

Форма сбора сведений, отражающая результаты научной деятельности  
организации в период с 2015 по 2017 год,  
для экспертного анализа

Организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
"Федеральный исследовательский центр "Казанский научный центр  
Российской академии наук"  
ОГРН: 1021602842359

I. Блок сведений об организации

п/п	Запрашиваемые сведения	Характеристика
<b>РЕФЕРЕНТНЫЕ ГРУППЫ ОРГАНИЗАЦИИ</b>		
1	Тип организации	Научная организация
2	Направление деятельности организации	14. Энергетика <b>Все дальнейшие сведения указываются исключительно в разрезе выбранного направления.</b>
2.1	Значимость указанного направления деятельности организации	15%.
3	Профиль деятельности организации	I. Генерация знаний
4	Информация о структурных подразделениях организации	Институт энергетики и перспективных технологий – структурное подразделение Федерального исследовательского центра «Казанский научный центр Российской академии наук» (ИЭПТ ФИЦ КазНЦ РАН). Специализация: 1. Гидродинамика, тепломассообмен и термодинамика в энергетике и промышленности. 2. Энергоэффективные, энергосберегающие и экологически чистые технологии и устройства для производства энергии из органического сырья и средства добычи и использования углеводородов. 3. Механика деформирования и разрушения, оценка и прогнозирование прочности, надежности материалов и несущей способности конструкций.  Институт механики и машиностроения –

		<p>обособленное структурное подразделение Федерального исследовательского центра «Казанский научный центр Российской академии наук» (ИММ ФИЦ КазНЦ РАН).</p> <p>Специализация:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нелинейная механика тонкостенных конструкций, гидроаэроупругих и волновых систем.</li> <li>2. Динамика многофазных многокомпонентных сред в пористых структурах и технологических установках.</li> <li>3. Нелинейная теория устойчивости систем управления с изменяющейся структурой.</li> </ol>
5	Информация о кадровом составе организации	<p>- общее количество работников организации;</p> <p>2015 г. – 128 2016 г. – 115 2017 г. – 95</p> <p>- общее количество научных работников (исследователей) организации:</p> <p>2015 г. – 78 2016 г. – 82 2017 г. – 87</p> <p>- количество научных работников (исследователей), работающих по выбранному направлению, указанному в п.2:</p> <p>2015 г. – 78 2016 г. – 82 2017 г. – 87</p>
6	Показатели, свидетельствующие о лидирующем положении организации	<p>Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук» (ФИЦ КазНЦ РАН) организован на базе Казанского научного центра Российской академии наук путем присоединения к нему 6 научных учреждений и поликлиники. В результате ФИЦ КазНЦ РАН сегодня является одним из крупнейших многопрофильных научно-исследовательских центров в РФ, что обеспечивает ему лидирующие позиции в России и в мире по следующим направлениям фундаментальных и прикладных исследований: физика, химия, биология, сельское хозяйство, энергетика, механика и машиностроение. Проводимые исследования отвечают основным приоритетным направлениям Стратегии научно-технологического развития РФ (СНТР), включающим такие сферы, как природные ресурсы и их переработка, перспективные технологии и новые материалы, качество жизни. ФИЦ КазНЦ РАН обладает мощным научным потенциалом, который включает 8 членов РАН, более 100</p>

