

**ОТЗЫВ**  
**официального оппонента на диссертацию**  
**Зебзеева Алексея Григорьевича «Реинжиниринг и интеллектуализация**  
**систем сбора, обработки и передачи промышленной информации**  
**на нефтегазодобывающих предприятиях»,**  
**представленную на соискание ученой степени кандидата технических**  
**наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление**  
**и обработка информации (в отраслях информатики, вычислительной**  
**техники и автоматизации)**

**Актуальность темы исследования.** Средства беспроводной связи находят все более широкое применение как в сетях связи общего пользования, так и в коммерческих информационных системах при передаче данных с удаленных объектов инфраструктуры. Применение беспроводных средств связи обладает рядом существенных преимуществ. Однако использование общей телекоммуникационной среды и связанные с этим возможные задержки в передаче данных накладывают ограничения на использование беспроводных сетей связи при передаче информации, влияющей на безопасность управления потенциально опасными технологическими процессами, в частности, такими как добыча нефти и газа. Ключевым условием применения оборудования беспроводной передачи данных является соответствие пропускной способности сети связи реальным показателям загруженности информационного ресурса. Поэтому при проектировании, создании и эксплуатации беспроводных сетей связи в составе промышленных систем сбора, обработки и передачи информации актуальна задача расчета и обеспечения допустимого уровня загруженности каналов связи, а также требуемых характеристик быстродействия и точности передачи данных. При этом, несмотря на значительное количество существующих методов и разработок, направленных на увеличение пропускной способности каналов связи, реализацию оптимального выбора характеристик беспроводных сетей, повышение достоверности и помехоустойчивости при передаче сигналов, существует риск перегруженности сети связи при одновременном большом количестве существенных событий в производственном процессе, заявок на передачу служебного трафика с различных абонентских станций, а также при ухудшении условий передачи данных по каналу связи.

Диссертационная работа Зебзеева А.Г. посвящена разработке действительно актуальных научно-практических решений для реинжиниринга систем сбора, обработки и передачи промышленной информации (ССОППИ)

с целью обеспечения необходимых показателей быстродействия и точности передачи данных на основании требований к автоматизированным системам управления технологическими процессами (АСУТП) добычи нефти и газа. В диссертации впервые решаются задачи адаптивного управления загруженностью сети связи на основе оптимального вычисления размеров апертур измерений в зависимости от динамики протекания обслуживаемых ССОПШ технологических процессов.

**Научная новизна** работы заключается в следующем:

1. Разработана классификация непрерывных измеряемых технологических параметров нефтегазодобычи в зависимости от их динамических характеристик, позволяющая формализовать процедуру выбора применяемых режимов передачи данных при проведении реинжиниринга систем сбора, обработки и передачи информации.

2. Впервые предложен метод динамического вычисления апертур измерений при блочной спорадической передаче данных на основе двух уровней апертур.

3. Разработаны новые алгоритмы управления передачей непрерывных измеряемых технологических параметров нефтегазодобычи с применением нечеткого вывода на основе ранее не рассматривавшихся критериев оптимальности, учитывающих требования к размерам апертур измерений и загруженности каналов связи.

4. На основании предложенного метода передачи данных разработаны новые математические модели систем сбора, обработки и передачи промышленной информации, позволяющие оценивать, анализировать и прогнозировать объем передаваемых данных в зависимости от динамики протекания технологических процессов.

Результаты диссертационной работы применяются рядом проектных организаций нефтегазовой отрасли, а также были использованы при разработке стандарта по АСУТП для крупнейшей отечественной нефтедобывающей компании ПАО «НК «Роснефть», что подтверждается актами внедрения и говорит о практической значимости выполненных исследований и разработок.

**Степень обоснованности и достоверности научных положений, изложенных в диссертации.** Достоверность полученных автором научных положений и выводов обеспечивается корректным применением математического аппарата, согласованностью результатов теоретических и практических исследований, апробацией моделей и алгоритмов с применением компьютерных экспериментов на основе реальных архивных данных контроля процесса добычи нефти на Ванкорском месторождении.

