- датчик влажности "рис. 1 б" показал стабильную выходную характеристику, но по окончании опыта на чувствительных элементах были обнаружены очаги ржавчины;
- датчик влажности "рис. 1 в" показал низкую стойкость чувствительных элементов к коррозии, следствием чего стали ложные показания;

Однако для разрабатываемого датчика характерно колебание диапазона частот в зависимости от применения его в той или иной почве. Чтобы компенсировать этот эффект, решено использовать средство микроконтроллерной техники, которое обеспечит самостоятельную адаптацию датчика под разный тип почвы. Также микроконтроллер обеспечит связь с главным контроллером посредством применения интерфейса RS-485.

На рисунке 2 представлена блок-схема программы адаптации датчиков влажности.

Рис. 2 – Блок-схема программы адаптации датчика влажности почвы

Предложенная схема обеспечивает эффективную работу исследуемого датчика контроля влажности почвы.

Таким образом, применение емкостного датчика влажности почвы в системе автоматизации является целесообразным, так как он обладает универсальностью использования, высокой точностью измерения и антикоррозийной стойкостью.

1. Water control soil moisture sensor // Gardena URL: <https://www.gardena.com/int/products/watering/water-controls/soil-moisture-sensor/900898601/> (датаобращения: 14.11.2017).
2. Soil-Click // Hunter Industries URL: <https://www.hunterindustries.com/ru/product/datchiki-pogody/soil-clicktm> (датаобращения: 14.11.2017).
3. SMRT-Y Soil Moisture Sensor Kit // RainBird URL: <http://www.rainbird.com/landscape/products/accessories/smrty.htm> (датаобращения: 14.11.2017).

Скуднева О.В.

**Безальтернативность беспилотных летательных аппаратов в реалиях
сегодняшней геополитики**

*МГТУ им. Н.Э. Баумана
(Россия, Москва)*

doi:10.18411/spc-12-10-2018-09

idsp: 000001:spc-12-10-2018-09

Аннотация

В статье приведена история развития беспилотных летательных аппаратов на примере работ по созданию первого беспилотного летательного аппарата, созданного

М.В. Ломоносовым, и первого пилотируемого самолета, созданного А.Ф. Можайским. Дается обоснование целесообразности применения транспортного беспилотного летательного аппарата (БПЛА). Обосновывается необходимость использования БПЛА для решения экологических задач, в том числе и на промышленных объектах в качестве транспортного средства для оперативной доставки широкого перечня грузов в удаленные поселения. Рассматриваются технические предложения по использованию автоматической навигационной аппаратуры и особенностей построения её структуры. Рассмотрен вопрос о возможности применения беспилотных летательных аппаратов в различных областях народного хозяйства, в работе службы МЧС, в лесном хозяйстве, геологии и метеорологии. Отдельно рассмотрен вопрос применения транспортных БПЛА для решения задач по освоению Крайнего Севера – защите северных рубежей РФ, охране природных ресурсов Северного Ледовитого Океана и освоения Северного морского пути.

В статье показана реальная возможность эффективного мониторинга лесных массивов с применением БПЛА. Охарактеризованы технические возможности БПЛА и условия их эксплуатации, отмечены высокая надежность аппаратов и точность ориентирования с помощью предложенных навигационных средств и систем.

Приведена структурная блок - схема цифрового навигационно-пилотажного комплекса транспортного БПЛА.

Ключевые слова: мониторинг, лесное хозяйство, беспилотный летательный аппарат, навигация, транспорт, доставка грузов, ЦВМ – цифровая вычислительная машина.

Введение. К управляемым без экипажа летательным аппаратам (ЛА) относятся дистанционно пилотируемые и автономно управляемые беспилотные летательные аппараты (БПЛА) самолетной и вертолетной схемы, а также автоматические космические аппараты. БПЛА могут быть боевыми, разведывательными, а также использоваться в качестве мишеней. В более широком смысле к БПЛА относятся управляемые крылатые ракеты боевого применения.

Весь XX и по настоящее время продолжается их усовершенствование, причем с целью направленной, в конечном счете, против человека, а не для человека.

