

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.417.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ» МИНОБРНАУКИ РОССИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 14 января 2025 года протокол № 2

О присуждении ФАМ Тхань Лиём,
гражданину Социалистической Республики Вьетнам,
ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Система управления буровым агрегатом с нейросетевым каналом настройки режимов функционирования» по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика, принята к защите 08.11.2024 года (протокол заседания № 13) диссертационным советом 24.2.417.02, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тульский государственный университет» Минобрнауки России (300012, Тула, пр. Ленина, д. 92); приказ о создании диссертационного совета №422/нк от 12.08.2013 года.

Соискатель ФАМ Тхань Лиём, 16 апреля 1982 года рождения. В 2013 году соискатель окончил Ханойский университет горного дела и геологии (г. Ханой, Социалистическая Республика Вьетнам), получив степень магистра по специальности техники управления и автоматики. В 2022 году окончил очную аспирантуру ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет». В настоящее время работает исследователем в Институте горной науки и технологии – Винакомин – г. Ханой, Социалистическая Республика Вьетнам.

Диссертация выполнена на кафедре «Промышленная автоматика и робототехника» ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет» Минобрнауки России.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент АКИМЕНКО Татьяна Алексеевна, ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», кафедра «Промышленная автоматика и робототехника», доцент.

Официальные оппоненты:

РУЧКИН Владимир Николаевич, доктор технических наук, профессор, частное образовательное учреждение высшего образования «Московский университет имени С.Ю. Витте», г. Москва, профессор кафедры бизнеса и управления.

ПАНАРИН Михаил Владимирович, кандидат технических наук, ООО «СервисСофт», г. Тула, директор –

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ООО «Скуратовский опытно-экспериментальный завод», г. Тула, в своем положительном отзыве, подписанном руководителем проектов доктором технических наук Авериним Евгением Анатольевичем, начальником отдела информационных технологий и автоматизации кандидатом технических наук Серегиним Денисом Витальевичем и утвержденном директором кандидатом технических наук Антиповым Виктором Васильевичем указала, что диссертация Фам Тхань Лиет является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития системного анализа, управления и обработки информации в промышленности, заключающейся в том, что разработанные в диссертации методы моделирования могут быть использованы при разработке систем управления сложными объектами, включающими механические, электромеханические и гидравлические узлы. Результаты диссертационной работы рекомендуются к дальнейшему использованию на предприятиях и в организациях, занимающихся вопросами разработки и эксплуатации буровых агрегатов и в образовательных учреждениях при обучении по направлению 27.03.03 «Системный анализ и управление».

Соискатель имеет 13 опубликованных работ, все по теме диссертации, из них 4 статьи в сборниках, рекомендуемых ВАК при Минобрнауки России, 7 статей в межвузовском сборнике, 2 статьи в сборниках докладов конференций, общим объемом 2,5 п.л., авторский вклад составляет 1,4 п.л.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Фам Т.Л. Разработка системы автоматического управления скоростью вращения и подачи долота бурового станка СБШ-250МН-32Т // Известия ТулГУ. Серия: Технические науки. 2020. № 5. С. 216-224.
2. Фам Т.Л. Исследование информационно-измерительной и управляющей системы проходческого комбайна // Известия ТулГУ. Серия: Технические науки. 2022. № 9. С. 46-52.
3. Акименко Т.А., Ларкин Е.В., Фам Т.Л. Модель гидравлической трансмиссии // Известия ТулГУ. Серия: Технические науки. 2023. № 11. С. 54-59.
4. Акименко Т.А., Фам Т.Л. Модель процесса бурения установки СБШ-250МН-32Т // Известия ТулГУ. Серия: Технические науки. 2023. № 11. С. 100-102.

Из работ, опубликованных в соавторстве, соискателем в диссертации использованы только результаты, которые разработаны им лично. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах.

На диссертацию и автореферат поступили положительные отзывы.

Официального оппонента Ручкина Владимира Николаевича с замечаниями:

в диссертации отсутствует оценка диапазона изменений параметров модели пары «бур/грунт», что не позволяет определить диапазоны настройки параметров ПИД регуляторов;

не приведено обоснование выбора места включения ПИД регулятора в структуру системы управления, приведенную на рис. 3.1, 3.4;

работе не исследовано влияние точности измерения параметров бурового агрегата на точность установки режимов бурения;

в работе не показано изменение параметров модели полиспада при поднятии и опускании узла бурения.

Официального оппонента Панарина Михаила Владимировича с замечаниями:

не исследован вопрос о влиянии задержек, вносимых цифровым контроллером на точность работы нейронной сети при установлении режимов бурения и настроек ПИД регуляторов;

при описании элементов гидравлической системы не учтена упругость стенок подводящих магистралей;

не определена частота опроса датчиков при работе цифровой системы управления;

автор при конструировании нейросетевого регулятора использовал простейшее инженерное решение, сеть прямого распространения. Не исследован вопрос применения сетей других типов, например, сети Кохонена, сети Хопфилда и т.п.

Ведущей организации ООО «Скуратовский опытно-экспериментальный завод», г. Тула, с замечаниями:

не произведено упрощение математической модели полиспада, что позволило бы существенно понизить порядок характеристического уравнения, описывающего замкнутую систему управления;

при разработке модели бурового агрегата не определен источник энергии, приводящий в действие трехфазный двигатель и двигатель постоянного тока. Если он единый, то это может оказать влияние на реальное усложнение математической модели и появлению в ней дополнительных перекрестных связей между каналами;

автор не исследовал вопрос, насколько часто должны с помощью нейронной сети обновляться информация о параметрах управления, устанавливаемых с помощью ПИД регулятора, и как влияет эта частота на устойчивость системы в целом.

