





Корпоративный презентационный день ПАО «МРСК Северо-Запада»

ПРИМЕНЕНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ В ЭЛЕКТРОСЕТЕВОМ КОМПЛЕКСЕ













Подготовил **Валерий Журавлев,** «Новости ЭлектроТехники»

Очередной Корпоративный презентационный день (КПД) ПАО «МРСК Северо-Запада» (дочерняя компания ПАО «Россети») состоялся 6 марта в Санкт-Петербурге в гостинице «Парк Инн Пулковская».

В КПД приняли участие технические специалисты исполнительного аппарата МРСК Северо-Запада, руководители и специалисты различных служб филиалов МРСК Северо-Запада: «Архэнерго», «Вологдаэнерго», «Карелэнерго», «Колэнерго», «Комиэнерго», «Новгородэнерго», «Псковэнерго», а также «Ленэнерго», Федерального испытательного центра, ЛОЭСКа, Петербургского энергетического института повышения квалификации. Их вниманию свои продукты и решения представили крупнейшие отечественные производители беспилотных авиационных систем и летательных аппаратов (БПЛА, БЛА, БВС, БАС) и компании, оказывающие услуги по диагностике технического состояния оборудования ВЛ, по мониторингу ВЛ при проведении плановых и аварийно-восстановительных работ, при планировании и контроле работ по расчистке и расширению просек ВЛ, при проектировании новых трасс ВЛ.

Генеральным партнером и организатором КПД традиционно выступил журнал «Новости ЭлектроТехники».





Открывая КПД, начальник Департамента технологического развития и инноваций ПАО «МРСК Северо-Запада» Антон Петров подчеркнул актуальность темы мероприятия:

– Линии электропередачи требуют постоянного и тщательного осмотра. Пренебрежение этим правилом может привести к авариям с дорогостоящими последствиями. При этом осмотр линии наземными бригадами с целью выявления места повреждения достаточно трудоемкое занятие, особенно

в сложных погодных условиях или в труднодоступной местности.

Идея использовать беспилотные летательные аппараты при осмотре ВЛ возникла несколько лет назад, но сих пор она воплощается лишь в пилотных проектах. С одной стороны, у этой идеи есть преимущества: не придется отключать линию, БПЛА быстрее найдет место повреждения, с его помощью можно будет осуществлять мониторинг линии и так далее. С другой – не ясно, в какую сумму обойдется эта «затея» энергокомпании, с какой точностью БПЛА определят место аварии или проанализируют состояние линии.

Ответы на эти вопросы нам хотелось бы услышать в течение сегодняшнего презентационного дня от компанийпроизводителей.





Дмитрий Иванов, заместитель коммерческого директора, и Наталия Воробьева, начальник отдела по обработке камеральных данных ООО «Финко» (ГК «Беспилотные системы», г. Ижевск), представили линейку БПЛА Supercam вертолетного и самолетного типа.

– Источниками энергии, обеспечивающими до 8 часов полета, служат литий-полимерные аккумуляторные батареи. При высоте полета до 400 м и прямой радиовидимости радиус действия канала управления составляет до 110 км, а передачи онлайн видеосигнала – до 80 км.

Все аппараты оснащены:

- системами автопилотирования, позволяющими выполнять полетные задания в полностью автоматическом режиме,
- системой автовозврата при потере связи,
- БПЛА самолетного типа оснащаются запатентованной системой отцепа консолей крыла при посадке, позволяющей сводить до минимума возможность повреждений,
- системой отцепа строп парашюта после посадки для предотвращения «эффекта паруса».

Для нужд электросетевого хозяйства БПЛА Supercam применяются с целью проведения планового и внепланового мониторинга воздушных линий электропередачи.

В зависимости от решаемой задачи могут применяться комплексы самолетного или вертолетного типа.

Коптер позволяет производить взлет и посадку с ограниченной площадки и выполнять съемку объекта с расстояния до нескольких метров, чтобы более детально рассмотреть объект. Он имеет высокую маневренность и широкий выбор режимов фотосьемки. Так, с его помощью можно решать задачу по обнаружению различных дефектов элементов ЛЭП.

БПЛА самолетного типа имеют большую продолжительность полета, больший радиус действия и высокую производительность, позволяющие осуществлять мониторинг и аэрофотосъемку протяженных объектов. Они применяются для построения трехмерной модели местности в пределах охранной зоны ЛЭП, на основе которой возможно проводить различные трехмерные измерения в нужной системе координат (например, определить габариты объектов, наклон опор ЛЭП, абсолютные и относительные высоты опор), сбор трехмерных векторных объектов, а также для создания ортофотопланов, по которым можно проводить измерения в плоскости (например, ширины фактической и нормативной просеки) и проводить сбор двумерных объектов. Также они применяются для оперативного видеомониторинга удаленных объектов.

Объединить преимущества этих двух типов могут беспилотные летательные аппараты конвертопланного типа. Одной из таких разработок является SupercamSX350, который сейчас проходит внутренние испытания и готовится к запуску в серийное производство.

В состав беспилотного воздушного комплекса входит программное обеспечение для фотограмметрической обработки снимков. Это цифровая фотограмметрическая система Pix4D (Швейцария) или цифровая фотограмметрическая система Photomod UAS (Россия).

На основе данных дистанционного зондирования, полученных с БПЛА Supercam, оба программных продукта позволяют создать точную, визуализированную трехмерную модель местности, ортофотопланы и векторные объекты в виде точек, полилиний и полигонов с возможностью экспорта в различных форматах.

Обработка данных с момента загрузки снимков до восстановления модели местности происходит по одной схеме: создание проекта в нужной системе координат, загрузка снимков, внутреннее ориентирование снимков, внешнее ориентирование снимков, автоматическое измерение связующих точек, уравнивание блока с самокалибровкой снимков, контроль точности по планово-высотным опорным точкам, построение плотного облака точек, матриц высот и ортофотопланов.





Егор Сергеенко, программист, и Алексей Величко, специалист ГИС ООО «Геоскан» (г. Санкт-Петербург), рассказали о работах по воздушному обследованию высоковольтных ВЛ с применением уникальных беспилотных технологий собственной разработки.

– Съемка линейного участка ВЛ производится с помощью БПЛА по координатам опор и параметрам коридора съемки, предоставленным заказчиком. После фотограмметрической обработки данных в Agisoft PhotoScan Pro выполняется трехмерная реконструкция проводов и опор с помощью специального программного обеспечения.