В данной статье дается попытка предложить разработчикам создавать БПЛА, которые должны решать народно-хозяйственные задачи в качестве транспортного средства, необходимого промышленным предприятиям, лесному хозяйству, службам Министерства Обороны и МЧС, геологоразведке, гидрометеослужбе и др., учитывая размеры страны и отсутствие дорог для доставки грузов. Отечественная наука и промышленность в настоящее время обладает достаточной базой для создания таких транспортных БПЛА. Важная роль при разработке транспортных БПЛА отводится к решению задачи замены пилота и штурмана автоматом пилотирования и автонавигатором. Современный уровень развития цифровой техники, программно-математического обеспечения и наличие необходимых комплектующих, а также опыт предыдущих разработок БПЛА, позволит обеспечить выполнение этой задачи. Создание М.В. Ломоносовым первого БПЛА подтверждает аксиому - “Знание прошлого помогает лучше предвидеть будущее”.

История создания БПЛА. Прошло более 250 лет с той поры, как ушёл из жизни наш земляк Михаил Васильевич Ломоносов (08.11.1711-04.04.1765 гг), великий ученый, инженер и поэт, которого Архангельская земля подарила России и миру.

Одним из тех, кто занимался переосмыслением ломоносовского наследия, был академик В.И. Вернадский. Он писал о Михаиле Васильевиче: «На каждом шагу в его творениях встают в поражающей нас в старомодной оболочке факты, идеи и обобщения чуждые XVIII столетию, вновь понятые, открытые и признанные в XIX и XX веках»... и XXI веке.

Примером тому служит созданный им первый беспилотный летательный аппарат, идея которого оказалась востребованной в XX и XXI столетиях.

Следует напомнить, что свидетельства о постройках летательных аппаратов (ЛА) сохранились в древних сказаниях, легендах и старинных рукописях, при этом они лишены конкретных технических решений и возможностей их практической реализации и, скорее всего, отображают мечту человека к полету. А примером тому может служить ковер - самолет.

Исторический факт - первая в мире документированная практическая инженерная разработка ЛА тяжелее воздуха была выполнена М.В. Ломоносовым в 1754г. [1, 6]. Это была модель вертолета и фактически явилась первым беспилотным летательным аппаратом (БПЛА). Он построил модель ЛА, работающего по принципу вертолета с соосными винтами, чтобы поднять над землей метеорологические регистрирующие приборы.

Сообщение о ЛА, разработанным М.В.Ломоносовым, содержится в Протоколе заседания Российской академии наук от 1 июля 1754г, где имеется такая запись: «Господин Советник Ломоносов показал придуманную им машину, которую он называет аэродинамической и назначение которой должно быть в том, чтобы работой крыльев, приводимых в сильное движение пружиной, каковые обычно бывают в часах горизонтально противоположных направлениях, прижимают воздух и поднимают машину в направлении верхней воздушной области с тем, чтобы можно было исследовать условия верхнего воздуха метеорологическими приборами, присоединенными к этой аэродинамической машине. Машина удерживалась в равновесии грузиками, привешенными с противоположной стороны, а при заведенной пружине тотчас поднималась вверх и тем обещала желаемое действие».

В годовом отчете за 1754 г. Ломоносов пишет: «Делал опыты с машиной, которая поднималась кверху сама и могла бы поднять термометр, дабы узнать градус теплоты на вышине...». Значительно позже подобные ЛА были созданы и за границей. При создании данного летательного аппарата М.В. Ломоносов сделал первую в истории практическую попытку применить архимедов винт для воздушного плавания. Особенно впечатляет то, что он, стремясь уничтожить реактивный момент, предусмотрел в своём аппарате два соосных винта, вращающихся в противоположные стороны! В настоящее время этим техническим решением пользуются разработчики БПЛА и вертолётов Конструкторского Бюро Н.И. Камова, широко известных в военной и гражданской авиации.

Так М.В. Ломоносов стал изобретателем и создателем первого ЛА тяжелее воздуха и провозвестником современной авиации, закладывая основы аэродинамики, оформившейся, как наука, лишь в конце XIX-го столетия. Через 30 лет после М.В. Ломоносова, в 1784 году, французским изобретателям Лонуа и Бьенвеню удалось построить небольшой геликоптер-игрушку, поднимающийся в воздух с помощью четырёхлопастного винта, приводимого в движение тетивой от лука.

