

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет: Д 212.125.10

Соискатель: Самойловский Артем Александрович.

Тема диссертации: Методика формирования облика беспилотных летательных аппаратов с силовой установкой на солнечной энергии.

Специальность: 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов» (технические науки).

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:

На заседании «19» октября 2016 г. диссертационный совет принял решение присудить Самойловскому Артему Александровичу ученую степень кандидата технических наук. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 7 докторов наук по специальности 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов» (технические науки), участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 16, против – 1, недействительных бюллетеней – 0.

Присутствовали: председатель д.т.н., проф. Денискин Ю.И.; секретарь совета к.т.н., доц. Денискина А.Р.; д.т.н., проф. Боголюбов В.С.; д.т.н., доц. Долгов О.С.; д.т.н., проф. Ендогур А.И.; д.т.н., проф. Комков В.А.; д.т.н., проф. Куприков М. Ю.; д.т.н., проф. Лисейцев Н.К.; д.т.н., проф. Панкина Г.В.; д.т.н., проф. Парамонов Н.В.; д.т.н., проф. Подколзин В.Г.; д.ф.-м.н., проф. Рабинский Л.Н.; д.т.н. доц. Рахманов М.Л.; д.т.н., проф. Сидоренко А. С.; д.т.н., проф. Туркин И.К.; д.т.н., проф. Фирсанов В.В.; д.т.н., проф. Шайдаков В.И.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 212.125.10
к.т.н., доцент



А. Р. Денискина

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.10
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 19 октября 2016 года, № 12

О присуждении Самойловскому Артёму Александровичу, гражданину Российской Федерации ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методика формирования облика беспилотных летательных аппаратов с силовой установкой на солнечной энергии» принята к защите 27 июня 2016 г., протокол № 10, диссертационным советом Д 212.125.10 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерство образования и науки Российской Федерации, 125993, г. Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, д. 4, приказ о создании диссертационного совета № 714/НК от 02.11.12 г.

Соискатель Самойловский Артём Александрович 1988 года рождения. В 2011 году соискатель окончил с отличием федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», по специальности «Самолето- и вертолетостроение».

В период подготовки диссертации с 01.09.2011 г. по 19.05.2016 г. Самойловский Артём Александрович работал инженером-конструктором в отделе «Проектирования самолетов ОКБ «Сухого».

С сентября 2015 года по настоящее время работает инженером 1-й категории кафедры 101 «Проектирование самолетов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский

авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерство образования и науки Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре 101 «Проектирование самолетов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерство образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор **Лисейцев Николай Константинович**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», кафедра 101 «Проектирование самолетов», профессор.

Официальные оппоненты:

Подобедов Владимир Александрович, доктор технических наук, профессор, ОАО «Опытно-конструкторское бюро им. А.С. Яковлева», заместитель главного конструктора,

Верещиков Дмитрий Викторович, кандидат технических наук, доцент, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», начальник 72-й кафедры авиационных комплексов и конструкции летательных аппаратов дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Государственный научный центр Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского», г. Жуковский, Московская область, в своем положительном заключении, подписанном Ковалевым Игорем Евгеньевичем, доктором технических наук, заместителем генерального директора – начальником комплекса управления научными проектами; Шустовым Андреем Викторовичем, кандидатом технических наук, доцентом, начальником НИО-10 НИК УНПК, указала, что диссертация Самойловского Артёма Александровича представляет собой законченную научно-исследовательскую работу на актуальную тему. Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют существенное значение для российской

науки и техники в области проектирования летательных аппаратов. Работа отвечает требованиям ВАК, соответствует Паспорту заявленной специальности, Положению о присуждении ученых степеней.

Соискатель имеет 6 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 3 работы, опубликованные в рецензируемых научных изданиях. Различные аспекты материалов диссертации отражены в 2 отчетах о научно-исследовательских работах. В рамках диссертационных исследований получен патент на полезную модель.

