



ПАО «НПО «Алмаз»

ОТДЕЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО

ЛИАНОЗОВСКИЙ

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД

(ОКБ «ЛЭМЗ»)

127411 г. Москва, Дмитровское шоссе, 110

Тел.: (495) 485-15-22, 485-15-88; Факс (495) 485-15-63, 485-03-88

E-mail: info@raspletin.com http://www.lmz.ru

Дата 26.08.2025 Исх. № 241/НПЦ

На № _____

Отзыв на автореферат
диссертации Котова Д.Д.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Котова Дмитрия Дмитриевича
на тему: «Методы анализа и синтеза информационно-управляющей системы
автономного необитаемого подводного аппарата для решения задач в
интересах минерально-сырьевого комплекса»,
выполненной в федеральном государственном бюджетном образовательном
учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный
университет императрицы Екатерины II» и представленной
на соискание ученой степени кандидата технических наук
по научной специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка
информации, статистика

1. Актуальность темы диссертации.

Развитие минерально-сырьевого комплекса (МСК) является стратегическим национальным приоритетом Российской Федерации и напрямую связано с обеспечением экономической безопасности и технологического суверенитета страны. Стратегия освоения ресурсов РФ закреплена основополагающими документами: «Основы государственной политики Российской Федерации в области минерально-сырьевых ресурсов»,

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-47 от 05.09.25
ЛУ УС

«Стратегия развития Арктической зоны РФ и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года» и др.

В условиях удаленности и сложной логистики, ограничений применения традиционных технологий существует необходимость повышения эффективности геологоразведочных и инспекционных работ минерально-сырьевого комплекса на российском континентальном шельфе, в мировом океане, Арктике. Используемые в настоящее время методы ограничены в точности, автономности и рентабельности при работе в условиях сложного климата, ледовой обстановки и удалённости от инфраструктуры.

Мировым технологическим трендом в решении задач МСК в морских акваториях, требующим новых подходов, является роботизация и автономизация. Один из таких подходов базируется на применении автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА). Внедрение АНПА позволяет исключить риск при проведении исследований, значительно увеличить продолжительность и глубину работ, а также снизить эксплуатационные расходы. Однако их потенциал не может быть реализован без создания интеллектуальных систем управления, оснащаемых современными информационно-управляющими системами (ИУС).

Актуальность настоящего исследования заключается в разрешении научно-технического противоречия между растущей потребностью МСК в высокоточных и автономных подводных робототехнических комплексах и отсутствием специализированных методов анализа и синтеза их ИУС, адаптированных к специфике задач МСК.

Существующие универсальные ИУС не в полной мере учитывают особенности работы с целевой аппаратурой и не обеспечивают интеллектуальную обработку больших данных в близком к реальному времени режиме, выполнение требований к устойчивой автономной навигации, адаптивного поведения в сложной и изменчивой подводной среде.

2. Научная новизна результатов исследования.

В диссертации впервые сформулированы особенности функционирования и обоснованы требования к информационно-управляющей системе автономного необитаемого подводного аппарата, ориентированной на решение задач минерально-сырьевого комплекса в условиях Арктики, российского континентального шельфа и мирового океана.

Разработана концептуальная модель и метод структурно-параметрического синтеза ИУС АНПА, позволяющие оптимально выбирать её структуру и компоненты на этапе проектирования.

Выявлены зависимости между спецификой задач МСК и структурно-параметрическими характеристиками ИУС, что обеспечивает повышение эффективности, надёжности и автономности аппарата при выполнении геологоразведочных и инспекционных работ.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций.

Исследование базируется на комплексном системном анализе предметной области с использованием общепризнанных научных методов: структурного и параметрического синтеза, сравнительного анализа технических решений, математического и имитационного моделирования. Выбор методики исследования адекватен поставленным целям и задачам.

В работе обеспечена корректность применения математического аппарата, стандартных и апробированных методов. Разработанная модель информационно-управляющей системы АНПА реализована и верифицирована в авторитетной программной среде MATLAB/Simulink с использованием специализированных библиотек.

Обоснованность выводов подтверждена значительным объемом проведенных вычислительных и имитационных экспериментов, воспроизводящих реальные сценарии эксплуатации АНПА. Результаты экспериментов демонстрируют статическую сходимость и корреляцию с данными натурных испытаний, что подтверждает адекватность разработанных моделей. Синтезированная система управления обеспечивает высокую точность и устойчивость переходных процессов.

Методом экспертных оценок с высоким коэффициентом конкордации подтверждено обоснование включенных в концептуальную модель факторов и параметров, что свидетельствует о согласованности мнений экспертов и объективности модели.

Таким образом, совокупность примененных методов, объем и воспроизводимость полученных данных, а также их практическая реализация позволяют считать научные положения, выводы и рекомендации диссертационного исследования обоснованными и достоверными.

4. Научные результаты, их ценность.

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 4 печатных работах, в том числе в 2 статьях - в изданиях из

перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, в 2 статьях - в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования (Scopus/WoS). Получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации.

Разработана и научно обоснована концептуальная модель информационно-управляющей системы АНПА, предназначенной для решения задач МСК. Модель систематизирует взаимосвязи между внутренними и внешними параметрами, определяющими функционирование аппарата в сложных условиях, и служит теоретической основой для последующих исследований в области подводной робототехники.

Предложен новый метод структурно-параметрического синтеза ИУС АНПА на этапе проектирования, основанный на иерархическом анализе требований и комплексной оценке альтернативных вариантов архитектуры системы по заданным критериям (точность навигации, надежность, энергоэффективность, стоимость). Метод расширяет научный аппарат системного анализа и проектирования сложных технических систем. Его применение на стадии проектирования позволяет оптимально выбирать и обосновывать состав компонентов и их технические характеристики, что повышает надежность и эффективность автономных операций при выполнении задач МСК и сокращает временные и финансовые затраты на разработку.

Выявлены и формализованы зависимости между спецификой задач МСК и структурно-параметрическими характеристиками ИУС АНПА, что вносит вклад в теорию специализации роботизированных систем для решения отраслевых задач.

Разработаны и реализованы в имитационной среде алгоритмы автономной навигации, адаптивного планировании многоконтурного управления, обеспечивающие высокую точность и устойчивость движения аппарата. Результаты вносят вклад в теорию автоматического управления нелинейными многомерными объектами в условиях неопределенности. Их внедрение позволяет расширить область применения аппаратов и повысить качество геолого-геофизических измерений и оперативность инспекционных работ.

6. Рекомендации по использованию результатов работы.

Результаты диссертации имеют выраженную практическую направленность, которые целесообразно использовать организациями минерально-сырьевого комплекса, научно-исследовательскими институтами и предприятиями-разработчиками морской роботизированной техники для создания нового поколения отечественных АНПА, способных эффективно решать задачи в Арктике и на глубоководье.

7. Замечания и вопросы по работе.

Диссертация «Методы анализа и синтеза информационно-управляющей системы автономного необитаемого подводного аппарата для решения задач в интересах минерально-сырьевого комплекса», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика, соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор — Котов Дмитрий Дмитриевич — заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Ведущий инженер ПАО
«НПО «Алмаз» НПП-СПБ



д.т.н., профессор Кивалов
Александр Николаевич

Телефон: +7 (911) 212-25-05
E-mail: ankiv@yandex.ru
198099, г. Санкт-Петербург,
Промышленная улица, 21,
стр. 1

Подпись Кивалова А. Н. подтверждаю

Заместитель начальника ОКБ «ЛЭМЗ» - директор НПП-СПБ ПАО «НПО
«АЛМАЗ»

С. Ю. Нестеров

«26» августа 2025 г.

