

**КОМЕЛИН Алексей Владимирович**

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ  
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ  
УСТАНОВКОЙ ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА**

**Специальность 05.13.06 -**

**Автоматизация и управление технологическими  
процессами и производствами**

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук**

**Уфа 2006**



## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность темы

Современное состояние сырьевой базы нефтяной промышленности на территории Западной Сибири характеризуется изменением структуры и качества запасов как на разрабатываемых, так и на вновь открываемых месторождениях. Все большее число месторождений вступает в позднюю и завершающую стадию разработки, характеризующуюся значительным снижением добычи нефти при резком росте обводненности продукции.

По мере истощения нефтяной залежи особую актуальность приобретают проблемы повышения эффективности разработки месторождений, увеличения добычи нефти, снижения отбора попутных воды и газа, повышения нефтеотдачи пластов, обоснования и выбора оптимальных управляющих воздействий, оценки технологической эффективности проводимых геолого-технологических мероприятий, продления жизненного цикла разработки месторождений, достижения экономической эффективности и другие.

Достижение наиболее эффективного, экономически обоснованного и полного извлечения углеводородного сырья возможно при научно обоснованных технологиях его добычи и адекватных регулирующих воздействиях с рациональным использованием энергии пласта.

Для решения этих проблем необходима как полнота и достоверность, так и комплексная обработка всей накопленной геолого-геофизической и промысловой информации о строении и свойствах продуктивных пластов. Значительные объемы такой информации концентрируются у технологов, геологов, геофизиков в процессе разведки, разбуривания месторождения, исследования и эксплуатации скважин. Эта информация, как правило, точно характеризует строение, свойства и процессы в нефтяных пластах. В интеграции этих данных, в их комплексной обработке с помощью адекватных моделей и высокопроизводительных ЭВМ кроются значительные резервы повышения эффективности эксплуатации месторождений.

Поэтому в решении названных проблем повышения эффективности нефтедобывающего производства немаловажную роль играет его информатизация, создание информационных систем для решения задач мониторинга, геолого-промыслового анализа, математического моделирования и прогноза систем разработки месторождений не только на этапе их проектирования, но и на этапе разработки месторождений в условиях нефтедобывающих предприятий.

С появлением технологий искусственного интеллекта, используемых при обработке и интерпретации данных реального времени, все большее значение приобретают методы, основанные на знаниях (knowledge-based methods). Их возможное применение для анализа состояния и управления УЭЦН связано с использованием разнообразных дополнительных априорных и опытных данных

о функционировании и нарушениях в работе, имеющих детерминированный или случайный характер. Одними из наиболее перспективных среди этих методов являются нейросетевые методы. Они позволяют в нейросетевом базисе автоматически генерировать управляющие воздействия на объект управления, параметры которого могут быть найдены на основе неполных и противоречивых данных реального времени с использованием известных алгоритмов обучения нейронных сетей. Однако конкретных рекомендаций и методик применения нейросетевых технологий в создании автоматизированных систем управления и диагностики состояния нефтедобывающих установок мало.

На сегодняшний день существует тенденция возлагать на АСУ ТП функции верхних уровней управления: бухгалтерию, финансовую отчетность, маркетинг и т.д. Другими словами, АСУ ТП раздвигают до пределов MES (Manufacturing Execution Systems – система управления производством) систем. Это в корне неправильно, так как в этом случае программное обеспечение получается громоздким, его трудно внедрять и поддерживать, а также обучать персонал.

Вопросам разработки интеллектуальных автоматизированных систем управления посвящены работы А.И. Галушкина, В.И. Васильева, Ю.И. Зозули, в которых рассматриваются вопросы практического применения нейросетевых алгоритмов обработки информации. Управление распределенными объектами рассмотрено в работах А.Г. Бутковского, Л.С. Понтрягина, Р. Беллмана, Н.Н. Красовского, Т.К. Сиразетдинова в 60-70 годах XX века. М.В. Мееровым в 1965 году рассмотрена возможность организации системы автоматического управления добычей нефти, А.Г. Бутковским, кроме этого, в 1965 году ставилась задача оптимизации добычи нефти, но дальнейшего развития их работы не получили.

### **Цель работы**

Разработать интеллектуальную автоматизированную систему управления установкой электроцентробежного насоса согласно предложенной концепции и оценить эффективность ее работы путем имитационного моделирования

### **Задачи исследования**

Для достижения поставленной цели в работе сформулированы и решены следующие задачи:

1. Провести системный анализ факторов, влияющих на работу установки электроцентробежного насоса. Определить группу факторов, влияние которых играет ключевую роль в управлении УЭЦН.

2. Разработать концепцию на основе интеллектуальных методов управления: разработать систему принятия решений; разработать алгоритмы управления УЭЦН согласно принятому решению.

3. Разработать структуру интеллектуальной автоматизированной системы управления установкой электроцентробежного насоса.
4. Разработать автоматизированную систему имитационного моделирования работы интеллектуальной АСУ УЭЦН.
5. Оценить эффективность предложенной автоматизированной системы управления УЭЦН по результатам имитационного моделирования.

### **Методы решения**

Для решения поставленных в работе задач использовались методы системного анализа, теории управления, теории имитационного моделирования, теории нейронных сетей. Использовались программные средства GENESIS32, UltraLogik32, Matlab 6.5 и Simulink 5.0.

### **На защиту выносятся:**

1. Результаты системного анализа факторов, влияющих на работу установки электроцентробежного насоса.
2. Концепция интеллектуального управления установкой электроцентробежного насоса.
3. Структура интеллектуальной автоматизированной системы управления установкой электроцентробежного насоса.
4. Автоматизированная система имитационного моделирования работы интеллектуальной АСУ УЭЦН.
5. Результаты имитационного моделирования и оценка эффективности разработанной интеллектуальной АСУ УЭЦН.

