

ОТЗЫВ

официального оппонента

Привалова Александра Николаевича

на диссертацию Фам Тхань Лиём «Система управления буровым агрегатом с нейросетевым каналом настройки режимов функционирования», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

1. Актуальность темы

Буровое оборудование различных конструкций и производительности широко применяется в таких отраслях народного хозяйства, как строительство, разведка полезных ископаемых, экология и т.п. Особенность промышленной эксплуатации подобных агрегатов заключается в том, что бурение, как правило, осуществляется без предварительного исследования механических свойств грунта, что приводит к установлению неоптимальных режимов проходки, и как следствие, повышенному износу оборудования и инструмента. Режимы проходки, устанавливаемые при управлении буровым агрегатом, выбираются человеком-оператором и в значительной мере зависят от его квалификации, и опыта. При выборе режимов проходки оператор использует значительный объем информации о состоянии узлов и блоков агрегата, которая напрямую не зависит от свойств буримого грунта, но позволяет осуществлять оптимальную настройку узлов и блоков системы управления. Осуществление автоматической настройки, без участия, или при минимальном участии оператора является важной и актуальной не только при управлении буровым агрегатом, но и другими объектами, параметры которых изменяются в широком диапазоне в процессе эксплуатации.

2. Краткое содержание диссертации

Введение содержит обоснование постановки темы диссертации, формулирование цели и задач, решенных для достижения цели, а также положений, выносимых на защиту и обладающих научной новизной.

В *первом разделе* диссертации проведен системный анализ буровых агрегатов, как объектов управления, систем управления буровыми агрегатами и методов синтеза систем управления. Показано, что низкая эффективность использования бурового агрегата СБШ-250-МН-32Т связана с особенностями его конструкции и трудностями настройки режимов в процессе бурения. Поставлена задача проектирования системы управления буровым агрегатом с использованием нейронной сети для настройки параметров каналов управления.

Второй раздел включает математические описания динамики основных узлов и блоков бурового агрегата, необходимые для создания имитационной модели процесса бурения. Показано, что полиспастная система, в сочетании с гидравлической трансмиссией описывается системой дифференциальных уравнений высокого порядка, что делает проблематичным обеспечение устойчивости функционирования при замыкании обратных связей по скорости вращения бура и величине подачи инструмента.

В *третьем разделе* математические описания отдельных узлов и блоков структурированы в модель двусвязного объекта управления с перекрестными связями между каналами вращения и подачи бура, обеспечиваемыми за счет механического воздействия инструмента на буримый грунт. Построена модель функционирования цифрового контроллера как физического прибора, включенного в контуры обратной связи. Предложена методика оценки качества цифрового управления с использованием критерия Рауса-Гурвица.

Четвертый раздел содержит описание нейронной сети, включенной в структуру системы управления буровым агрегатом для установления настроек ПИД регуляторов, обеспечивающих управление узлами и блоками объектами. Представлены результаты имитационного моделирования процесса управления буровым агрегатом на различных режимах проходки.

В *заключении* приводятся основные результаты и сделаны выводы по работе в целом.

3. Новизна исследований и обоснованность полученных результатов

Научной новизной обладают следующие положения диссертации, которые автор выносит на защиту:

1. Двусвязная модель бурового агрегата как объекта управления, включающая канал управления вращением и канал управления подачей бурового инструмента, перекрестные связи в которой обеспечиваются за счет описания механического воздействия буримого грунта на инструмент.

2. Характеристическое уравнение замкнутой многосвязной системы управления, в которое включены задержки по времени, вносимые цифровым регулятором, как прибором, реализующим обратную связь в системе.

3. Структура системы управления буровым агрегатом, включающей нейросетевой регулятор настройки коэффициентов передачи ПИД регулятора

Теоретические положения, сформулированные в диссертации, основаны на теории управления, теории случайных процессов, теоретической механике и теории нейронных сетей. Корректность сделанных выводов и полученных результатов подтверждается моделированием функционирования системы управления в среде МАТЛАБ.

Диссертация соответствует пп. 4, 7, 9, 10 паспорту специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика: 4. разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и

искусственного интеллекта; 7. методы и алгоритмы структурно-параметрического синтеза и идентификации сложных систем; 9. разработка проблемно-ориентированных систем управления, принятия решений и оптимизации технических объектов; 10. методы и алгоритмы интеллектуальной поддержки при принятии управленческих решений в технических системах.

4. Значимость результатов для науки и практики.

Теоретическая ценность диссертации заключается в разработке принципов построения систем управления с нейросетевым регулятором, обеспечивающим оптимальные настройки режимов функционирования основных каналов управления. Теоретическая значимость подтверждается актами внедрения, в учебный процесс Тульского государственного университета по дисциплинам: «Проводы роботов и робототехнических систем», «Управление роботами и робототехническими системами».