**Содержание работы.** Работа состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка сокращений, списка использованных источников и литературы, семи приложений. Общий объем диссертации составляет 180 страниц, включая приложения.

**В первом разделе** диссертации рассмотрены основные требования к характеристикам АСУТП добычи нефти и газа, проведен анализ существующего оборудования ССОППИ и их сетевых трафиков, применяемых в нефтегазовом секторе телекоммуникационных протоколов и режимов передачи данных, методов разработки ССОППИ с учетом требований к обеспечению необходимых показателей быстродействия и точности передачи данных. На основе опыта работы автора по проектированию объектов ПАО «НК «Роснефть» отражены основные недостатки существующих процессов разработки АСУТП на нефтегазодобывающих предприятиях. Выявленные недостатки определяют необходимость реинжиниринга многих ССОППИ, а также формализации процедур его проведения с применением количественных расчетов основных характеристик АСУТП. С целью повышения эффективности передачи данных для достижения необходимых показателей быстродействия и точности предлагается использовать событийный подход с вычислением оптимальных размеров апертур измерений в зависимости от текущей загруженности сети связи. Соответственно, в диссертации делается вывод о решении первоочередных задач исследования: формализации критериев выбора телекоммуникационных режимов передачи данных и оборудования ССОППИ, а также повышения эффективности событийных методов передачи данных.

**Во втором разделе** дается описание основных видов данных, составляющих сетевой трафик ССОППИ на предприятиях нефтедобывающей промышленности, анализируется интенсивность их передачи, а также общее влияние на загруженность сети связи в целом. Особую ценность работы составляет анализ расчетных значений статистических показателей динамики изменения сигналов основных контролируемых параметров процесса добычи нефти на Ванкорском месторождении, который позволяет судить о положительных перспективах событийного (спорадического) подхода к передаче промысловой информации для большинства контролируемых параметров. На основе анализа динамических характеристик реальных промысловых данных делается заключение, что основной объем сетевого трафика составляют данные измерений непрерывных параметров. Параметры сигнализации, а также дополнительный трафик диагностической или служебной информации предлагается передавать только «по событию».

Центральной задачей анализа требований к обеспечению необходимой точности событийной передачи непрерывных сигналов ставится определение основных факторов, влияющих на значения апертур измерений. Среди них были выделены: точность визуализации параметра на видеокадре диспетчера, точность восстановления параметра в базе данных, погрешность измерения, близость текущего значения измерения к критическому значению, скорость изменения текущего значения измерения, наступление «связанного» с измерением события, текущая пропускная способность и загруженность канала связи, общая динамика технологических процессов на всех контролируемых объектах. По результатам анализа требований к размерам апертур на основе рассмотренных факторов была выдвинута **ключевая идея диссертационной работы, которая заключается в использовании двух уровней апертур сигнала измерения.** Апертура первого уровня, при изменении на которую сигналом измерения необходима срочная передача его значения в диспетчерский пункт управления, отражает требования к достоверности предоставления данных на экране диспетчера. Апертура второго уровня, при изменении на которую сигналом измерения необходимо зафиксировать его значение в блоке данных без необходимости срочной передачи, отражает требования к сохранению информации в архивной базе данных. Введение апертуры второго уровня позволяет более эффективно реализовывать спорадическую передачу данных за счет уменьшения доли служебной информации в общем объеме передаваемых данных. С другой стороны, при событийной передаче данных в состав передаваемой информации включаются дополнительные поля данных, такие как время замера и идентификатор для каждого сигнала измерения. Это увеличивает объем данных на единицу передаваемого значения сигнала по сравнению с традиционными режимами передачи данных с равными периодами. Поэтому при средней частоте событийной фиксации (сохранения) значения измерения сигнала, соразмерной со средней частотой передачи при фиксированном периоде, эффективнее такие сигналы передавать периодически. Этот принцип обоснования эффективности режимов передачи данных предлагается использовать при выборе метода передачи для каждого из сигналов измерения, который относится к одному из типов введенной в диссертации классификации: параметр со значительной или незначительной частотой фиксации. Последний класс, в свою очередь, разделяется на подклассы параметров с медленной равномерной динамикой, с большой колебательностью и с большими перепадами значения сигнала. По-видимому, предлагаемая классификация позволяет разделить все сигналы измерений по характеру их динамических показателей с необходимой описательной полнотой.