### **Научная новизна:**

- 1) результатов системного анализа заключается в выявлении группы факторов (геологических, конструктивных, внешних) и их совместного влияния на процесс управление УЭЦН;
- 2) предложенной концепции состоит в том, что принятие решений по управлению УЭЦН в процессе ее работы, в отличие от классического подхода к управлению УЭЦН, происходит на основе анализа как динамической (текущее состояние УЭЦН), так и статической (историю скважины) информации;
- 3) структуры интеллектуальной автоматизированной системы управления установкой электроцентробежного насоса заключается в том, что она включает систему принятия решений, основанную на синтезе нейросетевой технологии и вывода на основе прецедентов;
- 4) автоматизированной системы имитационного управления в том, что она реализует предложенную концепцию, и может быть использована как в режиме решения исследовательских задач, так и в режиме оперативного управления УЭЦН.

## **Практическая ценность полученных результатов**

Практическая ценность разработанной интеллектуальной АСУ заключается в том, что она позволяет:

- за счет интеллектуального управления УЭЦН увеличивать продолжительность работы установок в скважине на 10 %;
- автоматизировать ряд управляющих функций;
- расширить функциональные возможности постоянной части станции управления, за счет интеграции различных источников динамической и статической информации, используемой для управления УЭЦН;
- воспроизводить процессы управления реальных скважин, используя истории их работ;
- выступать, благодаря ОРС – технологии, в качестве постоянной части станции управления и управлять реальным технологическим процессом;
- имитировать ситуации, путем составления таблицы входных векторов.

## **Апробация работы и публикации**

- Молодежная научно-техническая конференции «Управление в технических системах». Уфа, 2003.
- VII международная научно-практическая конференция «Системный анализ в проектировании и управлении». Санкт-Петербург, 2003.
- Международная научно-техническая конференция «Computer Science and Information Technologies». Уфа, 2005.
- Вторая всероссийская международная научно-техническая конференция с международным участием «Мехатроника, автоматизация, управление». Уфа, 2005.
- Оценка эффективности работы системы в промышленных условиях на базе сервисного предприятия ЗАО «ЛУКОЙЛ ЭПУ Сервис». Когалым, 2005.

Основные результаты диссертационной работы отражены в 8 публикациях, в том числе в виде 3 научных статей в рецензированных журналах из списка ВАК, в 3 сборниках материалов конференций, 2 статей в других изданиях.

## Структура работы

Диссертационная работа изложена на 132 страницах машинописного текста и включает в себя введение, четыре главы основного материала, заключение; рисунки на 55 страницах, библиографический список из 120 наименований на 10 страницах и приложение на 2 страницах.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обосновывается актуальность темы исследований, формулируется цель работы и задачи исследования, обсуждается новизна и практическая значимость выносимых на защиту результатов работы.

**В первой главе** выявлены основные проблемы отрасли, которые необходимо решить для создания качественной системы управления установкой электроцентробежного насоса. В результате анализа существующих автоматизированных систем управления (АСУ) УЭЦН показано, что рассмотренные системы не способны самостоятельно принимать решения по управлению установкой с целью достижения желаемых технологических параметров, и поэтому их нельзя причислить к интеллектуальным АСУ.

Проведенный системный анализ позволил классифицировать факторы, действующие на работу установки, а также классифицировать существующие способы сбора и обработки информации в процессе добычи нефти.

Показано, что при работе классических станций в процессе управления не учитываются следующие факторы: геологические (газ, вода, отложение солей и парафина, наличие мехпримесей в добываемой из пласта жидкости, вязкость), поскольку своим происхождением они обязаны условиям формирования залежи; конструктивные (диаметр эксплуатационных колонн, кривизна скважин, большая глубина подвески, исполнение узлов и деталей УЭЦН); характеристики скважины (продуктивность, индикаторная кривая, история работы); характеристики насоса (текущая производительность, напор, подача, КПД, рабочий диапазон); динамические характеристики (динамический уровень, температура жидкости на забое, забойное давление, вибрация установки, температура ПЭД и т.д.).

Для достижения качественного управления УЭЦН необходимо: изменить конструкцию станции управления с целью расширения ее функциональных возможностей; добиться взаимозаменяемости станций и

установок; разработать единый интерфейс взаимодействия оператора со станцией управления.

**Во второй главе** предлагается концепция интеллектуального управления установкой электроцентробежного насоса, которая базируется на четырех принципах:

- Станция управления состоит из двух частей: постоянной и переменной.
- Постоянная часть едина (программно, функционально, аппаратно) для всех типов переменных частей и не зависит от них.
- Интерфейсы, порты, протоколы, внешние разъемы постоянной и переменной частей строго регламентированы и открыты для третьих фирм.
- Постоянная часть является интеллектуальной системой, способной самостоятельно принимать решения.

Декомпозиция станции управления на постоянную и переменную части показана на рис. 1.

