**Федеральная целевая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы»**

**Разработка отечественного массового кориолисового расходомера для нефтегазовой промышленности с функцией измерения расхода многофазных потоков**

**Соглашение № 14.578.21.0191 от 03.10.2016**

**Руководитель д.т.н., проф. А.Л. Шестаков.**

**Этап 2**

**Выбор направления исследований и теоретические исследования**

**(01.01.2017–29.12.2017)**

1. **Цель проекта**

**Задача, на решение которой направлен проект**

Повышение экономичности и эффективности измерения расхода нефтеводогазовой смеси, непосредственно добываемой из нефтяных скважин, путем снижения расходов на сепарацию на основе разработки отечественного массового кориолиосового расходомера с функцией измерения расхода многофазных потоков.

**Цель реализуемого проекта**

Конечным продуктом, создаваемым с использованием результатов, полученных при выполнении проекта, является кориолиосовый расходомер с функцией измерения расхода многофазных потоков.

Кориолисовый расходомер является одним из самых востребованных приборов в сфере коммерческого учета потребления жидких и газообразных материалов, что в первую очередь, связано с высокой точностью их работы и возможностью измерения как объёмного, так и массового расхода. Однако эти качества кориолисового расходомера в полной мере проявляются лишь при работе с однородной (однофазной) средой. Появление в измеряемой среде возмущающей компоненты, в частности газа в жидкой среде, приводит к резкому росту погрешности измерения, вплоть до выхода прибора из строя.

Это приводит к необходимости каким-либо образом, например, с помощью предварительной сепарации, контролировать содержание возмущающей фракции. Применение дополнительных операций повышает стоимость самого прибора и его эксплуатации, а также приводит к ограничениям при измерении расхода.

Это существенно ограничивает возможности использования прибора в таких ключевых применениях, как измерение газового конденсата, сжиженных склонных к вскипанию технологических газов. Особую актуальность такая задача приобрела в связи с необходимостью измерять расход нефтеводогазовой смеси, непосредственно добываемой из нефтяных скважин. Такие измерения, осуществляемые автоматизированными групповыми замерными установками (АГЗУ), во-первых, дают информацию, позволяющую качественно эксплуатировать скважину, а, во-вторых, обязательны для целей контроля за недропользованием и исчисления соответствующих налоговых выплат. Требования к таким измерениям сформулированы в ГОСТ Р 8.615-2005.

Цель проекта: подготовка научно-технологического задела для создания и, в перспективе, серийного выпуска отечественных кориолисовых расходомеров, позволяющих обеспечить работу в соответствии с ГОСТ Р 8.615-2005 при измерении объемно-массовых параметров сложных газо-жидкостных смесей.

1. **Основные результаты проекта**

1 Разработана математическая модель кориолисового расходомера с функцией измерения расхода многофазных потоков.

2 Проведено имитационное моделирование гидродинамических течений в проточной части кориолисового расходомера. Проведен анализ возможности оптимизации профиля потока для расширения диапазона измерения. Проведен анализ влияния состава и характеристик компонентов среды на контролируемые показатели кориолисового расходомера результаты моделирования и анализа влияния давления и температуры текущей среды на метрологические характеристики кориолисового расходомера.

3 Выполнено моделирование влияния давления и температуры текущей среды на метрологические характеристики кориолисового расходомера.

4 Проведена оптимизация конструктивных параметров расходомера с целью компенсации наличия возмущающей фазы.

5 Разработаны алгоритмы самоконтроля и диагностики технического состояния кориолисового расходомера.

6 Разработана методика экспериментальной оценки качества работы алгоритмов самоконтроля и диагностики технического состояния кориолисовых расходомеров.

7 На математической модели расходомера отработаны алгоритмы самодиагностики.

8 Изготовлен эталонный измерительный модуль, разработана программа и методики его опытных испытаний, проведены его опытные испытания и подтверждена готовность эталонного измерительного модуля к дальнейшей эксплуатации.

9 Разработана программа и методики лабораторных испытаний узлов кориолисовых расходомеров.

10 Проведены лабораторные испытания узлов кориолисовых расходомеров и проведено сопоставление результатов экспериментов с результатами математического моделирования.

11 Разработана эскизная конструкторская документация на эталонный измерительный модуль.

12 Разработана эскизная конструкторская документация на экспериментальные электронные блоки макетов экспериментальных образцов кориолисовых расходомеров.

13 Разработана эскизная конструкторская документация на макеты экспериментальных образцов кориолисовых расходомеров.

14 Разработана эскизная конструкторская документация на экспериментальный проливочный стенд.

15 Приобретены комплектующие и материалы для изготовления экспериментального проливочного стенда, электронных блоков и макетов экспериментальных образцов кориолисовых расходомеров.

16 Изготовлены макеты экспериментальных образцов кориолисовых расходомеров.

17 Разработана математическая модель системы управления кориолисовым расходомером.

18 На основании результатов, полученных при разработке модели цифровой электронной системы обработки первичных сигналов расходомера на втором этапе проведены дополнительные патентные исследования.

19 Опубликованы и проиндексированы три научных статьи:

20 Для выполнения работ на отчетном этапе (лабораторные испытания узлов кориолисовых расходомеров) использованы два центра коллективного пользования Южно-Уральского государственного университета.

Результаты, полученные на втором этапе выполнения НИР, рекомендовано использовать при разработке программного обеспечения электронного блока; при проведении исследовательских испытаний макетов и последующей корректировке эскизной конструкторской документации и разработанных математических моделей; при изготовлении экспериментального проливочного стенда.

1. **Назначение и область применения результатов проекта**

В рамках проекта создается научно-технический задел, необходимый для создания и серийного выпуска линейки отечественных массовых кориолисовых расходомеров (МКР) для измерения объемно-массовых параметров сложных газожидкостных смесей:

– в нефтедобывающей промышленности – нефтеводогазовой смеси на скважинах в соответствии с ГОСТ Р 8.615-2005;

– в газовой промышленности – стабильного и нестабильного газового конденсата в соответствии с требованиями правил технологического и коммерческого учета;

– в химической промышленности - сжиженных технологических газов.

Разрабатываемые расходомеры планируется применить в перспективных групповых замерных установках (АГЗУ) сырой нефти ведущих отечественных производителей. Применение разрабатываемых расходомеров в АГЗУ имеет следующие перспективы.

1) Снижение стоимости изготовления АГЗУ за счет снижения требований к сепарации с возможностью перехода к бессепарационным методам при использовании кориолисового расходомера с повышенной устойчивостью к наличию газовых фракций.

2) Повышение эффективности функционирования АГЗУ за счет перехода к бессепарационным методам контроля дебита отдельных нефтедобывающих скважин и куста в целом и увеличения межрегламентного периода.

3) Массовые кориолисовые расходомеры с функцией измерения многофазных потоков перспективны для учета газового конденсата и сжиженных углеводородных газов.

1. **Эффекты от внедрения результатов проекта**

1) Повышение качества сырья для нефтеперерабатывающей промышленности за счет оперативного управления работой скважин.

2) Уменьшение затрат на обслуживание автоматических групповых замерных установок, повышение автономности (увеличение межрегламентного периода).

3) Замещение импорта изделий приборостроения в нефтедобывающей отрасли, вывод на рынок новой научно-технической продукции и технологий мирового уровня.