

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: Д 212.125.12

Соискатель: Конырбаев Нурбек Беркинбайулы

Тема диссертации: Решение задачи синтеза системы управления пространственным движением летающего робота методом вариационного аналитического программирования.

Специальность: 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов»

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:

На заседании 29 ноября 2018 года диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, соответствующую критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, установленным Положением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, и принял решение присудить Конырбаеву Нурбеку Беркинбайулы ученую степень кандидата технических наук.

Присутствовали: председатель диссертационного совета В.В. Малышев, заместитель председателя диссертационного совета М.Н. Красильщиков, ученый секретарь диссертационного совета, А.В. Старков, члены диссертационного совета: В.Т. Бобронников, В.С. Брусов, В.Н. Евдокименков, А.В. Ефремов, С.Ю. Желтов, А.И. Кибзун, М.С. Константинов, В.П. Махров, С.Н. Падалко, В.Г. Петухов, В.Н. Почукаев, Ю.Н. Разумный, Г.Г. Райкунов, Г.Г. Себряков, Ю.В. Тюменцев.

Ученый секретарь диссертационного совета

Д 212.125.12, к.т.н.



А.В. Старков

Начальника отдела УДС МАИ

Аникина

Handwritten signature

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.12
на базе Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)»
Министерства образования и науки Российской Федерации (ФГБОУ ВО МАИ)
по диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук
аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 29.11.2018 г., протокол № 35

О присуждении **Конырбаеву Нурбеку Беркинбайулы**, гражданину Республики Казахстан, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Решение задачи синтеза системы управления пространственным движением летающего робота методом вариационного аналитического программирования», по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов» принята к защите «27» сентября 2018, протокол № 24, диссертационным советом Д 212.125.12 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ, Московский авиационный институт), 125993, Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, 4, приказ о создании совета № 105/нк. от 11.04.2012 г.

Соискатель Конырбаев Нурбек Беркинбайулы 1981 года рождения, в 2008 г. окончил Кызылординский государственный университет имени Коркыт Ата по специальности «Вычислительная техника и программное обеспечение» с присуждением квалификации «инженер-системотехник», в 2010 году окончил магистратуру Кызылординского государственного университета имени Коркыт Ата по направлению «Информационные системы».

Конырбаев Нурбек Беркинбайулы обучался в очной аспирантуре на кафедре «Кибернетика и мехатроника» инженерного факультета «Российского Университета Дружбы Народов» (РУДН), которую закончил в 2015 году.

В период подготовки диссертации соискатель являлся прикрепленным лицом для подготовки диссертации на соискание учёной степени кандидата наук без освоения программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» на кафедре «Системный анализ и управление» Института №6 «Аэрокосмический» по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Диссертация выполнена в МАИ на кафедре «Системный анализ и управление».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Системный анализ и управление» института №6 «Аэрокосмический» ФГБОУ ВО МАИ **Разумный Юрий Николаевич**.

Официальные оппоненты:

- 1. Демидова Лилия Анатольевна** – гражданка Российской Федерации, доктор технических наук, профессор кафедры «Вычислительная и прикладная математика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Рязанский государственный радиотехнический университет».
- 2. Кутоманов Алексей Юрьевич** – гражданин Российской Федерации, кандидат технических наук, руководитель проектного офиса, Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения».

Все оппоненты дали **положительные отзывы о диссертации**.

Ведущая организация

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Москва, дал **положительное заключение** (заключение было заслушано и одобрено на заседании кафедры «Системы автоматического управления» протокол №3, Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» 1 ноября 2018 года), заключение подписано заведующим

кафедрой «Системы автоматического управления», академиком РАН Е.А. Микриным. Отзыв утвержден первым проректором – проректором по научной работе МГТУ им. Н.Э. Баумана В.Н. Зиминым.

В заключении указано, что диссертация Н.Б. Конырбаева полностью соответствует паспорту специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов», является завершённой квалификационной научно-исследовательской работой, выполненной на актуальную тему, содержащую новые научные результаты. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (с изменениями, внесёнными Постановлением Правительства РФ от 21 апреля 2016 г. № 335), предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием публикаций в соответствующей сфере исследования, компетентностью в области науки по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов» и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» является ведущей организацией в области систем автоматического управления, сложными техническими объектами, в том числе, беспилотными летательными аппаратами.

Демидова Лилия Анатольевна - автор более 160 научных трудов. Область научных интересов – интеллектуальный анализ данных, эволюционные алгоритмы оптимизации, нечеткая логика, машинное обучение, поддержка принятия решений.

Кутоманов Алексей Юрьевич – автор более 20 научных трудов. Область научных интересов – методы проектирования систем управления летательными аппаратами.

