



Государственная корпорация
по космической деятельности "Роскосмос"



Акционерное общество
"Центральный научно-исследовательский институт
машиностроения" (АО "ЦНИИмаш")

ул. Пионерская, д. 4, корп. 22
г.о. Королёв,
Московская область, 141070

Тел.: +7 (495) 513 5951
Факс: +7 (495) 512 2100

e-mail: corp@tsniimash.ru
http://www.tsniimash.ru

ОГРН 1195081054310
ИНН / КПП 5018200994 / 501801001

24.11.2025 исх. № 09001-885
На № _____ от _____

Председателю совета по защите диссертаций
на соискание ученой степени кандидата наук,
на соискание ученой степени доктора наук
24.2.327.03
на базе федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Московский авиационный институт (национальный
исследовательский университет)»
д.т.н., проф. Малышеву Вениамину Васильевичу

Волоколамское шоссе, д. 4, г. Москва, 125993

Уважаемый Вениамин Васильевич!

Высылаю в Ваш адрес отзыв официального оппонента на диссертацию Чуба Николая Александровича на тему: «Методика формирования программ подготовки экипажей перспективных пилотируемых космических комплексов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. – «Системный анализ, управление и обработка информации (технические науки)»

Приложение: "Отзыв..." на 8 листах

Главный ученый секретарь

В.Ю.Ключников

Исп. Ускоева Наталия Юрьевна,
Тел. 8(495) 513-59-84

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«26 11 2025»



Государственная корпорация
по космической деятельности "Роскосмос"



Акционерное общество
"Центральный научно-исследовательский институт
машиностроения" (АО "ЦНИИмаш")

ул. Пионерская, д. 4, корп. 22
г.о. Королёв,
Московская область, 141070

Тел.: +7 (495) 513 5951
Факс: +7 (495) 512 2100

e-mail: corp@tsniimash.ru
http://www.tsniimash.ru

ОГРН 1195081054310
ИНН/КПП 5018200994/501801001

исх. № _____
На № _____ от _____

Экз. № 1

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертации Чуба Николая Александровича "Методика формирования программ подготовки экипажей перспективных пилотируемых космических комплексов", представленную в диссертационный совет 24.2.327.03 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ) на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки)

Диссертационная работа Чуба Николая Александровича посвящена повышению эффективности процесса подготовки экипажей пилотируемых космических комплексов (ПКК) на основе совершенствования методического, математического и программно-алгоритмического обеспечения.

Современная российская система подготовки космонавтов представляет собой комплексную многоуровневую структуру, характеризующуюся взаимодействием множества технических, методических и организационных компонентов, вовлечением в подготовку космонавтов десятков предприятий отрасли, научных институтов и медицинских центров и требующую учета большого количества влияющих на данный процесс факторов.

С созданием Российской орбитальной станции (РОС) и перспективных пилотируемых космических комплексов (ПКК) увеличиваются потоки информации и объем задач, решаемых космонавтами. Но в то же время перед пилотируемой космонавтикой открываются новые возможности по проведению уникальных исследований и экспериментов.

Используемое на практике методическое обеспечение планирования подготовки экипажей не предусматривает необходимую автоматизацию и не позволяет в полной мере учесть все факторы, влияющие на эффективность работы космонавтов на орбите.

Н.А.Чуб решает **научную задачу** разработки методики формирования программ подготовки экипажей перспективных ПКК, с учетом ограничений по условиям усложнения информационных связей и увеличения объема решаемых задач

«26» 11 2025 г.

космонавтами в полете, позволяющую обеспечить эффективную подготовку космонавтов к космическому полету.

В этой связи **актуальность** работы Н.А.Чуба не вызывает сомнений.

Сформулированная соискателем **цель исследований** состоит в "разработке методики формирования программ подготовки экипажей перспективных пилотируемых космических комплексов на основе системного подхода с учетом опыта эксплуатации существующих ПКК для повышения эффективности подготовки космонавтов".