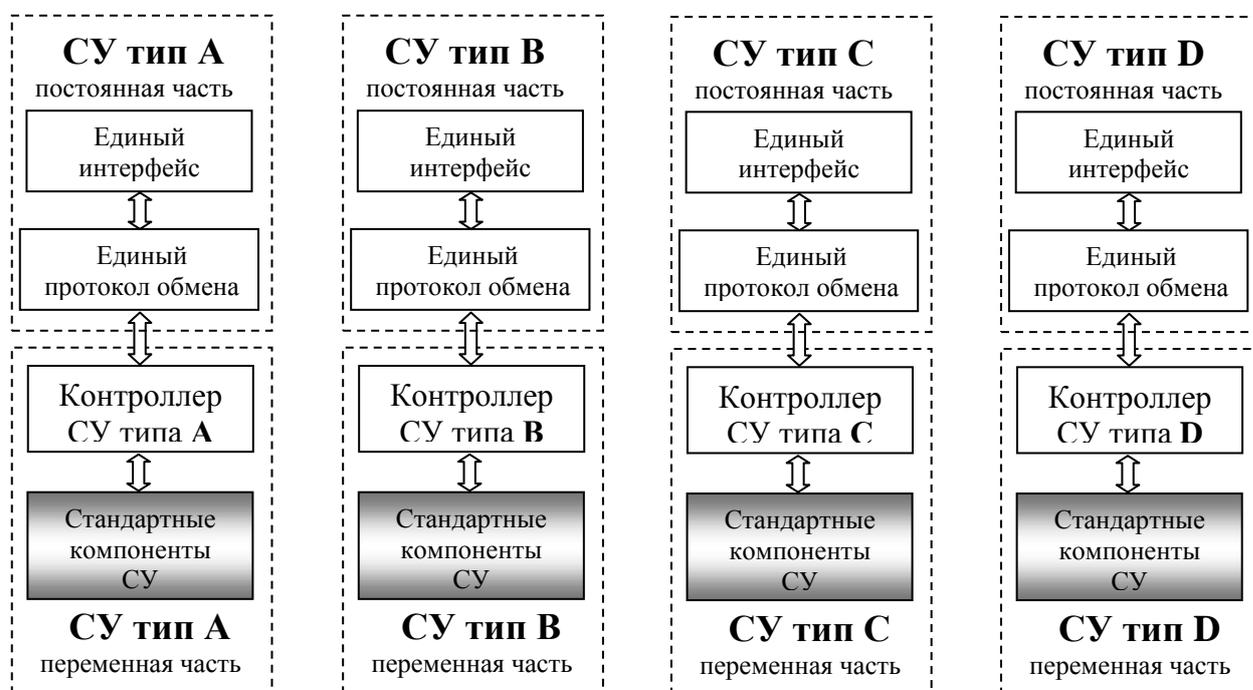


Рисунок 1

Разделение станции управления на постоянную и переменную части даст следующие преимущества:

1) Единый интерфейс оператора. Другими словами, на компьютере оператора будет всего одна программа для считывания истории работы установок любого типа. Отсюда единство вида хранения информации и автоматическая генерация отчета, эти функции берет на себя база данных и система управления базой данных.

2) В постоянной части можно хранить уставки всех типов используемых на данном месторождении установок электроцентробежных установок. Оператору при запуске необходимо только выбрать нужный тип

установки, а уставки запишутся в контроллер автоматически. Более того, появляется возможность редактировать уставки не на контроллере, что занимает много времени, а на компьютере оператора. Исключается ввод некорректного значения уставки (ошибка оператора).

3) Постоянная часть всегда остается на месторождении и может использоваться для других целей: подключение приборов геофизики, уровнемеров, устройств для проведения ремонтных работ и т.д.

4) Появляется возможность третьим фирмам производить свои постоянные части СУ, не задумываясь об аппаратной и программной совместимости частей.

5) В пределах куста (группы скважин) одна постоянная часть может обслуживать несколько переменных частей станции управления.

Разделение станции управления на части определило новое важное свойство - универсальность. Это свойство станции управления существенно расширяет ее функциональные возможности.

Универсальность постоянной части заключается в том, что, во-первых, с ней могут работать любые устройства, поддерживающие единый протокол обмена, во-вторых, она является интегратором различных источников динамической и статической информации.

Расширение функциональных возможностей за счет приобретенного свойства универсальности, позволяющего увеличить количество источников информации, показано на рис. 2.

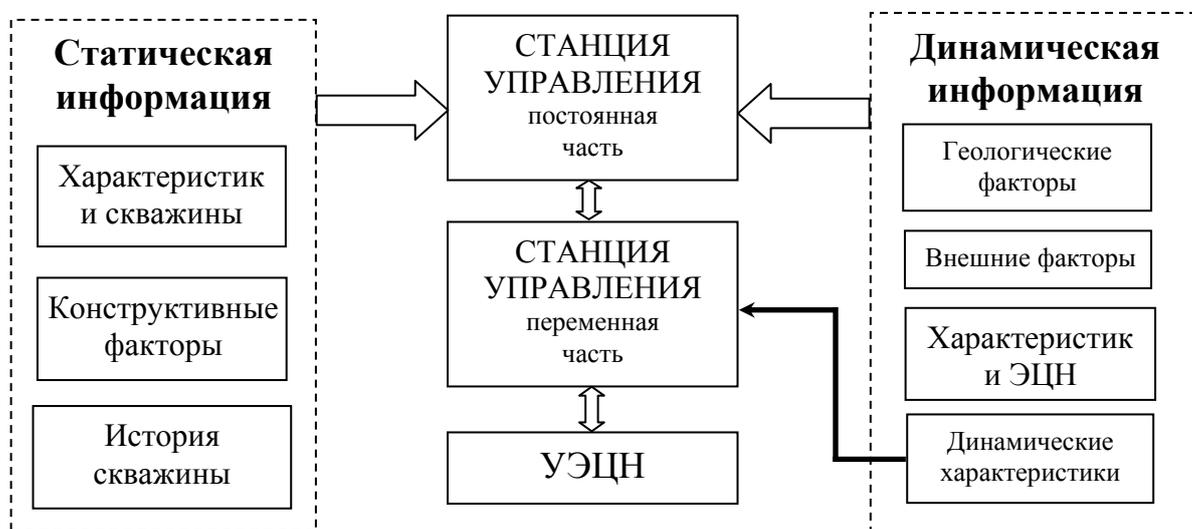


Рисунок 2

На рис. 2 сплошной черной стрелкой показано, какая информация используется для управления классической СУ. Другими словами, станция управления использовала только динамические характеристики, а именно: фазные токи и напряжения погружного электродвигателя, дисбаланс токов и напряжений, сопротивление изоляции, потребляемую мощность, давление на приеме насоса, температуру и вибрацию ПЭД (при наличии погружного блока телеметрии).

Свойство универсальности позволяет постоянной части СУ учитывать

при управлении установкой электроцентробежного насоса помимо динамических характеристик и истории скважины (работ, проводимых на скважине) следующие факторы (рис. 2): геологические, конструктивные, внешние, а также характеристики скважины и ЭЦН.

К основным геологическим факторам, которые существенно влияют на работу установки электроцентробежного насоса, относятся: газ, вода, отложение солей и парафина, наличие механических примесей в добываемой из пласта жидкости, температура в скважине.