В конце XVIII-го столетия наступило время полётов ЛА легче воздуха. В 1783 году во Франции братьям Монгольфье удалось осуществить подъём в воздух оболочки, наполненной нагретым воздухом, а следом, в том же году, физик Шарлем и братья Робер, используя передовые достижения своего времени в области химии (водород) и технологии (прорезиненная оболочка), организовали беспилотный полёт воздушного шара. В России первый полёт воздушного шара был совершён в Петербурге в 1783 году и в Москве в 1784 году. Первый полёт в России в научных целях для изучения верхних слоёв атмосферы с экипажем из трёх человек был совершён в 1804 году.

Работами с воздушными шарами заинтересовались военные с целью использования ЛА в пилотируемом и беспилотном вариантах для нужд армии. Надо сказать, что ещё ранее русский полководец Суворов А.В. интересовался возможностью применить воздушные шары на войне и не раз говорил: «Кабы я мог быть птицей, владел бы не одной столицей».

Со временем появились модификации воздушных шаров – аэростатов различного назначения, получивших название свободных, привязанных и дирижаблей. Основными условиями создания управляемого аэростата признавалось: удлинённая

форма оболочки, применение винта и механического двигателя. Главным средством навигации были – магнитный компас, часы и карты местности, позволяющие определить координаты и скорость полёта.

Увлечение воздухоплаванием в XIX столетии не могло не затормозить изобретательской деятельности в области создания ЛА тяжелее воздуха. Наблюдались лишь отдельные попытки создания простейших БПЛА, работы по которым могли использоваться в дальнейшем для создания более совершенных моделей беспилотников. В то же время русскими учёными Д.И. Менделеевым, Н.Е. Жуковским, С.А. Чаплыгиным, К.Э. Циолковским велись научные работы по созданию теории и практики воздухоплавания и авиации, что приближало создание более совершенных ЛА, в том числе БПЛА тяжелее воздуха.

В дальнейшем при разработках ЛА для полета человека на борту в качестве моделей исследований использовались БПЛА. После нескольких удачных запусков таких моделей самолётов, русским изобретателем А.Ф. Можайским впервые был создан самолет в натуральную величину, способным поднять человека, Несмотря на ограничения в материально - техническом обеспечении и при технических возможностях производства XIX века, при недоверии военной бюрократии и ряда ученых, считавших, что «аппарат тяжелее воздуха летать не может», А.Ф. Можайский сумел в 1883 году завершить постройку первого в мире самолета, способного поднять человека в воздух. При этом самолёт состоял из шести основных конструктивных групп, из которых состоит современный самолёт: корпус, крыло, оперение, шасси, управление и силовая установка.

Перспектива развития БПЛА.

В настоящее время в различных странах активно проводятся работы по созданию и использованию БПЛА, в основном, для военных целей, как средство для ведения фото и радио разведки и выполнения боевых задач.

Современные БПЛА находят применение для контроля состояния лесных массивов, обнаружения очагов пожаров и зон затоплений благодаря использованию установленных на БПЛА фото и видеокамер [3]. С высокой эффективностью БПЛА могут вести метеонаблюдения значительных территориях на различных высотах, могут вести контроль ледовой обстановки в море, могут помочь экологам контролировать экологическую обстановку на значительных территориях, могут определять наличие диких животных и вести их учёт, могут помочь рыбакам обнаружить косяки рыб, а также вести контроль за извержением вулканов. Кроме всего этого - вести поиск и оказывать при аварийной посадке помощь попавшим в беду экипажам и пассажирам самолетов и вертолетов, а также терпящим бедствие морякам и охотникам.

Установленная на БПЛА специальная аппаратура может помочь геологам вести поиск районов нахождения полезных ископаемых - алмазов, различных руд, нефти, газа и пр. Наличие БПЛА может помочь службам МЧС при выполнении работ в критических условиях, так, в свое время, беспилотники и роботы могли бы спасти от болезней и гибели многих участников - ликвидаторов Чернобыльской катастрофы.

Следует ожидать, что процесс развития техники в XXI веке приведёт к созданию БПЛА более широкого применения, в том числе в интересах промышленности и при решении народно-хозяйственных задач.

Во многих областях промышленности имеется острая потребность в доставке грузов (продуктов питания, технических средств, медицинского оборудования, газет, журналов и пр.) в удаленные места работы газо- и нефтедобывающих предприятий, работников лесного хозяйства, а также в удаленные поселения рыбаков, скотоводов, геологов, метеорологов и др., в связи с отсутствием круглогодичных транспортных средств, кроме речных и морских судов, самолётов, вертолётот, что значительно усложняет доставку грузов и увеличивает стоимость их доставки. А отсутствие шоссейных дорог ограничивает использование автотранспорта. В связи с этим необходимо рассмотреть целесообразность создания и использования для таких целей транспортных БПЛА.