Для достижения поставленной цели в диссертационной работе Чуба Н.А. решаются следующие **задачи**:

- системный анализ существующего процесса подготовки экипажей пилотируемых космических аппаратов и разработка предложений по его совершенствованию;
- формирование моделей управления подготовкой космонавтов ПКК на основе двухуровневой системы управления процессами;
- разработка методики формирования программ подготовки экипажей подготовки экипажей перспективных ПКК с использованием современных информационных технологий;
- статистический анализ длительности подготовки экипажей ПКК по результатам подготовки экипажей МКС;
- разработка структуры и порядка использования автоматизированной информационной системы с целью формирования программ подготовки экипажей ПКК.

Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения и трех приложений.

Во введении показана актуальность выбранной темы исследования, приведён краткий обзор работ отечественных и зарубежных ученых в области подготовки космонавтов, обоснована актуальность темы, сформулирована цель работы, приведён перечень частных задач исследования и краткая аннотация содержания работы по разделам, дана оценка новизны и практической значимости работы, реализация и апробация полученных результатов, сформулированы положения, выносимые на защиту.

Первый раздел посвящен системному анализу технологического процесса подготовки экипажей ПКК. Соискатель определил направления совершенствования процесса подготовки космонавтов на тренажерах, сформулировал задачи проведения исследований.

Проведенный анализ существующего процесса подготовки экипажей ПКК и программы дальнейшего развития пилотируемого освоения космоса показывает, что процесс подготовки космонавтов к полету имеет сложную структуру, включает в себя 13 видов подготовки и около 100 различных дисциплин подготовки на 3 этапах подготовки и зависит в первую очередь от задач пилотируемой космонавтики на текущем этапе.

Эффективность подготовки космонавтов зависит от множества факторов, в том числе от качества планирования подготовки космонавтов на всех этапах, которое направлено на решение задач последовательного, своевременного и полного выполнения программ подготовки, оптимального распределения учебной нагрузки на

космонавта (группу космонавтов, экипаж), эффективного использования технических средств подготовки космонавтов.

Выявлены и сформулированы 31 ограничение, влияющие на процесс планирования подготовки космонавтов и 5 факторов неопределенности при реализации плана подготовки экипажей ПКК.

Выполнена математическая формализация решаемой научной задачи, которая сводится к определению оптимального вектора параметров управления, представляющий собой упорядоченный набор занятий, удовлетворяющего набору определенных условий и ограничений и определяющего максимум показателя эффективности подготовки космонавтов.

Осуществлена содержательная и математическая постановки задачи исследования. Причем, соискатель отмечает, что постановка задачи основана на сформированных в работе предложениях по совершенствованию процесса подготовки космонавтов к космическому полету.

Показано, что совершенствование процесса подготовки космонавтов перспективных ПКК может быть достигнуто путем использования методов автоматизированного управления и разработки специализированной информационной системы.

Второй раздел посвящен разработке методики формирования программ подготовки экипажей перспективных ПКК.

Программы подготовки космонавтов представляют собой набор учебных дисциплин по 13 видам. Каждая дисциплина представляет собой набор занятий (лекции, практические занятия, тренировки, зачеты, экзамены). Н.А.Чуб интерпретирует программу подготовки как упорядоченную последовательность занятий, в которой каждое занятие программы является оперативной единицей планирования.

Задачу формирования программы подготовки предложено представить в виде последовательности решения руководителем частных оптимизационных задач с учетом условий выполнения и ограничений.

В начальные условия решения включены:

- множество видов подготовки космонавтов в составе экипажа;
- множество занятий для программы подготовки экипажа, зависящих от должности членов экипажа и его квалификации на борту РС МКС;
- множество членов экипажа;
- длительность подготовки;
- продолжительность теоретического занятия;
- продолжительность времени тренировки;
- продолжительность подготовки в течение недели (дня).

При разработке программы подготовки учитывается множество условий планирования i -го занятия (тренировки). Предварительная программа подготовки космонавтов формируется по неделям подготовки. Затем составляется расписание на предстоящую неделю.

