туманом, слоем растительности, снега или грунта и даже находящихся на глубине до 50-70м под поверхностью, с их точной координатной привязкой по данным спутниковой навигационной системы. Обладает несомненным преимуществом перед зарубежными аналогами по глубине проникновения в исследуемую среду с сохранением разрешающей способности. Большая скорость полета самолета - носителя (600км/ч) и широкая полоса захвата местности (24км) определяют высокую производительность радиолокационной съемки (за один час полета картографируется площадь 14400 кв. км) при низких затратах. Комплекс способен оперативно отображать информацию на борту и

передавать её по линии связи на центральный или местный пункт управления. Его основные технические характеристики представлены в Табл. 3.

Таблица 3. Основные технические характеристики многочастотного радиолокационного комплекса с синтезированной апертурой антенны

Диапазон	X	L	P	VHF
Длина волны, см	3,9	23	68	254
Разрешающая способность, м	2-6	4-8	8-12	8-16
Полоса обзора, км	32 (64)			
Поляризация	ВВ, ГГ, ВГ, ГВ			
Число элементов разрешения по строке	2000-8000			

Возможности аппаратуры по наблюдению за элементами инфраструктуры объектов ТЭК и оценке их состояния иллюстрируются Рис. 10, которые представляют собой радиолокационные изображения различных участков местности в 4-х сантиметровом X-диапазоне вдоль трассы газопровода «Уренгой – Сургут – Челябинск».



Рисунок 10.

Диаметр трубы составляет 1420мм. На Рис. 10а отчетливо выделяются:

- 1 – место старой аварии;
- 2 – подведенная новая нитка трубопровода;
- 3 – поврежденная старая нитка.

Рис.10б позволяет однозначно оценить техническое состояние трубопровода и его положение в грунте:

- 4 – газопровод вытолкнут на поверхность (всплыл);
- 5 – обнажен частично;
- 6 – находится под землей.

Рис. 11 иллюстрирует возможности радиолокационной аппаратуры X-диапазона по выявлению потенциально опасных для прокладки трубопровода участков местности:

- а) – болота;
- б) – зоны вечной мерзлоты;
- в) – углы поворота трассы.



Рисунок 11.

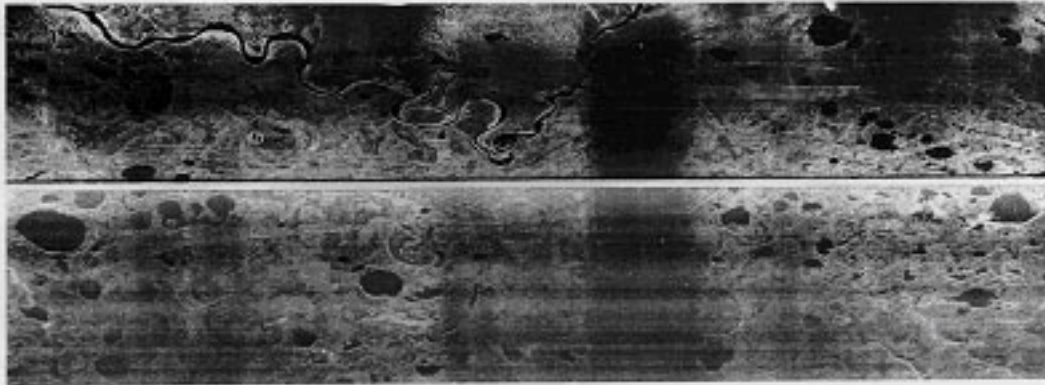
Анализ радиолокационного изображения газопровода в метровом VHF-диапазоне длин волн (Рис. 12) позволяет выявить зоны перетекания грунтовых вод (1), наличие которых приводит к изменению технического состояния газопровода (2 – обводнение, 3 – всплытие).