Наиболее значительные работы:

1. Лисейцев Н. К., Самойловский А. А. Современное состояние, проблемы и перспективы развития самолетов, использующих солнечную энергию для полета. Труды МАИ. – 2012. - вып. 55.

2. Самойловский А. А., Лисейцев Н. К. О перспективах длительных полетов над территорией РФ БЛА на солнечной энергии. Труды МАИ. – 2013. - вып. 64.

3. Самойловский А. А., Лисейцев Н. К. Методика определения основных проектных параметров беспилотных летательных аппаратов, использующих для полета энергию солнечного излучения. Вестник МАИ. 2015. т. 22, №3 с. 7-16.

4. Беспилотный летательный аппарат: пат. № 111096 Рос. Федерация; заявители и патентообладатели Самойловский А. А., Солошенко В. Н.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

- от ведущей организации **Государственного научного центра Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского»**, г. Жуковский, Московская область. Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. В главе 1 при проведении анализа современного состояния и тенденций развития самолетов, использующих солнечную энергию, целесообразно проводить в более полном объеме хронологическую взаимосвязь между ключевыми исходными параметрами (в качестве которых рассматриваются характеристики солнечных батарей, бортовых аккумуляторов энергии, аэродинамические и весовые характеристики беспилотных летательных аппаратов) и ключевыми летно-

техническими характеристиками (продолжительностью полета, весом и энергопотреблением полезной нагрузки) анализируемых летательных аппаратов.

2. В главе 2 автор приводит функционально-расчетную схему бортовой энергетической установки, включающей контроллер солнечной батареи- МРРТ (Maximum Power Point Tracker). Однако в дальнейших описаниях алгоритмов и расчетах контроллер солнечной батареи с его энергетическими характеристиками не упоминается, который в целом желательно учитывать (несмотря на высокий КПД контроллера МРРТ - 95%) при вычислении энергетических характеристик бортовой энергоустановки.

- от официального оппонента **Подобедова Владимира Александровича**, доктора технических наук, профессора, заместителя главного конструктора ОАО «Опытно-конструкторское бюро им. А.С. Яковлева», г. Москва. Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. Предельно лаконичный анализ известных методик проектирования летательных аппаратов с силовой установкой на солнечной энергии.

2. Разработанная методика не позволяет достаточно детально учитывать влияние на облик беспилотного летательного аппарата характеристик его системы управления и запасов устойчивости.

- от официального оппонента **Верещикова Дмитрия Викторовича**, кандидата технических наук, доцента, начальника 72-й кафедры авиационных комплексов и конструкции летательных аппаратов Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушной академии имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж. Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. Первая и вторая главы диссертации по своему содержанию являются реферативными. В них не изложено ничего, что выносится автором на защиту и содержит научную новизну. Во второй главе автор представил алгоритм расчета основных пространственно-временных и энергетических характеристик Солнца, основанный на использовании материалов уже опубликованных работ, и его программную реализацию. На основании расчетов делается ряд выводов в части

облика рассматриваемых летательных аппаратов, совершенно не противоречащих уже примененным техническим решениям.

2. Автор при расчете основных проектных параметров беспилотного самолета ограничивается совместным решением только уравнений энергетического и весового балансов. При этом практическая реализация принятых за основу концепций управления и «нулевой продольной статической устойчивости» самолета представляется необоснованной.

- от **Ефимова Вадима Викторовича**, доктора технических наук, доцента кафедры аэродинамики и прочности летательных аппаратов федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации». Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. Тема диссертации и поставленные в ней задачи достаточно широки и предполагают анализ и сравнение возможных схем летательных аппаратов с силовой установкой на солнечной энергии, использующих различные принципы полета, например, аэродинамический (нормальная схема, «утка», бесхвостка, летающее крыло), аэростатический (дирижабль) и их сочетание (гибридные летательные аппараты), что, однако, в работе не проводилось и в автореферате не представлено.

2. На рис. 3 перепутано обозначение кривых для предельного и фактического веса при площадях крыла 10 и 20 кв. м.