		<p>докторов и около 400 кандидатов наук. Здесь не только развиваются всемирно известные научные школы в вышеуказанных областях науки, но и активно формируются новые школы. Неоспоримым достоинством ФИЦ КазНЦ РАН является значительное число молодых ученых в возрасте до 39 лет, которое составляет около 50% всех научных сотрудников. Исследовательский потенциал существенно укреплен рядом «молодежных» научных лабораторий, созданных в рамках реализации приоритетных направлений СНТР путем привлечения молодых сотрудников НИИ, выпускников и аспирантов ВУЗов Казани. ФИЦ КазНЦ РАН интегрирован с ведущими ВУЗами Республики Татарстан (РТ) и России, что позволяет активно реализовывать молодежную политику в сфере науки. Развитая инфраструктура, эффективно используемое уникальное научное и технологическое оборудование мирового уровня и биоресурсные коллекции, составляющие основу Центра коллективного пользования (ЦКП), обеспечивают конкурентоспособность научных результатов, полученных ФИЦ КазНЦ РАН, как в России, так и за рубежом, а также позволяют реализовывать полный «инновационный цикл» - от научной идеи до коммерческого продукта. Сегодня более 25 % научных публикаций вышли в изданиях, относящихся к Q1 и Q2. Такой результат обусловлен, в том числе, широкой научной кооперацией ФИЦ КазНЦ РАН с ведущими российскими и мировыми научными центрами. Финансирование научных исследований ФИЦ КазНЦ РАН обеспечивается не только за счет средств государственного задания, но и путем активного привлечения внебюджетных средств, доля которых достигает 40 %. Основной вклад внебюджетной составляющей обеспечивает участие сотрудников в реализации конкурсных проектов российских и международных научных фондов, а также выполнении прикладных исследований в интересах российских и иностранных индустриальных партнеров в таких отраслях реального сектора экономики как нефтехимия, машиностроение, фармацевтика, семеноводство. В частности, в 2018 г. завершен крупный проект РФ по созданию международного научно-инновационного центра нейробиологии и фармакологии, и с 2018 г. реализуется «мегагрант» Минобрнауки РФ по организации международной лаборатории в области квантовых оптических</p>
--	--	---

		<p>технологий под руководством ведущего ученого из США. Результаты интеллектуальной деятельности защищены российскими и международными патентами, часть из которых передана в реальный сектор экономики на основе лицензионных договоров. ФИЦ КазНЦ РАН и его обособленные структурные подразделения ежегодно являются организаторами крупных научных мероприятий, определяющих мировые тенденции развития профильных областей науки.</p> <p>Направление «ЭНЕРГЕТИКА» в ФИЦ КазНЦ РАН ориентировано на повышение эффективности технологических процессов на предприятиях энергетики на основе теоретического и экспериментального моделирования динамики рабочих сред, процессов тепломассобмена, воздействия на оборудование давления, кавитации, физических полей. Развиваются теоретические, вычислительные и экспериментальные методы прогнозирования ресурса материалов и элементов конструкций, нелинейная механика тонкостенных конструкций, гидроаэроупругих и волновых систем, динамика многофазных многокомпонентных сред. Проводятся исследования интенсификации теплообмена, которые играют первостепенную роль в задачах энергосбережения. Современные подходы к интенсификации теплообмена основаны на турбулизации потока в тонкой пристеночной области, что позволяет существенно повысить теплообмен при умеренном росте гидравлического сопротивления.</p>
--	--	--

**II. Блок сведений о научной деятельности организации  
(ориентированный блок экспертов РАН)**

п/п	Запрашиваемые сведения	Характеристика
<b>НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОРГАНИЗАЦИИ</b>		
7	Наиболее значимые научные результаты, полученные в период с 2015 по 2017 год.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разработан новый оптический метод измерений мгновенных полей скорости потока по результатам дымовой визуализации, позволяющий исследовать нестационарные и быстропротекающие процессы.</li> <li>2. Установлены закономерности поперечного обтекания плохообтекаемого тела пульсирующим потоком.</li> <li>3. Выполнены экспериментальные исследования влияния вынужденных пульсаций потока на структуру обтекания поперечного выступа в канале на режимах перехода к турбулентности.</li> </ol>

