

На правах рукописи



**РАХМАНКУЛОВ ЭЛВИН ДИЛЮСОВИЧ**

**ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
УСТАНОВОК В НЕФТЕХИМИИ, НЕФТЕПЕРЕРАБОТКЕ  
И НЕФТЕДОБЫЧЕ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ  
СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЙ  
РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН)**

Специальности: 02.00.13 – Нефтехимия  
07.00.10 – История науки и техники

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

Уфа 2006

Работа выполнена в Государственном научном учреждении «Научно-исследовательский институт малотоннажных химических продуктов и реактивов (НИИРЕАКТИВ)» Федерального агентства по науке и инновациям РФ, г. Уфа.

Научные руководители: доктор технических наук  
Караев Абдулла Эльдарович  
кандидат химических наук, профессор  
Сыркин Алик Михайлович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор  
Хабибуллин Раис Рахматуллович  
доктор технических наук, доцент  
Цадкин Михаил Авраамович

Ведущее предприятие: ГУП «Институт нефтехимпереработки» РБ.

Защита диссертации состоится «26» декабря 2006 г. в 15<sup>00</sup> час на заседании диссертационного совета Д 212.289.01 в Уфимском государственном нефтяном техническом университете по адресу: 450062, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Уфимского государственного нефтяного технического университета.

Автореферат разослан «24» ноября 2006 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
профессор



А. М. Сыркин

### Актуальность работы

За короткий исторический промежуток времени отечественное нефтегазовое дело превратилось в отрасль с самым высоким уровнем автоматизации технологических процессов и, соответственно, самой высокой производительностью труда. Это стало возможным благодаря большому вкладу нашего государства в создание и внедрение новых контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации.

В 1920–1970-е гг. в СССР создавалось огромное число конструкторских бюро, научно-исследовательских институтов, заводов, разрабатывавших и производящих новейшие приборы регистрации, контроля и регулирования технологических параметров в нефтедобыче, нефтепереработке и нефтехимии. Отечественные и зарубежные аналитики точными расчетами показали, что использование этих приборов и средств автоматизации в нефтехимии позволяет существенно повысить производительность труда, увеличить выход целевых продуктов, снизить себестоимость продукции, уменьшить энергозатраты и потери сырьевых ресурсов и улучшить экологическую обстановку на предприятиях топливно-энергетического комплекса.

Однако внедрение новейших систем управления и средств автоматизации, скорее всего, находится на начальном этапе развития. Поэтому исследование процессов возникновения, становления, развития работ по созданию контрольно-измерительных приборов, средств автоматизации и телемеханизации добычи и переработки нефти и нефтехимических процессов является исключительно важной и актуальной задачей и позволяет прогнозировать направления дальнейшего развития нефтегазового дела в мире.

### Цель работы

Изучение исторических этапов возникновения, становления и развития одного из самых перспективных направлений нефтегазового дела – повышение мощности технологических установок, повышение производительности труда, сбережение трудовых, сырьевых и энергетических ресурсов, повышение безопасности труда за счет внедрения новейших контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации и управления технологическими процессами в нефтехимии, нефтепереработке и нефтедобыче.

Исследование этапов зарождения и становления производства новых контрольно-измерительных приборов и средств авторегулирования в специализированных конструкторских бюро и на промышленных предприятиях.

Сравнительный анализ эффективности работы контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации в различных условиях эксплуатации.

### Научная новизна

Впервые на основе анализа архивных и иных документов исследова-

ны научные и производственные работы по созданию новейших контрольно-измерительных приборов для процессов добычи и переработки нефти и нефтяного сырья в 1920-1990 гг.

При этом особое внимание уделено автоматизации процессов добычи нефти с помощью скважинных электроцентробежных погружных насосов, переработке нефти на атмосферно-вакуумных трубчатках и установках каталитического крекинга с большой единичной мощностью, а также промышленным процессам получения низкомолекулярных непредельных углеводородов, алкилароматических соединений, фенола, ацетона, полиэтилена, полипропилена и других мономерных и полимерных материалов.

Проведен сравнительный анализ эффективности работы некоторых нефтехимических и нефтеперерабатывающих промышленных установок в условиях применения различных систем и средств автоматизации и телемеханизации. Определены перспективные направления развития систем управления с помощью новых программных элементов.

Впервые исследована роль Башкирского филиала СКБ АНН в создании новейших приборов контроля качества нефтепродуктов и автоматизированных систем управления технологическими процессами на многих отечественных предприятиях нефтеперерабатывающей и нефтехимической отраслей промышленности.

#### **Практическая ценность**

Материалы диссертационного исследования используются при чтении курса лекций студентам специальностей 24.04.01 – химическая технология органических веществ, 24.04.03 – химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов технологического факультета Уфимского государственного нефтяного технического университета.

Практическая ценность работы заключается в том, что материалы диссертационного исследования используются в процессах проектирования средств автоматизации на ОАО «Каустик» (г. Стерлитамак).

#### **Апробация работы**

Результаты работы были представлены на I Всероссийской научно-практической конференции «История науки и техники» (Уфа, 22-24 ноября 2000 г.), II Международной научной конференции «Современные проблемы истории естествознания в области химии, химической технологии и нефтяного дела» (г. Уфа, 5-7 декабря 2001 г.), XIV Международной научно-технической конференции «Химические реактивы, реагенты и процессы малотоннажной химии» (г. Уфа, 6-8 июня 2001 г.), XXI Международном конгрессе по истории науки (Мехико, 2001), XXIX симпозиуме международного комитета по истории технологии ИСОНТЕС (Испания, 2002 г.), VII Международной научной конференции «Современные проблемы истории естествознания в области химии, химической технологии и нефтяного дела» (г. Уфа, 21-23 ноября).

#### **Публикации**

По теме диссертации опубликовано 9 научных статей и 3 тезиса докладов.

### Объем и структура работы

Диссертация изложена на 160 страницах машинного текста, включая 10 таблиц, 57 рисунков, и состоит из введения, 4-х глав, выводов и списка литературы.

### Основное содержание работы

#### 1. История нефтегазодобычи в Урало-Поволжье.

В мае 1937 г. в Туймазинском районе Башкортостана из разведочной скважины №1 был получен фонтан нефти. Нефть была обнаружена на глубине 1150 м в более древних отложениях, чем в Ишимбаево. Если в Ишимбаевских месторождениях продуктивные пласты относились к низам пермской системы (сакмарский и артинский ярусы), то в Туймазах промышленная нефть оказалась приуроченной к низам каменноугольной системы. Таким образом, огромное значение открытия туймазинской нефти состояло не только в том, что был найден новый нефтяной район, удаленный от Ишимбаево на расстояние 250 км, но и в том, что было доказано наличие в Башкортостане нового нефтяного горизонта – девонского.