Основные результаты диссертационной работы изложены в 4-х научных работах, опубликованных в научных журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий ВАК, и 4 статьи в трудах международных конференций, включенных в международные реферативные базы цитирования SCOPUS или Web of Science. Всего по теме диссертации соискатель имеет 22 опубликованные работы.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Дивеев А.И., Конырбаев Н.Б. Применение метода вариационного аналитического программирования для синтеза управления летающим роботом // *Фундаментальные исследования*. 2015. № 3. С.51–57 (№ 2074 в перечне ВАК, действующим до 30.11.2015).
2. Дивеев А.И., Конырбаев Н.Б. Управление группой квадрокоптеров методом вариационного аналитического программирования // *Журнал «Труды МАИ»*. 2017. №96. (№ 2030 в перечне ВАК от 09.08.2018).
3. Дивеев А.И., Конырбаев Н.Б. Численный метод вариационного аналитического программирования для структурно-параметрического синтеза системы управления // *Общероссийский научно-технический журнал «ПОЛЕТ»*. 2017. №11-12. С. 31-37. (№ 1503 в перечне ВАК от 09.08.2018).
4. Дивеев А.И., Конырбаев Н.Б. Эволюционный метод решения задачи группы квадрокоптеров для повышения качества мониторинга области // *Надежность и качество сложных систем*. 2017. № 4 (20) С. 64–72. (№ 1322 в перечне ВАК от 09.08.2018).

Статьи в базах индексируемых данных Scopus и Web of science:

5. Diveev A.I., Konyrbaev N.B., Ibadulla S.I., Shmalko E.Yu. Variational Analytic Programming for Synthesis of Optimal Control for Flying Robot // *Preprints of the 11th IFAC Symposium on Robot Control, Salvador, BA, Brazil, August 26-28, 2015*.-PP. 82-87.

6. Diveev A.I., Ibadulla S.I., Konyrbaev N.B., Shmalko E.Yu. Variational Genetic Programming for Optimal Control System Synthesis of Mobile Robots // Preprints of the 11th IFAC Symposium on Robot Control, Salvador, BA, Brazil, August 26-28, 2015.- PP. 113-118.
7. Diveev A.I., Konyrbaev N.B., Sofronova E.A. Method of binary analytic programming to look for optimal mathematical expression / XIIth International Symposium «Intelligent Systems», INTELS'16, 5-7 October 2016, Moscow, Russia, Procedia Computer Science Volume 103, (2017), Pages 597-604 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050917300741>.
8. Diveev A.I., Konyrbaev N.B., Ibadulla S.I., Shmalko E.Yu. Synthesis of Control for Group of Quadrotors in Task of Area Monitoring // 2017 11th IEEE International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT) 20-22 September 2017, Moscow, Russia.-PP. 365-370.

На диссертацию и автореферат поступили следующие отзывы:

1. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», (ведущая организация). Отзыв положительный.

К диссертационной работе имеются замечания:

1. В главе 1 сделан обзор аналитических методов и численных методов. Однако при этом нет ни одного примера сравнения полученного решения с оптимальным управлением, полученным классическими методами.
2. В работе отсутствует подробное описание технических характеристик используемого квадрокоптера, используется слишком упрощенная математическая модель его движения.
3. При синтезе управления не учтено влияние возмущений, в частности – ветра.

2. Демидова Лилия Анатольевна (официальный оппонент), доктор технических наук. Отзыв положительный, подписан проректором по научной работе и инновациям, доктором технических наук С.И. Гусевым, доктором

технических наук, профессором Л.А. Демидовой, заверен учёным секретарем ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет», кандидатом технических наук, доцентом В.Н. Пржегорлинским.

К работе имеются следующие замечания:

1. В диссертационной работе не рассмотрено влияние внешних воздействий на синтезированную модель объекта летающего робота (квадрокоптера), однако это следует делать при решении практических задач управления.
2. В диссертационной работе следовало бы подробнее описать принципы формирования базисных решений и реализацию малых вариаций базисных решений.
3. В диссертационной работе говорится о разработанном программном комплексе, реализующем метод вариационного аналитического программирования, предназначенный для решения задачи синтеза управления, но вопросы разработки программного комплекса в тексте диссертационной работы не отражены.
4. В диссертационной работе и автореферате присутствует ряд грамматических и стилистических ошибок.

3. Кутоманов Алексей Юрьевич (официальный оппонент), кандидат технических наук. **Отзыв положительный**, подписан заместителем генерального директора по управлению полетами – начальником ЦУП, доктором технических наук М.М. Матюшиным, кандидатом технических наук Ю.А. Кутомановым, заверен главным ученым секретарем ФГУП «ЦНИИмаш», доктором технических наук, профессором Ю.Н. Смагиным.

К работе имеются следующие замечания:

1. В качестве замечания следует указать на отсутствие практического внедрения результатов диссертационной работы.