Максимальные значения вязкости характерны для эмульсий с обводненностью 55–75%. При работе насоса в интервале обводненности 55–75% коэффициент относительной подачи насоса в среднем уменьшился примерно в 1,6 раза, а продолжительность безотказной работы насоса сократилась в 1,5 раза. К другой группе факторов, влияющих на работу УЭЦН, относятся осложнения, связанные с конструкцией скважины, а также с компоновкой насосного агрегата.

Для создания форсированного отбора жидкости из скважины необходимо увеличить перепад давления. Это достигается спуском насосного агрегата на большую глубину. Для того чтобы продукция скважины могла преодолевать более высокое давление, создаваемое столбом жидкости, находящейся в НКТ, насосу придется повысить напор. Но повышение напора приведет к изменению рабочей характеристики насоса. Если насос до спуска работал в рабочей области (в области максимального КПД), то после спуска произойдет перемещение рабочего режима насоса по кривой  $H-Q$  влево (в область увеличения напора). Вместе с этим произойдет уменьшение КПД. Снижение КПД установки обусловлено уменьшением величины полезно затраченной работы. А как показывает практика нефтедобычи разность, равная уменьшению полезной работы насоса, идет на создание новых осложнений при эксплуатации УЭЦН.

Анализ отказов установок электроцентробежных насосов показывает, что 40 % отказов происходит по вине гидрозащиты (ГЗ). Гидрозащита является самым важным компонентом в составе установки, так как от нее зависит работоспособность погружного двигателя, и, следовательно, всей УЭЦН.

Рассмотрим процессы, протекающие в гидрозащите на примере диафрагменной гидрозащиты П92Д, которая испытывалась на стенде тестирования. Результаты работы диафрагм гидрозащиты показаны на рис. 3.

В начальный момент времени  $t=0$  в диафрагмах существует давление, так как ГЗ полностью заправлена маслом. Давление в нижней диафрагме  $P_{\text{низ}}$  больше давления верхней диафрагмы  $P_{\text{верх}}$ , так как на нее давит столб жидкости верхней диафрагмы. В момент времени  $t=t_1$  давление нижней диафрагмы достигает давления открытия, диафрагма открывается и сбрасывает избыточное давление. В этот самый момент давление верхней диафрагмы резко возрастает и при достижении давления открытия излишки масла сбрасываются в пластовую жидкость.

Для нижней диафрагмы  $P_{н\text{ ср}}$  есть ни что иное как давление масла в полости двигателя. А для верхней диафрагмы  $P_{в\text{ ср}}$  – это давление в скважине. Эти значения всегда равны между собой, в этом заключается смысл работы ГЗ. Вид графиков давлений диафрагм (рис. 3) позволяет судить о том, что диафрагмы являются нелинейными динамическими звеньями, а ГЗ – нелинейная система 2 класса, так как содержит две последовательно соединенные диафрагмы.

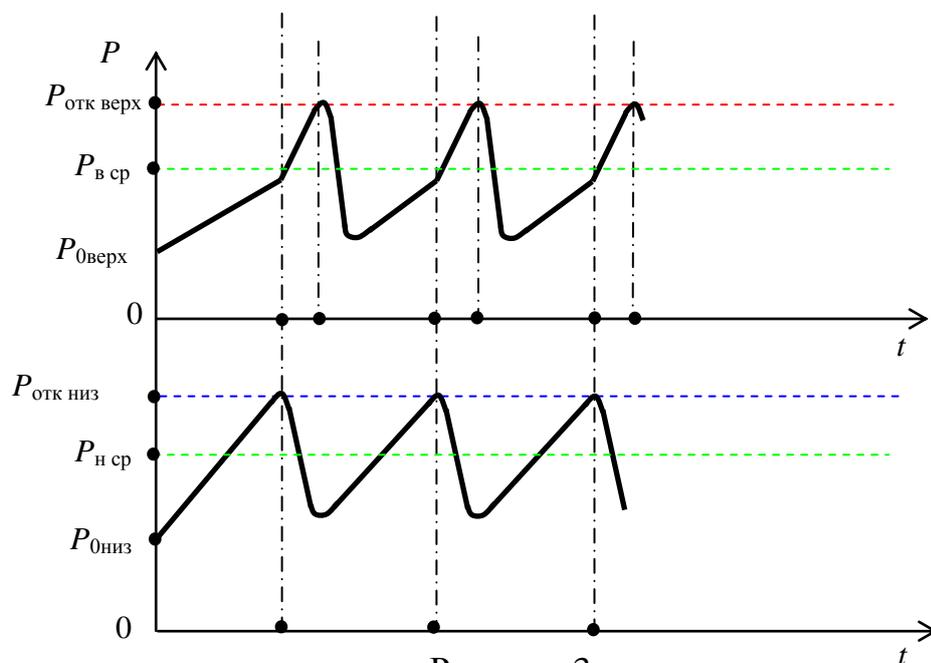


Рисунок 3

Таким образом, установка электроцентробежного насоса является сложным по конструкции динамическим объектом. Согласно системному принципу адекватности (соответствия), в теории автоматического управления сложному динамическому объекту должна соответствовать управляющая система, имеющая не меньший уровень сложности, чем объект.

Интеллектуальный подход к управлению УЭЦН регламентирует единый протокол обмена информации между частями станции управления для всех разработчиков. Спецификации такого стандарта обеспечивают унифицированные типы входных/выходных сигналов, их количество, протоколы обмена, форм-факторы разъемов и т.д. Это позволит нефтяным компаниям приобретать переменные части СУ любых производителей, которые поддерживают данный стандарт.

Интеллектуальная АСУ обладает способностью принимать правильные (эффективные) управленческие решения в условиях неопределенности функционирования на основе анализа протекающих на объекте управления процессов и поведения внешней среды, а также механизма принятия (формирования) решений, основанных на накопленных ранее знаниях и опыте.

Для принятия решений в процессе управления УЭЦН разработана схема цикла вывода решения на основе прецедентов (рис. 4).