		<p>4. Разработаны научные основы технологии совмещенного тепловолнового воздействия на процесс извлечения углеводородов из недр.</p> <p>5. Разработаны аналитические методы решения задач теплообмена на начальном тепловом участке при ламинарном течении вязкой жидкости, а также доказана невозможность построения ортогональной винтовой системы координат. Получен наиболее простой и удобный вид винтовой системы координат.</p> <p>6. Разработан модернизированный способ гидравлического перемешивания в метантенке биогазовой установки.</p> <p>7. Разработана модель паровой газификации битума, учитывающая кинетические и термодинамические свойства процесса газификации высоковязкого углеводородного сырья.</p> <p>8. Разработан новый метод прогнозирования остаточной долговечности при взаимодействии усталости и ползучести.</p> <p>9. Экспериментально исследованы продольные нелинейные колебания аэрозоля в закрытой и открытой трубах вблизи первой собственной частоты в безударно-волновом режиме. Показана эффективная коагуляция и осаждение капель на резонансной частоте по сравнению с естественным осаждением. С увеличением интенсивности колебаний время коагуляции и осаждения аэрозоля уменьшается.</p> <p>10. Экспериментально-теоретическим методом установлено, что коррозия на растянутых поверхностях образцов из конструкционной стали 08ПС6 в кислой среде (растворе гипохлорита натрия) идет быстрее, чем на сжатых. Этот эффект нужно учитывать при проектировании и эксплуатации конструкций.</p> <p>11. Развита теория распространения акустических волн в смеси жидкости с полидисперсными парогазовыми и газовыми пузырьками при учете межфазного массообмена. Показано, что развитая теория может уверенно использоваться для расчета искажения акустического сигнала при его взаимодействии с многослойными объектами, содержащими слой пузырьковой жидкости.</p> <p>12. Разработана аналитическая модель процесса парогравитационного дренирования в элементе разработки залежи сверхвязкой нефти и природных битумов. Модель позволяет прогнозировать основные показатели разработки, а также развитие паровой камеры, образование застойных зон или</p>
--	--	--

		целиков нефти, неохваченных паротепловым воздействием.
7.1	Подробное описание полученных результатов	<p>1. Разработан новый оптический метод измерений мгновенных полей скорости потока по результатам дымовой визуализации, позволяющий исследовать нестационарные и быстропротекающие процессы. Метод основан на измерении перемещений турбулентных структур, визуализируемых в световом ноже при помощи дыма. Исследовано изменение систематической и случайной ошибок измерения в зависимости от величины однородного смещения частиц дыма. Показана эффективность нового метода измерений с точки зрения повышения точности определения смещения частиц, напрямую влияющей на величину погрешности измерений скорости потока.</p> <p>Публикации:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. N. I. Mikheev and N. S. Dushin. A Method for Measuring the Dynamics of Velocity Vector Fields in a Turbulent Flow Using Smoke Image-Visualization Videos // Instruments and Experimental Techniques. 2016, Vol. 59, Issue 6, pp. 882–889. DOI: 10.1134/S0020441216060063</li> <li>2. Mikheev N.I., Goltsman A.E., Saushin I.I., Dushina O.A. Estimation of turbulent energy dissipation in the boundary layer using Smoke Image Velocimetry // Experiments in Fluids (2017) Volume 58, Issue 8, article 97. DOI: 10.1007/s00348-017-2379-x</li> <li>3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2017616364 «Программа экспресс-оценки параметров турбулентного потока по видеосъемке дымовой визуализации течения» от 06.06.2017</li> </ol> <p>2. Установлены закономерности поперечного обтекания плохообтекаемого тела пульсирующим потоком, выделены четыре типа характерных режимов течения и составлена их карта в пространстве параметров нестационарности потока. В зависимости от частоты и амплитуды пульсаций скорости внешнего потока характер обтекания цилиндра разделен на четыре существенно отличающихся друг от друга режима: от квазистационарного до режима полной подстройки процесса вихреобразования под частоту наложенных пульсаций. Предложена карта режимов обтекания цилиндра в пространстве безразмерной частоты (числа Струхали <math>Sh</math>) и относительной амплитуды <math>\beta</math> пульсаций набегающего потока. Актуальность исследования обусловлена растущей</p>