Вскрытый в скважине №1, а затем в скважинах №2 и №3, нефтяной горизонт оказался по сравнению с ишимбаевскими пластами маломощным. Тем не менее, огромные размеры Туймазинской структуры, почти в 100 раз превышающие размеры ишимбаевских месторождений, свидетельствовали об открытии исключительно богатого месторождения нефти.

В 1938 г. в районе Туймазов работало 10 буровых станков, строились шоссевые дороги, закладывались мастерские, развертывалось жилищно-бытовое строительство на ст. Туймаза; был создан нефтепромысел, реорганизованный затем в трест «Туймазанефть». Вблизи от промысла начал закладываться новый рабочий поселок – Октябрьский. В 1938 г. этот нефтепромысел дал стране около 20 тыс. т «черного золота». Однако нефтедобыча в Туймазах существенно не влияла на общую добычу в республике (табл. 1), т. к. дебиты туймазинских скважин были очень низки (2-3 т/сут).

Большую помощь в ускорении разработки новых площадей оказала новая бурильная техника. В 1938 г. впервые молодые инженеры-буровики А. Т. Шмарев и М. А. Потюкаев начали внедрять в Ишимбаево турбинный способ бурения. В 1939 г. этот способ получил широкое распространение, скорость бурения твердых пород удвоилась по сравнению с обычным роторным бурением. Это позволило всего за 1 год закончить разработку южного массива и развернуть работы по разведке и разработке новых площадей.

К марту 1939 г. в районе между Волгой и Уралом было открыто уже 12 нефтяных месторождений. Кроме Башкортостана нефть добывали в Молотовской (Краснокамск), Куйбышевской (Сызрань, Ставрополь) и Чкаловской (Бугуруслан) областях. На базе этих месторождений было построено 7 нефтепромыслов, 3 нефтеперерабатывающих завода (НПЗ), железная дорога и нефтепровод Ишимбаево–Уфа.

Таблица 1 – Добыча нефти в БАССР в 1932–1950 гг. (тыс. т)

НГДУ	1932	1933	1934	1935	1936
Башнефть	4,5	20,3	62,6	405,8	967,7
Ишимбайнефть	4,5	20,3	62,6	405,8	967,7
	1937	1938	1939	1940	1941
Башнефть	962,0	1165,5	1670,0	1452,0	1316,5
Туймазанефть	4,9	20,8	30,0	54,7	70,3
Ишимбайнефть	957,1	1144,7	1640,0	1397,3	1246,2
	1942	1943	1944	1945	1946
Башнефть	1022,8	778,7	835,0	1333,0	2228,5
Туймазанефть	75,3	76,9	114,0	558,0	1536,3
Ишимбайнефть	947,5	701,8	721,8	775,0	692,2
	1947	1948	1949	1950	1951
Башнефть	3158,1	3771,0	4328,0	5635,4	6946,0
Туймазанефть	2566,9	3327,0	3837,8	5155,2	6528,8
Октябрьскнефть	—	—	30,8	111,2	196,6
Ишимбайнефть	591,2	445,0	459,2	480,2	417,6

Нефтяные месторождения Урало-Поволжского региона уже дили стране несколько миллионов тонн нефти. Башкортостан обладал двумя нефтяными районами (Ишимбаевским и Туймазинским), четырьмя нефтепромыслами, двумя НПЗ и давал около 90% всей нефтедобычи Урало-Поволжья. Башкортостан становился центром новой нефтяной базы на востоке нашей страны. Ведущей отраслью тяжелой индустрии республики во второй пятилетке стала нефтяная промышленность, в развитие которой было вложено 60% ассигнованных на народное хозяйство Башкортостана капиталовложений. В 1938 г. общие капиталовложения в нефтяную промышленность республики составили 45 млн. руб., в 1939 г. – 59 млн. руб.

Нефтезаводы Кавказа были значительно отдалены от крупнейших центров потребления, что создавало большие трудности в регулярном и своевременном снабжении нефтепродуктами Урала, Поволжья, Сибири, Дальнего Востока и Крайнего Севера. Основными нефтепродуктами, потребляемыми в восточных районах страны, были автомобильный бензин, тракторный керосин и котельное топливо. В 1938 г. эти районы потребляли 18,5% автомобильного бензина и 12,3% тракторного керосина от общего потребления в СССР. К концу второй пятилетки темпы роста потребления основных нефтепродуктов на востоке страны были значительно выше среднего уровня по стране. Прогнозируемый в то время плановыми органами страны удельный вес восточных районов в общесоюзном потреблении в 1942 г. составлял по автомобильному бензину 30%, тракторному топливу 45%, моторному топливу 28,5%, мазуту 16,7%, смазочным маслам 31,8%, нефтебитуму 26,76%.

Введением в эксплуатацию первых нефтеперерабатывающих заводов на востоке страны в Уфе и Ишимбаево было положено начало приближению нефтеперерабатывающей отрасли к центрам потребления нефтепродуктов, что сыграло важную роль в обеспечении страны моторным топливом в годы Великой Отечественной войны.

Период с 1946 по 1967 гг. характеризуется интенсивным ростом добычи нефти в Башкортостане, что обеспечивалось расширением и рациональным размещением поисковых и разведочных работ, многократным увеличением числа скважин, резким повышением скорости бурения, совершенствованием техники и технологии добычи нефти и разработки нефтяных месторождений. В этот период были открыты и введены в эксплуатацию следующие месторождения: Шкаповское (1953 г.), Арланское (1955 г.), Серафимовское (1948 г.), группы более мелких (Чекмагушевское, Краснохолмское, Демско-Раевское и Уфимское). Годовая добыча нефти возросла более чем в 20 раз. В послевоенные годы был построен и целый ряд крупнейших НПЗ – Ново-Уфимский, Омский, Новокуйбышевский, Новогорьковский и др. Была решена проблема переработки сернистых и высокосернистых нефтей Урало-Поволжского региона, в немалой степени благодаря прогрессивному методу первичного электрообессоливания с применением эффективных деэмульгаторов.

В 1956 г. была введена в эксплуатацию первая очередь Уфимского завода синтетического спирта (УЗСС), где впервые в стране был осуществлен каталитический метод прямой гидратации этилена. Этот год знаменателен и созданием в Уфе научно-исследовательского института переработки нефти (БашНИИ НП). По результатам выполненных в институте исследований были построены первые в стране экспериментальные и промышленные установки по производству игольчатого кокса, нефтяного пека и углеродных волокон, брикетирования и получения спекающих добавок.