4. Акционерное общество «Научно-исследовательский и конструкторский институт монтажной технологии - Атомстрой» АО «НИКИМТ-Атомстрой».

Отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан главным научным сотрудником доктором технических наук, профессором Е.Е. Ковшовым, заверен экспертом группы кадрового администрирования Т.Н. Карповой.

К работе имеются следующие замечания:

1. В разделе «Внедрение результатов диссертационной работы (стр. 6) приводятся сведения об их использовании в учебном процессе ряда Российских ВУЗов, однако, отсутствует упоминание и информация о промышленном внедрении результатов научных исследований, наличие которых, в свою очередь, повысило бы уровень значимости полученных как теоретических, так и практических решений.
2. При определении генетического алгоритма для поиска решения с использованием принципа малых вариаций базисного решения (стр. 16) не представлены структуры данных, способы их кодирования и формальные правила для работы с ними.
3. При реализации вычислительного эксперимента (стр. 17-18) до конца не становится ясным как и из каких соображений выбираются параметры генетического алгоритма для обеспечения движение квадрокоптера по двум заданным пространственным траекториям.

5. ФГБУН Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова.

(Отзыв на автореферат). **Отзыв положительный**, подписан зав. лабораторией «Идентификация систем управления», доктором технических наук, профессором Н.Н. Бахтадзе. Заверен ведущим инженером Н.П. Жуковой.

1. В качества замечания следует указать, что согласно автореферату, в диссертации не описан подробно метод построения базисного решения, что требуется для вариационного аналитического программирования.

6. ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет».

Отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан заведующим кафедрой «Конструирование и производство радиоаппаратуры», доктором

технических наук, профессором Н.К. Юрковым и заверен секретарем ученого совета ПГУ к.т.н., доцентом О.С. Дорофеевой.

1. В качестве недостатка следует указать, что из представленного автореферата не ясно, каким образом следует выбирать базисные решения для вариационного генетического алгоритма, который используется при поиске оптимального решения.

7. Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» имени В. И. Ульянова.

Отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан и.о. директора департамента образования СПбГЭТУ «ЛЭТИ», деканом факультета компьютерных технологий и информатики, доктором технических наук, профессором М.С. Куприяновым, заверен зам. начальника отдела кадров П.А. Бутенко.

1. В качестве замечаний следует указать, что в прикладной задаче не рассмотрен анализ качества синтезированной системы управления при ее работе в реальных условиях, например, движение квадрокоптера при наличии ветра или других неопределенных внешних воздействиях.

8. Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых .

Отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан заведующим кафедрой, доктором технических наук, профессором А.А. Кобзевым и научным секретарем совета Владимирского государственного университета Т.Г. Конновой.

1. К недостаткам работы можно отнести, что в автореферате критерий качества управления – функционал (12) задан в общем виде. Следовало раскрыть его для оценки динамики квадрокоптера на различных участках траектории.

9. ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем» (ГосНИИАС).

Отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан начальником лаборатории ФГУП «ГосНИИАС», доктором технических наук профессором

О.Н. Корсуном. Заверен ученым секретарем ФГУП «ГосНИИАС», доктором технических наук, профессором С.М. Мужичеком.

1. В качестве недостатка работы следует указать, что диссертант не проанализировал чувствительность полученной в результате синтеза системы управления к внешним возмущениям, которые возможны в реальных условиях.

10. ФГБОУ ВО «Московский Государственный технический университет имени Н. Э. Баумана».

Отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан заведующим кафедрой «Системы автоматизированного проектирования» доктором физико – математических наук, профессором А.П. Карпенко, заверен начальником управления кадров О.В. Назаровой.

1. В качестве замечания следует указать, что управлению квадрокоптерами в настоящее время посвящено большое число исследований во всем мире, однако в диссертации, по сути, отсутствует обзор существующих методов синтеза систем управления квадрокоптерами, нет убедительных подтверждений преимуществ представленного в диссертации метода по сравнению с известными.

11. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «МИРЭА» - Российский технологический университет».

Отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан профессором кафедры «Управления и моделирования систем», доктором технических наук, профессором Е.В. Никульчевым, заверен заместителем начальника управления кадров М.М. Бухановой.

В качестве замечаний отмечено:

1. В представленном в автореферате вычислительном эксперименте (с. 18-20) не указано, с какой технической реализацией квадрокоптеров связаны модельные исследования и синтеза управления. В частности, конструкция объектов должна обеспечить стабилизацию при резких скачках

управляющих сигналов (см. рис 4.), также технические ограничения по возможностям маневрирования, по точности датчиков определения текущего положения и др., должны давать возможность реализации синтезированного управления.

12. Коммунальное государственное учреждение «Центр информационных технологий» управления цифровых технологий Кызылординкой области» (Республика Казахстан, г. Кызылорда).

Отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан директором «Центра информационных технологий», кандидатом технических наук, (доктор PhD) С. Ибадуллой, заверен главным бухгалтером Г.М. Кишкенбаевой.

1. В качестве замечания следует указать отсутствие численного экспериментального сравнения разработанного нового метода с аналогичными методами символьной регрессии, используемыми для решения задачи синтеза управления, например, с относительно новым методом вариационного генетического программирования.

В дискуссии приняли участие:

Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, шифр специальности в совете
Малышев В.В.	д.т.н., 05.07.09
Евдокименков В.Н.	д.т.н., 05.13.01
Тюменцев Ю.В.	д.т.н., 05.13.01
Бобронников В.Т.	д.т.н., 05.13.01
Константинов М.С.	д.т.н., 05.07.09
Петухов В.Г.	Член-корреспондент РАН, д.т.н., 05.07.09
Дивеев А. И	Приглашенный, из ФИЦ ИУ РАН д.т.н., 05.13.01

Диссертационный совет отмечает, что **наиболее существенные научные результаты, полученные лично соискателем, могут быть сформулированы** следующим образом:

1. Основным результатом диссертационной работы является разработка нового метода символьной регрессии. Метод позволяет автоматически находить решение задачи синтеза управления. Отличительной особенностью данного метода от известного метода символьной регрессии аналитического программирования является использование в новом методе принципа малых вариаций, базисное решение которого сужает область поиска и обеспечивает более эффективное нахождение оптимального решения.
2. Применение разработанного нового метода вариационного аналитического программирования для решения задачи синтеза системы управления квадрокоптером.

Новизна полученных результатов заключается:

1. В разработке нового численного метода вариационного аналитического программирования, который отличается от известного метода символьной регрессии аналитического программирования использованием принципа малых вариаций базисного решения.
2. В разработке генетического алгоритма для решения задачи синтеза системы управления методом вариационного аналитического программирования.
3. В решении задачи синтеза системы управления летающим роботом методом вариационного аналитического программирования.
4. В решении задачи группы коммивояжеров вариационным генетическим алгоритмом.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Достоверность результатов подтверждена разработанным программным обеспечением, которое реализует все алгоритмы нового метода символьной регрессии: алгоритмом декодирования математического выражения из кода символьной регрессии, алгоритмом малых вариаций кода, с исправлением кода согласно представленным в работе соотношениям, генетическим алгоритмом поиска оптимального решения, который также включает генетический алгоритм для поиска оптимальных значений параметров, алгоритмом отбора Парето –

оптимальных решений а также известными алгоритмами для моделирования, проверки ограничений и вычисления значений функционалов.

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

Разработанный метод, может быть использован, как указано в диссертации, для решения практических задач управления летающими роботами квадрокоптерами, а также разработанное программное обеспечение может быть использовано для синтеза систем управления различными объектами.

Результаты диссертационной работы были использованы в проектах:

В учебном процессе РУДН в департаменте «Механики и мехатроники» и кафедры «Системный анализ и управление» МАИ, результаты работы подтверждаются соответствующими актами о внедрении, которые имеются в деле.

При проведении исследовании по гранту РФФИ, проект №14-08-00008-а. (Исследование методов синтеза систем управления в условиях неопределенности РФФИ № 14-08-00008-а).

Результаты диссертационной работы рекомендуются к использованию при решении задач синтеза управления, в том числе при разработке систем автоматического управления беспилотными летательными аппаратами, квадрокоптерами.

Диссертационная работа решает актуальную научно-техническую задачу, автоматизации этапа синтеза системы управления летающим роботом, квадрокоптером для решения задач пространственного движения, в том числе для задач группового управления летающими роботами, выполняющими мониторинг местности.

Изложенные в диссертационной работе **результаты являются новыми научно обоснованными техническими решениями**, имеющими существенное значение для решения задачи синтеза системы управления летательными аппаратами в том числе летающими роботами, квадрокоптерами для повышения их качества управления и устойчивости.

В диссертационной работе все заимствованные материалы представлены со ссылкой на автора или источник. Тем самым работа удовлетворяет п.14 Положения о присуждении ученых степеней.

В диссертационной работе отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты, представленные в диссертации.

На заседании 29 ноября 2018 г. диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, и принял решение присудить Конырбаеву Нурбеку Беркинбайулы ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **18** человек, из них **7** докторов наук по специальности 05. 07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов», участвовавших в заседании, из **27** человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – **18**, против – **нет**, недействительных бюллетеней **нет**.

Председатель диссертационного совета

Д 212.125.12, д.т.н., профессор


_____ В.В. Малышев

Ученый секретарь диссертационного совета

Д 212.125.12, к.т.н.


_____ А.В. Старков