Упорядочение занятий (тренировок) в программе, выбранных для подготовки по неделям координатором подготовки вводится в соответствии с необходимостью соблюдения последовательности проведения занятий (тренировок) при освоении соответствующей дисциплины (вида) подготовки. При этом учитываются различного

рода временные ограничения, ограничения на очередность и сложность проведения занятий (тренировок). Кроме этого есть виды тренировок, присутствие которых в программе обязательно: комплексная подготовка к выполнению программы полета с учетом основных режимов полета, тренировки, требуемые для подготовки экипажа к выполнению программы научно-прикладных исследований, тренировок, требуемых для подготовки экипажа к выполнению программы внекорабельной деятельности и др.

Основными критериальными показателями оценки плана являются:

- наличие в плане всех наиболее важных занятий (тренировок);
- наличие в плане максимального числа важных занятий (тренировок).

К дополнительным критериальным показателям («штрафным функциям») отнесены:

- соответствие результирующего числа тренировок возможному числу тренировок;
- соблюдение оптимальной длительности тренировок;
- учет отработки необходимых медицинских мероприятий и занятий по физической подготовке;
- выдерживание порядка возрастания сложности подготовки экипажей по неделям подготовки.

Интегральный критерий оценки плана в виде «штрафных функций» имеет вид аддитивной свертки перечисленных показателей.

На основе сформулированных методических принципов подготовки экипажей ПТК к полету и сформированной математической модели формирования программы подготовки соискателем разработан алгоритм формирования программы подготовки экипажа ПКК с использованием автоматизированной информационной системы.

Третий раздел посвящен статистическому анализу длительности подготовки экипажей пилотируемых космических комплексов, исходя из опыта подготовки экипажей Международной космической станции (МКС).

Одним из основных факторов, влияющих на формирование программы подготовки космонавтов является длительность подготовки.

По результатам проведенного анализа процесса формирования экипажей МКС представлены варианты структуры процесса подготовки экипажей (базовый вариант и вариант единого потока подготовки), выявлены базовая длительность подготовки экипажей и сформулированы основные правила формирования экипажа МКС в настоящее время.

Проведен прогнозный статистический анализ длительности подготовки экипажей для перспективных пилотируемых космических комплексов по результатам фактической длительности подготовки российских космонавтов-членов экипажей МКС, стартовавших на российских кораблях «Союз», американских кораблях «Space Shuttle» и «Dragon V2».

На основании полученного вариационного ряда соискателем сформирована гистограмма распределения длительности подготовки для 74 основных экипажей МКС и получена соответствующая статистическая функция плотности распределения по разрядам длительности подготовки экипажей МКС к полету и подтверждена принадлежность полученной функции к нормальному распределению, что

подтверждает возможность использования данных статистических результатов для оценивания проектов перспективных ПКК.

В заключение раздела соискателем проведен анализ планируемого порядка формирования состава экипажей пилотируемого транспортного корабля нового поколения и Российской орбитальной станции.

При прогнозном оценивании проектов, например, РОС, можно ожидать, что длительность подготовки экипажей к полету будет находиться в рассчитанных границах.

В четвертом разделе приводятся научно-технические основы синтеза структуры автоматизированной информационной системы планирования подготовки экипажей ПКК.

Для обеспечения необходимыми наборами данных для формирования программ подготовки разработан генератор тестовых наборов данных. Полученный генератор позволяет получать любое количество, в рамках требований к размерности наборов данных, тестовых данных для проверки алгоритмов планирования. Получаемые данные, соответствуют набору дисциплин, включаемых в программу подготовки экипажей ПКК.

Реализация генератора выполнена на языке Python версии 3.12 в среде Spyder.

Результаты исследований Н.А.Чуба внедрены в процесс подготовки экипажей для формирования оптимальных программ подготовки экипажей МКС к космическому полету. Впервые предложены направления автоматизации процесса планирования подготовки космонавтов с применением АИС. Результаты проведенных исследований были использованы при формировании программ подготовки экипажей экспедиций на Международную космическую станцию МКС-70/71, МКС-72, МКС-73 за счет введения количественных и качественных показателей эффективности программ подготовки космонавтов. Н.А.Чуб являлся членом экипажа годовой космической экспедиции МКС-70/71, что позволило ему непосредственно применить результаты исследований в процессы планирования и управления подготовкой космонавтов.