Этому способствует современное развитие электронной промышленности и цифровой вычислительной техники, а также стимулирует разработку высокоточных, надёжных, недорогих малогабаритных датчиков и систем измерения параметров движения летательных аппаратов при наличии глобальной навигационной спутниковой системы (ГЛОНАСС). При создании транспортного БПЛА, в связи с отсутствием на борту пилотов и пассажиров, коренным образом меняется подход к разработке конструкции БПЛА. Исчезают жесткие требования по теплоизоляции, герметизации аппарата, поддержанию комфортной температуры и влажности. Подлежат пересмотру нормативы по допустимым нормам для конструкции летательного аппарата по перегрузкам, вибрациям и т.д.

С применением новых высокопрочных материалов из армированных нитей возможно уменьшить массу планера БПЛА в 2-2,5 раза. Такие материалы практически не намокают, поэтому снижается риск обледенения и повреждения корпуса аппарата.

В целом, указанные нововведения позволяют значительно упростить конструкцию и увеличить грузоподъемность БПЛА.

Необходимость в создании транспортного БПЛА вызвана сложностью в поддержании исправности (летной годности) самолетов и вертолетов, трудностью техобслуживания из-за отсутствия ЗИПа, дороговизны топлива и ГСМ, изношенности бортового оборудования, низкого уровня остаточного ресурса двигателей и завершения в ближайшее время выработки ресурса и срока службы у действующего парка самолетов и вертолетов.

Особое место занимает недостаток квалифицированных пилотов и технических кадров для техобслуживания.

В связи с этим необходимо находить другие способы решения задач, стоящих перед авиацией для выполнения транспортных перевозок менее затратных и более эффективных.

Все это вызывает особый интерес к оценке возможности применения транспортных БПЛА различной грузоподъемности, дальности полета, технической оснащенности для их использования в грузоперевозках.

Транспортные БПЛА для Крайнего Севера. В настоящее время в нашей стране защите северных рубежей, охране природных ресурсов Северного Ледовитого Океана и освоению Северного Морского Пути придаётся большое значение. Освоение Арктики происходит в тяжёлых климатических условиях при низких температурах, на вечной мерзлоте, при длительной полярной ночи. Это требует наличия разнообразных технических и материальных средств и значительных капитальных вложений. Известно, что работа в условиях Крайнего Севера требует от работающих там гражданских и военных специалистов значительного напряжения сил, знаний, умения и крепкого здоровья. Завоз тяжёлой техники и других материально-технических средств для создания технических баз и строительства мест для проживания специалистов, а также для поддержания эксплуатации техники и жизнеобеспечения людей, осуществляется морским и речным транспортом, тяжёлой транспортной авиацией и в будущем, возможно, будет выполняться с помощью экранопланов и дирижаблей. Для доставки «лёгких» грузов на месте применяются вертолёты и лёгкие транспортные самолёты со своими достоинствами и недостатками. Для их эксплуатации необходим наличие достаточного количества ЛА и экипажей, выполнение требований по безопасности полётов, выполнение условий погодного минимума, штатное техническое обслуживание, наличие пригодных взлётно-посадочных полос (ВПП). Значительная дороговизна эксплуатации таких ЛА и их сомнительная эффективность требует принятия мер для улучшения положения, поскольку работа в арктических условиях будет продолжаться долго и с нарастанием объёма.

Данную задачу логично было бы решить применением транспортных БПЛА различной грузоподъёмности, лишённых многих недостатков современных пилотируемых ЛА. К сожалению, отечественных транспортных БПЛА нет. На Западе, учитывая большую плотность населения, наличие автодорог и изобилие автомашин,

такие транспортные БПЛА просто не очень нужны. И поэтому, возможно, ими не занимаются. Пока.

