

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования “Российский государственный университет  
нефти и газа (национальный исследовательский университет)  
имени И.М. Губкина”

**О Т З Ы В**

официального оппонента доктора технических наук профессора  
Полякова Вадима Алексеевича  
на диссертационную работу Фетисова Вадима  
“Обоснование параметров транспортирования природного газа по  
магистральным газопроводам с учетом нестационарных режимов”,  
представленную на соискание ученой степени  
кандидата технических наук по специальности 25.00.19 –  
“Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и  
хранилищ”.

Доля газа в общем объеме энергопотребления, доля газопроводов в общем объеме товаротранспортных операций с газом, стоимость газопроводов требуют обеспечения их надежной и эффективной работы. Газопроводная система – коммерческое предприятие, зарабатывающее предоставлением услуг по транспорту газа. Показателем предоставленной услуги является расход. Поэтому обеспечение заданного расхода – главная задача проектирования и эксплуатации газопровода. Газопроводная система – сложный технологический комплекс, количественно характеризуемый большим набором нормируемых показателей с широкими диапазонами своего изменения и постоянно меняющийся во времени. При этом объективной особенностью самого технологического процесса является его работа также в условиях нестационарности. Поэтому в диссертации Фетисова В. решается всегда *актуальная задача* – обеспечение эффективности (заданного расхода) в условиях нестационарности путем определения рационального режима.

Диссертация Фетисова В. построена по общепринятой схеме научного исследования в приложении к конкретной технической отрасли, последовательна и научно выдержана. Автором освещены и использованы результаты существующих исследований в области трубопроводного транспорта газа. При решении поставленных задач в диссертационной работе использовался анализ производственных данных, математическое и компьютерное моделирование. Основная последовательность полученных научных решений – исследование нестационарных режимов работы магистральных газопроводов,

определение их влияния на технологический процесс трубопроводного транспорта, согласование работы системы “трубопровод÷компрессорная станция” в целом. *Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций*, подтверждается:

- теоретическими исследованиями, результатами экспериментальных исследований и главное – сходимостью результатов теоретических и экспериментальных исследований;

- опубликованными работами, обсуждениями на научно-технических конференциях, личным участием в реализации технических заданий, выполняемых при подготовке диссертации, государственной регистрацией вычислительной программы, патентами и авторским свидетельством.

*Основными научными результатами* диссертационной работы считаю:

1. Сформулирована математическая модель нестационарных режимов работы газопровода. Указаны основные отличия сформулированной модели от существующих, обозначены условия эксплуатации, для которых модель должна применяться.

2. На основе математического решения разработаны алгоритмы анализа, контроля и управления технологическими режимами.

3. Предложена модель идентификации по экспериментальным данным коэффициента гидравлического сопротивления и суммарного коэффициента теплообмена.

4. Предложены алгоритмы прогноза и согласования работы системы “трубопровод÷компрессорная станция”.

Выполненные исследования представляют собой взаимосвязанную и целенаправленную последовательность научных и технологических результатов, сформировавших новые технические решения. Таким образом, полученные решения поставленных задач являются основой практического применения результатов диссертационной работы при проектировании и эксплуатации газопроводных систем. *Основными практическими результатами* считаю:

1. Разработана методика расчета процесса возникновения нестационарности на основе моделирования режимов технологического процесса.

2. Разработаны алгоритмы работы системы “трубопровод÷компрессорная станция”, позволяющие предсказать и оценить возможность возникновения внештатных ситуаций.

Наряду с отмеченными достоинствами работы считаю необходимым указать следующие ее *недостатки*:

1. Автор правильно обозначил теоретическую проблему – выбор математической формализации процесса из действительно большого количества предлагаемых в нормативных документах и литературе. Однако, по моему мнению, недостаточно математически корректно сформулировал постановку задачи. Так, на стр.84 основного текста сказано “Целью исследования было установить характер распределения скорости газа в газопроводе при возникновения нестационарности. В основу математической модели положены уравнения движения и неразрывности в виде ...” системы (3.1). Далее на стр. 84 основного текста “Реализация приведенной системы уравнений осуществлялась при следующих начальных и граничных условиях...” (3.2). “Система уравнений (3.2) путем дифференцирования по времени может быть сведена к уравнению теплопроводности относительно массовой скорости газа ...” (3.3). “Для получения решения уравнения (3.3) сведем поставленную краевую задачу до однородной ...”. Не приведены последовательность математических действий и их обоснование.