Третий этап развития нефтедобывающей отрасли Башкортостана пришелся на 1968–1982 гг. На протяжении целого десятилетия (1970–1979 гг.) более чем 60-тысячный коллектив объединения «Башнефть» обеспечивал стабильный уровень добычи нефти и газоконденсата – 40 млн. т./год. Его основой было 178 нефтяных и газовых месторождений, среди них – вновь открытые: Раевское (1970 г.), Уршанское (1971 г.), Бураевское (1972 г.), Добровольское (1973 г.), Бузовьязовское (1974 г.), Шингакульское (1975 г.), Гордеевское (1976 г.), Орловское (1977 г.), Наратовское (1978 г.), Кабаковское (1979 г.). Летом 1980 г. была получена миллиардная тонна башкирской нефти. Всего же с 1968 по 1982 гг. было добыто 575 млн. т. нефти и газоконденсата, т. е. 54% от общей добычи нефти за 50 лет.

Начиная с 1988 г. наблюдается существенное снижение нефтедобычи, все более заметное в начале 1990-х гг. Причин было много. Однако нельзя утверждать, что данный негативный процесс был вызван исключительно переходом от административно-командных к рыночным основам экономики. Хотя, несомненно, это способствовало определенному «сбою» в количественных показателях.

Позднее был предпринят ряд существенных шагов в направлении повышения уровня добычи нефти в рамках государственных программ различного уровня. Так, Федеральная целевая программа «Нефть и газ России: конец XX и начало XXI века (наука, конверсия, инвестиции для создания новейших технологий)» и республиканская программа «Нефть и газ Республики Башкортостан» направлены на стабилизацию этой отрасли путем объединения усилий фундаментальной и отраслевой науки, предприятий гражданского и военного машиностроения, ориентирования конверсионных процессов в экономике России на развитие нефте- и газодобычи, а также более полного и рационального использования этих видов сырья.

## 2. Автоматизация в добыче нефти и газа.

Кибернетика и автоматика широко применяются при добыче и переработке нефти и газа. Применяется автоматизированное управление работой эксплуатационных скважин, а в отдельных случаях нефтяных и газовых промыслов. С помощью специальных вычислительных машин решают задачи рациональной разработки нефтяных и газовых месторождений. Вычислительную технику и автоматику начинают применять и в бурении скважин. Проведенные опыты показали возможность полной автоматизации бурения скважин.

При первоначальной частичной автоматизации добычи нефти и газа информацию о режиме эксплуатации отдельных скважин, количества получаемых нефти, газа и воды и другие сведения собирают на диспетчерском пункте, откуда диспетчер регулирует добычу и очистку нефти и газа. Дальнейшая автоматизация заключалась в применении управляющей вычислительной машины, которая вместо диспетчера регулировала работу группы скважин или промысла.

На ряде промыслов СССР работа скважин была автоматизирована. Приборы местной автоматики поддерживали технологический режим эксплуатации и предупреждали возможность аварий. Автоматизация применялась в работе резервуарных парков, промысловых трубопроводов и очистительных установок. Проводились опыты автоматизированного управления добычей нефти и газа на некоторых промыслах.

Вопрос рациональной разработки крупной нефтяной залежи или группы залежей имеет большое практическое значение. Необходимо стремиться к тому, чтобы минимальным числом скважин обеспечить максимально целесообразную добычу нефти. Решить такую задачу, проводя сложные расчеты и используя для этого множество разнообразных сведений о нефтегазоносном пласте и его свойствах, распределении нефти и газа, их притоках к многочисленным скважинам, распределении давлений, можно только с помощью специальной машины. В СССР для этой цели была разработана специализированная электро моделирующая установка ЭИ-С, позволяющая решать задачи наиболее целесообразного расположения нефтяных эксплуатационных скважин и выбора оптимального режима разработки месторождения. Установка позволяла учитывать все многооб-

разие строения пласта, его коллекторские свойства, законтурное обводнение, внутрипластовое давление, режимы эксплуатации отдельных скважин и другие, всего до 60 тыс. различных числовых значений параметров пластов. На установке ЭИ-С были решены задачи рациональной разработки ряда крупных месторождений.

Управляющие вычислительные машины получили применение на некоторых нефтяных и газовых промыслах в США, Канады и других стран. Известно применение такой машины для полностью автоматизированного управления нефтепромыслом Посо-Крик в Калифорнии, где имеется 180 эксплуатационных скважин. В соответствии с заданной программой автоматические устройства периодически определяют производительность скважин, количество попутного газа и другие параметры, которые передаются в вычислительную машину. В результате расчетов из вычислительной машины необходимые команды передаются по каналам связи на регулирующие устройства, имеющиеся на скважинах, и находят оптимальный режим работы всего промысла. Вычислительная машина управляет одновременно установками для деэмульсации нефти, резервуарным парком и подачей нефти в магистральный нефтепровод. Машина дает также еженедельные сведения о добыче нефти.

На морском промысле Ум-Шаиф в Персидском заливе применялось автоматизированное управление добычей нефти. Здесь на одном из морских участков на площади 216 км<sup>2</sup> находилось 11 скважин. Нефть по главному подводному трубопроводу длиной 33,8 км подавалась на остров Дас. Управление производилось телеметрически по радио с диспетчерского пункта, расположенного на этом острове, куда поочередно поступала информация со скважин, оборудованных радиоэлектронными приборами. Система автоматизированного управления давала возможность закрывать или открывать задвижки на скважинах и трубопроводах, контролировать давление, закрывать скважины при переполнении нефтехранилища, сигнализировать о пожаре и т. п.

В США и Канаде широко применялись станции, позволяющие автоматически измерять содержание механических примесей и воды в нефти, плотность, температуру и количество нефти, поступающих с промыслов в нефтепровод. При этом использовали регистрирующие и вычислительные машины для товароучетных операций.

### 2.1. Автоматизация в нефтепереработке и нефтехимии.

Кибернетику и автоматику широко применяют при переработке нефти и газа и в производстве нефтехимических продуктов.

К числу основных операций первичной переработки нефти и газа относится разделение углеводородов в ректификационных колоннах. Для получения продуктов требуемой чистоты необходимо поддерживать в ректификационной колонне определенный режим. Показана экономическая целесообразность автоматического регулирования этих колонн и установок для очистки нефтепродуктов. В настоящее время для такого регулиро-

вания и контроля используются управляющие устройства, где в качестве анализатора применяется газовый хроматограф, который периодически определяет состав газа, отбираемого из ректификационной колонны. В зависимости от получаемого продукта, требуемой его чистоты и т. д. пробы отбираются с той или иной тарелки ректификационной колонны. Результат анализа фиксируется в запоминающем устройстве, и если концентрация определяемого компонента (продукта или нежелательной примеси) не соответствует норме, то включается система автоматического регулирования, изменяющая необходимым образом режим процесса. В ректификационной колонне таким путем изменяют расход орошения и температуру.

Для расчета ректификации многокомпонентной смеси, который заключается в решении системы уравнений материального и теплового баланса на каждой тарелке и уравнений парожидкостного равновесия, стали применять электронные вычислительные машины. Подобные расчеты дают возможность находить оптимальные режимы процессов разделения для получения продуктов требуемой чистоты.