В результате заказчик получает необходимые материалы для последующей оценки состояния ВЛ, определения параметров и характеристик ВЛ и древесно-кустарной растительности (ДКР) на просеках и в пределах охранной зоны.

Кроме отчета и описанного набора данных, мы предоставляем специализированную ГИС «Спутник ЛЭП» с загруженными результатами обследования. «Спутник ЛЭП» — это удобный инструмент для анализа и оценки ВЛ.

Параметры, доступные для изучения в «Спутник ЛЭП»:

- фактическая ширина просеки в пределах ВЛ;
- высоты отдельных деревьев, различимых на цифровой модели поверхности;
- количество и расположение угрожающих падением деревьев в пределах охранной зоны;
- количество и местоположение деревьев в пределах охранной зоны, высота которых не превышает допустимый уровень;
- площадь угрожающей ДКР в пределах охранной зоны;
- зоны падений отдельных деревьев в пределах охранной зоны;
- характеристики проводов ВЛ в пределах пролетов: величина стрелы провеса, максимальный и минимальный провес;
- длины пролетов ВЛ;
- горизонтальные и вертикальные расстояния от проводов ВЛ до растительности в пределах охранной зоны;
- продольный и поперечный профили пролетов ВЛ в пределах охранной зоны с метрической информацией;
- отчет в форме, предоставленной заказчиком, с возможностью его экспорта в формате редактора таблиц Excel в автоматическом и ручном режиме;
- метрические характеристики с привязкой к цифровой модели местности.



Андрей Кощеев, руководитель летного отряда ООО «ЦСТ» (ZALA AERO GROUP, г. Ижевск), представил разработанную компанией методику мониторинга контроля хода строительства или реконструкции ВЛ с использованием беспилотных воздушных судов.

 На текущий момент мониторинг хода строительства производится спе-

циалистами технического надзора и геодезической службы заказчика (или его представителей) с посещением площадок строительства. При этом проверяются как строительные процессы (соблюдение требований проекта, технологии строительных работ, количество персонала и техники), так и соблюдение техники безопасности во время производства работ.

Оперативность традиционной методики контроля строительства линейных объектов достаточно низкая и не позволяет охватить весь процесс, требует наличия большого количества специалистов высокой квалификации.

Разработанная компанией методика позволяет:

- сократить скорость принятия решений в строительстве, повысить точность подсчета объемов работ;
- оперативно отслеживать соблюдение технологии работ и техники безопасности.

В новой методике большую часть работ по контролю хода строительства предлагается вести с использованием БВС.

Использование БВС для контроля позволяет отслеживать следующие параметры хода строительных работ:

- объем вырубки просеки по трассе ВЛ;
- места складирования вырубленной древесины;

- объем временных сооружений (лежневые дороги, монтажные площадки);
 - количество смонтированных фундаментов (с разбивкой по типам) и собранных опор (с разбивкой по типам);
 - количество установленных опор (с разбивкой по типам);
 - количество смонтированного провода;
 - количество смонтированного ОКГТ и грозотроса;
 - количество техники на площадке строительства и производственного персонала;
 - наличие строительных городков и площадок для хранения материально-технических ресурсов и оборудования (в соответствии с ПОС);
 - наличие пересечений с авто-, ж/д дорогами, линиями связи и ВЛ;
 - подсчет строительной техники, персонала подрядчиков на объекте;
 - выявление нарушений техники безопасности во время выполнения работ.

Применение БВС для получения ортофотоплана, видеоизображения, изображения с применением тепловизора – это инструмент в руках заказчика для контроля хода выполнения работ подрядными организациями, визуального представления картины строительства, а также в дальнейшем для наблюдения за состоянием уже введенных в эксплуатацию объектов.



Андрей Солеев, технический директор ООО «АС-КАМ» (г. Ростов-на-Дону), рассмотрел основные задачи мониторинга ЛЭП, которые могут быть решены с помощью БПЛА компании.

– Компания «АС-КАМ» производит и эксплуатирует БПЛА самолетного и мультироторного типа. Младшая модель семейства БПЛА самолетного

типа способна находиться в воздухе до 3 часов и нести до 1 кг полезной нагрузки, а старшая — до 5 часов и до 2,5 кг полезной нагрузки. Аппараты мультироторного типа представлены двумя моделями: 4-лучевой системой, способной летать до 80 минут, и 6-лучевой системой, которая может находиться в воздухе чуть меньше, но при этом нести полезную нагрузку большей массы и работать при худших погодных условиях.

К решаемым с помощью БПЛА задачам можно отнести:

- обслуживание ЛЭП, в том числе планирование и обслуживание просек;
- плановый мониторинг, включающий осмотр состояния опор и изоляторов, габаритов проводов, а также контроль растительности в охранной зоне;
- предотвращение и борьба с чрезвычайными ситуациями, связанными с падением деревьев, провисом проводов, пробоем изоляторов и т.д.;
- задачи картографирования, позволяющие производить численный анализ по высотам деревьев, их количеству, объему, зонированию растительности.

В результате проведения работ по мониторингу заказчик может получить информацию о ширине просеки, о растительности в охранной зоне, о состоянии опор и проводов (расстояния, провисы, профили).

Исходя из опыта применения комплексов с БПЛА, решение многих задач сильно упрощается при использовании видеоканала. Все БПЛА «АС-КАМ» могут быть укомплектованы каналами связи собственной разработки, позволяющими передавать информацию в режиме реального времени на дальностях до 120 км. Для работы в регионах со сложным рельефом, а также для увеличения дальности применения каждый из БПЛА может быть оснащен ретранслятором.

Использование лидаров дает возможность проводить высокоточную и детальную съемку технологических объектов с целью построения 3D моделей. Огромным плюсом данной технологии является независимость от погоды.

На основе полученных в результате лидарной съемки моделей могут быть решены такие задачи, как автоматизированная оценка рисков в охранной зоне ЛЭП, построение цифровых моделей местности; построение моделей промышленных сооружений; высокоточные расчеты геометрических параметров объектов.

Компания «AC-KAM» готова предложить универсальное решение для контроля растительности с использованием лидара и съемки в ближнем ИК-спектре для расчета NDVI. Путем совмещения данных лидара и NDVI возможно высокоточное выявление и локализация наиболее проблемных участков – мертвых деревьев, зон бурного роста растительности и т.д.