В основном тексте работы и в автореферате приводятся термины “внештатные ситуации”, “предотвращение аварийных ситуаций” и так далее, обозначающие ситуации, которые должны быть исключены в результате применения полученных в работе решений. Поэтому, эти ситуации должны были быть математически формализованы, классифицированы и указаны в постановке задачи в качестве начальных и граничных условий.

2. На стр.4 автореферата Научная новизна работы. “1. Разработана ... модель ... с учетом отборов, подкачек газа, ...”. Стр.11 автореферата “В третьей

главе выполнены экспериментальные исследования ...”. Стр.90 основного текста “... при отключении ГПА”, стр.92 “... включение-отключение резервных ГПА ..., переключение линейных кранов ...”. Процесс отбора и подкачки газа экспериментально не исследовался.

3.В диссертации не приведен в явном виде принцип оценки точности математической модели. Так, на стр.90 основного текста “Среднее относительное отклонение между результатами расчетов изменения давления и температуры на выходе из КЦ КС “Портовая” с приведенной итерацией данных составило 5%”. На стр.91 основного текста “... можно утверждать ..., что предложенная модель расчета адекватно описывает ... процессы... . Среднее относительное отклонение между результатами расчетов и фактическими данными составляет 5%”. На стр.117 в Заключение сказано “4.Для стабильности работы системы ... отклонения в параметрах ... не должны превышать 5-10% от проектной величины. 5.Адекватность разработанной модели и экспериментальных исследований составила до 5%”.

Почему автор считает величину  $5 \div 10$  [%] достаточной для стабильности работы системы, а величину 5 [%] достаточной для принятия модели?

4.Стр. 88 основного текста “Для точности полученных данных разработанной математической модели и алгоритма была смоделирована в программе Ansys Fluent CFD18.0 работа участка ...”. Точность расчетов определяется, прежде всего, корректностью математической формализации исследуемого процесса. А какая математическая формализация процесса используется в программе? Это не указано! Достижение научного результата не может и не должно быть связано с точностью работы программного комплекса. Если выяснится, что программный комплекс считает с ошибкой, значит ли это отсутствие научного результата?

5.В работе допущены некоторые “вольности”, затрудняющие ее восприятие, в частности:

- используются термины без указания их математической формализации. Например, на стр.93 основного текста ставится задача “... необходимо про-

водить оценку безопасности работы и рисков эксплуатации ...”. При этом не указано, как считается, в частности, риск и как результаты работы повлияли на величину риска;

- используются обозначения и единицы измерения, отличающиеся от установленных нормативными документами;

- при записи математических выражений в тексте автореферата и основного текста отсутствуют знаки операций, в частности, скалярного умножения (нет знака операции – нет самой операции), одно и то же обозначение применяется для обозначения производной (например, в формуле (3.5) основного текста) и диаметра в коэффициенте линеаризации на стр. 87 основного текста.

Указанные недостатки снижают возможность понимания и качество применения полученных результатов, но в целом не должны являться причиной отрицательной оценки диссертации в целом.

Фетисов В. показал себя сложившимся исследователем, способным квалифицированно и самостоятельно решать научные проблемы. Диссертационная работа является завершенным научным исследованием, выполненным автором самостоятельно на высоком научном уровне. В работе приведены научные результаты, позволяющие их квалифицировать как решения, обеспечивающие повышение эффективности работы магистральных газопроводов. Полученные автором результаты достоверны, выводы обоснованы. Работа базируется на фактическом материале, иллюстрируется примерами, расчетами и графиками.

Автореферат и опубликованные работы с достаточной полнотой отражают содержание диссертации.

Содержание диссертационной работы соответствует специальности 25.00.19. – “Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ”.

На основании вышеизложенного считаю, что работа Фетисова Вадима соответствует требованиям положения ВАК Российской Феде-

рации, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.19. – “Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ”.

Официальный оппонент  
 доктор технических наук, профессор  
 кафедры “Проектирование и эксплуатация  
 газонефтепроводов”  
 Федерального государственного автономного  
 образовательного учреждения высшего образования  
 “РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.  
 Губкина” (ГУБКИНСКИЙ  
 УНИВЕРСИТЕТ)



ПОЛЯКОВ  
 Вадим  
 Алексеевич

119991, Москва, Ленинский проспект, 65  
 Тел.: +7 (499)-507-88-42  
 E-mail: [vapolyakov@rambler.ru](mailto:vapolyakov@rambler.ru)



Подпись В.А.Полякова заверяю

 Ю.Е. Ширяев

20.05.2019г.