Автоматизация работы отдельных установок нефтехимии внедрена в СССР на ряде заводов (Московский и Уфимский НПЗ, УЗСС и др.).

Управляющие вычислительные машины получили применение в США на предприятиях первичной переработки нефти и нефтехимических заводах, например на нефтеперерабатывающем предприятии в Талсе, мощностью более 4 млн. т нефти в год.

Управляющая вычислительная машина может принимать непрерывно 120 сигналов от термодатчиков и 124 сигнала от других датчиков — давления, состава, вязкости и др. К числу основных приборов, которые используются для автоматизированного управления, относятся приборы для определения плотности поступающей сырой нефти, хроматографы для анализа легких фракций, вискозиметры для характеристики получаемых смазочных масел, анализаторы на кислород в дымовых газах, приборы для определения температуры начала кипения дистиллятов. Получаемые сигналы трансформируются в цифры, которые фиксируются в блоке памяти. По заданной программе управляющая машина последовательно исследует полученные данные. Как только обнаруживается какой-либо параметр, отклоняющийся от нормы, машина делает расчет и дает нужные команды на регуляторы с целью восстановления нормального значения параметра. Управляющая машина имеет специальное устройство, которое переустанавливает ее на начало программы, если произойдет какая-либо остановка машины при расчете. В течение каждого цикла происходит самопроверка машины путем решения некоторой задачи. Наиболее трудной задачей при внедрении машины оказалась разработка программ автоматического регулирования и перевод логических связей на цифровой язык вычислительной машины. Задача управляющей машины заключалась в том, чтобы обеспечить получение максимального количества продукции требуемого качества с минимальными эксплуатационными расходами.

Автоматизированное управление отдельными установками и предприятиями явилось перспективным направлением в усовершенствовании производства. Оно получило дальнейшее развитие, связанное с регулированием микропроцессорными системами, в перспективе обеспеченными малыми ЭВМ.

### **3. Организация производства контрольно-измерительных приборов, систем автоматизации и телемеханизации в Урало-Поволжье.**

#### **3.1. Общие вопросы истории решения проблем автоматизации и телемеханизации в СССР.**

Исходной элементной базой устройств промышленной телемеханики явились электромеханические приборы, прежде всего, электромагнитные реле, электромоторные, или шаговые распределители, на основе которых были разработаны разнообразные релейные устройства телеуправления и телесигнализации. Внедрение этих устройств позволило измерять на постоянном токе число-импульсными методами ряд параметров.

Наиболее важными задачами телемеханики были: оптимальное построение логических и функциональных блоков; оптимизация логических схем на реле; повышение надежности функционирования релейно-контактных элементов в режимах относительно высокой частоты срабатывания, что было принципиально недостижимо для этих элементов, неограниченный срок службы которых в статическом режиме являлся одним из их основных достоинств с точки зрения надежности.

Проблемы помехозащищенности, как правило, не привлекали к себе особого внимания исследователей, так как пропускная способность физических каналов связи практически использовалась в незначительной степени, а энергия сигналов была несоизмеримо велика по сравнению с уровнем помех. С использованием же в промышленной телемеханике уплотненных цепей появились проблемы и в области помехозащищенности.

На основе электронных ламп (1950-е гг.) получили развитие электронные одноканальные устройства телеизмерения.

Передача измерительной информации частотным методом в диапазоне тональных и даже ультразвуковых частот потребовала проведения многочисленных работ в области теории расчета и построения специфических узлов частотного преобразования, теории расчетов блоков стабилизации измерительных цепей и т.п.

Исчезли границы между передачей дискретной (сигнала положения или состояния двухпозиционных объектов и команды на их включение или отключение) и аналоговой (измерение контролируемых величин) информации, которые ранее развивались не только технически, но даже и организационно как два отдельных направления в технике телемеханики.

Комплексные устройства для автоматической передачи или приема технологической информации (телесигнализация, телеуправление, телеизмерение) стали повсеместно основным направлением развития телемеханики. Переход на новую базу в области логических элементов принципи-

ально изменил подход к надежности. В отличие от реле для элементов нового класса характерно большое число срабатываний, что позволило использовать более сложные алгоритмы обработки сигналов.

В этот период идет поиск наиболее рациональной бесконтактной логики: от феррит-диодных или пермаллоевых элементов до транзисторной логики.

С целью повышения надежности функционирования элементов и их помехоустойчивости стали использовать достаточно эффективные методы кодирования, так как возрастающие скорости и объемы передачи информации даже по физическим цепям привели к более эффективному использованию пропускной способности канала.

Переход на новую элементную базу осуществлялся одновременно с переходом на новый уровень алгоритмических и системно-технических решений. Это связано с тем, что в телемеханике быстрыми темпами шел процесс организации совместной работы средств телемеханики и ЭВМ, образуя своеобразное «дистанционное устройство связи с объектом» (УСО). Для начальных этапов становления нефтепромысловой телемеханики характерно развитие разнообразных методов передачи сигналов телеуправления (ТУ), телесигнализации (ТС) и телеизмерения (ТИ) при сравнительно небольшом суммарном числе сигналов в одном специализированном устройстве ТУ-ТС или ТИ. Были разработаны десятки специализированных устройств с различными принципами построения и характеристиками, методами передачи и объемами передаваемой информации. До начала 1960-х гг. такие устройства создавались на базе релейно-контактных и ламповых элементов. Позже стали пользоваться бесконтактными магнитными, транзисторными и другими элементами.

Ограниченность сведений о необходимых объектах телемеханических операций и методах телеизмерения технологических параметров привела к тому, что первые устройства были разработаны применительно к условиям отдельных нефтедобывающих районов, участков и даже несовершенных технологических схем. Эти устройства выполняли сравнительно небольшое число телемеханических операций и отличались лишь отдельными схемами и конструктивными решениями. Не нашел своего решения и вопрос автоматизации групповых замерных устройств (ГЗУ) для измерения дебита нефтяных скважин. Только с разработкой автоматического группового мерника (АГМ) было осуществлено автоматическое программное измерение дебита нефтяных скважин при групповом сборе нефти, нашедшее наиболее широкое применение в южных нефтедобывающих районах страны, где преимущественно используется трапный замер.

С усовершенствованием технологической структуры нефтепромыслов и внедрением перспективных методов контроля параметров нефтяных скважин информационная емкость систем управления и контроля быстро возрастала, что привело к целесообразности создания многонаправленных и многофункциональных телемеханических комплексов, позволяющих на многочисленных территориально рассредоточенных технологических объ-

ектах проводить телеизмерение текущих (ТИТ) и интегральных (ТИИ) значений различных режимных и расходных параметров; масштабную телединамометрию (ТД) и др. С другой стороны, эта необходимость была вызвана тем, что создание устройств специализированного применения каждый раз требовало все больших затрат времени и усилий, т. к. зачастую они успевали морально устареть еще до широкого их внедрения в промышленность.