На основе обработки данных аэрофотосъемки доступен анализ параметров провисания проводов в пролетах, мониторинг опор, контроль состояния изоляторов и других технологических объектов энергосистемы (например, подстанций).



Алексей Флоров, исполнительный директор ООО «Альбатрос» (г. Москва), описал производимые компанией БПЛА самолетного и мультироторного типа, технологии съемки ВЛ, а также затронул вопросы возможности прокладки проводов между опорами ВЛ с помощью мультироторного аппарата.

— Радиоканал передачи видео разработан нашей организацией, обеспечивает передачу изображения в цифровом формате с борта БПЛА с разрешением видео до 1920х1080 точек. Скорость передачи данных — до 12 Мбит/с. Мощность передатчика — 4 Вт. Дальность действия — до 50 км при использовании направленной антенны с коэффициентом усиления 14 dBi на земле.

Для фотосъемки используются камеры Sony A6000 RX1 n2, для получения координат центров снимков на борту аппарата применяются двухсистемные навигационные приемники.

С помощью программ PX4d и Photomod можно собрать мозаику из отдельных кадров в ортофотоплан и трехмерную модель местности. Используя ортофотоплан, можно определить отдельные снимки между опорами ВЛ и, применяя стереорежим программы Фотомод, замерить расстояния от провода до подстилающей поверхности по отдельным стереопарам. Программа позволяет обрисовать опоры, провода и другие элементы ВЛ и получить трехмерную реконструкцию ВЛ.

Также для реконструкции ВЛ можно использовать AutoCAD 3DCivil – инженерную программу, позволяющую обрисовывать по контурам на ортофотоплане элементы ВЛ и производить измерения между опорами, между проводом и поверхностью земли или деревьев, размечать просеки и измерять объем древесно-кустарниковой растительности в границах санитарной зоны ВЛ. Программа позволяет создавать инженерные отчеты и конвертировать их в Excel.

Используя инструменты данной программы, можно наносить линии санитарно-защитной зоны и выделять растительность, которую требуется убрать. В программе есть возможность автоматически получать сечение модели по интересующей плоскости и производить измерения вдоль ВЛ.

В прошлом году наша компания подписала договор с китайским производителем промышленных дронов ММС об открытии производства на территории России. Дрон ММС – универсальный аппарат, на который можно устанавливать большие съемочные системы, к примеру систему из пяти фотокамер, направленных в разные стороны.

Существует привязная модификация без ограничения по длительности полета, поскольку питание подается по проводу с земли. На такой дрон можно установить видеокамеру и контролировать процессы установки опор или монтажа тросов.

Кроме этого, производятся и специализированные дроны. К примеру, один из них предназначен для протяжки проводов между опорами в тех местах, где нет возможности протянуть трос по земле.



Олег Рыбаков, технический директор ООО «Кронштадт Аэро» (Группа «Кронштадт», г. Москва), представил новые виды БЛА гибридного типа с различными целевыми нагрузками, с помощью которых существенно облегчается решение задач мониторинга линий электропередачи.

– В последние годы в мировой практике, в том числе и в России, стали активно применяться БЛА для проведения аэросъемочных работ, связанных с мониторингом ЛЭП. Это удобный, безопасный и оперативный вид мониторинга, который позволяет следить за ситуацией на ЛЭП, определять необходимые параметры опор, выявлять наличие нарушений, провисы и положение проводов, площадь залесенности в охранной зоне линии, наличие угрожающих деревьев и т.д. Кроме того, обследование линий при помощи БЛА проводится заметно быстрее, чем при использовании полевых методов.

При помощи беспилотников можно определить такие характеристики ЛЭП, как геодезические координаты опор, высоты опор, угрожающие падением деревья (их количество, высоту, площадь залесенности), незаконные строения, свалки в охранной зоне воздушных ЛЭП, негодные изоляторы, наличие перегревов изоляции, геометрические характеристики ВЛ (стрела провеса, габариты элементов).

ООО «Кронштадт Аэро» применяет БЛА гибридного типа, обеспечивающие возможность вертикального взлета и посадки по вертолетному типу и переход в режим горизонтального полета.

Преимущества данного типа БЛА – отсутствие необходимости в большом пространстве для взлета/посадки. Достаточно площадки 5х5 метров, к тому же исключаются повреждения борта и целевых нагрузок (ЦН) при приземлении. Продолжительность полета БЛА-20 – до 4-х часов. Дальность передачи видеоизображения с использованием антенны – до 40 км.

Решение об установке ЦН принимается в зависимости от конкретных задач. Базовый вариант, необходимый для создания ортофотопланов, – полнокадровый фотоаппарат SONY DSC-RX1 RII с матрицей 42 Mn и центральным затвором. Для целей онлайн-мониторинга используется видео/ тепловизионная камера, установленная в модуле на двухосевой гиростабилизированной платформе.

Еще одной интересной разработкой Группы «Кронштадт» является проходящий в данный момент тестовые испытания ультрафиолетовый корона-пеленгатор, который представляет собой инновационную оптико-электронную систему обнаружения различных источников УФ-излучения с определением координат УФ-разрядов с помощью беспилотного летательного аппарата. Аналогов на рынке нет. Применяется для мониторинга наличия коронных разрядов и их координат на ЛЭП с целью обнаружения повреждений.

В ближайшее время на борт будет устанавливаться лидар. Преимуществом данного вида ЦН является возможность сбора данных под плотным пологом леса, где фотограмметрическим методом не достигается достаточная точность мониторинга поверхности из-за густой растительности.

Комплексная система обработки данных включает в себя:

- регистрацию и хранение исходных данных аэрофотосъемки;
- построение геопривязанного ортофотоплана;
- построение плотного облака точек и его классификацию;
- векторизацию данных;
- настраиваемую систему автоматизированной генерации отчетов.

По результатам обработки возможно получить классификацию опасной растительности, где определены угрожающие деревья. В настоящий момент наиболее перспективной разработкой является определение поврежденных изоляторов на опоре ЛЭП, полученное посредством машинного обучения, определение габаритов проводов, трехмерное построение опор ЛЭП, построение мультиракурсного ортофотоплана.



Амир Валиев, технический директор главный конструктор ООО «ПТЕРО» (г. Москва), ознакомил с комплексной системой мониторинга технического состояния ЛЭП, разработанной в компании

– Перспективным направлением оценки технического состояния ВЛ является комплексное применение кос-

мической съемки, съемки с БПЛА и наземных обследований с последующей обработкой полученных данных в ГИС.