		<p>потребностью в интенсификации теплоотдачи в теплообменниках и системах охлаждения.</p> <p>Публикации: N.I. Mikheev, V.M. Molochnikov, A.N. Mikheev, O.A. Dushina. Hydrodynamics and heat transfer of pulsating flow around a cylinder // International Journal of Heat and Mass Transfer. Volume 109, June 2017, P. 254–265. DOI: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2017.01.125</p> <p>3. Выполнены экспериментальные исследования влияния вынужденных пульсаций потока на структуру обтекания поперечного выступа в канале на режимах перехода к турбулентности. Описан механизм формирования вихревых структур в слое смешения за выступом в канале. Показано, что при стационарном внешнем потоке в формировании вихрей за выступом на поздних стадиях перехода к турбулентности определяющую роль играет спиралевидное движение жидкости от боковых стенок канала к его плоскости симметрии. Результаты исследований позволяют проводить выбор геометрических параметров элементов дискретной шероховатости и режимов работы теплообменного оборудования для обеспечения его высокой эффективности.</p> <p>Публикации: Kalinin E. I., Mazo A.B., Malyukov A. V., Molochnikov V. M., Okhotnikov D. I. Pulsating Flow past a Spanwise Rib in a Channel at Moderate Reynolds Numbers // Fluid Dynamics, 2017. Vol. 41, No. 6, pp. 28–38.</p> <p>4. На основе анализа промысловых данных технологии совмещенного волнового воздействия с внутрипластовым горением и методом поддержания пластового давления показано, что эффект определяется режимом воздействия и, в частности, частотой генерируемых колебаний. Сопоставление промысловых и экспериментальных данных показало, что этот эффект проявляется значительно на частотах, близких к частотам фильтрационных шумов продуктивного пласта. Полученные результаты открывают новые возможности увеличения эффективности волновых методов добычи нефти.</p> <p>Публикации: Marfin, E.A., Kravtsov, Y.I., Abdrashitov, A.A., Gataullin, R.N., Galimzyanova, A.R. Elastic-Wave Effect on Oil Production by In Situ Combustion: Field Results (2015) Petroleum Science and Technology, 33 (15-16), pp. 1526-1532. DOI:</p>
--	--	--

		<p>10.1080/10916466.2015.1037923</p> <p>5. Разработаны аналитические методы решения задач теплообмена на начальном тепловом участке при ламинарном течении вязкой жидкости, а также доказана невозможность построения ортогональной винтовой системы координат. Получен наиболее простой и удобный вид винтовой системы координат. Публикации: 1. Vachagina E. K. and Kadyirov A.I. Analytical Solution of the Thermal Entrance Heat Transfer Problem for Viscous Flow in Annulus // J. Heat Transfer. 2016. 138(7) DOI: 10.1115/1.4033093 2. Vachagina E. K., Kadyirov A.I. The use of helical coordinate systems. Quarterly journal Mechanics Applied Mathematics (2014) 67(4): 553-566. DOI: 10.1093/qjmam/hbu017</p> <p>6. Модернизированный способ гидравлического перемешивания в метантенке биогазовой установки. В результате математического моделирования субстрата в виде неньютоновской жидкости и численных исследований гидродинамических процессов определены оптимальные конструктивные и режимные параметры метантенка биогазовой установки с усовершенствованным гидравлическим перемешиванием: геометрические характеристики аппарата, внутренние конструктивные особенности, расход органического субстрата, время перемешивания. Публикации: 1. Karaeva J.V., Khalitova G.R., Kovalev D.A., Trakhunova I.A. Study of the Process of Hydraulic Mixing in Anaerobic Digester of Biogas Plant // Chemical and Process Engineering. 2015. 2015. Vol. 36. Issue 1. Pages 101–112. DOI 10.1515/cpe-2015-0008 2. Karaeva J.V., Khalitova G.R. Evaluation of mixing quality in anaerobic digester // Journal of Renewable and Sustainable Energy. 2015. Vol. 7. №5. DOI 10.1063/1.4923327</p> <p>7. Модель паровой газификации битума с выявленными кинетическими и термодинамическими свойствами процесса газификации высоковязкого углеводородного сырья. В ходе проведенных исследований разработана модель паровой газификации битума с учетом химической структуры компонентов и путей их</p>
--	--	---



