



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет «ЛЭТИ» им.
В.И. Ульянова (Ленина)»
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

ул. Профессора Попова, д.5 литера Ф,
Санкт-Петербург, 197022
Телефон: (812) 234-46-51; факс: (812) 346-27-58;
e-mail: info@etu.ru; <https://etu.ru>
ОКПО 02068539; ОГРН 1027806875381
ИНН/КПП 7813045402/781301001

02.09.2025 № 391-29.06/3

На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной и
инновационной деятельности
СПбГЭТУ «ЛЭТИ»

Д.Т.Н. профессор

Семенов А.А.

«_____» _____ г.

М.П.



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию *Котова Дмитрия Дмитриевича* на тему: «**Методы анализа и синтеза информационно-управляющей системы автономного необитаемого подводного аппарата для решения задач в интересах минерально-сырьевого комплекса**», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по **специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика**

1. Актуальность темы диссертации

В настоящее время развитие минерально-сырьевого комплекса (МСК) России всё больше связано с освоением арктических и шельфовых морских акваторий. Эти регионы характеризуются сложной ледовой обстановкой, низкими температурами, ограниченной связью и значительной удалённостью от береговой инфраструктуры. В подобных условиях традиционные технологии геологоразведки и инспекции трубопроводов, подводных сооружений и другой подводной инфраструктуры малопродуктивны и экономически неэффективны.

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-50 от 02.09.25
ЛУ УС

В современных условиях при выполнении задач МСК всё большую роль начинают играть автономные необитаемые подводные аппараты (АНПА), способные выполнять широкий круг задач в режиме длительной автономной эксплуатации. Вместе с тем, существующие АНПА и системы управления ими являются универсальными и не в полной мере учитывают специфику подлёдных и подводных операций в морских акваториях, осуществляемых при решении задач МСК. Таким образом, возникает потребность в создании специализированных АНПА, оснащаемых информационно-управляющими системами (ИУС), предназначенными для решения задач МСК в морских акваториях, адаптированных для указанных выше условий. В связи с этим тема диссертационной работы является актуальной.

2. Научная новизна диссертации

Научная новизна работы заключается в разработке методологии структурно-параметрического синтеза ИУС АНПА, которая позволяет увязать структуру, параметры, технические характеристики аппарата, его системы управления и условия эксплуатации с решаемыми задачами. Автором разработана концептуальная модель ИУС АНПА, в которой эти взаимосвязи отражены в системном виде. В диссертации обоснованы и предложены критерии качества ИУС АНПА, учитывающие следующую специфику решаемых задач МСК в морских акваториях:

- полноту и точность геологоразведочных данных;
- устойчивость автономного навигационного обеспечения в условиях ограниченной связи с морским и/или береговым центром управления;
- энергоэффективность;
- надёжность при выполнении длительных автономных операций.

В работе показано, как вид задач влияет на структуру и параметры ИУС. Это позволяет адаптировать ИУС АНПА к конкретным сценариям применения при решении различных задач МСК в морских акваториях.

Важным новым научным результатом является разработанная автором нелинейная динамическая модель АНПА, реализованная в программной среде MATLAB Simulink, позволяющая в имитационном режиме исследовать сценарии

управления АНПА в различных условиях его применения, а также проводить оценку качества управления многоконтурных систем, обеспечивающих требуемый уровень устойчивости и точности управления при выполнении типовых операций.

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

Обоснованность основных результатов исследования обусловлена корректным применением методологических основ системного анализа, апробированных теорий и методов математического, имитационного моделирования, экспертных методов. Разработанные модели реализованы в программной среде MATLAB Simulink. Подтверждением их работоспособности и адекватности являются результаты имитационного моделирования, свидетельствующие об их близости к данным натурных испытаний.

Сравнительный анализ результатов диссертационного исследования с аналогичными результатами независимых исследований, представленными в опубликованных источниках других авторов, также показал их сходимость, что подтверждает их достоверность.

Дополнительным подтверждением достоверности результатов является практическая апробация отдельных элементов предложенной в работе методологии в НИР.

4. Научные результаты, их ценность

Диссертация представляет собой завершённое научное исследование, представляющее собой определенный вклад в теорию и обладающее практической ценностью. К основным новым научным результатам, полученным автором относятся:

- концептуальная модель ИУС АНПА, обеспечивающая решение задач МСК в морских акваториях и учитывающая особенности условий применения АНПА;

- метод структурно-параметрического синтеза, позволяющий формировать структуру и параметры ИУС АНПА, адаптированные под конкретные задачи и условия применения;

- имитационная модель функционирования АНПА и результаты моделирования, позволяющие формировать алгоритмы управления АНПА при решении задач МСК в морских акваториях.

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, доктора наук (Перечень ВАК), в 2 статьях – в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования (Scopus/WoS).

Часть прикладных результатов исследования представлено в свидетельстве о государственной регистрации программы для ЭВМ.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Теоретическая значимость результатов диссертационного исследования заключается в дальнейшем развитии научных основ проектирования и эксплуатации ИУС АНПА, выполняющих задачи МСК в морских акваториях. В диссертации предложена концептуальная модель ИУС АНПА, отражающая взаимосвязи между внешними условиями эксплуатации, внутренними параметрами АНПА и спецификой решаемых задач. Сформулированные критерии качества и метод структурно-параметрического синтеза расширяют инструментальную базу системного анализа и проектирования сложных технических систем применительно к ИУС АНПА. Такой подход позволяет системно переводить требования верхнего уровня – задачи МСК (например, геологоразведки и инспекции) в конкретные схемотехнические и инженерные решения по построению ИУС АНПА.