Практическую ценность имеет разработанный автором метод проектирования систем управления с нейросетевым каналом настройки, который может быть использован в широкой инженерной практике без предварительного моделирования системы.

Практическая значимость подтверждается актом внедрения результатов в Институте горной науки и технологии (VINACOMIN-INSTITUTE OF MINING SCIENCE AND TECHNOLOGY, Hanoi, Vietnam).

5. Автореферат и публикации

Автореферат в полной мере характеризует содержание диссертационной работы.

Основные положения диссертации в достаточной мере освещены в тринадцати печатных работах, в том числе: четырех статьях в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, двух публикациях представляющих материалы конференций и семи статьях в межвузовском сборнике.

Замечания по диссертационной работе

По диссертации и автореферату можно отметить следующие недостатки:

1. Не исследован вопрос об изменении параметров объекта управления в процессе эксплуатации бурового агрегата и компенсации этих изменений с помощью нейронной сети.

2. Требуется пояснения выбор критерия Рауса-Гурвица для оценки устойчивости замкнутой системы управления.

3. Набор параметров, используемых нейронной сетью для установки режимов бурения, представляется избыточным. При этом, по части параметров отсутствует пояснения об их влиянии на характеристики проходки.

4. Модель процесса бурения при проходке грунта представлена в первом приближении. Очевидно, что существуют факторы, оказывающие

влияние на величину перекрестных связей между каналами. не учтенные в модели.

5. В диссертационной работе присутствуют некоторые неточности и стилистические ошибки.

Отмеченные замечания не снижают научную ценность работы.

Общая оценка диссертационной работы

В целом, диссертационная работа Фам Тхань Лиём выполнена на высоком научном и техническом уровне, содержит новые научные результаты, полученные с применением современных методов теории управления, теории нейронных сетей и теории случайных процессов. В диссертационной работе решена научная задача разработки системы управления буровым агрегатом с нейросетевым каналом настройки.

Считаю, что диссертационная работа Фам Тхань Лиём «Система управления буровым агрегатом с нейросетевым каналом настройки режимов функционирования» полностью соответствует квалификационным требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013г. №842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Фам Тхань Лиём заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Официальный оппонент,
доктор технических наук, профессор,
директор института передовых информационных технологий
ФГБОУ ВО «Тульский государственный
педагогический университет
им. Л. Н. Толстого»

А.Н. Привалов

07.05.2024г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Тульский государственный педагогический
университет им. Л.Н. Толстого» (ФГБОУ ВО «ТГПУ им. Л.Н. Толстого»)
Ленина пр-т., д. 125, г. Тула, 300026,
Тел. (4872) 35-14-88, Факс (4872) 65-78-07,
e-mail: info@tsput.ru



Подпись Привалова А.Н.
заверяю. Начальник отдела
делопроизводства и связи

ОТЗЫВ

официального оппонента
Панарина Михаила Владимировича
на диссертационную работу Фам Тхань Лиема
на тему: «Система управления буровым агрегатом с нейросетевым каналом
настройки режимов функционирования»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка
информации, статистика

Актуальность темы

В настоящее время в различных сферах деятельности широко используются буровые агрегаты. Данные устройства используются при проведении геологоразведочных работ, экологических исследований, при бурении скважин для водозаборов и т.п. Широкий круг решаемых задач предполагает изменение условий эксплуатации агрегатов, а следовательно и их параметров, как объекта управления, в весьма широких пределах, что в свою очередь, приводит к повышению требований к системе управления узлами и блоками бурового агрегата, которая должна во всех режимах его эксплуатации обеспечивать требуемые показатели качества управления, устойчивость, время выхода на заданные параметры бурения, перерегулирование. Система управления должна не только получать первичную информацию о состоянии узлов и блоков бурового агрегата, но и на основании переработки этой информации обеспечивать настройку регулятора, оптимальным образом обеспечивающую требуемые параметры бурения. Методы проектирования систем управления, которые могут обеспечивать самонастройку регулятора в зависимости от условий эксплуатации объекта управления в настоящее время используются в инженерной практике недостаточно, что и объясняет важность и актуальность диссертации Фам Тхань Лиема.

Анализ содержания диссертационной работы

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, определена ее цель, сформулированы задачи исследования и положения, выносимые на защиту.

В первой главе автором дан обзор существующих буровых агрегатов показана низкая эффективность существующей системы ручного управления буровым агрегатом СБШ-250-МН-32Т, связанная с недостаточным объемом получаемой информации о состоянии бурового агрегата; предложено повысить управляемость бурильного агрегата за счет замены гидроцилиндров одностороннего действия на гидропривод двухстороннего действия с регулируемыми клапанами и включение в систему управления нейросетевого регулятора.

Во второй главе представлена модель бурового агрегата как объекта управления, в которой имеются следующие узлы: гидравлическая трансмиссия подачи, включающая гидронасос, нагруженный на линейный гидропривод, в свою очередь нагруженный на полиспадную систему, обеспечивающую подачу бура; узел вращения бура, включающий привод постоянного тока и механический редуктор.