		<p>термического разложения, а также кинетических параметров и термодинамических свойств. При этом был уточнен алгоритм расчета динамической вязкости высокомолекулярных углеводородов нефти и определены кинетические характеристики процесса газификации высоковязкого углеводородного сырья на примере битума.</p> <p>Публикации:  Mingaleeva G.R., Ermolaev D.V., Galkeeva A.A. Physico-chemical foundations of produced syngas during gasification process of various hydrocarbon fuels // Clean Technologies and Environmental Policy. 2016. V.18. №1. P. 297-304. DOI: 10.1007/s10098-015-0988-8</p> <p>8. Предложен метод прогнозирования остаточной долговечности материалов и элементов конструкций при термомеханическом нагружении, основанный на новых конституционных уравнениях поведения среды с учетом накопления и развития повреждений при взаимодействии малоциклового усталости и ползучести. В лаборатории разработана и экспериментально обоснована концепция эквивалентных нелинейных коэффициентов интенсивности напряжений, основанная на новых конституционных уравнениях поведения поврежденной среды в зоне процесса разрушения. Для определения нового класса полей напряженно-деформированного состояния разработаны и внедрены в вычислительный комплекс ANSYS новые типы конечных элементов, описывающие скорость накопления и развития микроповреждений в условиях ползучести через расчет зоны процесса разрушения на различных этапах нагружения. В порядке выполнения серии численных параметрических расчетов установлены эффекты сложного напряженного состояния, отнесенные к силовой и деформационной формулировкам предельного состояния. Инновационность предлагаемого подхода состоит в создании авторского компьютерного кода прогнозирования остаточной долговечности материалов и элементов конструкций на стадии образования микро- и развития макроповреждений. Объектом приложения нового вычислительного комплекса выступал диск компрессора авиационного двигателя пассажирского лайнера. На основании комплекса численных расчетов введена новая диаграмма оценки предельной остаточной долговечности дисков турбомашин в границах малоциклового усталости и</p>
--	--	--

		<p>ползучести.</p> <p>Публикации:</p> <p>1. Shlyannikov V.N., Tumanov A.V., Boychenko N.V. A creep stress intensity factor approach to creep-fatigue crack growth // Engineering Fracture Mechanics, 2015, vol.142, p. 201-219.</p> <p>2. Shlyannikov V.N., Zakharov A.P., Yarullin R.R. Structural integrity assessment of turbine disk on a plastic stress intensity factor basis // International Journal of Fatigue, 2016, vol. 92, part 1, p. 234–245</p> <p>9. Исследования колебаний многофазных сред являются актуальной задачей. Экспериментально исследованы продольные нелинейные колебания аэрозоля и эффективная коагуляция и осаждение в закрытой и открытой трубах вблизи первой собственной частоты в безударно-волновом режиме при малых амплитудах смещения поршня. В закрытой трубе на резонансной частоте непрерывная волна давления газа по времени имеет асимметричный вид: фронт сжатия меньше, чем фронт разрежения, в то время как в открытой даже в резонансе форма волны давления близка к гармонической. Наблюдаемая резонансная частота имеет меньшее значение, чем рассчитанная по линейной теории, и совпадает с частотой, рассчитанной по нелинейной теории с учетом поглощения. Числовая концентрация капель аэрозоля монотонно убывает со временем. С ростом амплитуды смещения поршня характер зависимостей для указанных параметров приобретает большую кривизну. Увеличение интенсивности колебаний, обусловленное увеличением амплитуды смещения поршня, приводит к уменьшению времени осаждения аэрозоля. Для закрытой трубы эта зависимость носит нелинейный характер, а для открытой трубы – практически линейный. Обнаружено, что в безударно-волновом режиме время осаждения аэрозоля в закрытой трубе в 2-4 раза, а в открытой трубе в 6-12 раз ниже, чем при естественном осаждении. Результаты являются новыми и важными для развития механики многофазных сред. Сотрудники организации эффективно работают с использованием современного экспериментального оборудования.</p> <p>Публикации:</p> <p>1. Губайдуллин Д.А., Зарипов Р.Г., Ткаченко Л.А., Шайдуллин Л.Р. Движение частицы при нелинейных колебаниях газа в открытой трубе в</p>
--	--	--