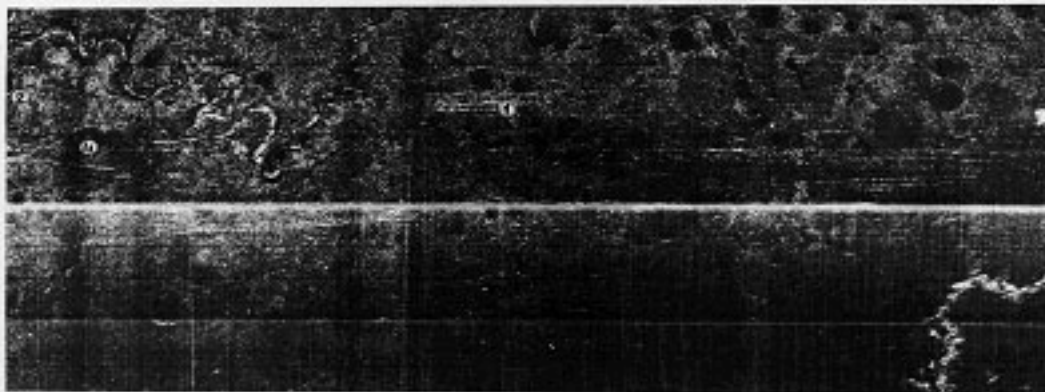
Рисунок 12.

В этом же диапазоне наблюдается отчетливая картина выталкивания на поверхность нескольких ниток магистрального трубопровода «Ямбург – Ныда», проложенного в зоне вечной мерзлоты Рис. 13).

В НИТОК ГАЗОПРОВОДОВ ДИАМЕТРОМ 1420 мм



**РАДИОЛОКАЦИОННОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ В
СМ-ДИАПАЗОНЕ** ($\lambda = 4$ см, разрешающая способность - 5 м)



**РАДИОЛОКАЦИОННОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ В
М-ДИАПАЗОНЕ** ($\lambda = 2,5$ м, разрешающая способность - 25-30 м)

Рисунок 13.

Возможности радиолокационной аппаратуры 4-х сантиметрового X-диапазона по высокоточному картированию опор высоковольтных линий электропередачи иллюстрируются Рис. 14, на которых приведены изображения равнинного (Рис. 14а), таежного (Рис. 14б) и гористого (Рис. 14в) участков местности в Иркутской области на участке Бирюсинск – Улан-Удэ протяженностью 1500км.