Структура системы мониторинга технического состояния ВЛ определяется информативностью, необходимым пространственным разрешением, достаточной точностью пространственной привязки и заданной оперативностью

(периодичностью) сбора, получаемых от каждого уровня системы. Все уровни информации, получаемой от многоуровневой системы мониторинга, взаимно интегрируются и функционально объединяются в ГИС для обработки, анализа и обобщения диагностической информации о техсостоянии ВЛ с целью принятия наиболее экономически эффективного решения.

Существует три основных уровня системы мониторинга. Уровень использования результатов космической деятельности предусматривает получение космоснимков и данных навигационных систем GPS и Глонасс (координатная привязка объектов, мониторинг транспорта).

От беспилотных воздушных судов получают результаты аэрофотосъемки и верховых осмотров.

От иных источников используется такая информация, как паспортные данные ВЛ, анализ повреждаемости, результаты комплексных диагностических обследований, результаты испытаний и осмотров оборудования персоналом сетевого предприятия и других организаций, данные о дефектах, проведенных ремонтах и реконструкциях от системы ТОиР и подрядных организаций.

Результаты многоуровневой системы мониторинга (аэродиагностики) без использования ГИС могут существовать как промежуточный вариант внедрения (отчетная документация на бумажном и электронном носителях) с существенной потерей аналитической информации. Интеграция результатов функционирования системы мониторинга с ГИС, а также ERP-системами, позволит создать полнофункциональную систему управления активами предприятия.

Основное преимущество технологий многоуровневой системы мониторинга технического состояния ВЛ – возможность получения комплексной, обзорной (для большого количества пространственно-распределенных объектов) и диагностической информации за короткие промежутки времени. Это позволяет объективно, на основе математической модели и данных из опыта эксплуатации (набора критериев и показателей, характеризующих техническое состояние ВЛ), определить сроки и объемы эксплуатационных и инвестиционных затрат не на уровне интуитивных подходов, а на основе инженернообоснованных расчетных индексов технического состояния ВЛ.

Индексы технического состояния позволяют ранжировать ВЛ по объему технического воздействия на наиболее критичные элементы и участки, тем самым оптимизируя затраты на обеспечение надежного энергоснабжения потребителей.

Компаниями «ПТЕРО» и «Гиперкоптер», входящими в ГК «Инэнерджи», разрабатываются и производятся БАС, использующие источники энергии на водороде. Гиперкоптер D-830 представляет собой тяжелый мультикоптер с водородными топливными элементами, обеспечивающими не менее двух часов полета, на котором возможна установка оборудования для аэродиагностики массой до 5 кг.

Категория БВС с максимальной взлетной массой от 15 до 30 кг включительно представлена системой самолетного типа серии «Птеро-G» с бензиновыми силовыми установками. Большая масса носителя и высокая крейсерская скорость обеспечивают высокую устойчивость и меньшую зависимость от ветрового воздействия, что существенно повышает качество аэродиагностики. БВС «ПТЕРО-G» разработано специально для выполнения аэросъемки протяженных и удаленных от точки старта объектов (дальность полета – до 800 км). Отдельной особенностью «Птеро-G» является возможность использования фотовспышки для съемки в темное время суток, что существенно увеличивает возможности комплекса в целях проведения оперативного осмотра.



Михаил Барабаш, коммерческий директор ООО «Авиационные роботы» (г. Санкт-Петербург), рассказал о практическом опыте применения БПЛА для мониторинга линий электропередачи.

- Существует 2 вида задач, решаемых с помощью БПЛА: плановые и аварийные (экстренные).

К плановым задачам можно отнести:

- верховой осмотр ЛЭП;
- создание электронных карт с определением координат опор ЛЭП, в том числе инвентаризация и кадастровый учет;

- визуальный осмотр и оценка состояния ЛЭП (определение зарастания растительностью, определение засоренности охранных зон ЛЭП, обнаружение инородных предметов, повисших на проводах и т. д.;
 - выявление изменений в геометрии столбов.
 - определение провисов проводов и т.д.

Аварийные задачи – это поиск обрывов проводов и грозотросов при необходимости (по звонку).

На сегодняшний день данные задачи успешно выполняются с использованием дорогостоящего лазерного сканирования или пилотируемой техники, в частности вертолетов. Но следует отметить, что с появлением беспилотников, оборудованных фото-, видеокамерой высокой четкости и тепловизором, эксплуатация вертолета становится экономически не оправданной из-за высокой стоимости летного часа (полет беспилотника в разы дешевле полета вертолета), а также затрат на организационные вопросы. Плюс человеческий фактор и опасность крушения воздушного судна в тяжелых погодных условиях и угроза человеческой жизни.

Работы по обследованию ЛЭП с помощью БПЛА включают в себя линейную съемку вдоль ВЛ с захватом просеки (охранной зоны), обработку полученных снимков с использованием специализированных программных продуктов (РНОТОМОD/ PhotoScan), а также дополнительную обработку трехмерной модели ЛЭП для получения стрел провеса в каждом пролете.

В результате проводимых аэрофотосъемочных работ и постобработки в зависимости от поставленной задачи возможно получение: ортофотоплана ЛЭП высокой четкости; геопривязанных фотографий самой ЛЭП, просеки и каждой опоры; трехмерной модели ЛЭП; координат опор ЛЭП; площади залесенности внутри существующей просеки в зависимости от заданных параметров ширины просеки и высоты древесно-кустарниковой растительности; углов поворота ЛЭП; координат и высоты деревьев, угрожающих падением; таблиц отклонения опор по вертикали; стрел провеса в каждом пролете ЛЭП и т.д.

В декабре 2017 года сотрудниками компании была успешно проведена работа по мониторингу ЛЭП и обнаружению обрывов на нескольких линиях на территории Республики Карелия в оперативном режиме и тяжелых погодных условиях.

В период с 6 по 14 января 2018 года «Авиационные роботы» проводили работы по обнаружению обрывов нескольких ВЛ в Мурманской области. В результате было определено место повреждения в труднодоступном для наземных бригад месте, не обнаруженном с вертолета, который был также привлечен к проведению работ по поиску обрывов ВЛ.



Михаил Выонов, руководитель отдела камеральных работ ООО НПК «Джи Пи Эс Ком.» (г. Москва), поделился опытом работ, связанных с аэрофотосъёмкой и лазерным сканированием ЛЭП.