На автореферат диссертации поступило 2 положительных отзыва, в которых отмечается актуальность, теоретическая и практическая значимость работы, её новизна, из следующих организаций:

- АО «Научно-производственное предприятие «Топаз»», г. Москва, с замечаниями:

не представлены результаты исследования периодичности подстройки параметров основных каналов управления нейронной сетью и влияния периода подстройки на устойчивость системы в целом;

цель работы состояла в разработке методов построения систем управления буровым агрегатом таким образом, чтобы характеристики функционирования были близки к оптимальным значениям – однако формальная постановка задачи и количественные оценки достигнутой «близости» в заключении и в выводах не представлены.

- АО «Конструкторское бюро приборостроения» им. академика А.Г.Шипунова, г. Тула, с замечаниями:

неясно, как влияет время обучения нейросетевого регулятора на устойчивость системы;

не представлены численные значения коэффициентов, по которым производится обучение нейронной сети.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что доктор технических наук Ручкин Владимир Николаевич и кандидат технических наук Панарин Михаил Владимирович имеют большой опыт научно-практической деятельности и являются компетентными специалистами в предметной области диссертации, являются авторами научных публикаций по профилю диссертационной работы в рецензируемых научных изданиях.

Выбор ведущей организации обоснован тем, что ООО «Скуратовский опытно-экспериментальный завод» является ведущим предприятием в области управления горнопроходческой техникой, занимающимся практическим внедрением цифровых систем управления. Работники предприятия имеют большой опыт в предметной области диссертации, а также большое количество публикаций в рецензируемых научных изданиях по профилю диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана математическая модель бурового агрегата как объекта управления, и показано наличие в ней перекрестных связей, возникающих за счет описания взаимодействия каналов подачи и вращения инструмента через грунт с изменяемыми механическими параметрами, что усложняет задачу оперативной настройки системы управления;

предложена структура системы управления буровым агрегатом, в которую дополнительно к существующим контурам управления подачей и скоростью вращения включен нейросетевой канал подстройки ПИД регуляторов, получающий информацию о состоянии узлов и блоков агрегата, и обеспечивающий установку коэффициентов передачи регулятора;

доказано, что для получения оценки устойчивости цифровой системы управления с нейросетевой подстройкой каналов управления подачей и вращения бура следует применять Рауса-Гурвица, скорректированный за счет учета задержек по времени, вносимых реальным регулятором.

Теоретическая значимость исследований обоснована тем, что изложен метод построения цифровых систем управления буровым агрегатом с нейросетевым каналом подстройки ПИД регуляторов, отличающийся от известных тем, что на этапе моделирования системы производится оценивание вычислительной сложности алгоритма управления, учитываемой при расчете оценки устойчивости управления;

применительно к проблематике диссертации результативно использован математический аппарат теории управления, нейронных сетей, теоретической механики и электромеханики;

проведена модернизация системы управления буровым агрегатом за счет включения в контроллер нейросетевого регулятора, позволяющего по результатам обработки значительных объемов информации, получаемой с объекта, оперативно адаптировать режимы проходки к текущим и меняющимся условиям эксплуатации.

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

разработаны и внедрены в Институте горной науки и технологии – Винакомин – г. Ханой, Социалистическая Республика Вьетнам и в учебном процессе ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет» методы управления сложным техническим объектом с нейросетевым каналом настройки режимов функционирования;

определены перспективы практического использования разработанных методов, научных и технических решений для оценивания параметров бурения;

представлены предложения по дальнейшему совершенствованию теоретических и экспериментальных результатов работы.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теория построения систем управления с каналом подстройки регуляторов, учитывающая реальные характеристики цифрового контроллера и цифровую модель объекта является корректной и применима для систем управления широкого класса;

использованы апробированные методы построения цифровых двойников узлов и блоков бурового агрегата, структурированные в единую многосвязную модель и корректно адаптированные к специфике решаемой автором научно-практической задачи;

установлено совпадение авторских результатов расчетов с данными аналогичных расчетов из независимых источников, эффективность разработанных автором решений подтверждена результатами физических экспериментов.

Личный вклад соискателя состоит во включенном участии на всех этапах процесса, непосредственном участии в получении исходных данных и проведении научных экспериментов, личном участие в апробации результатов исследования, подготовке публикаций по результатам

исследования.

В ходе защиты диссертации были высказаны критические замечания:
не представлена формальная постановка решаемой задачи;
недостаточно полно исследование влияние точности измерения параметров бурового агрегата на точность установки режимов бурения;
не исследовано влияние времени обучения нейросетевого регулятора на устойчивость системы управления.

Соискатель Фам Тхань Лиём согласился с замечаниями, удовлетворительно ответил на все задаваемые ему в ходе заседания вопросы.

На заседании 14.01.2025 года диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи разработки методов проектирования цифровых систем управления с нейросетевым каналом настройки параметров регулятора, имеющей существенное значение для развития машиностроения, присудить ФАМ Тхань Лиём ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования ученый совет в количестве 18 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за - 18, против - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Заместитель председателя
диссертационного совета



Лев Алексеевич Толоконников

Ученый секретарь
диссертационного совета

Марина Юрьевна Соколова

14.01.2025 года