	<p>безударно-волновом режиме // Инженерно-физический журнал. 2015. Т. 88. № 4. С. 843-847.</p> <p>2. Губайдуллин Д.А., Зарипов Р.Г., Ткаченко Л.А. Экспериментальное исследование коагуляции и осаждения аэрозоля в закрытой трубе в безударно-волновом режиме // Теплофизика высоких температур. 2012. Т.50. №4. С.603-605.</p> <p>3. Губайдуллин Д.А., Зарипов Р.Г., Ткаченко Л.А. Экспериментальное исследование колебаний аэрозоля в трубах в безударно-волновом режиме вблизи резонанса // Доклады академии наук. 2013. Т.452. №2. С. 161-164.</p> <p>4. Губайдуллин Д.А., Зарипов Р.Г., Ткаченко Л.А. Экспериментальное исследование колебаний аэрозоля в открытой трубе в безударно-волновом режиме // Теплофизика высоких температур. 2013. Т.51. №6. С.955-957.</p> <p>5. Губайдуллин Д.А., Зарипов Р.Г., Ткаченко Л.А. Резонансные колебания аэрозоля в трубе с диафрагмой в безударно-волновом режиме // Теплофизика высоких температур. 2014. Т.52. №6. С.921-926.</p> <p>10. Коррозия снижает ресурс оборудования и сооружений, что приводит к техногенным и экологическим авариям и катастрофам. Для эффективной защиты конструкций, работающих в условиях интенсивных механических воздействий, от коррозии актуальным является вопрос: на каких поверхностях интенсивнее происходит процесс коррозионного износа: на растянутых или сжатых поверхностях? Определение закономерностей коррозии позволяет грамотно проектировать конструкции и сооружения, правильно их эксплуатировать, а также разработать эффективные способы защиты конструкций от коррозии. Предложена модель изменения пассивирующего слоя в зависимости от механических деформаций. Для проверки модели и ответа на поставленный вопрос выполнены экспериментальные исследования. Растягивающие и сжимающие деформации на поверхностях образцов можно создать различными путями. В частности, путем приложения магнитного поля, путем механического изгибания исследуемых металлических образцов, стягивая через уголки противоположные кромки образцов, путем стягивания по контуру двух круглых образцов, между которыми в центральной части располагается ограничитель (сфера или шайба). Для оценки степени коррозии и</p>
--	---