- Основными препятствиями для определения параметров фотограмметрическим путем при помощи БПЛА являются:
- отсутствие прямой видимости земли и объектов, закрытых растительностью;
- значительная ошибка определения величин фотограмметрическим путем, особенно с мониторинговых БПЛА, где угол засечки крайне малый, точность опознавания объектов недостаточна как при локальных измерениях (например, невозможно поймать отклонение опоры до 10 см, хотя ПУЭ требуют такую точность), так и на модели в целом (выход опоры из створа и др.);
- отсутствие возможности многократной засечки на проводах и тросах ввиду невозможности однозначного опознавания точки на многих снимках, что недопустимо для неметрических камер (метрические аэрофотосъемочные системы слишком тяжелы и громоздки для применения даже на БПЛА весьма значительного размера).

Однако ряд параметров, где относительная точность измерения невелика, возможно измерять при помощи данных БПЛА с необходимой точностью.

Компания «Джи Пи Эс Ком.» для выполнения работ в интересах сетевых компаний использует в основном воздушные лазерные сканирующие системы производства канадской компании Teledyne-Optech для определения геометрических параметров ЛЭП, а также беспилотные картографические комплексы eBeePlusRTK/PPK для локальных измерений и сбора топографических данных. Данный комплекс сертифицирован в РФ и имеет соответствующие лицензии.

Главные преимущества БПЛА:

- бортовой приемник геодезического класса обеспечивает точность 3–5 см в реальном времени или в постобработке;
- запуск с рук, посадка на фюзеляж, т.е. не требуется катапульт и парашютов;
- переноска, запуск, управление и посадка осуществляются одним человеком;
- сменная полезная нагрузка (фотограмметрическая камера, тепловизор, камера ближнего ИК-диапазона и др.);
- полная автономность и защита от нештатных ситуаций.
 Для работы комплекса используется два вида программного обеспечения: ПО для управления БПЛА и ПО для фотограмметрической обработки.

Для управления используется ПО eMotion 3. Основными преимуществами являются:

- простота и доступность интерфейса, симулятор;
- возможность работы на любом ноутбуке или планшетном ПК; неограниченная установка на любое количество устройств под ОС Windows: ноутбуки, планшеты; режим оптимизации под сенсорные экраны;
- vчет погодных условий;
- просмотр и редактирование плана полета в 3D с учетом рельефа;
- управление несколькими БПЛА одновременно с одного терминала: автоматическая расстановка задач задания и предупреждение столкновений.

Для фотограмметрической обработки применяется ПО Pix4Dмapper. Его основные преимущества:

- полностью автоматизированный рабочий процесс;
- высококачественные материалы, соответствующие самым высоким стандартам точности;
- поддержка, необходимые консультации, обучение, тренинги;
- возможность ручной векторизации по снимкам с применением многократной засечки;
- прямая связь с eMotion 3;
- экспорт полученных материалов в любые ГИС и САПР;
- обработка тепловизионных и мультиспектральных данных.
 Таким образом, для решения конкретных задач обследования воздушных линий должна применяться соответствующая технология, чтобы представляемые данные соответствовали требованиям руководящих документов и правил.



Святослав Стерликов, руководитель проектов ТЭК АО «Концерн «Автоматика» (ГК «Ростех», г. Москва), представил комплексную систему мониторинга ВЛ с использованием средств дистанционной и инструментальной диагностики.

– Концерн «Автоматика» является исполнителем НИОКР по разработке

программно-технического комплекса (ПТК), обеспечивающего регистрацию и обработку информации от средств диагностики элементов ВЛ, систем дистанционной и инструментальной диагностики для мониторинга параметров, характеризующих текущее состояние ВЛ, для нужд ПАО «ФСК ЕЭС».

ПТК мониторинга ВЛ позволит организовать более эффективное выявление дефектов, объединит комплекс методов и средств диагностики, в том числе с возможностью визуализации данных в ГИС, оптимизирует затраты на техническое обслуживание и ремонт.

Основные задачи, решаемые с использованием ПТК:

- автоматизация работы подразделений, занимающихся непосредственным обслуживанием ВЛ;
- автоматизированный прием информации от систем мониторинга с привязкой к объектам и оборудованию;
- интеграция с существующими системами ФСК ЕЭС (АСУ ТОиР, АСУ ТОиР ВЛ, ГИС и др.);
- прием информации об оборудовании и потребителях из АСУ ФХД, ПК «АСУРЭО»;

- ведение справочников НСИ, необходимых для обеспечения работ по мониторингу ВЛ;
- отображение на ГИС информации о нарушениях с привязкой к объектам и оборудованию;
- формирование аналитических отчетов со статистическими данными о выявленных дефектах;
- обеспечение деятельности оперативно-выездных и аварийно-восстановительных бригад.

ПТК мониторинга ВЛ обеспечит взаимодействие со следующими инновационными системами мониторинга ВЛ:

- комплекс воздушного мониторинга, состоящий из беспилотных авиационных систем, которые производят аэрофотосъемку ВЛ, и специального ПО, производящего после обработки результатов аэрофотосъемки построение трехмерной модели ВЛ и определение габаритов, стрел провесов, длин пролетов, получение характеристик охранной зоны ВЛ в части ДКР;
- комплекс верхового осмотра ВЛ с применением квадрокоптеров, производящих тепловизионную съемку и съемку с ультрафиолетовой камерой для выявления дефектов в состоянии элементов;
- комплекс мониторинга гололедообразования и передачи данных телеметрии со сведениями о климатических данных, проведенных измерениях тяжения и температуры провода.

Работа в целом направлена не только на построение ПТК, но и на создание новой методологии обработки данных со средств дистанционного и инструментального мониторинга ВЛ, регламентирующей автоматизацию формирования задания на мониторинг ВЛ, выполнения работ по мониторингу ВЛ, первичной обработки результатов мониторинга ВЛ, вычисления измеряемых параметров ВЛ, актуализацию паспортных данных и идентификацию дефектов ВЛ.

По результатам выполнения НИОКР разрабатывается проект нового стандарта предприятия, включающего форматы и протоколы данных, используемых для мониторинга ВЛ, интерфейсы и технологии сбора данных в ПТК, общие требования к техническим и диагностическим средствам сбора и первичной обработки данных, используемых для мониторинга.



Андрей Павлов, заместитель руководителя дирекции беспилотных летательных аппаратов АО «ЗАСЛОН» (г. Санкт-Петербург), рассказал об особенностях системы ситуационной осведомленности, разработанной в компании.