Потребность в транспортный БПЛА в России есть: у военных (и не только в условиях Арктики - например, как носителя оружия во время военных действий), у специалистов, занятых освоением Крайнего Севера, у моряков для освоения СМП, у служб МЧС, у специалистов лесного хозяйства [3], геологов, метеорологов, нефтяников на морских платформах. Причина тому – намечающийся прогресс освоения северных территорий РФ, при отсутствии дорог для автотранспорта, огромная площадь освоения нефтяных и газовых месторождений, поддержание и развитие лесного хозяйства и др. Конечно, используя наш российский принцип «пока гром не грянет, поп не перекрестится», можно дожидаться появления транспортных БПЛА из-за границы. Тогда подтвердится аксиома «кто не успел, тот опоздал».

Структура навигационно-пилотажного комплекса БПЛА. Сложной задачей при разработке транспортного БПЛА является создание навигационно-пилотажного комплекса (НПК), обладающего функциями автоматического управления и навигации для замены пилота и штурмана.

Основными требованиями по составу навигационно-пилотажных систем транспортных БПЛА являются:

Высокая надёжность и точность аппаратуры, обеспечивающей требования по безопасности;

Автономность работы в полёте при отсутствии (пропадании) коррекции от радиосредств;

Возможность взаимодействия со штатной ЦВМ и современными цифровыми и штатными аналоговыми приборами;

Минимальная масса и приемлемая стоимость систем.

На рис.1 приведена структурная блок-схема двухканального (1к, 2к) цифрового навигационно-пилотажного комплекса транспортного БПЛА.

Рис.1 Структурная блок-схема цифрового навигационно-пилотажного комплекса транспортного БПЛА.

При разработке и эксплуатации различных летательных аппаратов и прежде всего самолётов, вертолетов и БПЛА, важная роль отводится решению задач автоматического пилотирования и решению навигационных задач - определению начального стояночного и текущего курса, определению скорости и высоты полёта, определению местоположения, программированию маршрута, решению задачи выхода с высокой точностью в промежуточные точки маршрута, а также для выполнения взлёта, посадки, фото и радиоразведки, задач сброса груза и пр.

Эти задачи должны решаться на основе применения бортовой вычислительной машины (БЦВМ) и её взаимодействия с курсовыми системами (КС-1к, КС-2к), датчиками навигационных параметров (ДНП), программатором маршрута (ПМ), с выдачей командных сигналов через блок коммутации каналов (БКК) и цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) на устройства блока исполнения команд (БИК) БПЛА.

Новизна, полезность и технические решения предлагаемого НПК для транспортных БПЛА подтверждается патентами РФ на изобретения [2], [4] и материалами статей [3], [5].

С целью повышения точности навигации в настоящее время применяют спутниковые навигационные системы (СНС) - ГЛОНАСС, GPS, определяющие с высокой точностью навигационные параметры, за исключением курса ЛА, автономным датчиком которого являются две современные высокоточные курсовые системы.

К сожалению, СНС имеет низкую помехоустойчивость и зоны их постоянно устойчивой работы не могут охватить все районы работы ЛА на отечественной территории. Чтобы исключить зависимость БПЛА от работы СНС целесообразно иметь на конечных пунктах маршрута (КПМ) пульт управления ЛА аналогичный пульту на начальном пункте маршрута (НПМ). БПЛА, так же как и пилотируемые самолёты и вертолёты, должны выполнять взлет и посадку с необорудованных площадок, полёт при отсутствии наземных средств обеспечения навигации, полёт в условиях неустойчивой работы СНС и других средств радиокоррекции.

Сложность внедрения такого навигационно-пилотажного оборудования заключается в разработке и отладке программно-математического обеспечения (ПМО) – математических формульных зависимостей, алгоритмов и программы бортовой ЦВМ. Это решаемая инженерная задача, которая требует учёта всех условий и особенностей полета транспортного БПЛА. В своё время проводились работы с целью использования отработавших технический ресурс боевых самолётов в беспилотном варианте в качестве мишеней и носителей специальных грузов. Это был скоростной самолёт со взлётом и посадкой с бетонной ВПП. При этом были получены положительные результаты, что подтверждает возможность создания НПК для транспортного БПЛА.