3. Осталось неясным, что понимает автор под уравнением гравитационного баланса, которое заявлено как одно из составляющих научной новизны работы.

- от **Гайнутдинова Владимира Григорьевича**, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой конструкции и проектирования летательных аппаратов федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ». Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. Разработанная методика не позволяет учитывать влияния на облик беспилотного летательного аппарата характеристик его системы управления.

2. В главе 1 при проведении анализа современного состояния самолетов, использующих солнечную энергию, целесообразно привести более полную информацию о ключевых характеристиках рассматриваемых аппаратов.

- от **Коновалова Юрия Михайловича**, кандидата технических наук, старшего научного сотрудника, начальника отдела, **Радькова Александра Васильевича**, кандидата технических наук, старшего научного сотрудника, начальника комплекса, «Научно-исследовательский институт космических систем имени А.А. Максимова» - филиал ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева». Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. Из автореферата не ясно, каким образом автор в математических моделях, используемых в методике, учитывает такие параметры атмосферы, как скорость воздушных потоков, плотность, температура в зависимости от высоты и времени года.

2. В автореферате отсутствует обоснование возможности получения монохроматических снимков с разрешением на местности не хуже 1 м с использованием съёмочной камеры массой до 25 кг, энергопотреблением до 250 Вт в условиях атмосферного воздействия на беспилотный летательный аппарат при полёте на высоте 18 км.

3. В автореферате отсутствуют сведения о практической реализации полученных в работе результатов.

- от **Поповича Константина Федоровича**, кандидата технических наук, вице-президента по разработке АТ – Директора Инженерного центра ПАО «Корпорация «Иркут», Главного конструктора МС-21. Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. В главе 1, посвященной оценке современного состояния развития летательных аппаратов, использующих солнечную энергию, отсутствуют ссылки на свободно доступные в сети Интернет современные труды зарубежных авторов, раскрывающие суть проблем проектирования таких летательных аппаратов, например, Noth A., «Design of Solar Powered Airplanes for Continuous Flight» DISS. ETH NO. 18010, 2008, G. Romeo and G. Frulla. «Heliplat : High Altitude Very-Long Endurance Solar Powered UAV for Telecommunication and Earth Observation Applications.» The Aeronautical Journal, 108:277-293, 2004, и др.

2. Во второй главе, посвященной анализу факторов среды эксплуатации летательных аппаратов нет упоминания о внешних воздействующих факторах, характерных для полета на больших стратосферных высотах - ветровой обстановке, струйных течениях, пониженной температуре, повышенном содержании озона. Следует отметить, что беспилотные летательные аппараты, использующие солнечную энергию, обычно имеют довольно малую скорость полета. Поэтому использование течений воздуха, иногда сопоставимых по скорости со скоростью самого беспилотного летательного аппарата и имеющих различное направление по высотам, может иметь решающее значение в достижении заданного района с наименьшими энергетическими потерями.

3. В главе 3, выводящей основные связи между параметрами и характеристиками беспилотного летательного аппарата с силовой установкой на солнечной энергии не учитывается, что КПД фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) имеет зависимость от угла освещения. Кроме того, КПД ФЭП выше КПД солнечной батареи (СБ) беспилотного летательного аппарата (обычно представляющей собой сборку из множества ФЭП) из-за потерь, вызванных как коммутацией ФЭП в СБ, так и необходимостью защиты ФЭП от внешних воздействующих факторов. Данные обстоятельства требуют введения в формулу расчета располагаемой энергии соответствующих коэффициентов.

4. В четвертой главе, посвященной демонстрации примера проектирования беспилотного летательного аппарата, использующего энергию солнечного излучения, в таблице 1 не приведены энергетические параметры СБ и аккумуляторной батареи, а также энергопотребления аппарата в крейсерском полете, что делает затруднительной поверочную оценку сходимости его энергетического баланса.

- от **Комарова Валерия Андреевича**, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой конструкции и проектирования летательных аппаратов федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева». Отзыв положительный. Имеется замечание:

1. В автореферате и в диссертации отсутствует подробная весовая сводка примера расчета беспилотного летательного аппарата.