– Система ситуационной осведомленности позволяет:

- строить ситуационные центры и командные пункты с возможностью отображения обстановки и полетов беспилотников в режиме онлайн на карте, на ГИС-основе;
- передавать нанесенную обстановку от одного пользователя к другому, поскольку используется web-технология;
- использовать систему на любых носителях: планшеты, телефоны, смартфоны, ноутбуки и т. д.;
- работать в любых сегментах сети открытых, закрытых, с шифрованием и без;
- в реальном времени давать указания операторам и командирам подразделений с БЛА и наземными роботизированными комплексами.

На карте видно, где в настоящий момент работают БПЛА или роботизированные комплексы. Также на ней отмечены закрытые участки, где нельзя летать. Руководитель группы может из любой точки мира через интернет наблюдать онлайн-картинку с данного беспилотника, причем на карте может отражаться сколько угодно таких картинок, показывающих текущее состояние и работу БПЛА.

Также есть возможность подключения к системам, предоставляющим информацию о гражданских ВС, которые пролетают в настоящий момент в данном районе, что позволяет обезопасить обе стороны. Вся информация отображается либо на спутниковых google-картах, либо на OSM-картах.

Система ситуационной осведомленности позволяет загружать снимки, отснятые на определенной площади в разное время, обрабатывать их в автоматическом режиме и получать сшивку на выходе. С помощью сшивки можно сделать

послойный план работ и определить изменения с течением времени. Это важно, допустим, когда идут восстановительные работы после чрезвычайных ситуаций либо строительные работы, прокладка линий электропередачи и пр.

Итак, аргументы в пользу применения системы ситуационной осведомленности: централизованный мониторинг работ; онлайн мониторинг состояния сети в различных режимах работы; оперативное управление и контроль за восстановительными работами по ликвидации последствий природных катаклизмов, ЧС или текущими работами по строительству.

Для работы системы мы используем несколько видов нагрузок, причем, если говорить о камерах, то как собственной разработки, так и наших партнеров или доработанные до наших нужд аппараты мировых производителей.

Это ультрафиолетовые камеры, гиростабилизированные платформы с тепловизионными и инфракрасными камерами, тепловизоры всех диапазонов, видеокамеры с разрешением в основном до 5 Мріх для мониторинговых работ, системы подсветки, работающие синхронно с фотоаппаратом или ультрафиолетовой камерой в ночное время суток при пролете над объектом.



Михаил Скорняков, заместитель генерального директора ЗАО «ОПТЭН ЛИМИТЕД» (г. Москва), отметил, что для оценки геометрического состояния ВЛ наиболее точную информацию позволяет получить технология воздушного лазерного сканирования (ВЛС).

 Эта технология основана на выполнении аэрофотосъемки и воздушного

лазерного сканирования ВЛ с борта пилотируемого ЛА. Для выполнения работ в России обычно используются самолет Ан-2 или вертолет Ми-8, за рубежом – Eurocopter AS350 и аналоги.

Используемое оборудование: авиационный лазерный сканер Orion 300, цифровая фотокамера PhaseOne iXU-1000, установленная надирно. Опционально используется наклонная впередсмотрящая камера.

В качестве исходной применяется информация от сетевых компаний: эксплуатационная документация; значение нагрузки на ВЛ; метеоданные, регистрируемые в момент съемки. Только с использованием этого набора сведений можно построить реальную картину состояния ВЛ и сделать прогноз ее поведения при наступлении различных условий.

Выполнение работ состоит из следующих этапов:

- получение и анализ исходной информации;
- установка оборудования на борт ЛА;
- выполнение аэросъемочных работ, геодезическая и метеоподдержка полетов;
- камеральная обработка данных;
- создание трехмерных моделей ВЛ и охранной зоны, поиск нарушений, формирование отчетных материалов.
 В результате заказчик получает:
- обновленную поопорную ведомость и ведомость пересечений;
- точные координаты опор, длины пролетов, координаты точек крепления проводов и стрелы провеса на нормируемую температуру;
- информацию о расстоянии от фазного провода до растительности, объектов различного назначения в охранной зоне, поверхности земли, а также о выявленных нарушениях габаритов;
- таблицы, содержащие значения отклонения опор от вертикали и разворота траверс;
- информацию об объемах растительности в охранной зоне и за ее пределами. Наличие порубочных остатков и потенциально опасных деревьев.

Технологию характеризуют высокая точность (< 10 см), оперативность (обследование полевой части до 200 км в день, обработка около 300 км в месяц в зависимости от объема требований к результатам), универсальность (оценка габаритов как на момент съемки, так и на нормируемую ПУЭ или заказчиком температуру).

Если сравнивать метод ВПС с методами, которые используются БВС (фотограмметрические методы), то технология воздушного лазерного сканирования имеет явное преимущество в точности и качестве получаемых данных.

К основным недостаткам использования фотограмметрических методов можно отнести невозможность определения рельефа под растительностью, что, как следствие, приводит к неверной оценке объемов растительности. Также существуют трудности в построении трехмерной модели провода фотограмметрическими методами. Данная ситуация вызвана сложностью в определении тождественных точек провода на разных снимках, так как отображение провода на фотоизображениях имеет одинаковую (ниточную) структуру без характерных точек. Следствие этого – неправильная оценка габаритов ВЛ или невозможность определения этих габаритов.

Вместе с тем беспилотные технологии великолепно зарекомендовали себя в условиях выявления последствий чрезвычайных ситуаций, в выполнении верховых осмотров. Использование БПЛА имеет огромный потенциал при выполнении обследований с целью мониторинга изменений, где в качестве исходной информации используется модель ВЛ, полученная по результатам ранее проведенного ВЛС.

ОБСУЖДЕНИЕ

Традиционно во время обсуждения докладов у аудитории возникает множество вопросов к выступающим. Представляем небольшой дайджест прозвучавших вопросов и ответов.