В ходе разработки интеллектуальной АСУ из всего множества возможных решений было определено 10, наиболее часто принимаемых на практике решений:

- решение 1 «Изменить тип установки»;
- решение 2 «Демонтаж установки»;
- решение 3 «Заявка на установку»;

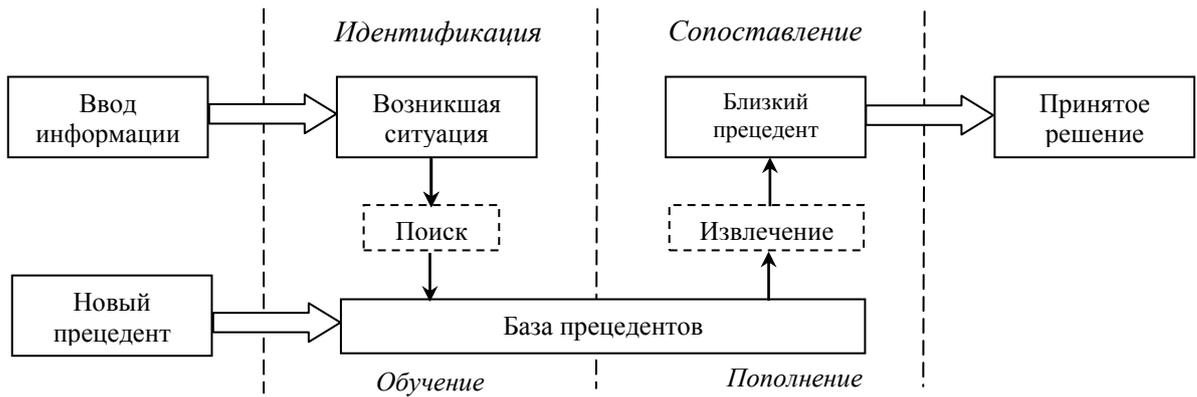


Рисунок 4

- решение 4 «Скважина на замер»;
- решение 5 «Изменить обороты ПЭД»;
- решение 6 «Отключить установку»;
- решение 7 «Запуск установки»;
- решение 8 «Вывод на режим»;
- решение 9 «Оптимальная работа»;
- решение 10 «Блокировка станции управления».

Рассмотренные решения являются основными (базовыми), однако их количество не ограничивается десятью. При необходимости можно добавить в базу знаний новые решения.

В третьей главе разработана функциональная схема интеллектуальной АСУ установкой электроцентробежного насоса (рис. 5).

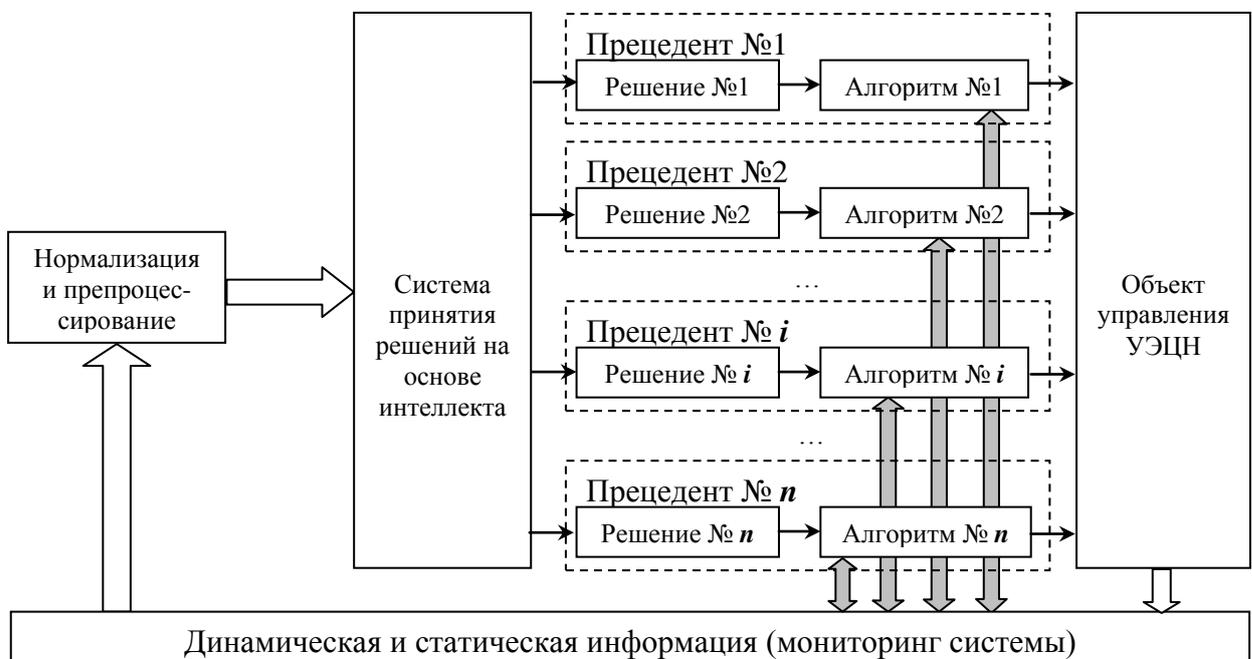


Рисунок 5

К группе управляющих параметров относятся параметры, одновременное изменение которых в процессе управления однозначно определяют ту или иную ситуацию (табл. 1).

Таблица 1

Параметр	Название
$Q_{ж}$	Дебит установки по жидкости (производительность)
$H_{д}$	Динамический уровень в скважине
$P_{ПЭД}$	Давление масла в ПЭД
$P_{уст}$	Устьевое затрубное давление
$I$	Ток двигателя
$U$	Напряжение двигателя
$t$	Температура двигателя
$\eta$	Коэффициент продуктивности скважины
$R$	Сопротивление изоляции
$G$	Гарантийный срок работы установки
$Run$	Признак работы установки

Значения управляющих параметров являются основой для принятия решения системой. Поэтому их необходимо проверять на противоречивость и допустимость значений. Этой функцией занимается блок препротессирования и нормализации сигналов.

Разработана структура информационных потоков, реализующая интеллектуальный подход управления установкой электроцентробежного насоса (рис. 6).