В начале 1970-х гг. происходит интенсивное построение аппаратуры на типовых узлах и блоках; существенное изменение подхода к построению устройства; выработка рациональных методов передачи информации; переход к адресным и комбинированным устройствам; широкое использование полупроводниковой техники.

Однако к достоверности передачи информации возростали требования, которые, в свою очередь, связаны с выдвижением новых задач передачи и улучшения качества каналов связи нефтепромысловой телемеханики. В связи с этим большое распространение получили устройства с частотным методом селекции, в которых в качестве избирательных признаков для выбора и исполнения команд использовались импульсы с частотным заполнением. В качестве канала для передачи информации на сравнительно большие расстояния в устройствах использовали телефонные линии связи.

Создание устройств, удовлетворяющих новым требованиям, оказалось возможным с разработкой новой элементной базы второго поколения — логических и функциональных субблоков комплекса. Первым таким устройством явился созданный в 1965—1968 гг. НИПИнефтехимавтоматом совместно с Грозненским филиалом ВНИИКАНефтегаза (ныне НПО «Промавтоматика») телемеханический комплекс ПАТ «Нефтяник» (ТМ-600), с установкой которого, с одной стороны, полностью решались вопросы телемеханизации ГЗУ для измерения дебита нефтяных скважин; с другой стороны, телеуправление скважинами с различными способами эксплуатации. Телеконтроль за их функционированием и управление работой ГЗУ с помощью этого комплекса осуществлялось одновременно. При его эксплуатации был разработан модернизированный вариант с улучшенными техническими характеристиками ТМ-600М и специальный вариант для морских НГДП эстакадного типа — комплекс «Каспий». Эти комплексы использовались в объединениях «Татнефть», «Главтюменнефтегаз», «Пермнефть», «Оренбургнефть», «Башнефть», «Мангышлакнефть», «Туркменнефть», «Коминнефть», «Куйбышевнефть» и др.

Далее для расширения функциональных возможностей АСУ ТП, повышения надежности аппаратуры и гибкости устройств стали использовать интегральные микросхемы (ИМС).

Для эффективного использования интегральных микросхем в 1974—1975 гг. под руководством ЦНИИКА рядом организаций Министерства приборостроения, средств автоматизации и систем управления была создана агрегатная система средств телемеханики (АССТ), представляющая набор

типовых функциональных узлов и блоков с унифицированными связями, выполненных в основном на интегральных микросхемах. Блоки АССТ позволяют построить телемеханические устройства различной конфигурации для сбора, передач и обработки оперативно-технологической и производственно-статистической информации (ПСИ) в системах диспетчерского контроля и управления, а также в АСУ территориально рассредоточенными объектами.

Создание системы унифицированных типовых конструкций (УТК) в значительной степени ускорило разработку на базе функциональных блоков АССТ устройств и комплексов для различных отраслей народного хозяйства.

В эти годы в НИПИнефтехимавтомате были разработаны телемеханические комплексы: ТМ-620-01 для объектов поддержания пластового давления (ППД) и электроснабжения; ТМ-660Р «Хазар» с УКВ радиоканалом связи для объектов, расположенных на отдельно стоящих платформах (основаниях) морских НГДП; вычислительный комплекс УВК «Газлифт» с использованием управляющей вычислительной машины (УВМ) для охвата скважин с газлифтным способом добычи нефти и выполнения функций ТС, ТИТ, ТИИ (по дебитным параметрам скважин), ТУ, ТР (телерегулирования), а также решения оптимизационных задач.

Телемеханические комплексы АСУ ТП подвергались существенным изменениям, т. к. к ним стали предъявлять новые требования:

- осуществление обмена информацией между пунктом управления на уровне цехов по добыче нефти и вычислительной машиной на уровне центральной инженерно-технологической службы НГДП;
- формирование управляющих команд и передача их на контролируемые объекты.

Перспективным становится обеспечение совместной работы телемеханических комплексов и управляющих вычислительных машин с возложением на последних функций обработки информации, формирования управляющих воздействий, стабилизации состояния объектов, оптимизации заданий и др.

Приобретает немаловажное значение возможность подключения различных первичных измерительных устройств (вибрационно-массовых расходомеров, плотномеров, датчиков расхода электроэнергии и др.), локальных устройств управления, блоков местной автоматики, разработанных и усовершенствованных в последние годы. В связи с этим по результатам исследований была разработана АСУ (стабилизации) режимами работы группы газлифтных скважин, подключенных к одной ГРБ.

Работа системы управления происходит автоматически, т. е. по окончании регулирования параметра последнего объекта по сигналу с узла времени начинается второй цикл опроса объектов и т. д. При отклонении параметра от заданных установок на шаговый привод регулирующего вентилля в каждом цикле осуществляется единичное воздействие одинаковой длительности, независимо от величины отклонения. Количество обслужи-

васмых объектов – до 16; возможность изменения величины установок для каждого объекта – до 1000 с шагом изменения 10; длительность регулирующего импульса – 1,25 или 2,5 с; интервал времени повторения цикла регулирования – 2; 4; 8 мин.

### 3.2. Исторические аспекты работ по созданию новейших приборов, средств автоматизации и управления в Республике Башкортостан.

Организация авторегулирования нефтяным производством получила свое рождение и в Башкортостане. Для решения задач, связанных с созданием систем автоматического регулирования в нефтяной отрасли Башкирии, в 1959 г. был создан Башкирский филиал Специального конструкторского бюро по автоматизации нефтяной и нефтеперерабатывающей промышленности (СКБ АНН). Это бюро в то время находилось в подчинении Министерства строительства РСФСР. Первым директором филиала был назначен А. А. Анисимов, главным конструктором – Ю. А. Алексеев. Становление и развитие филиала СКБ АНН проходило под руководством ряда директоров (табл. 2).

Таблица 2 – Руководители Башкирского филиала СКБ АНН

ФИО директора бюро	Период руководства
А. А. Анисимов	1959–1961
Л. М. Фисенко	1961–1985
А. В. Климов СКБ «Нефтехимавтоматика»	1985–2002
В. П. Бушель ОАО «Башкирское специальное конструкторское бюро»	с 2002 по настоящее время

Начиная с 1960-х гг. вычислительная техника становится наиболее востребованной на предприятиях нефтеперерабатывающего комплекса. В 1961–1962 гг. сотрудниками Башкирского филиала СКБ АНН были разработаны и сконструированы первые приборы для контроля параметров на предприятиях нефтяной и нефтеперерабатывающей промышленности, которые уже в 1963 г. были внедрены на производстве. Одной из наиболее важных в 1960-е гг. разработок филиала была совместная с Краснодарским НИИ работа по автоматическому фиксированию параметров средней тарелки ректификационной колонны на Альметьевском газобензиновом заводе. Работа проводилась под руководством начальника отдела проектирования и автоматизации С. П. Зельцера. В тот же период было осуществлено оснащение приборами автоматического контроля ряда установок Уфимских НПЗ.