- от **Стрельца Дмитрия Юрьевича**, кандидата технических наук, заместителя директора проектно-исследовательского и научного центра по науке и инновациям Филиала публичного акционерного общества «Авиационная холдинговая компания «Сухой» «ОКБ Сухого». Отзыв положительный, замечаний нет.

- от **Федяева Константина Сергеевича**, кандидата физико-математических наук, ведущего математика федерального государственного учреждения науки «Институт космических исследований Российской академии наук». Отзыв положительный, замечаний нет.

- от **Серохвостова Сергея Владимировича**, кандидата технических наук, доцента кафедры «Физика полета» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)». Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. В автореферате не учтено влияние температур на КПД фотоэлектрических преобразователей.

2. В автореферате не приводятся формулы для расчета массы планера, а сама масса оценивается своим предельным значением, что в ряде случаев ухудшает точность анализа.

- от **Пашенко Олега Борисовича**, кандидата технических наук, доцента, ведущего инженера КБ, отдела проектов акционерного общества «Российская самолетостроительная корпорация «МиГ». Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. Принятые автором некоторые допущения несколько снижают ценность проведённых исследований.

2. Кроме того, содержание некоторых параметров в выражениях не раскрыто (например, коэффициент «k»).

3. Не указаны источники использованных формул, поэтому не ясно какие из них получены самим автором.

4. Трудно оценить, насколько хороша представленная универсальная методика проектирования подобных летательных аппаратов, разумнее её адаптировать под разные категории беспилотных летательных аппаратов, исходя из выполняемых ими задач: патрулирование, разведка, связь, доставка грузов.

В поступивших отзывах отмечена актуальность темы диссертационной работы, дан краткий обзор работы, отмечены новизна и достоверность полученных результатов, а также их практическая значимость.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты имеют значительный опыт в научно-исследовательской и проектно-конструкторской работе в области проектирования, испытаний, производства и эксплуатации авиационной техники и работают на ведущих предприятиях аэрокосмической отрасли. Ведущая организация обладает значительным опытом исследования, проектирования и испытания различных видов летательных аппаратов.

Диссертационный совет отмечает:

1. Считать диссертационную работу Самойловского А.А. научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и методики, имеющие существенное значение при проектировании беспилотных летательных аппаратов, использующих энергию солнечного излучения.

2. На основании выполненных соискателем исследований:

- **рассмотрен** специфический тип летательных аппаратов, использующих для полета энергию солнечного излучения;

- **проведен анализ** существующего научно-технического задела по рассматриваемой тематике, результатом которого стало определение достигнутого уровня характеристик летательных аппаратов с силовой установкой на солнечной энергии;

- **проанализирована** среда эксплуатации летательных аппаратов с силовой установкой на солнечной энергии;

- **проведена оценка** влияния факторов среды эксплуатации на формирование облика летательных аппаратов рассматриваемого типа;

- **выявлены** специфические проблемы проектирования летательных аппаратов рассматриваемого типа. Кратко приведена история их развития с акцентом на эволюцию технических характеристик;

- **предложены** варианты уменьшения геометрической размерности летательных аппаратов с силовой установкой на солнечной энергии;

- **разработаны** новые и уточнены существующие математические модели: весовые модели силовой установки, устройств аккумулирования энергии, фотоэлектрических преобразователей;

- **сформирована** аэродинамическая модель применительно к рассматриваемой аэродинамической схеме летательного аппарата;

- **выполнена** программная реализация разработанных алгоритмов;

- **разработана** методика определения основных проектных параметров летательных аппаратов с силовой установкой на солнечной энергии.