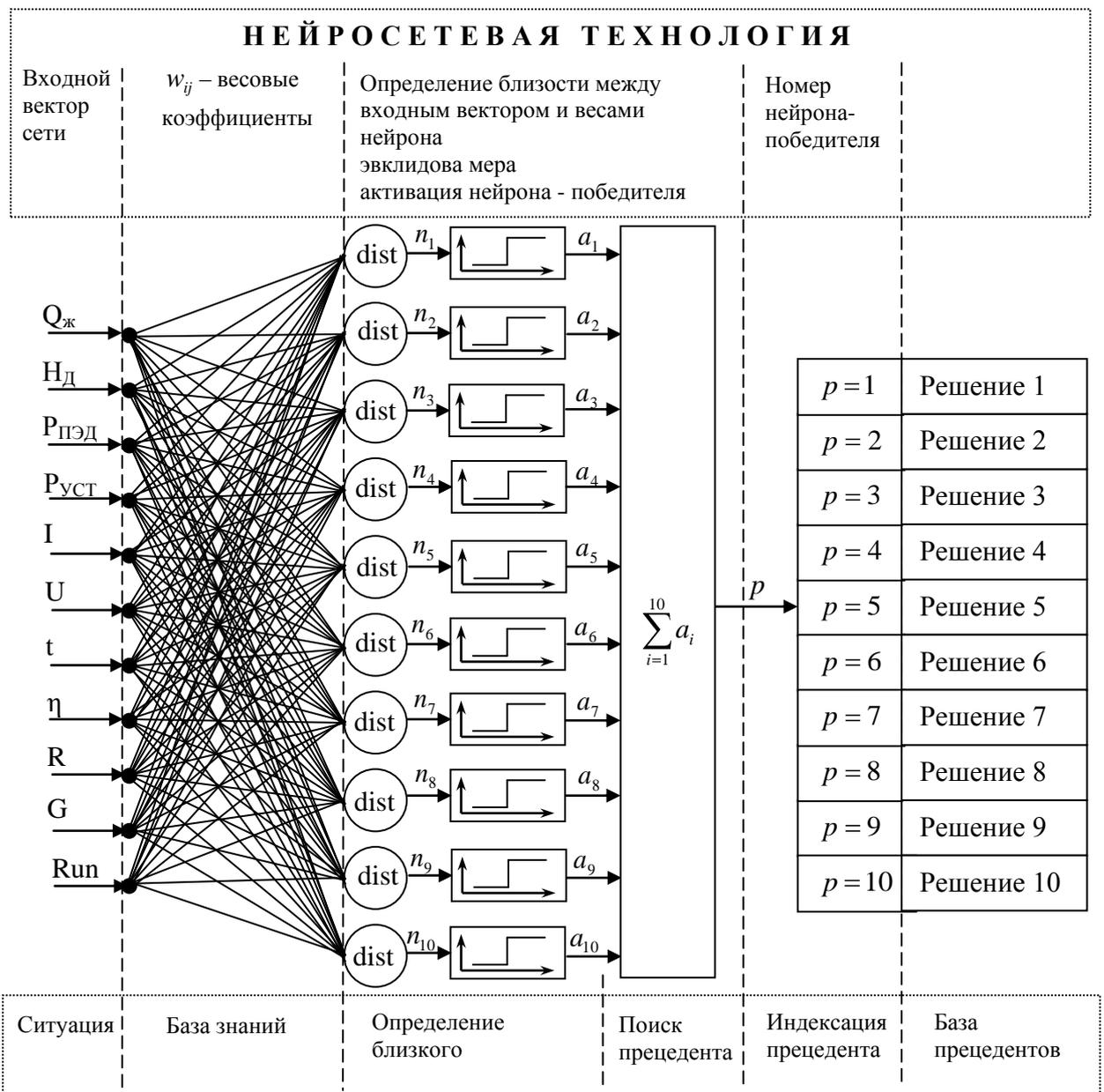
Рисунок 6

Интеллектуальное управление УЭЦН предлагает переложить обязанность принятия решений с технолога на постоянную часть СУ.

Постоянная часть станции управления имеет доступ к статической и динамической информации (рис. 6). Анализируя значения управляющих параметров (табл.1), система принимает решение и генерирует запрос к технологу на его реализацию. Если технолог подтверждает принятое системой решение, то система реализует соответствующий алгоритм. Если технолог не согласен с системой, то он принимает свое решение.

Интеллектуальный подход к управлению УЭЦН делает постоянную часть станции управления активным участником процесса, способным самостоятельно принимать решения, используя при этом информационную модель, основанную на различных подсистемах работы с информацией.

Структура системы принятия решений на основе синтеза технологии нейросети и вывода на основе прецедентов показана на рис. 7.



## Рисунок 7

Множество входных векторов – есть множество ситуаций, которые могут возникнуть в процессе управления УЭЦН. Весовые коэффициенты нейронов представляют собой базу знаний о возникающих ситуациях. Таким образом, решается проблема разработки структуры базы знаний, а также системы управления базой знаний, т.к. знания – это числа, которые можно хранить в любой существующей базе данных.

Процесс определения близости между входным вектором и весами нейрона есть ни что иное, как определение близкого прецедента. Другими словами, с помощью простой евклидовой меры мы определяем наиболее близкий к возникшей ситуации прецедент. Таким образом, решается одна из трудных в теории прецедентов задач – определение близкого прецедента.

Номер нейрона-победителя есть ни что иное, как индекс прецедента в базе прецедентов. Таким образом, снимаются проблемы индексации и поиска прецедентов в базе.

Вывод: синтез нейросетевой технологии и вывода на основе прецедентов придает системе принятия решений новые возможности, недоступные при использовании какой-либо технологии в отдельности.

Каждому решению системы соответствует свой алгоритм, который при подтверждении технолога реализуется постоянной частью станции управления.

В качестве примера рассмотрим решение системы о смене типа установки, после принятия которого система работает по следующему алгоритму:

1. Останавливает установку.
2. Запускает процедуру подбора УЭЦН к скважине по утвержденной нефтяной компанией методике.
3. Рассчитывает время, к которому установка должна быть доставлена на скважину.