В Башкортостане первым объектом, на котором была внедрена автоматизированная система управления, была установка пиролиза на Уфимском НПЗ им. XXII съезда КПСС. В 1967–1968 гг. началось проектирование автоматизации на установках УЗСС: фенольного производства, производства полиэтилена и др. Автоматизация и телемеханизация обеспечивалась базой модернизирующихся приборов и аппаратов и вычислительной

техники. В 1980-х гг. в Башкирском филиале СКБ АНН велись работы по созданию систем автоматизации на предприятиях «Уфанефтехим» и «Уфоргсинтез».

С начала деятельности Башкирского филиала СКБ АНН были разработаны, спроектированы, произведены и внедрены приборы: автоматического контроля; пневматической дистанционной сигнализации; для непрерывного контроля и регистрации среды в экстракционных колоннах; для определения температуры вспышки и воспламенения нефтепродуктов в открытом тигле; для определения температуры хрупкости нефтебитумов; для программного управления резиносмесительными агрегатами; для световой и звуковой сигнализации возникновения и управления системой пенотушения; для определения температуры размягчения нефтяных битумов; для дистанционного централизованного контроля уровня жидкости в резервуарах и сигнализации его предельного значения и многие другие, которые и определяли уровень автоматизации нефтяного производства.

В настоящее время ОАО «Башкирское специальное конструкторское бюро» продолжает разработку, производство и поставку приборов для систем автоматического контроля и регулирования на предприятия нефтяной отрасли промышленности, организывает математическое обеспечение и отладку микропроцессоров.

### 3.3. К истории создания некоторых контрольно-измерительных приборов для нефтяной промышленности.

В 1960-х гг. интенсивно развивалось приборостроение и разработка систем автоматизации на предприятиях нефтяной промышленности. В этот период были созданы около 300 приборов контроля и управления. В диссертации рассмотрена история создания более 48 приборов и средств автоматизации и управления. Ниже, в качестве примеров, приведены несколько приборов.

Прибор АТВ-1 (рис. 1) предназначен для полуавтоматического определения температуры вспышки нефтепродуктов в закрытом тигле по ГОСТ 6356-75. Диапазон определения температуры вспышки  $12+3000^{\circ}\text{C}$ . Прибор принят ведомственной комиссией Миннефтехимпрома СССР и рекомендован для серийного производства. 16 приборов прошли метрологическую аттестацию, по результатам которой было намечено введение прибора в ГОСТ на метод и организация серийного производства.

Аппарат ТВ-1 (рис. 2) предназначен для определения температуры вспышки нефтепродуктов и органических продуктов в закрытом тигле. Соответствует требованиям международного стандарта ИСО 2719-73 на метод испытания. В 1978 г. прошел ведомственные приемочные испытания и рекомендован к промышленному производству на Белгородском ОПЗ НПО «Нефтехимавтоматика».

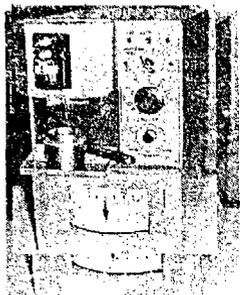


Рисунок 1. Прибор АТС-1

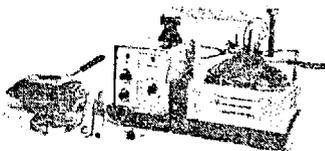


Рисунок 2. Аппарат ТВ-1

Аппарат АКС-1 (рис. 3) предназначен для определения коллоидной стабильности пластичных смазок по методу ГОСТ 7142-74. Диапазон маслоотделения от 0,1 до 90% при навеске смазки от 2 до 3 г. Опытная партия аппаратов в количестве 10 шт. внедрена на предприятиях п/я М-5593 (Киев) и М-5050 (Москва), на ОПЗ ВНИИ НП (Москва) и др. Аппарат отмечен 1-ой премией ВХО им. Д. И. Менделеева.

Система ПСС (рис. 4) предназначена для пневматической дистанционной сигнализации предельного уровня в резервуарах. Точность срабатывания сигнализации  $\pm 50$  мм. Выпускается модификациями на 10, 20, 30 и 40 резервуаров. Внедрена на Ново-Уфимском, Рязанском, Одесском НПЗ, УНПЗ им. XXII съезда КПСС.

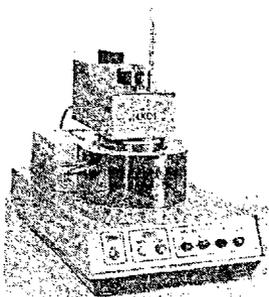


Рисунок 3. Аппарат АКС-1

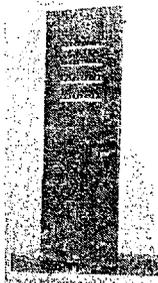


Рисунок 4. Система ПСС



Рисунок 5. Система КОНСИГ

Система КОНСИГ (рис. 5) предназначена для дистанционного централизованного контроля уровня жидкости в резервуарах и сигнализации его предельного значения. Выпускается модификациями на 10 и 20 резервуаров. Предел измерения уровня до 10 м, точность срабатывания сигнали-

зации  $\pm 50$  мм. Внедрена на Комсомольском-на-Амуре и Мажекяйском НПЗ, УНПЗ им. XXII съезда КПСС, Пермском ВПК, предприятии п/я Р-6865 (г. Драгобыч). Система отмечена бронзовой медалью ВДНХ СССР на выставке «НТП в отраслях химической индустрии».

#### 4. Автоматическое регулирование в процессах переработки нефти.

Так как эффективность работы установок первичной переработки нефти во многом определяет условия работы остальных установок, то улучшение ее работы весьма существенно для НПЗ. Внедрение АСУ ТП на НПЗ позволило стабилизировать качественные показатели нефтепродуктов, увеличить глубину отбора светлых нефтепродуктов, снизить удельные нормы расхода сырьевых ресурсов, сократить непроизводительные расходы.

Целевое назначение установки АТ-5 – первичная переработка обессоленной и обезвоженной нефти, фракционирование на узкие бензиновые фракции. Готовой продукцией являются следующие фракции: а) НК-62°C; б) 62-85°C; в) 85-105°C; г) 105-180°C; д) 180-240°C (керосин); е) 240-300°C (дизельное топливо); ж) 300-350°C (атмосферный газойль); з) пропан-бутановая фракция. Побочными продуктами являются сухой газ и мазут. Факторами, определяющими эффективность работы установки, являются выходы светлых продуктов (это фракции от НК-62°C до дизельного топлива) и качество получаемых продуктов. Внедрение АСУ ТП первичной переработки позволило увеличить отбор светлых нефтепродуктов на 1-2%, что в денежном выражении дало дополнительную прибыль около 100 тыс. руб. в год при более стабильном качестве готовой продукции.