- **новые понятия** не вводились.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- **применительно к проблематике диссертации эффективно использована** методика определения основных проектных параметров летательного аппарата, использующего аэродинамический принцип полета, основанная на решении уравнений его существования;

- **разработаны** специфические для беспилотных летательных аппаратов, использующих энергию солнечного излучения, уравнения весового, гравитационного и энергетического баланса;

- **разработаны** весовые модели электрической силовой установки, средств аккумулирования энергии, фотоэлектрических преобразователей для беспилотных летательных аппаратов рассматриваемого типа;

- **проведена модернизация** для инженерных расчетов алгоритма определения пространственно-временных и энергетических характеристик Солнца.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- **определен** уровень достижимых характеристик беспилотных летательных аппаратов рассматриваемого типа при применении существующих технологий;

- **получена** доказательная база того, что при современном уровне техники круглогодичный беспосадочный полет в любой точке Земли не реализуем. В северных широтах в зимний период Солнце излучает недостаточно энергии для возможности обеспечения полета рассматриваемого типа летательных аппаратов. В средних широтах круглогодичный беспосадочный полет может быть реализован, однако максимально возможные значения массы полезной нагрузки и располагаемой энергии чрезвычайно малы при весьма значительной геометрической размерности летательного аппарата. В южных широтах, вследствие относительно больших значений среднесуточной интенсивности солнечного излучения, рассматриваемый тип летательных аппаратов не только может реализовать круглогодичный беспосадочный полет, но и нести существенную полезную нагрузку и располагать значительной энергией для ее работы. Для аппарата с площадью крыла 200 м², спроектированного для полета на широте г. Каир, максимально возможная масса полезной нагрузки составляет 158 кг или 1500 Вт располагаемой энергии, что вполне приемлемо для работы оптико-электронного комплекса ведения мониторинга территории;

- **рассмотрено решение** актуальных народно-хозяйственных задач – патрулирование южных границ России и дистанционное зондирование Земли при помощи летательных аппаратов с силовой установкой на солнечной энергии;

- **представлены** практические рекомендации использования беспилотных летательных аппаратов с силовой установкой на солнечной энергии для решения отдельных задач. При этом будет получен положительный экономический эффект, связанный с отсутствием затрат на топливо, а также с минимизацией затрат на обслуживание летательного аппарата в связи с сокращением числа взлетов и посадок.

Реализация результатов исследований.

Полученные теоретические и практические результаты отражены в 2 отчетах по научно-исследовательским работам, которые выполнялись совместно с Филиалом публичного акционерного общества «Авиационная холдинговая компания «Сухой» «ОКБ Сухого». Результаты исследований внедрены в проектную деятельность Филиала публичного акционерного общества «Авиационная холдинговая компания «Сухой» «ОКБ Сухого», а также в учебный процесс федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», что подтверждено актами о внедрении результатов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- **проведено** обоснованное сравнение авторских результатов численных экспериментов и расчетов с результатами, полученными ранее в рассматриваемой научной области;
- **установлено** качественное соответствие авторских результатов с опубликованными результатами исследований других авторов;
- **использованы** современные программные средства численного и имитационного моделирования.

Личный вклад соискателя состоит в следующем:

- разработана новая методика определения основных проектных параметров беспилотных летательных аппаратов, использующих энергию солнечного излучения;
- разработаны уравнений весового, гравитационного и энергетического баланса, специфические для беспилотных летательных аппаратов, использующих энергию солнечного излучения;
- разработаны весовые модели (силовой установки, устройств аккумулирования энергии, фотоэлектрических преобразователей) для беспилотных летательных аппаратов, использующих энергию солнечного излучения;

- определен уровень достижимых характеристик беспилотных летательных аппаратов, использующих энергию солнечного излучения, при существующем уровне техники для различных регионов эксплуатации;

- опубликованы научные труды по представленной работе.

На заседании 19 октября 2016 г. диссертационный совет принял решение присудить Самойловскому Артёму Александровичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 7 докторов наук по специальности «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов», участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 16, против 1, недействительных бюллетеней 0.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета

Ученый секретарь
Ученого совета МАИ

19 октября 2016 г.



Ю. И. Денискин

А. Р. Денискина

А. О. Шемяков