Практическая значимость работы состоит в том, что предложенные методы и алгоритмы могут быть непосредственно использованы при проектировании и модернизации отечественных АНПА, предназначенных для решения задач МСК.

Разработанные схемотехнические и алгоритмические решения обеспечивают повышение точности навигационного обеспечения, энергоэффективности и надёжности систем управления АНПА в условиях ограниченной связи и высокой неопределённости внешней среды.

Имитационная модель, реализованная в программной среде MATLAB Simulink, даёт возможность апробации ИУС АНПА в условиях, приближенных к реальным, и может применяться как инструмент исследования на этапе предварительных испытаний и оптимизации параметров управления. Подтверждением практической ценности работы является её внедрение в НИР, а также государственная регистрация разработанной программы для ЭВМ.

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Разработанные в диссертации методология и модели могут быть использованы при проектировании новых образцов отечественных АНПА, ориентированных на выполнение подлёдных и подводных операций при проведении геологоразведочных работ и обслуживании подводных объектов инфраструктуры МСК, а также при модернизации систем управления существующих АНПА. Полученные результаты могут найти применение в конструкторских бюро и научно-исследовательских организациях, занимающихся разработкой подводных робототехнических комплексов.

При решении задач МСК в морских акваториях целесообразным представляется применение предложенных алгоритмов в составе комплексов АНПА с интеграцией средств мониторинга в береговые и судовые центры управления и мониторинга.

Использование методики структурно-параметрического синтеза позволяет оптимизировать состав аппаратных и программных компонентов ИУС АНПА, что существенно сокращает ресурсы на проектирование, испытания и дальнейшую эксплуатацию АНПА.

Внедрение результатов диссертационного исследования обеспечит повышение автономности, надёжности и эффективности функционирования АНПА, что

особенно важно для проведения геологоразведочных и инспекционных работ в арктических и шельфовых акваториях России.

7. Замечания и вопросы по работе

Диссертация, как научно-квалификационная работа, обладает логикой и последовательностью изложения результатов решения научной задачи. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

Однако, по содержанию диссертационной работы необходимо отметить ряд недостатков и замечаний.

1. В диссертации автором достаточно подробно представлена сущность метода структурно-параметрического синтеза ИУС для одного образца АНПА. Вместе с тем, в работе отсутствует оценка применимости предлагаемого метода при проектировании многоаппаратного комплекса АНПА, предназначенного для группового решения задач МСК.

2. В работе отсутствуют результаты исследования ошибок и шумов на качество и устойчивость процессов управления АНПА. В частности, в содержании диссертации не представлены в достаточной степени результаты оценки влияния ошибок и шумов навигационных датчиков на устойчивость работы ИУС и точность позиционирования АНПА, особенно при длительной автономной работе.

3. В диссертационной работе недостаточно внимания уделено исследованию вопросов надежности функционирования ИУС АНПА. Следовало бы подробнее рассмотреть вопросы резервирования и отказоустойчивости отдельных подсистем и ИУС АНПА в целом, так как в сложных условиях северного континентального шельфа и Арктики надёжность ИУС АНПА имеет критически важное значение.

4. В работе не освещены вопросы, связанные с информационным и функциональным взаимодействием АНПА с другими типами морских робототехнических комплексов (например, надводными или стационарными платформами), что несколько снижает практическую применимость предложенных моделей и методов.

5. В работе автором в недостаточной степени обоснованы и изложены ограничения и допущения, принятые при разработке имитационной модели функционирования ИУС АНПА. В частности, из содержания диссертации неясно, насколько она адекватна при влиянии экстремальных внешних возмущений и нелинейных гидродинамических эффектов.

8. Заключение по диссертации

В целом, диссертационная работа Котова Д.Д. выполнена на достаточно высоком научном уровне. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой автором предложено новое решение задач МСК в сложных морских акваториях Арктики и континентального шельфа на основе использования современных ИУС АНПА.

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, полностью 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-Петербургского горного университета 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.

Отзыв на диссертацию и автореферат диссертации Котова Дмитрия Дмитриевича обсужден и утвержден на заседании кафедры автоматики и процессов управления федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Санкт-Петербургский государственный

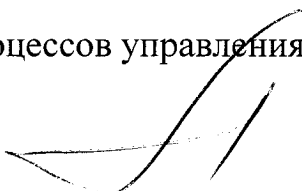
электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), протокол
№ 6 от 02.сентября .2025 года.

Председатель заседания

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

Зав. каф. Автоматики и Процессов управления

д.т.н., доц.



Шестопалов Михаил Юрьевич

Секретарь заседания

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

Доц. каф. Автоматики и Процессов управления

к.т.н., доц.



Кораблев Юрий Анатольевич

*Подлинность оригинальных подписей подтверждается должностным лицом организации,
подписи заверяются печатью.*

Подпись ФИО председателя заседания и ФИО секретаря заседания заверяю

М.П. ПОДПИСАЛЬНИК ОДО
НАЧАЛЬНИК ОДО
Т.А. РУССО



Сведения о ведущей организации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им.
В.И. Ульянова (Ленина)

Почтовый адрес: 197022, Северо-Западный федеральный округ, субъект Российской
Федерации: Санкт-Петербург, город Санкт-Петербург, улица Профессора Попова, дом 5, литера Ф

Официальный сайт в сети Интернет: <https://etu.ru/>

эл. почта: info@etu.ru

телефон: +7 (812) 234-46-51

Исп. проф. Душин С.Е.