Есть некоторые особенности эксплуатации транспортных БПЛА в условиях Арктики. К ним можно отнести большие расстояния при полном отсутствии дорог, сложность ориентации по магнитному курсу в полярных широтах (вблизи магнитного полюса на широтах выше 70 градусов), отсутствие каких-либо наземных ориентиров, полярная ночь, критические внешние метеоусловия, неустойчивая работа приёмников спутниковой навигационной системы и др.. Но эти вопросы могут успешно решаться в составе навигационно-пилотажного оборудования БПЛА, созданием автонавигатора и автомата пилотирования на основе современной курсовой системы [7],[8]. Для тяжёлых транспортных БПЛА взамен курсовых систем могут применяться инерциальные системы [9], являющиеся автономным датчиком идеального авиагоризонта и курса, с блоком контроля [10], позволяющие обеспечить безопасный полёт и взлёт-посадку в условиях нулевой видимости и действующих внешних возмущений на БПЛА [11],[12]. Реализацию данного предложения по НПК целесообразно начинать с создания автонавигатора и автомата пилотирования на современных пилотируемых ЛА. При положительных результатах это позволит в перспективе заменить второго пилота и штурмана на штатных ЛА.

«Дорогу осилит идущий» - гласит пословица.

Заключение. Созданию современных БПЛА предшествовала много вековая мечта человека к полёту, выраженная в былинах и сказках. История знает ряд легенд о реальных попытках создать летательные устройства и механизмы. В основном, это была непрестанная и упорная борьба энтузиастов-одиночек за свои идеи, вопреки препятствиям, чинимым властями, церковью и общественным мнением. Для учёных это был способ познать окружающий мир и законы природы. Занимаясь исследованиями в своей области, они иногда делали открытия и находили технические решения, которыми пользуются современные учёные и инженеры.

А.Ф. Можайский спроектировал, построил и испытал первый в мире самолёт, способный поднять человека, используя БПЛА в качестве моделей самолёта. При этом в конструкции самолёта заложил конструктивные группы, которые до настоящего времени используются при создании современных самолётов и вертолётот – корпус, крыло, оперение, шасси, управление и силовая установка.

В настоящее время БПЛА имеют, в основном, военное применение – крылатые ракеты, фото- и радиоразведка, оружие для поражения отдельных целей, учебные мишени.

В гражданской тематике БПЛА находят применение в лесном хозяйстве, гидрометеослужбе, геологоразведке, МЧС и др.

В данной статье даётся предложение по обоснованию расширения функций БПЛА – в качестве транспортного средства в интересах промышленности и решения народно-хозяйственных нужд. Особо отмечается необходимость развития транспортных БПЛА в интересах Министерства Обороны в деле защиты северных рубежей.

Создание транспортных БПЛА для отечественной промышленности в настоящее время не представляется сложной задачей, так как нет требований по жизнеобеспечению экипажа, и значительно упрощаются требования по механическим и климатическим воздействиям на БПЛА, что позволяет облегчить массу и увеличить его грузоподъёмность. Что касается лётного и технического обслуживания БПЛА, то оно значительно проще, чем техобслуживание пилотируемого ЛА. Подготовка оператора БПЛА несравнима с длительной и сложной подготовкой пилота и штурмана. На этапе внедрения и в дальнейшем в эксплуатации транспортных БПЛА с НПК значительную помощь в качестве пилотов-операторов могут оказать пилоты, вынужденные уйти с лётной работы по возрасту или состоянию здоровья.

Предлагаемая структура навигационно-пилотажного комплекса транспортного БПЛА и его реализация представляется вполне выполнимой задачей.

Следует отметить, что предлагаемая структура НПК для разработки специальных транспортных БПЛА, может быть применена для создаваемых и уже находящихся на этапе внедрения в эксплуатацию ЛА типа дирижабль, экраноплан, вертоплан и др. в качестве дублирующего контура, а так же для замены второго пилота и штурмана на борту самолётов и вертолётот. Тем более что при отладке такого НПК потребуется проведение лётных испытаний с участием пилотов.

На основании материалов статьи, подтверждающих необходимость использования БПЛА в промышленности в качестве транспортного средства, без которого трудно представить в будущем оперативную доставку широкого «ассортимента» грузов точно по адресу в удаленные места, можно сделать следующий вывод:

В целях контроля экологической обстановки, оказания помощи по решению задач, связанных с наблюдением и контролем за сохранением живой природы, лесных запасов и других природных ресурсов страны, обеспечения безопасности жителей в случае экологических и техногенных катастроф, а также в целях оперативной доставки грузов в удаленные районы РФ в промышленных целях и для обеспечения работ Министерства Обороны по защите северных рубежей, охране природных ресурсов Северного Ледовитого Океана и в целях освоения промышленностью Северного морского пути. И, учитывая современный уровень развития техники, имеющиеся

значительные трудности технического и финансового обеспечения, при выполнении данных работ, считать целесообразным и возможным рекомендовать создание транспортного БПЛА. Технические возможности по разработке таких транспортных БПЛА в отечественной промышленности есть. Целесообразность их создания должны определить заинтересованные организации и министерства.