- Климатические условия Северо-Запада довольно жесткие. При каких температурах и ветре могут летать аппараты? Снижается ли с понижением температуры время нахождения БПЛА в воздухе?
- Наши БПЛА специально разрабатывались для суровых условий. Они месяц работали на ледовой базе на Барнео при температурах, близких к –50 °С. Сейчас постоянно осуществляют мониторинг нефтепроводной инфраструктуры в условиях Севера нашей страны, там температура достигает –47 °С. Старт, как и у всех наших коллег, осуществляется при ветре до 15 м/с (Дмитрий Иванов, «Финко»).
- Мы, как и многие, используем Li-Pol батареи. В принципе у всех условия эксплуатации одинаковые: достали из тепла, установили в беспилотник, запустили его. Особенности таких батарей состоят в том, что в процессе работы они сами подогреваются, поэтому вполне выдерживают все возможные температуры на территории России. А время нахождения в воздухе практически не снижается (Алексей Флоров, «Альбатрос»).
- Какова дальность передачи изображения с БПЛА в режиме онлайн?
- Дальность может достигать 100–120 километров на расстоянии прямой радиовидимости. Но это при условии, что БПЛА летит на высоте более одного километра. Для эффективного обследования ЛЭП это слишком большая высота. Поэтому реальная дальность намного меньше и зависит от рельефа местности (Олег Рыбаков, «Кронштадт Аэро»).
- Реально возможна передача видеоизображения на расстоянии до 50 км в прямой радиовидимости и при наличии направленной антенны на земле. Для увеличения дальности передачи изображения используются несколько методов ретрансляции сигнала. Ретранслятор можно установить на автомобиль, движущийся недалеко от БПЛА, но наиболее удобный вариант, когда ретранслятор находится еще на одном беспилотнике, который летает по кругу на большей высоте (Андрей Кощеев, «ЦСТ»).
- Возможно ли проводить обследование ЛЭП в ночное время?
- Просто фотосъемка линии ночью, как и в условиях сильного снегопада или дождя, ничего не даст. Конечно, с тепловизорами можно летать в любое время суток, но эти мероприятия предназначены для решения иных задач, к примеру для выявления перегрева проводов или подстанционного оборудования (Дмитрий Иванов, «Финко»).
- Имеет ли смысл энергокомпаниям покупать беспилотники и самостоятельно решать те задачи, о которых говорится сегодня?
- Нужно понимать, что вы будете сами нести все риски, связанные с ремонтом, с обслуживанием техники, с получением разрешений на полеты и прочее. Если вас это не пугает,

то проблем нет. Вопрос в дальнейшей обработке полученной в результате облетов информации (Олег Рыбаков, «Кронштадт Аэро»).

- Купить коптер или самолет не проблема. Научить сотрудника управлять им несложно это занимает несколько дней. Но для обработки полученных с помощью любого вида съемки данных нужен специалист с хорошим образованием, который ориентируется не только в ГИС-системах, но и, к примеру, в фотограмметрических работах. Плюс необходимо соответствующее ПО. Так что обработка информации и выдача ее в необходимом для энергосистемы виде это, скорее, сублодрядная работа (Михаил Барабаш, «Авиационные роботы»).
- Цена того же мультикоптера с нагрузками в общем объеме стоимости возможной информационной системы мониторинга ЛЭП едва ли превысит десять процентов. Заново создаваемая информационная система, в зависимости от ее глубины и возможности интеграции с уже существующими в ваших компаниях системами (ГИС, система по управлению активами и т.д.), стоит миллионы, если не десятки миллионов рублей (Амир Валиев, «ПТЕРО»).

ИТОГИ

Итоги презентационного дня подвел первый заместитель генерального директора – главный инженер ПАО «МРСК Северо-Запада» Денис Ягодка:

– Тема диагностики и мониторинга ВЛ и подстанционного оборудования с помощью беспилотных летательных аппаратов – не дань моде, а важное направление в повышении эффективности работы электросетевого комплекса.

Выбор этой темы для Корпоративного презентационного дня продиктован современными требованиями по повышению надежности электроснабжения потребителей и сокращению времени перерывов в электроснабжении, что четко указано в Технической политике ПАО «Россети».

На Северо-Западе России в последние годы меняются климатические условия. К примеру, резко увеличилось количество случаев снегоналипания на провода. А воздушные линии на территории нашей ответственности имеют протяженность в десятки и даже сотни километров, при этом находятся в малонаселенной и труднодоступной местности. И нашим бригадам для выявления и устранения повреждения в кратчайшие сроки необходимо преодолевать эти расстояния.

Применение беспилотных летательных аппаратов позволит получать объективную информацию о состоянии линий, проводить мониторинг и диагностику ВЛ, определять необходимый объем работ по поддержанию их в исправном состоянии. Это существенно сократит трудоемкость выполняемых работ, облегчит труд монтеров, мастеров, инженерно-технического и диспетчерского персонала.

Сегодня мы услышали много выступлений, познакомились с мнениями и идеями, зачастую противоречащими друг другу. МРСК Северо-Запада готова предоставить компаниям-участникам КПД площадки в любом регионе своего присутствия для практического применения представленных аппаратов и технологий и изучить полученные результаты.

ПРОТОКОЛ ПРОВЕДЕНИЯ КОРПОРАТИВНОГО ПРЕЗЕНТАЦИОННОГО ДНЯ ПАО «МРСК СЕВЕРО-ЗАПАДА»

Отметили:

- 1. В настоящее время развитие технологий разработки и применения беспилотных авиационных систем и летательных аппаратов (БПЛА) представляет практический интерес для мониторинга технического состояния объектов электросетевого хозяйства. Это современный, удобный, безопасный и оперативный вид мониторинга, который позволяет существенно сократить трудозатраты при проведении диагностических, плановых и аварийно-восстановительных работ.
- 2. Задачей проведения КПД по предложенной тематике является поиск новых технических и технологических решений по сокращению и более рациональному использованию времени работы электротехнического персонала при проведении оперативных и плановых осмотров, обходов и обследований объектов электросетевого хозяйства, а также по значительному ускорению процесса определения мест повреждений при аварийно-восстановительных работах.

