

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Суханова Дмитрия Владимировича
«Исследование возможности повышения достоверности передачи данных в
забойных телеметрических системах с электромагнитным каналом связи»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности

05.12.13 «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

Актуальность темы диссертации

Забойные телеметрические системы (ЗТС) с электромагнитным каналом связи предназначены для оперативного управления траекторией бурения наклонно-направленных и горизонтальных нефтяных и газовых скважин путём непрерывного измерения угла установки отклонителя, азимута, зенитного угла и естественного излучения гамма пород.

По прогнозам ведущих специалистов в этой предметной области число скважин такого типа к 2030 г. будет составлять 40-60 % от числа всех скважин, реализуемых на суше, поскольку они позволяют эффективно вовлечь в эксплуатацию изолированные продуктивные зоны, минимизировать отрицательное влияние газовых аномалий и водяных пластов. Телеметрические системы в процессе бурения подобных скважин позволяют получать на поверхности в реальном масштабе времени текущие измерения по зенитному углу, азимуту и по положению отклонителя относительно ствола скважины. А программное обеспечение позволяет строить фактическую и прогнозировать дальнейшую траекторию горизонтальной скважины. При этом максимальная интенсивность искривления ствола скважины в зависимости от различных факторов составляет от 2 до 4 градусов на 10 метров.

Из этого следует, что для навигационного сопровождения процесса бурения горизонтальных или наклонных скважин необходимы технические средства и технологические приемы, отличающиеся от традиционной геофизической аппаратуры большей точностью, разрешающей способностью, непрерывностью и надежностью измерений. Отсутствие подобных средств или неконкурентоспособность имеющихся отечественных разработок относительно зарубежных аналогов, невозможность закупки подобных средств в условиях санкций приводит к неоправданным экономическим потерям отечественных производителей.

Наиболее эффективно точность проводки скважины при достижении максимально возможных глубин может быть обеспечена только за счет совершенствования системы связи. Поэтому тема диссертации Суханова Д.В., направленная на экспериментальное и теоретическое исследование характеристик реальных каналов ЗТС на базе экспериментальных данных, собранных на месторождениях с разными геологическими разрезами и помеховой обстановкой с последующей разработкой рекомендаций по

оптимальному построению систем передачи телеметрической информации и их экспериментальное апробирование безусловно представляет актуальную научно техническую задачу.

Структура диссертации.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, двух приложений и двух копий актов о внедрении результатов работы.

Во введении определена предметная область исследования, обоснована актуальность работы, сформулированы цели и задачи работы, показана научная новизна и практическая значимость полученных результатов, представлены положения выносимые на защиту. Приводятся сведения об апробации и реализации результатов исследований.

В первой главе методически верно на основе результатов проведенных экспериментов по прохождению радиосигналов через породы и геологические пласты, в которых осуществляется бурение, теоретически обосновывается принцип приема данных заданной структуры с использованием согласованных фильтров. Изучается комплекс деструктивных факторов влияющий на физическом уровне на обрабатываемые в системе связи сигналы, даются предварительные оценки по минимизации этих факторов.

Вторая глава диссертации посвящена анализу методов построения помехоустойчивых кодов. Особое внимание уделяется построению ортогональных и биортогональных кодовых конструкций, которые достаточно эффективны относительно оценок верхней границы Хэмминга и нижней границы Варшамова-Гильберта. Справедливо указывается на преимущество мягких методов декодирования помехоустойчивых кодов, показывается возможность энергетического выигрыша в случае использования тех или иных конструкций кодеков. Осуществляется моделирование работы модемов, рассматриваются вопросы синхронизации пакетов данных и корректно выполняется сопоставление результатов имитационного моделирования ЗТС с натурными испытаниями подобных систем. Важно отметить, что результатом выполненных в главе исследований являются конкретные направления по модификации существующих ЗТС.

В третьей главе разрабатываются рекомендации по модернизации кодеков данных и подсистемы синхронизации ЗТС, рассматривается технологический процесс получения телеметрической информации, оценивается количество информации необходимой для передачи на систему управления процессом бурения. Оцениваются возможные коллизии между длиной комбинаций помехоустойчивого кода и процедурой синхронизации информационных последовательностей.

В четвертой главе подвергаются анализу экспериментальные данные и предлагаются конкретные пути реализации системы ЗТС. В заключении диссертационной работы подводятся окончательные итоги.

В приложениях приводятся характеристики помех, возникающих в ЗТС. Следует отметить, что параметры таких помех имеют решающее значение для выбора помехоустойчивого кода поскольку мешающие факторы носят

уникальный характер и их описание играет решающую роль в выборе параметров кодеков.

Название диссертации верно отражает ее содержание, а ее материалы достаточно полно изложены в научных публикациях автора. Основные результаты диссертации апробированы на большом числе научных конференций и опубликованы в 4 статьях изданий из перечня ВАК и 20 тезисах докладов научных конференций различного уровня.

Автореферат написан ясным лаконичным языком и отражает основное содержание диссертации.