В результате классификации сигналов определяется перечень данных, передающихся событийно. Управление загруженностью сети связи при передаче таких сигналов требует своевременной оценки ее текущего значения. Однако неравномерное периодическое формирование пакетов данных в совокупности с влиянием случайных факторов затрудняет такую оценку в режиме реального времени, особенно при небольшой загруженности каналов связи. Поэтому в работе предлагается использование разработанной математической модели для расчета приближенных значений загруженности сети связи в зависимости от размеров апертур измерений и текущей динамики изменения контролируемых параметров. При вычислении оптимальных значений апертур решается очевидный компромисс между минимизацией их размера и величиной загруженности сети связи, допустимой при текущих условиях передачи данных.

**В третьем разделе** решена задача формального описания процесса проектного этапа реинжиниринговых работ ССОППИ с применением разработанных при непосредственном участии диссертанта программ и авторских методик для расчета основных характеристик АСУТП, выбора компонентов и режимов работы АСУТП и связи, автоматизации проектных работ. Важнейшим показателем, определяющим характеристики АСУТП, является объем автоматизации. Автоматизированный расчет данного показателя позволит оперативно оценивать объем сетевых трафиков на ранних стадиях разработки ССОППИ, что обеспечит корректный выбор оборудования и применяемых режимов передачи данных, а также позволит обосновать необходимость дополнительного реинжиниринга системы.

В случае необходимости проведения реинжиниринга ССОППИ предлагается управлять объемом передачи данных путем оптимального вычисления двух уровней апертур измерений. Предложенный в диссертации подход к решению одновременно только одной задачи оптимизации с единственным критерием оптимальности на основе математического аппарата нечеткой логики представляется вполне удачным в связи с ограниченными вычислительными возможностями оборудования ССОППИ на удаленных производственных объектах добычи нефти и газа. Для настройки нечетких алгоритмов предлагается использование нейро-нечетких сетей, прошедших широкую апробацию и реализованную в классических средах моделирования нечетких систем, таких как FuzzyLogic Toolbox в составе Matlab.

**В четвертом разделе** дано описание разработанных имитационных моделей ССОППИ, реализующих блочную спорадическую передачу данных с динамическим вычислением двух уровней апертур по разработанным

в диссертации алгоритмам. Вывод об эффективности применения предложенного метода блочной спорадической передачи данных и оптимального вычисления размеров апертур делается на основе сравнительного анализа значений быстродействия и точности передачи данных в сравнении с традиционными режимами передачи информации. Проведена оценка точности управления загруженностью сети связи, в результате которой сделан вывод, что точность управления удовлетворяет целям работы.

Автореферат соответствует содержанию работы.

Несмотря на ценность основного содержания работы, в ней присутствуют **следующие недостатки**:

1. Обеспечение необходимого быстродействия при спорадической передаче данных автором сводится к задаче поддержания загруженности сети связи не выше определенного допустимого значения. Необходимо было бы дополнительно пояснить, что такая постановка задачи при случайном множественном методе доступа к среде обеспечит показатели быстродействия с некоторой долей вероятности.

2. В диссертации, по всей видимости, для краткости, встречается упоминание блочной спорадической передачи данных без уточнения об использовании двух уровней апертур, хотя подразумевается именно такой режим. Следовало бы ввести уточнение, что под блочной спорадической передачей данных в рамках диссертации следует понимать режим с использованием двух уровней апертур. При отсутствии данного уточнения, например, формулировка следствия 2.1 (стр. 57) не является точной.