В заключении сформулированы основные результаты исследований, среди которых:

- результаты системного анализа процесса подготовки космонавтов к полету на борту существовавших и современных ПКК;
- алгоритм единого технологического процесса подготовки космонавтов к выполнению космического полета;
- двухуровневая система управления подготовкой космонавтов;
- 12 методических принципов обучения для формирования программ подготовки космонавтов;
- основные управляющие параметры подготовки экипажей ПКК на основе разработанной модели управления подготовкой экипажей;
- математическая модель формирования программы подготовки экипажей ПКК;
- многомерный показатель оценки эффективности подготовки космонавтов (6 показателей);
- методика формирования программ подготовки экипажей перспективных ПКК;
- алгоритм формирования программ подготовки экипажей ПКК, интегрирующий ключевые технологические процессы;

- результаты прогнозного статистического анализ длительности подготовки экипажей для перспективных пилотируемых космических комплексов;
- генератор тестовых наборов данных, для автоматизированной поддержки процесса формирования программы подготовки экипажа ПКК.

Практическая значимость работы состоит в том, что по результатам исследований разработаны методические основы математического и программно-алгоритмического обеспечения формирования программ подготовки космонавтов для различных ПКК с целью обеспечения наиболее эффективного выполнения космонавтами программ пилотируемых полетов.

Результаты проведенных исследований внедрены в процесс подготовки экипажей МКС для планирования программ подготовки космонавтов к космическому полету. Впервые предложены направления автоматизации процесса планирования подготовкой космонавтов. Результаты проведенных исследований использованы при формировании программ подготовки экипажей экспедиций на Международную космическую станцию МКС-70/71, МКС-72, МКС-73. Автор работы являлся членом экипажа годовой космической экспедиции МКС-70/71, что позволило ему непосредственно применить результаты исследований в процессы планирования и управления подготовкой космонавтов.

Проведенные исследования являются **новыми**, а результаты, выносимые автором на защиту, получены впервые и **новизна** их также не вызывает сомнений.

В частности, в результате проведенного системного исследования процесса подготовки космонавтов, соискателем разработаны:

- модель двухуровневой системы управления подготовкой космонавтов, которая отличается от существующих использованием теории иерархических многоуровневых систем;
- модель управления подготовкой экипажа ПКК, позволяющая определить основные управляющие параметры данного процесса;
- математическая модель процесса формирования программы подготовки экипажа ПКК, которая отличается от существующих использованием аппарата дискретной математики с учетом разработанных критериев и ограничений;
- методика формирования программ подготовки экипажей перспективных ПКК на основе автоматизированного алгоритма, включающего основные компоненты технологических процессов (планирование, перепланирование, формирование программ с учетом представленных ограничений), базирующийся на использовании автоматизированной информационной системы;

Определены статистические показатели длительности подготовки экипажей МКС на основе результатов выполнения космических полетов.

Достоверность полученных автором положений, выводов и заключений обеспечивается применением общепринятых методов исследований, использованием в работе результатов выполнения космических полетов экипажей МКС-1 - МКС-72 и реальных статистических данных по результатам подготовки космонавтов. **Достоверность** полученных положений, выводов и заключений подтверждается результатами экспериментальных исследований при подготовке экипажей МКС на базе ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А.Гагарина», а также сравнением с результатами других

специалистов по подготовке космонавтов и специалистов организаций, участвующих в подготовке космонавтов.

Научный уровень полученных в диссертации результатов достаточно высокий.

В целом диссертация оставляет хорошее впечатление. Результаты прошли апробацию на многих конференциях и опубликованы в 12 научных работах, включая: 5 статей в рецензируемых журналах из Перечня ВАК, среди которых 3 публикации соответствуют специальности 2.3.1 "Системный анализ, управление и обработка информации, статистика" (технические науки); 2 работы - в сборниках, индексируемых в международной базе данных Scopus; 5 иных публикаций в научных изданиях.