1. Авиация, энциклопедия, ISBN 5-85270-086-X, н. изд. «БРЭ», ЦАГИ, Москва, 1994г.
2. Корнейчук В.В., Скуднева О.В. и др. Патент РФ № 145174 «Пилотажно-навигационная система транспортного летающего аппарата» G01C 23/00 2006.01 (2014 г.).
3. Скуднева О.В. Беспилотные летательные аппараты в системе лесного хозяйства России. ISSN 0536-1036. ИВУЗ «Лесной журнал» 2014 № 6 стр. 150-154.
4. Корнейчук В.В., Скуднева О.В. и др. Патент РФ № 151304 «Пилотажно-навигационное устройство транспортного летательного аппарата» G01C 23/00 2006.01 (2015 г.)
5. Скуднева О.В. «Структура навигационного – пилотажного комплекса для транспортных летательных аппаратов» Теорія та практика навігаційних приладів систем. Вісник НТУУ «КПІ». Серія Приладобудування-2014. - Вип. 47 (1), стр 21-28.
6. П.Д. Дузь История воздухоплавания и авиации в России. Москва, «Машиностроение», 1981.
7. Патент РФ №2279636 на изобретение «Курсовая система» от 10.07.2006.
8. Корнейчук В.В., Скуднева О.В., Габбасов С.М., Манохин В.И., и др. Патент РФ №2326349 на изобретение «Инерциальная система» от 10.06.2008.
9. Корнейчук В.В., Скуднева О.В., Габбасов С.М., Манохин В.И., Сас П.П., Цепляев Н.А., Цыбизов В.Л. Патент РФ №2597814 на изобретение «Пилотажно-навигационная система транспортного летательного аппарата» от 24.08.2016.
10. Корнейчук В.В., Скуднов И.К., Габбасов С.М., Манохин В.И., и др. Патент РФ №2463560 на изобретение «Навигационный комплекс» от 10.10.2012.
11. Габбасов С.М., Манохин В.И., Корнейчук В.В., Скуднева О.В. и др. Патент РФ №2465555 на изобретение «Навигационный комплекс» от 27.10.2012.

Шалумов А.С., Ильин С.А.

**Автоматизированная подсистема анализа надёжности несущих конструкций элементов, устройств, приборов энергетики при механических воздействиях
«ЭНЕРГОМОДЕЛЬ-НАДЕЖНОСТЬ-НК»**

*ООО «Научно-технический центр «Энергомодель»
(Россия, Москва)*

doi:10.18411/spc-12-10-2018-10

idsp: 000001:spc-12-10-2018-10

Все процессы преобразования энергии при получении потребительской тепловой и электрической энергии должны сопровождаться аппаратурой контроля и управления процессов. К надёжности такой аппаратуры предъявляются особые требования. Это обусловлено тем, что отказы такой аппаратуры на энергетических комплексах мощностью 100 и более МВт могут привести к необратимым процессам и катастрофам.

Объекты энергетики – элементы, устройства, приборы энергетики (ЭУПЭ) такие как ветрогенераторы, шкафы с электротехническим оборудованием, солнечные батареи и др, в процессе эксплуатации подвергаются механическим, тепловым и электромагнитным воздействиям. Для сокращения сроков и затрат на проектирование применяются специализированные САПР, задача которых на ранних этапах проектирования – анализ стойкости ЭУПЭ к указанным внешним воздействующим факторам и оценка надёжности данных объектов. На сегодняшний день при расчёте надёжности ЭУПЭ не учитывается влияние механических факторов на проектируемый объект, в то время как значительное количество аварий связано с выходом из строя несущих конструкций ЭУПЭ при механических перегрузках и количество таких отказов составляет порядка 50 %. Кроме того влияние механических факторов на 30 % сокращает срок службы объекта.

В настоящее время для обеспечения высокой надёжности ЭУПЭ во время проектирования её макетируют и подвергают длительным разнородным дорогостоящим испытаниям. При испытаниях трудно точно воспроизвести