3. Логичнее было бы описать структуру блоков прикладного уровня (стр. 55) до обоснования критерия эффективности режимов передачи данных (стр. 50) с целью последовательного изложения информации.

4. В работе имеются неточности и упущения, затрудняющие чтение работы.

– В списке сокращений приведены не все встречающиеся в тексте диссертации аббревиатуры, в т.ч. STM, T3, ASDU, APDU, APCI, MTU.

– В определении 2 (стр. 49) апертуры второго уровня использовано некорректное обозначение  $L_{бд}$  для величины допустимой загруженности базовой станции связи. Для данной величины в работе (стр. 49) введено обозначение  $L_{bs}$ .

– На шаге 1 разработанного алгоритма передачи данных (стр. 59), пропущен знак объединения множеств  $X_1$  и  $x_i(t_{тек})$ .

– На стр. 87 дана некорректная ссылка на несуществующее Приложение 4. Надо было указать ссылку на Приложение В.

– При описании класса *Analizator* в имитационной модели ССОППИ не приведена подробная информация о процедуре (функции) вычисления фактической ошибки регулирования фактической загруженности.

– При описании процедуры (стр. 111) формирования блока данных по достижению апертуры измерения второго уровня *check\_value\_2* дана ссылка на шаги 6–8 алгоритма передачи данных (стр. 59). При этом алгоритм содержит 7 шагов.

Отмеченные недостатки не снижают общую положительную оценку диссертационной работы Зebзеева А.Г.

Изложенные в диссертационной работе результаты в достаточной мере апробированы на всероссийских и международных конференциях.

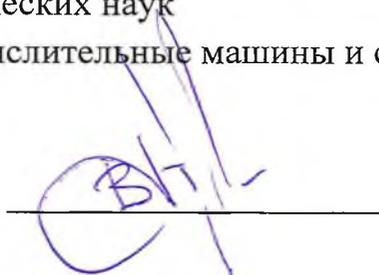
По материалам диссертации опубликовано 18 работ, из них 8 статей в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (в том числе 2 статьи в зарубежных научных журналах, индексируемых *Web of Science* и *Scopus*), 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, 1 статья в научном журнале, 8 публикаций в сборниках материалов международных и всероссийских научных и научно-практических конференций (в том числе 2 статьи в сборниках материалов конференций, индексируемых *Web of Science* и *Scopus*).

**Общее заключение.** Диссертационная работа Зebзеева Алексея Григорьевича «Реинжиниринг и интеллектуализация систем сбора, обработки и передачи промышленной информации на нефтегазодобывающих предприятиях» соответствует пункту 9 Положения о присуждении ученых степеней: является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи обеспечения показателей быстродействия и точности передачи данных на основании требований к АСУТП добычи нефти и газа, имеющей значение для развития коммерческих систем передачи производственных данных и нефтегазодобывающей отрасли в целом. Содержание диссертационной работы соответствует областям исследований, указанных в паспорте специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации.

Считаю, что диссертационная работа Зebзеева Алексея Григорьевича «Реинжиниринг и интеллектуализация систем сбора, обработки и передачи промышленной информации на нефтегазодобывающих предприятиях» удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание

ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в отраслях информатики, вычислительной техники и автоматизации), а Зебзеев А.Г. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент  
доцент кафедры телекоммуникационных  
сетей и вычислительных средств  
федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего  
образования «Сибирский государственный  
университет телекоммуникаций и информатики»,  
кандидат технических наук  
(05.13.15 – Вычислительные машины и системы),  
доцент



Дроздова Вера Геннадьевна  
E-mail: drozdova\_vera@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Сибирский государственный университет  
телекоммуникаций и информатики»

Почтовый индекс, адрес: 630102, г. Новосибирск, ул. Кирова, 86

Телефон: +7 (383) 269-82-02

Адрес электронной почты: rectorat@sibsutis.ru

Адрес официального сайта: <https://sibsutis.ru>

05 мая 2017 г.

Личную подпись В.Г. Дроздовой удостоверяю  
начальник отдела кадров ОПУ

Т.И. Конева