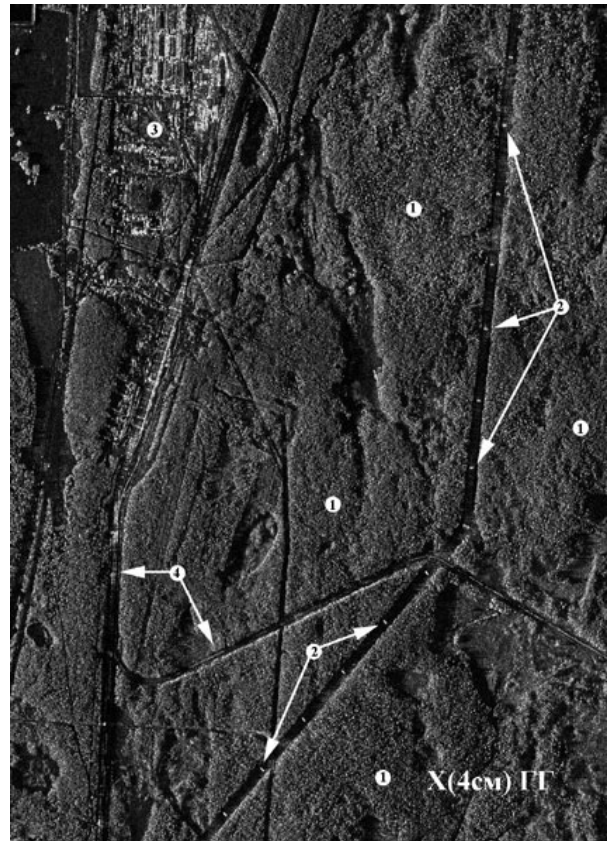
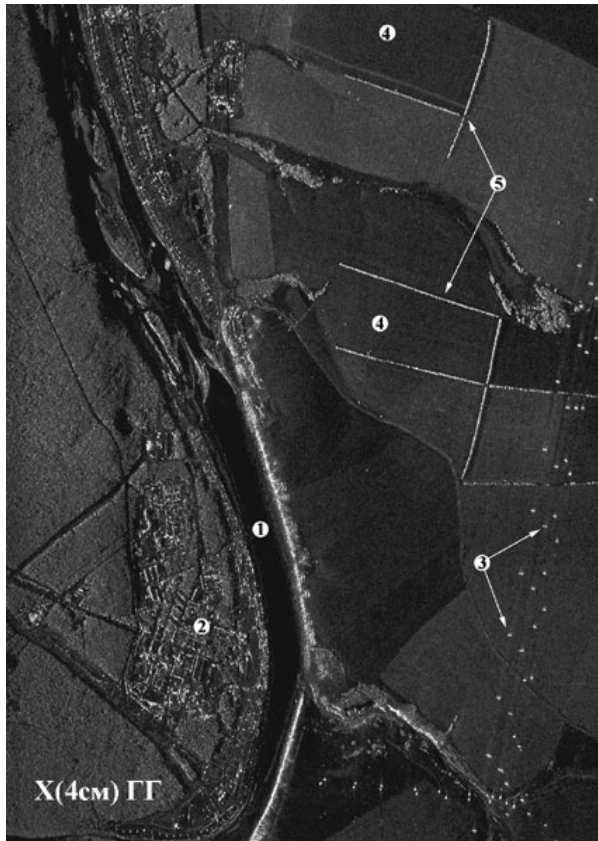


Рисунок 14 а, б

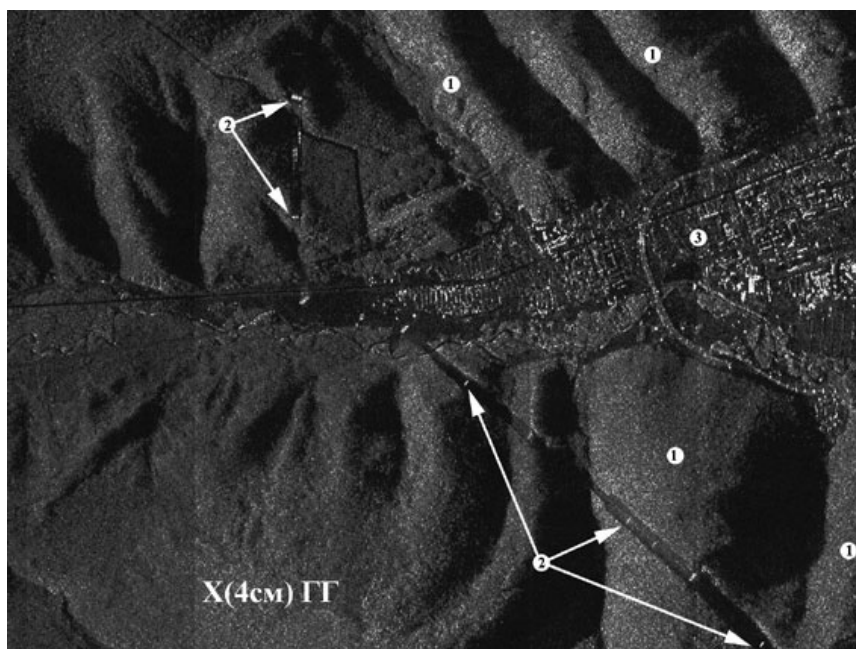


Рисунок 14 в

По этим изображениям осуществлялась привязка местоположения опор ЛЭП, используемых при прокладке волоконно-оптических линий связи. Работа выполнялась в интересах РАО «ЕЭС» совместно с НПО машиностроения. Допустимая ошибка расстояния между опорами на интервале 5км не должна превышать 5м. Тайга и сопки не позволяли использовать наземные средства измерения с лазерными дальномерами, поэтому для съемки был применен самолетный многочастотный радиолокационный