- 3. На основе технологии применения БПЛА возможно решение следующих задач:
- создание, корректировка и сопровождение геоинформационных систем объектов электросетевого хозяйства с указанием точного местоположения и постановки на кадастровый учет;
- формирование ведомостей дефектов элементов ВЛ;
- оценка степени залесенности охранных зон ЛЭП и определение объема работ по расчистке просек от древеснокустарниковой растительности;
- контроль выполнения работ подрядными организациями на объектах электросетевого хозяйства;
- проведение предпроектных и изыскательских работ с целью строительства/реконструкции ВЛ и объектов электрических сетей;
- решение прочих практических задач, связанных с эксплуатацией объектов электросетевого хозяйства.
- 4. Наиболее интересные выступления отмечены дипломами в следующих номинациях:
- 4.1. Диплом за «Убедительный доклад» вручен ООО «Авиационные роботы» (г. Санкт-Петербург), представители которого выступили с докладом «Практическое применение беспилотных летательных аппаратов для оперативного и планового мониторинга воздушных линий электропередачи». Компания является коммерческим оператором БПЛА самолетного, вертолетного и мультироторного типов и предоставляет услуги по видео-, фото-, тепловизионной и мультиспектральной съемке, воздушному лазерному сканированию, производству ортофотопланов, цифровых моделей, высокоточных средств 3D визуализации, экспорту данных в САПР и ГИС. Специалисты компании имеют практический опыт работы при возникновении ЧС в сложных метеоусловиях.
- 4.2. Диплом в номинации «Рекомендовано к применению» получило ООО «Кронштадт Аэро» (г. Москва) за доклад «Кронштадт Аэро: инновационные решения в сфере мониторинга объектов электросетевого комплекса с применением БПЛА». Группа «Кронштадт» является разработчиком и производителем БПЛА, программного обеспечения, а также комплексных решений по хранению, доставке и обработке геоинформации. При этом вся техника компании и технологические решения базируются на российских разработках. Для мониторинга электросетевых объектов используются малые беспилотные летательные аппараты гибридного типа, которые имеют ряд преимуществ при работе в труднодоступных местах, а также могут быть оснащены набором целевых нагрузок, достаточным для всестороннего обследования объектов и получения достоверной информации. Особое внимание вызывает собственная разработка компании – УФ-пеленгатор «КОРОНА БЛА», представляющая собой инновационную оптико-электронную систему обнаружения различных источников УФ-излучения с определением координат УФ-разрядов с помощью БПЛА, аналогов которой на рынке в настоящее время не существует. Основное назначение прибора – мониторинг наличия коронных разрядов и их координат на ЛЭП и контактной сети ЖД с целью обнаружения повреждений.
- 4.3. Диплом за «Лучшее инновационное решение» вручен ООО «ПТЕРО» (г. Москва), представившему доклад «Определение технического состояния воздушных линий электропередачи и подстанций с помощью беспилотных авиационных систем. Решения компании «ПТЕРО». Компания имеет большой опыт работы по воздушному мониторингу и аэроинспекции ВЛ с помощью разработанных ею беспилотных авиационных систем «ПТЕРО». В 2017 году компания выполнила НИР «Создание системы мониторинга состояния объектов ОАО «Сетевая компания» с использованием результатов дистанционного зондирования земли спутниковыми системами и летательными аппаратами беспилотного типа, интегрируемой в ГИС». Целью проведения НИР явилась разработка системы мониторинга, позволяющей на основе спутниковых данных дистанционного зондирования земли и данных, полученных с использованием БПЛА, решать задачи обнаружения дефектов и оценки состояния ВЛ, оценки состояния охранных зон ВЛ, контроля качества

- вырубки ДКР в охранных зонах ВЛ для снижения затрат на проведение обходов, осмотров и обследований ВЛ персоналом ОАО «Сетевая компания» и подрядных организаций. ООО «ПТЕРО» осуществляет работы по предоставлению и обработке фотоматериалов космической (спутниковой) съемки.
- 5. Также можно отметить интересные решения с применением БПЛА, предложенные выступающими:
- 5.1. ООО «Финко» (ГК «Беспилотные системы», г. Ижевск), которое занимается разработкой и производством БПЛА различных видов и категорий, оптико-электронных систем, систем автопилотирования, и продемонстрировало в презентации свои разработки и возможности их применения на объектах электроэнергетики.
- 5.2. ООО «Геоскан» (г. Санкт-Петербрг), имеющее большой опыт применения своих разработок по использованию БПЛА в различных отраслях, разрабатывающее свои технологии как единую систему, обладающую высокой надежностью, точностью и достоверностью получаемых результатов. ООО «Геоскан» является разработчиком уникальной единой технологии получения, обработки и анализа данных с БПЛА. Программным обеспечением компании пользуются многие организации, предоставляющие услуги по составлению ортофотопланов.
- 5.3. OOO «ЦСТ» (ZALA AERO GROUP, г. Ижевск), которое разрабатывает и серийно производит целый ряд беспилотных комплексов. Все компоненты комплексов, включая беспилотные воздушные судна, целевые нагрузки, приемопередающую аппаратуру, автопилоты, модули автоматического сопровождения цели и другие технические средства, являются собственными разработками ZALA AERO GROUP, что позволяет совершенствовать и модифицировать комплексы и отдельные компоненты под задачи заказчика.
- 5.4. ООО «АС-КАМ» (г. Ростов-на-Дону), которое в области применения БПЛА предлагает комплексный подход к мониторингу состояния объектов энергетического комплекса. Суммарные данные, полученные при аэрофотосъемке, видеомониторинге, лазерном сканировании, с помощью собственного программного обеспечения могут использоваться для моделирования и предотвращения различных чрезвычайных ситуаций. Возможно применение оборудования на БПЛА с видеоканалом для обследования объектов ЛЭП в условиях сложного рельефа.

Решили:

- 1. Итоги проведения КПД признать положительными.
- 2. При планировании и производстве работ по расчистке и расширению охранных зон ВЛ рассмотреть возможность использования космической съемки для определения площадей древесно-кустарниковой растительности и качества выполненных подрядчиками работ. Провести пилотное тестирование результатов обработки космических снимков и эффективности использования данного метода контроля.
- 3. Специалистам ПАО «МРСК Северо-Запада» провести сравнительный анализ технической и экономической эффективности использования аэрофото- и космической съемок. Выявить преимущества и недостатки обоих методов и целесообразность использования каждого из способов съемки.
- 4. Специалистам ПАО «МРСК Северо-Запада» продолжить изучение, накопление практического опыта, его использования в части применения БПЛА при проведении плановых и аварийно-восстановительных работ (АВР) на объектах электросетевого хозяйства.
- 5. ПАО «МРСК Северо-Запада» проработать вопрос применения результатов облетов ВЛ при производстве работ по постановке объектов на кадастровый учет и внесении данных в единую геоинформационную систему.
- 6. Определить в качестве приоритетных направлений развития технологий БПЛА:
- применение БПЛА при АВР в ночное время суток;
- разработку программного обеспечения для автоматизированного поиска и оценки дефектов ВЛ по данным аэрофотосъемки:
- разработку единой информационной системы Общества для сбора, хранения и работы с данными аэрофотосъемки.