В сервисную службу ЭПУ делается запрос на наличие требуемого типа УЭЦН, а в службу ПРС запрос, когда бригада сможет произвести спускоподъемные операции. Служба ЭПУ определяет время  $t_{ЭПУ}$ , в течение которого она сможет доставить на скважину требуемую установку, а ПРС время, в течение которого они смогут произвести эти работы  $t_{ПРС}$ . Если  $t_{ЭПУ} > t_{ПРС}$ , то за  $t_0$  примем время заявки в ЭПУ. Тогда время заявки в ПРС будет равно  $t = t_0 + t_{ЭПУ} - t_{ПРС}$ . Аналогично будет определяться время заявки и при условии  $t_{ЭПУ} < t_{ПРС}$ .

4. Определяет причину перехода на новый тип УЭЦН. Несоответствие рабочих характеристик скважины и ЭЦН – по текущему дебиту и динамическому уровню. Дебит, недостаточный для охлаждения ПЭД – по дебиту и температуре ПЭД.

5. Из истории работы скважины выводит данные по 5 последним установкам, работающим на скважине с причинами их замены.

Алгоритмы разрабатываются и изменяются независимо от системы принятия решений согласно регламентирующим документам и хранятся в постоянной части станции управления в виде программных процедур, обращение к которым происходит в моменты принятия соответствующих решений. Такая независимость алгоритмов от принятых системой решений придает разрабатываемой АСУ свойство универсальности.

**В четвертой главе** проводится оценка эффективности интеллектуальной АСУ УЭЦН на основе сравнения работы реальной скважины под управлением существующей системы на промысле и результатов имитационного моделирования работы этой же скважины под управлением разработанной автоматизированной системы управления.

С этой целью разработана автоматизированная система имитационного моделирования, структура которой показана на рис. 8.

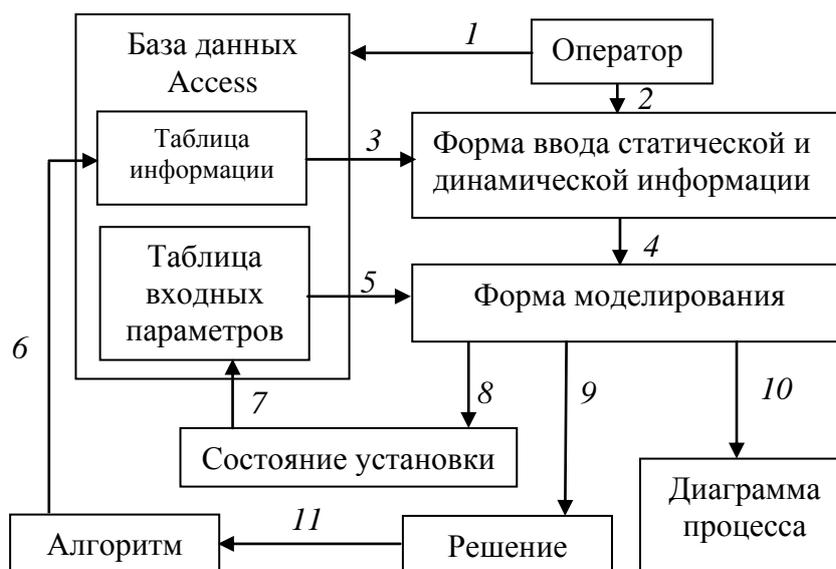


Рисунок 8

Результаты моделирования работы установок на скважине №8013 в период с 13.02.06 по 13.08.06, расположенной на кусте № 74 Тевлино-Русскинского месторождения показаны на рис. 9. «Левые» столбики диаграммы составлены по истории работы скважины, т.е. как она работала в указанный период без предлагаемой системы управления. «Правые» столбики показывают результат моделирования работы этой же скважины, но под управлением интеллектуальной системы.

Скважина под управлением классической системы из 210 суток находилась в работе 188 суток и при этом добыла 8 403 м<sup>3</sup> пластовой

жидкости. Учитывая 80% обводненность, дебит скважины составил  $1\,680\text{ м}^3$ . Другими словами скважина дает примерно  $8,9\text{ м}^3/\text{сут}$ . Аналогичные расчеты при управлении интеллектуальной системы дали результат  $9,3\text{ м}^3/\text{сут}$ . На первый взгляд, прирост от смены системы управления небольшой всего  $0,4\text{ м}^3/\text{сут}$ ., однако если учесть что установка при интеллектуальном управлении проработала на 19 суток больше, то это составляет примерно  $177\text{ м}^3$ .

Таким образом, эффективность, в процентах, разработанной интеллектуальной автоматизированной системы управления УЭЦН составляет 14,7% и позволяет увеличить продолжительность работы скважины на 10 %.