комплекс с синтезированной апертурой антенны. Работа была успешно завершена. Дальнейшее расширение функциональных возможностей авиационной подсистемы контроля земной поверхности связано с комплексированием многочастотных радиолокаторов с синтезированной апертурой и пассивной многоканальной сканирующей аппаратуры радиометрического типа.

Сканирующий комплекс СВЧ-радиометров «РАДИУС - М» по своим характеристикам и функциональным возможностям уникален и аналогов в мире не имеет.

Работает на четырех длинах волн (8мм, 2, 6 и 21см), обеспечивая пространственное разрешение от 10 до 50м. Информация регистрируется на цифровой накопитель. После приземления она обрабатывается и представляется в виде привязанных к местности цифровых карт, на которых отображаются вышеперечисленные параметры и категории состояния земной поверхности.

«Радиус-М» может работать днем и ночью, нечувствителен к изменению погодных условий. Он выдержал испытания в различных климатических зонах и районах территории Земного шара (Средняя Азия, Ростовская область, Заполярье, Дальний Восток, Западная Европа, Северная Америка), подтвердив свою высокую надежность и соответствие задаваемым требованиям. Основные технические характеристики комплекса представлены в Табл. 4.

Таблица 4. Основные технические характеристики сканирующего комплекса СВЧ - радиометров «РАДИУС - М»

Диапазон	Q	X	C	L	P
Длина волны, см	0,8	1,9	5,5	21	43
Разрешающая способность, м	10-50				
Полоса обзора, км	Равна высоте полета				
Поляризация	Горизонтальная				
Число элементов разрешения по строке	40	15	5	2	1

Улучшение детальности получаемого изображения и снижение затрат на контроль и оценку технического состояния элементов инфраструктуры ТЭК в локальных зонах связаны с разработкой и созданием авиационной подсистемы мониторинга нижнего эшелона, включающей набор специализированной радиолокационной, телевизионной и инфракрасной аппаратуры высокого разрешения, размещаемой на легкомоторных пилотируемых и беспилотных летательных аппаратах. Ее создание обусловлено прежде всего необходимостью оперативного контроля за состоянием нефте- и газопроводов, линий электропередачи огромной протяженности, проложенных к тому же в труднодоступных районах и сложных физико-географических условиях, что делает практически невозможным их мониторинг с использованием наземных средств.

Современные технологии воздушного наблюдения двойного назначения позволяют значительно повысить эффективность мониторинга транспортных магистралей и промышленных объектов ТЭК, что должно обеспечить возможность решения поставленных задач с новым уровнем качества. Это достигается проведением цифровой аэросъемки объектов ТЭК одновременно в видимом, инфракрасном и, возможно, радиодиапазоне с последующей автоматизированной компьютерной обработкой полученных изображений. Такая технология позволяет выявлять: любые нарушения

охранной зоны при просмотре изображений видимого диапазона; наличие незаконных врезок в магистраль путем сравнения данных текущей и предыдущей аэросъемок и обнаружения нарушений почвенного покрова и грунта в зоне магистрали, растительности из-за движения транспортной техники, а также следов, остающихся при отборе нефти из трубопровода; наземные и подземные разливы нефти и утечки газа, характеризующиеся изменением ряда характеристик поверхности: температуры за счет испарения легких фракций, теплопроводности, цвета, коэффициента отражения, что надежно фиксируется ИК аппаратурой; факты эрозии грунта, образования промоин, размылов, оползневых участков, оголения нефтепровода при совместном анализе изображений видимого и инфракрасного диапазонов и их сравнении с материалами предыдущих съемок; случаи обледенения ЛЭП, нарушения изоляторов, искрения, утечек электроэнергии.