Данный процесс авторегулирования внедрен на ряде НПЗ: Пермском НПЗ, Ново-Бакинском НПЗ им. В. Ильина, ОАО «Уфанефтехим», Грозненском НПЗ им. В.И. Ленина).

Технологическая схема автоматизированной установки первичной переработки нефти АТ-5 приведена на рисунке 6.

##### 4.1. Анализ уровня автоматизации установки АТ-5.

Существующая система автоматизации процесса первичной переработки на установке АТ-5 реализована на уровне контроля и стабилизации отдельных режимах параметров и сигнализации предаварийных состояний. Ниже приведен анализ систем контроля и регулирования по блокам.

**Блок фракционирования нефти.** Температура верха колонны К-1 регулируется острым орошением. На линии орошения К-1 установлен клапан-регулятор расхода (поз.408) «ВЗ» с коррекцией по температуре верха К-1 (поз. 2). На линии сбора сухого газа из Е-1 установлен регулятор давления (поз. 358), регулирующей давление «до себя». На линии подачи полубензиновой нефти в печь П-2 установлены регуляторы расхода (типа ВЗ) поз. 411, 421, 413, 414, 416, 417. Контроль температуры дымовых газов над перевалами печей П-1, П-2 и на линиях выхода осуществляется на ка-



ждом потоке с помощью термопар. Температура перевалов печи П-1 регулируется клапанами поз 8,10 (типа ВО), установленными на линии подачи газообразного и жидкого топлива к форсункам с коррекцией по температуре выхода продукта из печи П-1 – поз. 9, 11.

Орошение колонны К-2 регулируется регулятором расхода (типа ВЗ) поз. 418, а балансовое количество бензина отводится в К-4 с помощью регулятора (типа ВЗ) поз. 525. На линии сухого газа из Е-2 установлен регулятор давления («до себя») типа В.О.) поз. 214. На трех потоках, выходящего с низа К-2 мазута, установлены регуляторы расхода мазута с коррекцией по уровню в К-2. На линии выкида насоса Н-14, отводящего целевой продукт – фр. 180-240°C из К-3/1, установлен клапан-регулятор уровня (типа ВЗ) поз. 606; на линии выкида насоса Н-15, отводящего целевой продукт – фр. 240-300°C из К-3/2, установлен клапан-регулятор уровня (типа ВЗ) поз. 607 и поз. 608 на линии выкида насоса Н-16, отводящего фр. 300-350°C. Для регулирования подачи пара в К-2 на линии пара установлен клапан-регулятор расхода (типа ВЗ) поз. 421, а для секции колонны К-3 установлены регуляторы расхода пара (типа ВЗ) поз. 422, 423, 424.

Блок стабилизации бензиновой фракции. Отвод пропан-бутановой фракции осуществляется с верха колонны К-4 через регулятор давления («до себя») типа ВЗ) поз. 220. Регулирование расхода орошения колонны К-4 осуществляется с помощью регулятора расхода (типа ВЗ) поз. 440. Через регулятор давления «до себя» (типа ВЗ) поз. 223 отводится сухой газ из Е-3. Пропан-бутановая фракция откачивается с установки через клапан-регулятор (типа ВЗ) поз. 616 по уровню в Е-3. Недостающее тепло в колонну К-4 подводится горячей циркуляционной струей стабильной бензиновой фракции из печи П-2, стабилизация расхода которой обеспечивается клапаном (типа ВЗ) поз. 441 с коррекцией задания от датчика температурой вспышки поз. 735. Ввиду того, что датчик температуры вспышки на указанном продукте вышел из строя, система в таком виде не работает.

Блок вторичной ректификации. Постоянство подачи фр. НК-180°C в колонну К-9 поддерживается регулятором расхода поз. 443. Температурный режим колонны К-9 поддерживается регулятором расхода поз. 449 с коррекцией по температуре на выходе из печи П-4 поз. 28. Уровень низа колонны К-9 регулируется клапаном-регулятором поз. 632. На линии выхода паром из К-9 в ХВ-21 установлен клапан-регулятор давления «до себя» (типа ВЗ) поз. 318, который регулирует давление в К-9. Фракция НК-85°C, выходящая с верха К-9 осуществляется регулятором расхода подачи холодной воды по температуре поз. 60 т.

Стабилизация количества на выходе с верха К-9 осуществляется регулятором расхода (типа ВЗ) поз. 457 с коррекцией по температуре верха К-9 поз. 84 т. Фр. НК-85°C, поступающая на вход колонны К-8, подается из У-18 через клапан-регулятор расхода (типа ВЗ) поз. 526 с коррекцией по уровню в Е-18 поз. 633. Давление колонны К-8 регулируется клапаном (типа ВЗ) поз. 226. Температура верха колонны К-8 поддерживается расхо-

дом орошения фракции НК-620С с помощью регулятора расхода поз. 447 с коррекцией по температуре верха К-83 поз. 83 и их качество фракции (температуре вспышки) поз. 736.

Уровень низа К-8 поддерживается регулятором уровня поз. 630, клапан которого стоит на выходе фр. 62-85°C. Степень конденсации выходящего с низа К-8 фр. 62-85°C регулируется регулятором температуры поз. 58, с помощью клапана, стоящего на линии подачи холодной воды в ХВ-23. На линии подачи циркуляционной фракции 62-85°C в печь П-5 установлен клапан-регулятор расхода (типа ВЗ) поз. 451, регулирующий расход продукта в печь.

Тепловой режим колонны К-10 поддерживается циркуляцией фракции 105-180°C через печь П-5 с помощью регулятора поз. 452. Орошение колонны осуществляется фракцией 85-105°C, выходящей с верха К-10, через ХВ-22, температура охлаждения которой регулируется регулятором поз. 61 т, по температуре, после ХВ-22 с помощью изменения подачи охлаждающей воды. Количество орошения стабилизируется регулятором расхода (типа ВЗ) поз. 454 с коррекцией по температуре верха К-10. Фр. 85-105°C уходит с установки после ХВ-24 через регулятор – клапан (типа ВО) по уровню в Е-19, поз.635.

Проведенный анализ уровня автоматизации установки АТ-5 позволяет сделать следующие выводы.