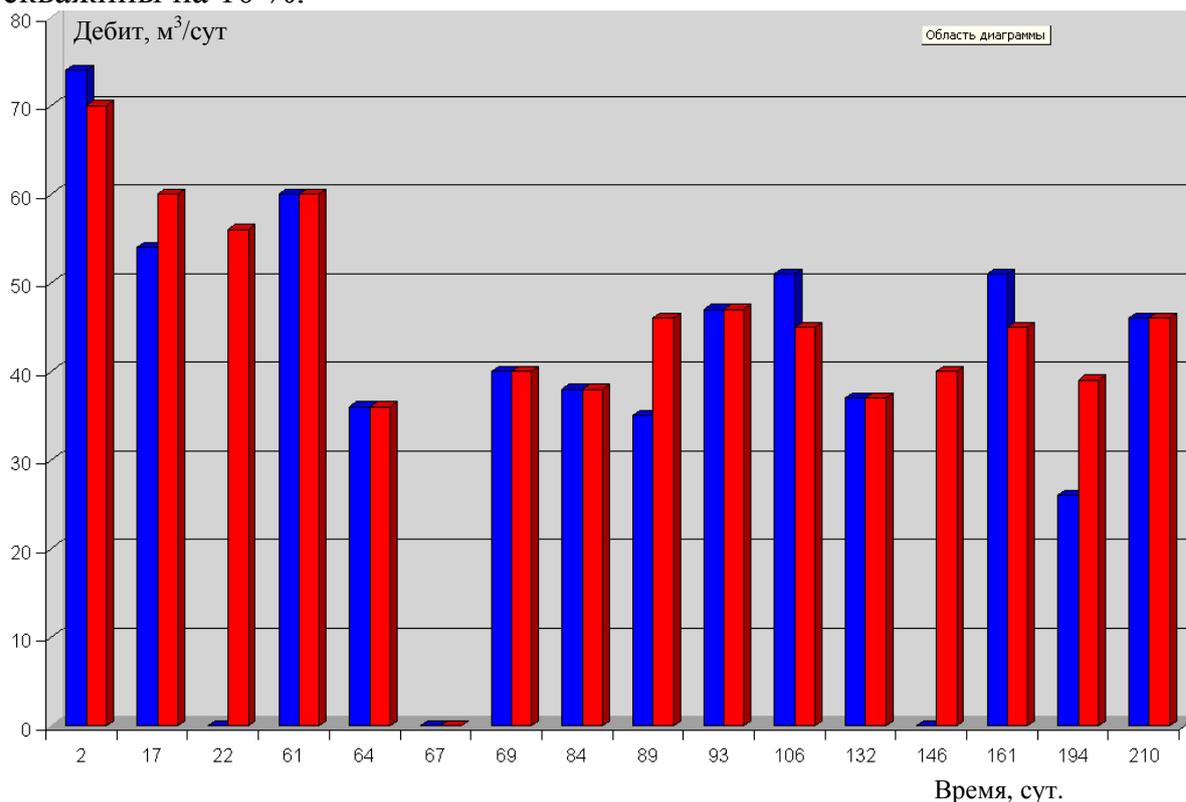


Рисунок 9

## ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

1. В результате системного анализа выявлена группа управляющих параметров, одновременное изменение которых в процессе управления, однозначно определяет текущее состояние УЭЦН с учетом влияния геологических, конструктивных, внешних факторов, а также характеристик скважины и УЭЦН.

2. Предложенная концепция интеллектуального управления УЭЦН базируется на 4 принципах:

- Станция управления состоит из двух частей: постоянной и переменной.
- Постоянная часть едина (программно, функционально, аппаратно) для всех типов переменных частей и не зависит от них.
- Интерфейсы, порты, протоколы, внешние разъемы постоянной и переменной частей строго регламентированы и открыты для третьих

производителей.

- Постоянная часть станции управления проецируется в классе интеллектуальных систем, способных самостоятельно принимать решения.

3. Структура интеллектуальной автоматизированной системы управления установкой электроцентробежного насоса включает систему принятия решений, основанную на синтезе технологий прецедентов и нейросетей, которая превращает постоянную часть СУ в активного участника процесса управления установкой, способного самостоятельно выполнять часть функции управления технолога.

4. Автоматизированная система имитационного моделирования: воспроизводит процессы управления реальными скважинами, используя истории их работ; выступает, благодаря ОРС – технологии, в качестве постоянной части станции управления реальным технологическим процессом; имитирует любые ситуации, путем составления таблицы входных векторов.

5. Внедрение интеллектуальной АСУ УЭЦН увеличивает продолжительность работы установок на скважине до 10%, что обеспечивает, по результатам имитационного моделирования четырнадцати процентный прирост дебита нефти.

## **ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

### *В рецензируемых журналах из списка ВАК:*

1. Автоматизация процесса добычи нефти на основе нейронных сетей / **Б.Г. Ильясов, К.Ф. Тагирова, А.В. Комелин** // Технологии ТЭК. М.:2005. №3. С. 89–94.

2. УЭЦН как сложный динамический объект управления / **Б.Г. Ильясов, К.Ф. Тагирова, А.В. Комелин** // Технологии ТЭК. М.:2005. №5. С. 94–99.

3. Самоорганизующаяся нейросетевая система диагностики установки электроцентробежного насоса / **Б.Г. Ильясов, К.Ф. Тагирова, А.В. Комелин** // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. М.: ВНИИОЭНГ, 2005. №10. С. 20–23.

### *В других изданиях:*

4. Автоматизированная система управления стендами тестирования погружного электрооборудования / **А.В. Комелин** // Современные технологии автоматизации. М.,2004. №3. С. 16–22.

5. Интеллектуальная система обработки информации в автоматических системах управления процессом добычи нефти на основе нейросетевых технологий / **Б.Г. Ильясов, К.Ф. Тагирова, А.В. Комелин** // Мехатроника автоматизация управление: Тр. междунар. второй всерос. науч.-техн. конф. с междунар. участием. М., 2004. С. 76–80.

6. Автоматизированная система управления стендом тестирования гидрозащиты электродвигателя / **А.В. Комелин** // Современные технологии автоматизации. М.:2005. №2. С. 58–61.

7. Нефтедобыча. Системный подход / **Б.Г. Ильясов, К.Ф. Тагирова, А.В. Комелин, Р.Р. Бадамшин** // Тр. седьмой междунар. конф. CSIT' 2005. Уфа, 2005. Т.1. С. 16–19 (Статья на англ. яз.).

8. Анализ структуры и процесса функционирования установки электроцентробежного насоса как сложного объекта управления / **К.Ф. Тагирова, А.В. Комелин** // Вопросы управления и проектирования в информационных и кибернетических сист.: Межвуз. науч. сб. Уфа: УГАТУ, 2005.С. 166–171.

Диссертант

**Комелин А.В.**

КОМЕЛИН Алексей Владимирович

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ  
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ  
УСТАНОВКОЙ ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА**

Специальность 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Подписано к печати 14.12.2005. Формат 60x84 1/16  
Бумага офсетная. Печать плоская. Гарнитура Таймс.  
Усл. печ. л. 1,0. Усл. кр.-отт. 1,0. Уч.-изд. л. 0,9.  
Тираж 100 экз. Заказ №655.

Уфимский государственный авиационный технический университет  
Центр оперативной полиграфии  
450000, Уфа-центр, ул. К. Маркса, 12