Авиационный комплекс аппаратуры контроля состояния наземных объектов «Скорпион А1» (разработчик – ОАО «КБ «Луч») использует передовые технологии аэросъемок и компьютерной обработки информации.

Состоит из малогабаритного ЛА (самолета или вертолета), бортовой аппаратуры и наземного оборудования. В качестве носителей могут использоваться летательные аппараты (ЛА) местных воздушных линий. Бортовая аппаратура включает: цифровой фотоаппарат, инфракрасную камеру на поворотном устройстве, датчик углового положения, приемник спутниковой навигационной системы, компьютер типа Notebook и вычислитель с флэш-памятью. На борту ЛА производится прием изображений видимого и инфракрасного диапазонов и их запись на электронные носители. Осуществляется привязка этих изображений к местности. Наземное оборудование состоит из персональной ЭВМ типа Пентиум-4, которая обеспечивает обработку полученной бортовой информации, ее коррекцию, анализ и привязку изображений к цифровой карте местности. Основные технические характеристики типового ЛА и размещаемой на нем аппаратуры «Скорпион А1» приведены в Табл. 5.

Таблица 5. Основные технические характеристики типового ЛА и размещаемой на нем аппаратуры «Скорпион А1»

Диапазон рабочих высот полета, м	50-300
Допустимое значение углов крена и тангажа, град	20 и 15
Скорость изменения углов крена и тангажа, град/с	не более 2
Полоса захвата с высоты полета 200м, м	не менее 140
Телевизионный канал: - диапазон спектральной чувствительности, мкм - рабочая освещенность на местности, лк - формат видеоизображения - разрешение - формат фотоизображения в режиме «стоп-кадр»	0,4-0,7 10 ³ -10 ⁵ PAL, цветной 350 ТВЛ 2650x1970, цветной
Инфракрасный канал: - диапазон спектральной чувствительности, мкм - чувствительность на фоне 300К, град - разрешение на местности в высоты 200м, м	8-14 не более 0,04 0,1
Координатная привязка откорректированного изображения к карте местности	обеспечивается
Точность определения координат объектов, м	25
Время непрерывной работы при питании от аккумуляторных батарей, ч	не менее 4
Диапазон рабочих температур, град	от -25 до +50

В 2004 году на международном гидроавиасалоне (г. Геленджик) входящее в состав ОАО «Концерн «Вега» Конструкторское бюро «Луч» (г. Рыбинск) впервые представило

новинку – авиационный комплекс мониторинга на базе беспилотных летательных аппаратов (БЛА) многоразового использования с поршневыми двигателями, запускаемых с помощью катапультного устройства. На борту БЛА возможно разместить видео- и аэрофотоаппаратуру для получения качественных снимков местности с необходимым разрешением: совмещенную камеру инфракрасного и видимого диапазонов высокого разрешения с увеличенной (от 2 до 10 раз) вероятностью обнаружения негативных явлений и фактов противоправной деятельности по сравнению с обычными камерами видимого диапазона; радиометр для обнаружения по микроволновому излучению разлива нефтепродуктов и определения толщины нефтяной пленки; аппаратуру аэрофотосъемки с большим разрешением; различные виды датчиков по желанию заказчика (химические, радиационные и др.). Основные характеристики БЛА приведены в табл.6.

*Таблица 6. Основные характеристики
БЛА разработки «КБ «Луч»*

Наименование характеристики	БЛА-05	БЛА-07
Максимальный радиус наблюдения, км	70	30-50
Диапазон высот полета над уровнем моря, м	200-3000	200-3000
Диапазон скоростей полета, км/ч	90-190	120-190
Стартовая масса, кг, не более	60	35
Продолжительность полета, ч, не менее	2	3
Среднеквадратическое отклонение определения координат объектов, м, не более	50	50
Время развертывания, мин, не более	20	20
Бортовая целевая нагрузка, кг	14,5	10
Способ старта	катапультный	катапультный
Способ посадки	парашютный	парашютный

Комплекс может быть выполнен в мобильном или стационарном варианте исполнения.