В третьей главе с использованием разработанной обобщенной структурной схемы бурового агрегата СБШ-250МН-32Т как объекта управления процессом бурения, и методики оценки задержек по времени, вносимых цифровым регулятором, разработана методика оценки устойчивости замкнутой цифровой системы по критерию Рауса-Гурвица.

В четвёртой главе за счет введения в структуру контроллера нейронного регулятора автором решена задача повышения эффективности управления буровой машиной СБШ-250МН-32Т; разработана структурная схема цифрового контроллера с нейросетевой подстройкой параметров ПИД регуляторов, включенных в обратную связь контуров управления подачей и угловой скоростью вращения бура; определен объем информации, используемой для настройки системы управления на оптимальный режим бурения. представлена апробация предложенных методов на задачах практического проектирования системы управления буровым агрегатом.

В заключении сформулированы основные результаты диссертационного исследования.

Степень обоснованности научных положений

Обоснованность научных выводов и рекомендаций подтверждается корректным применением математического аппарата теории управления, теории нейронных сетей, гидравлики, теоретической механики и электромеханики, а также имитационным моделированием функционирования системы управления на основных режимах эксплуатации бурового агрегата.

Научная новизна

Научная новизна диссертации заключается в следующем.

1. Разработана модель бурового агрегата как объекта управления, включающая описание перекрестной связи между каналами подачи и вращения бура, возникающей при бурении за счет взаимодействия бура и грунта.
2. Получено характеристическое уравнение замкнутой многосвязной системы управления, учитывающее задержки по времени в распространении сигнала обратной связи, вносимые цифровым регулятором.
3. Сформирована структура системы управления буровым агрегатом, включающая нейросетевой канал подстройки ПИД регуляторов управления узлом вращения бура и узлом его продольной подачи на основании информации о состоянии узлов и блоков бурового агрегата.

Практическая значимость

Разработанные в диссертации методы имеют важное практическое значение, поскольку ориентированы на использование при проектировании реальных систем управления как вновь разрабатываемого, так и модернизируемого бурового оборудования, что позволяет сократить сроки разработки их систем управления.

Предложенные в диссертации методы планируется использовать в Институте горной науки и технологии (VINACOMIN-INSTITUTE OF MINING SCIENCE AND TECHNOLOGY, Hanoi, Vietnam).

Ряд теоретических положений внедрен в учебный процесс Тульского государственного университета на кафедре «Промышленная автоматика и робототехника» в лекционных курсах по дисциплинам: «Проводы роботов и робототехнических систем», «Управление роботами и робототехническими системами».

Соответствие содержания диссертации паспорту специальности

Область исследования и содержание диссертации соответствуют следующим пунктам паспорта специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика:

4. Разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта.

7. Методы и алгоритмы структурно-параметрического синтеза и идентификации сложных систем.

9. Разработка проблемно-ориентированных систем управления, принятия решений и оптимизации технических объектов.

10. Методы и алгоритмы интеллектуальной поддержки при принятии управленческих решений в технических системах.

Автореферат и публикации

Содержание автореферата соответствует содержанию разделов диссертационной работы.

Основные результаты работы в полной мере отражены в тринадцати печатных работах автора, включенных в список литературы, в том числе: четырех статьях в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, двух статьях, представляющих материалы конференций различного уровня и семи статьях в межвузовских сборниках.

Замечания по диссертационной работе

Диссертация и автореферат не свободны от недостатков, к которым можно отнести следующие:

1) Не исследован вопрос о влиянии задержек, вносимых цифровым контроллером на точность работы нейронной сети при установлении режимов бурения и настроек ПИД регуляторов.

2) При описании элементов гидравлической системы не учтена упругость стенок подводящих магистралей.

3) Не определена частота опроса датчиков при работе цифровой системы управления.

4) 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.

5) По тексту диссертации и автореферата имеются ряд стилистических погрешностей.

Перечисленные замечания не снижают общей положительной оценки представленной работы.

Заключение

Считаю, что диссертация Фам Тхань Лиема на тему: «Система управления буровым агрегатом с нейросетевым каналом настройки режимов функционирования» является научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная научная задача разработки систем управления буровым

агрегатом с нейросетевым каналом. Автором получены новые теоретические результаты, которые имеют прикладную направленность.

Диссертационная работа Фам Тхань Лиём «Система управления буровым агрегатом с нейросетевым каналом настройки режимов функционирования» полностью соответствует квалификационным требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013г. №842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Официальный оппонент,
кандидат технических наук,
директор ООО «СервисСофт»



Михаил Владимирович Панарин

03.05.2024 г.

Общество с ограниченной ответственностью
«СервисСофт» (ООО «СервисСофт»)
300004, Тула, ул. Щегловская засека, д.30
Тел. (4872) 55-26-44,
e-mail: nfo@ssoft24.com