Тематическая ориентация работы, ее содержание и основные результаты соответствуют требованиям паспорта специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

Обоснованность, новизна и достоверность основных выводов диссертации

В качестве главных новых результатов, полученных автором, можно отметить следующие.

1. На основании многочисленных экспериментов, проведенных на скважинах с разнородным содержанием геологических горизонтов, получена математическая модель канала ЗТС, в которой учитывается роль реальных мешающих факторов, характерных для различных месторождений. Уникальность собранного научного материала не вызывает сомнений, а классификация помех каналов ЗТС выполненная на этой основе безусловно дополняет известные модели физического уровня телекоммуникационных систем новым знанием.

2. Разработана концепция оптимизации кодеков ЗТС в смысле минимизации вероятности ошибки, учитывающая особенности построения модемов таких систем и особенности тех или иных деструктивных факторов.

3. Предложен и исследован способ повышения скорости передачи данных, учитывающий особенности измерений параметров ствола скважины и играющий важную роль в своевременной коррекции пространственного положения рабочего инструмента скважины, что в конечном итоге позволяет получить дополнительных экономический эффект при получении конечного результата.

4. Разработана концепция выбора сигнально-кодовых конструкций в системах ЗТС, учитывающих противоречивые данные по выбору помехоустойчивого кода и системы цикловой синхронизации.

Достоверность выводов и рекомендаций в работе подтверждается путем сопоставлением результатов аналитического и имитационного моделирования систем ЗТС с результатами многочисленных натуральных экспериментов организованных и проведенных автором.

Практическая значимость полученных результатов

Практическая значимость результатов диссертационной работы подтверждается соответствующими актами о внедрении основных результатов диссертации на предприятии ООО «ТехГеоБур» г. Самара в

экспериментальных комплектах скважинных приборов «СП-690» и «СП-691». Внедрены в НИР «Глубина», проведенной по заказу ООО «ТехГеоБур», а разработанное программное обеспечение системы имитационного моделирования канала ЗТС применяется в учебном процессе ПГУТИ г. Самара.

Замечания по диссертационной работе

1. В первой главе при описании методики измерения импульсной характеристики канала ЗТС (с. 11) не ясна процедура смены комбинаций используемой М-последовательности (меняются ли они вообще), поскольку в одном случае это кодовая последовательность (выражение 1.2), а на рисунке 1.2 – это уже синхропосылка.

2. Не корректно записана матричная форма выражения (1.10). Вторая строка этого выражения содержит всего два элемента вместо заявленных в первой строке и последующих строках n элементов, при этом по непонятным причинам исключение составляет вторая строка. Это затрудняет восприятие важного для дальнейших рассуждений материала связанного с оценкой автокорреляционной функции сигнального элемента.

3. В таблице 1.1 в пунктах 4 и 6 не ясен смысл выражений «достоверность 6–8» или «достоверность 5–8». Учитывая специфичность данной терминологии, относящейся к проблемам организации канала ЗТС, целесообразно было бы дать соответствующий комментарий или ссылку на первоисточник.

4. Библиографический список диссертации содержит 56 наименований. В работе даются ссылки только на 30 из них. Во второй главе при описании помехоустойчивых кодов нет ни одной ссылки на первоисточники, хотя при чтении материала этой главы возникают вопросы, например, при пересчете оценок вероятностей ошибочного приема кодовой комбинации к оценкам вероятности ошибки на бит (выражение 2.7).

5. Замечен ряд стилистических ошибок:

- многие графики (рисунки 1.26, 1.27, 1.28 на с. 24) и (рисунки 3.4, 3.5, 3.6 на с. 81 и с. 82) представлены без поименованных осей координат;

- описание главы 4 занимает всего четыре листа;

- применение специфических терминов: «приличной амплитуды», «огромной амплитуды» без последующих комментариев и т.п. (см. таблицу 1.1);

- в ряде случаев размещение комментариев после аналитических выражений, например, слово «где ...» записывается с отступом.

Отмеченные недостатки и сделанные замечания не умаляют важности достигнутых соискателем практических результатов. Диссертационная работа представляет собой законченный научный материал, содержащий обоснованное теоретическое и практическое решение проблемы разработки научно-технических основ обеспечения эффективного функционирования каналов забойных телеметрических систем.

Выводы

Таким образом, диссертация является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны и изложены новые научно обоснованные технические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие методов управления наклонным и горизонтальным бурением скважин.

Представляемая к защите работа полностью удовлетворяет требованиям к кандидатским диссертациям, которые установлены «Положением о порядке присуждения ученых степеней...» ВАК РФ, а ее автор, Суханов Дмитрий Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

Официальный оппонент кандидат технических наук доцент, профессор кафедры «Телекоммуникации» ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный технический университет», Россия 432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32, тел. 8-(8422) 77-81-82, e-mail: a.gladkikh@ulstu.ru

Гладких Анатолий Афанасьевич

Подпись профессора Гладких А.А. заверяю,
Начальник Управления кадров УлГТУ

Белянчикова З.В.