Ожидаемый экономический эффект от: уменьшения потерь органического топлива и электроэнергии из-за утечек и незаконного отбора; снижения затрат на мероприятия по устранению аварий и последствий загрязнения окружающей среды, а также штрафных выплат за нарушение экологии и невыполнение договорных обязательств по срокам и объемам поставок; уменьшения ущерба от простоя трубопровода из-за аварий на линейной части магистрали и связанного с этим невыполнения плановых показателей; снижения косвенных потерь из-за возможных последствий аварий: гибели морских и лесных обитателей, размораживания теплосетей, нарушения подачи электроэнергии и нормального функционирования городов и населенных пунктов.

Альтернативный вариант подобной авиационной подсистемы контроля нижнего эшелона на базе легкомоторного самолета СМ-92Т и БЛА «Аист» предложен другим предприятием ОАО «Концерн «Вега» – научно-исследовательским институтом «Кулон». Отличия связаны с использованием ЛА большей грузоподъемности и продолжительности полета. Это приводит к иным вариантам комплектации и установки бортового оборудования: БЛА ведет наблюдение с помощью размещаемой на гиросtabilизированной платформе оптико-электронной аппаратуры СОН-100, включающей инфракрасный и цветной телевизионный каналы, либо с использованием двухчастотного РСА; на пилотируемом ЛА указанное оборудование может быть установлено одновременно; массогабаритные характеристики пилотируемого носителя позволяют, кроме всего прочего, разместить на нем газоанализатор и цифровой

фотоаппарат для составления кадастровых планов объектов ТЭК, а также автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора для работы в реальном времени.

В качестве пилотируемого носителя НИИ «Кулон» предлагает самолет СМ-92Т, внешний вид которого приведен на Рис. 15, а основные характеристики – в Табл. 7.



Рисунок 15.

Таблица 7. Основные характеристики легкомоторного самолета СМ-92Т разработки ОАО «НИИ «Кулон»

Габаритные размеры самолета, м:	
- длина	9,97
- высота	3,10
- размах крыла	14,86
Колея шасси, м	3,35
Масса, т:	
- пустого самолета	1,55
- взлетная (максимальная)	2,7
- полезной нагрузки (максимальной)	0,9
Максимальные:	
- дальность полета, км	1500
- скорость полета, км/ч	410
- высота полета, м	6000
- запас топлива, л	760
Крейсерская скорость, км/ч	300
Скороподъемность у земли, м/с	10
Длина, м:	
- разбега	300
- пробега	200

Для мониторинга элементов инфраструктуры ТЭК с использованием беспилотной авиации НИИ «Кулон» предлагает комплекс с БЛА «Аист», внешний вид которого приведен на Рис. 16, а основные характеристики – в Табл.8.



Рисунок 16.

Таблица 8. Основные характеристики БЛА «Аист» разработки ОАО «НИИ «Кулон»

Диапазон высот полета, м	100-6000
Скорость полета, км/ч	130-250
Взлетный вес БЛА, кг	~ 500
Дальность связи БЛА – НПП, км:	
- в пределах прямой радиовидимости	250
- через ретранслятор	400
Максимальная продолжительность полета, ч	8-12
Точность определения координат объекта, м, не хуже	50
Взлет и посадка	по самолетному
Размах крыльев, м	8
Длина, м	4,7
Разбег, м, не более	150
Пробег, м, не более	150

Состав и основные характеристики аппаратуры наблюдения, размещаемой на легкомоторном самолете СМ-92Т или БЛА «Аист», приведены в Табл. 9.