1. На установке АТ-5 стабильно функционируют следующие системы регулирования: а) расходов острого орошения по температуре верха колонн; б) расходов циркуляционных орошений; в) теплового режима низа колонн; г) расходов фракций с установки по уровню в емкостях; д) расходов фракций на входе в печи; е) давления верха колонн; ж) температуры конденсации некоторых готовых продуктов (полупродукта) на выходе из колонны.
2. Анализ моделей выхода готовой продукции показывает наличие зависимости выходов от качественных показателей нефти, на основе которых выявлена целесообразность использования в системе следующих приборов и систем регулирования качества выходных продуктов: а) контроль удельного веса нефти на потоке; б) контроль застывания нефти на потоке; в) контроль вязкости нефти на потоке; г) анализаторы качества всех готовых фракций на потоке; д) на основе датчиков качества или моделей качества выходных продуктов, разработанных в соответствии системы регулирования режимов фракционирования.

### Выводы.

1. Впервые на основе анализа архивных и иных документов исследованы научные и производственные работы по созданию новейших контрольно-измерительных приборов для процессов добычи и переработки нефти и нефтяного сырья в 1920-1990 годы.

2. Показано, что автоматизация процессов добычи нефти с помощью скважинных электроцентробежных погружных насосов, переработки нефти на атмосферно-вакуумных трубчатках и установках каталитического крекинга с большой единичной мощностью, а также промышленных процессов получения низкомолекулярных непредельных углеводородов, алкилароматических соединений, фенола, ацетона, полиэтилена, полипропилена и других мономерных и полимерных материалов, позволяет повысить производительность труда на 15-20 %, увеличить выход целевых продуктов от 1,5 до 15 % против проектного уровня, снизить себестоимость продукции на 5-6%, энергозатраты и потери сырьевых ресурсов – на 5-10 %, улучшить экологическую обстановку на предприятиях топливно-энергетического комплекса.

3. На основе сравнительного анализа эффективности работы ряда нефтяных и нефтехимических установок в условиях применения различных систем и средств автоматизации и телемеханизации определены наиболее перспективные направления развития систем управления с помощью новых программных элементов.

4. С применением современных математических методов разработаны пути повышения эффективности добычи нефти и газа за счет автоматизации работы скважин.

5. На основе архивных и иных документов показана решающая роль Башкирского филиала СКБ АНН в создании ряда новейших приборов контроля качества нефтепродуктов и автоматизированных систем управления технологическими процессами на многих отечественных предприятиях нефтеперерабатывающей и нефтехимической отраслей промышленности.

6. Предложены математические приемы оценки эффективности использования ряда контрольно-измерительных приборов, средств автоматизации и управления в нефтегазовом комплексе, позволяющих прогнозировать окупаемость затрат на автоматизацию производственных процессов.

**Основное содержание работы опубликовано в 12 научных трудах, из которых № 4 и № 5 опубликованы в журналах, включенных в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий» ВАК Минобразования и науки РФ:**

1. Мовсумзаде А. Э., Рахманкулов Э. Д., Ализаде М. Ф. Базисные элементы авторегулирования на промыслах Апшерона. / Современные проблемы истории естествознания наук в области химии, химической технологии и нефтяного дела: Материалы I Всесоюзной научно-практической конференции. Вып. 1. – Уфа: изд-во Реактив, 2001. – С. 59-63.
2. Мовсумзаде А. Э., Рахманкулов Э. Д. Этапы зарождения и первоначального развития регистрации и контроля технологических парамет-

- ров. / Современные проблемы истории естествознания наук в области химии, химической технологии и нефтяного дела: Материалы II Международной научной конференции. Т. 2.– Уфа: изд-во «Реактив», 2001.– С. 143-146.
3. Рахманкулов Э. Д., Поскряков Ю. М., Мовсумзаде А. Э. Факторы зарождения и оценка автоматизации нефтяного производства Республики Башкортостан. / Современные проблемы истории естествознания наук в области химии, химической технологии и нефтяного дела: Материалы II Международной научной конференции. Т. 2.– Уфа: изд-во «Реактив», 2001.– С. 138-142.
  4. Мовсумзаде А. Э., Рахманкулов Э. Д. Мовсумзаде Н. Ч. Первые этапы становления автоматизации в нефтяном деле. // Нефть, газ и бизнес.– 2002.– № 1.– С. 70-72.
  5. Мовсумзаде А. Э., Рахманкулов Э. Д., Сыркин А. М., Мовсумзаде Н. Ч. Анализ авторегулирования процесса производства катализатора МХВ (Cu-Cr-Va) на Уфимском НПЗ. // Нефтепереработка и нефтехимия.– 2002.– № 3.– С. 35-37.
  6. Мовсумзаде А. Э., Рахманкулов Э. Д., Ализаде М. Ф. Начальные базисные элементы авторегулирования. / Тезисы докладов XIV Международной научно-технической конференции «Химические реактивы, реагенты и процессы малотоннажной химии».– Уфа: изд-во «Реактив», 2001.– С. 162-163.
  7. Рахманкулов Э. Д. Исторические факты зарождения регистрации и контроля технологических параметров. / Современные проблемы истории естествознания наук в области химии, химической технологии и нефтяного дела: Материалы II Международной научной конференции. Т. 1.– Уфа: изд-во «Реактив», 2001.– С. 97-98.
  8. Рахманкулов Э. Д., Мовсумзаде А. Э. Истоки использования контрольно-измерительной техники в России. / Современные проблемы истории естествознания наук в области химии, химической технологии и нефтяного дела: Материалы II Международной научной конференции. Т. 1.– Уфа: изд-во «Реактив», 2001.– С. 91-92.
  9. Gordeev I. S., Siraeva I. N., Rakhmankulov E. D., Movsumzade A. E., Yojet Kovac Preliminary Distillation of Oil Produced in Grozny Oil Fields. / XXI International Congress of History of Science.– Mexico, 2001– p. 514.
  10. Movsumzade A. E., Rakhmankulov E. D., Movsumzade N.Ch. Beginning of Automation in oil Business. / XXIX Symposium of International Committee for the History of Technology ICONTEC.– Spain.– 2002.– P. 197.
  11. Рахманкулов Э. Д. Создание и деятельностью конструкторского бюро по автоматизации объектов нефтяной отрасли Республики Башкортостан. / Современные проблемы истории естествознания наук в области химии, химической технологии и нефтяного дела: Материалы VII Международной научной конференции. Т. 1.– Уфа: изд-во «Реактив», 2006.– С. 165-167.

12. Рахманкулов Э. Д. Исторические этапы развития нефтепромысловой телемеханизации. / Современные проблемы истории естествознания наук в области химии, химической технологии и нефтяного дела: Материалы VII Международной научной конференции. Т. 1.– Уфа: изд-во «Реактив», 2006.– С. 167-169.

Подписано в печать 20.11.06. Бумага типографическая № 1. Формат бумаги 60×84, 1/16.

Печать методом ризографии. Усл. печ. л. 2,0. Тираж 90 экз. Заказ № 63.

Отпечатано в Государственном издательстве научно-технической литературы  
«Реактив», г. Уфа, ул. Ульяновых, 75.