Вместе с тем, на мой взгляд, представленная диссертационная работа имеет **ряд недостатков**:

1. Название работы содержит ссылки на объект (программа подготовки космонавтов) и предмет (процесс формирования программ) исследований, но никак не отражает направленность диссертации (например оптимизация формирования программы). В результате сформулированная тема исследований оказывается размытой и не достаточно конкретной

2. Цель исследования, которую сформулировал соискатель, по сути, направлена на повышение эффективности процесса подготовки экипажей пилотируемых космических комплексов. Разработку методики формирования программ подготовки экипажей перспективных пилотируемых космических комплексов целью считать нельзя, так как такая цель буквально повторяет название диссертации и формально будет достигнута в любом случае, вне зависимости от полученных результатов.

3. Постановка задачи исследований основана на "...сформированных в работе предложениях по совершенствованию процесса подготовки космонавтов к космическому полету исходя из опыта подготовки и выполнения полетов экипажей МКС...". Однако, на наш взгляд, предложения по совершенствованию процесса подготовки космическому полету должны вытекать из результатов исследований, а не предшествовать им.

4. В тексте диссертации определения "рациональный" или "оптимальный" употребляются безотносительно к критерию рациональности или оптимальности. Так, например, в постановке задачи исследований в качестве ограничений указаны рациональные значения промежутка времени между двумя соседними занятиями, длительности практического занятия или лекции и длительности тренировки, но не сказано ничего о критерии рациональности и т.д.

5. В работе по сути отождествляются понятия критерия и показателя. Так, в качестве критериев оценки плана подготовки космонавтов к космическому полету приняты показатели его эффективности. В то время как критерий – это правило оценки чего-либо, а показатель – количественная оценка критерия.

6. В третьем разделе соискателем проведен анализ планируемого порядка формирования состава экипажей пилотируемого транспортного корабля нового поколения и Российской орбитальной станции. Однако результаты анализа в работе по сути не используются.

Перечисленные замечания не снижают ценности и научной новизны работы.

Диссертация выполнена автором самостоятельно на высоком научном уровне. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Все

основные результаты опубликованы. Текст диссертации представляет собой законченную работу. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Следует отметить не только научную, но и высокую практическую значимость диссертации, так как полученные результаты позволяют повысить подготовки экипажей перспективных пилотируемых космических комплексов.

Полученные результаты соответствуют передовым позициям научных исследований в области формирования программ подготовки экипажей перспективных пилотируемых космических.

Диссертация Чуба Николая Александровича отвечает требованиям Положения ВАК о порядке присуждения ученых степеней, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки).

Официальный оппонент

Главный ученый секретарь АО «ЦНИИмаш»,

доктор технических наук,

старший научный сотрудник

(e-mail: klyushnikovvy@tsniimash.ru)



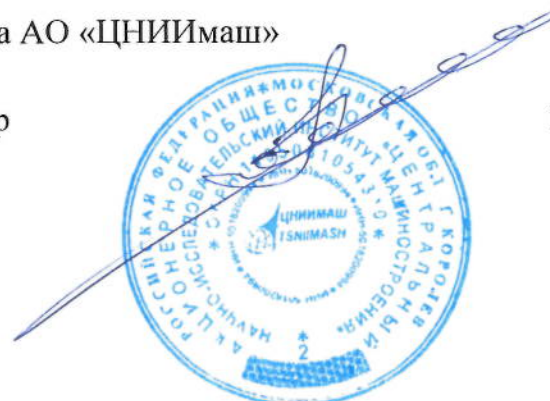
В.Ю.Клюшников

Подпись Клюшникова Валерия Юрьевича заверяю

Заместитель генерального директора АО «ЦНИИмаш»

по прикладным исследованиям,

доктор технических наук, профессор



М.М.Пеньков

С отзывом ознакомлен,

26.11.2025

[Signature] / Н.А. Чуб