Таблица 9. Состав и основные характеристики аппаратуры наблюдения, размещаемой на легкомоторном самолете СМ-92Т или БЛА «Аист»

Состав аппаратуры, наименование характеристик	Значение характеристик
1. Двухканальная оптико-электронная аппаратура СОН-100 на гиросtabilизированной платформе	
1.1 . Тепловизионный канал	
- количество чувствительных элементов в матрице	320 x 240
- спектральный диапазон, мкм	8-9
- температурная чувствительность, град	0,03
- величина поля зрения, град:	
широкого	18 x 13,5
узкого	4 x 3
1.2. Цветной телевизионный канал	
- количество чувствительных элементов в матрице	737 x 575
- спектральный диапазон, мкм	0,6 – 0,95
- минимальная освещенность на местности, лк	0,1
- поле зрения, град	

<p>2. РСА высокого разрешения сантиметрового диапазона</p> <ul style="list-style-type: none"> - дальность действия, км - полоса захвата, км - разрешающая способность, м: при обработке информации на НПП при работе в реальном времени <p>3. Бортовой регистратор информации</p> <ul style="list-style-type: none"> - объем записываемой информации, Гбайт - поток информации в канале записи-воспроизведения, Мбайт/с - вероятность ошибки <p>4. Широкополосный канал передачи информации</p> <ul style="list-style-type: none"> - диапазон длин волн - скорость передачи информации, Мбайт/с: в дм - диапазоне в см – диапазоне - дальность связи (в пределах прямой радиовидимости), км: в дм – диапазоне в см – диапазоне <p>5. Газоанализатор</p>	<p>Плавноменяю- щеся от 48 x 36 до 2,4 x 2,0</p> <p>10-15 5</p> <p>1 2</p> <p>200 40</p> <p>10⁻¹⁰</p> <p>дм и см</p> <p>10 (с компрессией – 40) 2 x 20 (с компрессией – 80)</p> <p>150 250</p> <p>Состав контролируемых газов определяется Заказчиком</p>
--	--

Наличие радиолокатора бокового обзора с синтезированной апертурой существенно расширяет возможности комплекса по наблюдению в условиях плохой видимости.

Локатор позволяет получать изображения, по своему качеству приближающиеся к аэрофотоснимкам. Для наблюдения объектов, скрытых растительностью, целесообразно использовать радиолокатор, работающий в двух спектральных диапазонах: сантиметровом – для обеспечения высокого разрешения и дециметровом – для получения изображений объектов, скрытых растительностью. Такой двухчастотный РСА, основные характеристики которого представлены в Табл. 10, может быть размещен на носителе самолетного типа.

Таблица 10. Основные характеристики двухчастотного РСА, размещаемого на носителе самолетного типа

Диапазоны длин волн	X и P
Дальность действия, км	10
Полоса захвата, км	5
Разрешающая способность в X-диапазоне, м:	
- при обработке информации на НПП	1
- при работе в реальном времени	2

Разрешающая способность в Р- диапазоне, м	
- при обработке информации на НПП	5
- при работе в реальном времени	10
Масса, кг	60

Для составления кадастровых планов объектов ТЭК на самолете СМ-92Т может быть размещен цветной цифровой аэрофотоаппарат 48К с основными характеристиками:

- фокусное расстояние объектива, мм	180
- поперечный захват, град	51
- количество элементов разложения в результирующем изображении (кадре)	48000*1200

Кроме того, на борту самолета может быть оборудовано рабочее место оператора, аналогичное АРМ НПП, которое позволяет: отображать результаты наблюдения от оптико-электронного и радиолокационного каналов как в реальном времени, так и при считывании информации с бортового регистратора; осуществлять автоматическую привязку наблюдаемых объектов к цифровой карте местности и определять их координаты; в автоматизированном режиме вести отчетную документацию. Внешний вид рабочих мест операторов приведен на Рис. 17.



Рисунок 17.

Технологии, продукция и услуги, предоставляемые ОАО «Концерн «Вега» предприятиям ТЭК, способны обеспечить надежную безопасность элементов нефтегазовой и электроэнергетической инфраструктуры.