		<p>определения механических свойств деформированных образцов, выдержанных в агрессивной среде, используется экспериментально-теоретический подход. Установлено, что коррозионный износ на растянутых поверхностях конструкционной стали 08ПС6 в кислой среде (5% и 10% раствор гипохлорита натрия) идет в 1,5 раза быстрее, чем на сжатых поверхностях. На способы испытаний и устройства получены патенты на изобретения. Отдельные части комплексной разработки награждены Золотой и Бронзовой медалями Международных Салонов «Архимед-2011» и «Архимед-2012». Схемы разработанных устройств и технология ремонта локальных коррозионных дефектов переданы и используются в ООО «Газпром трансгаз Казань».</p> <p>11. Исследования колебаний многофазных сред являются актуальной задачей. Теоретически исследовано распространение акустических возмущений в многофракционной смеси жидкости с полидисперсными парогазовыми и газовыми пузырьками различных размеров и разного состава с фазовыми превращениями. Проиллюстрировано хорошее согласие теоретических кривых фазовой скорости и коэффициента затухания с экспериментальными данными, в том числе в диапазоне около резонансных частот. Разработан теоретический метод расчета искажения акустического сигнала при его взаимодействии с многослойной преградой, содержащей слой полидисперсной пузырьковой жидкости. Представлены результаты расчета эволюции импульсного возмущения давления малой амплитуды на основании данных эксперимента, полученных при диагностике многослойных образцов, содержащих слои пузырьковых жидкостей. Получено хорошее согласование результатов теоретических расчетов с данными эксперимента. Установлено, что особые дисперсионные и диссипативные свойства слоя пузырьковой жидкости существенно влияют на динамику акустического сигнала в многослойной среде в зависимости от основной частоты сигнала. Показано, что с использованием полученного метода можно проводить верификацию теоретических моделей динамики газожидкостных сред на основе экспериментальных данных. Результаты являются новыми и важными для развития механики многофазных сред.</p>
--	--	---

	<p>Публикации:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нигматулин Р.И., Губайдуллин Д.А., Никифоров А.А. Динамика импульсных волн в пузырьковых жидкостях. Сравнение теории с экспериментом // Доклады академии наук. 2014. Т.456. № 6. С.662–664.</li> <li>2. Гафиятов Р.Н., Губайдуллин Д.А., Никифоров А.А. Распространение акустических волн в двухфракционных пузырьковых жидкостях с учетом фазовых превращений в каждой из фракций // Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2013. №3. С.92–99.</li> <li>3. Губайдуллин Д.А., Никифоров А.А., Гафиятов Р.Н. Акустические волны в многофракционных пузырьковых жидкостях // Теплофизика высоких температур. 2015. Т.53. №2. С.250-255.</li> <li>4. Губайдуллин Д.А., Никифоров А.А. Гафиятов Р.Н. Акустические волны в двухфракционных пузырьковых жидкостях с фазовыми превращениями // Теплофизика высоких температур. 2012. Т.50. №2. С.269–273.</li> </ol> <p>12. Важнейшей составляющей сырьевой базы нефтяной отрасли не только России, но и ряда других нефтедобывающих стран мира являются запасы высоковязких нефтей и природных битумов. В настоящее время одной из эффективных технологий добычи битума является парогравитационный режим эксплуатации пласта. На основе законов сохранения массы и энергии разработана аналитическая модель процесса парогравитационного дренирования в элементе разработки залежи сверхвязкой нефти и природных битумов. Модель позволяет прогнозировать развитие паровой камеры, образование застойных зон или целиков нефти, неохваченных паротепловым воздействием. Исследовано влияние вязкопластических свойств нефти, теплофизических и фильтрационно-емкостных свойств пласта на основные показатели парогравитационного дренирования: дебит добывающей горизонтальной скважины, накопленную добычу, накопленное паронефтяное отношение, коэффициент извлечения нефти. Проведено сравнение с результатами экспериментов на физических моделях, а также с результатами расчетов на коммерческом симуляторе, которое показало, что предложенная модель адекватно описывает процесс парогравитационного дренирования.</p> <p>Публикации:</p>
--	--

		<p>1. Hisamov R.S. Morozov P.E. Khairullin M.Kh. Shamsiev M.N. Abdullin A.I. The analytical model for development of heavy oil deposit by steam-assisted gravity drainage method // Neftyanoe Khozyaistvo - Oil Industry, 2015, Issue 2, Pages 62-64.</p> <p>2. Хайруллин М.Х., Морозов П.Е., Шамсиев М.Н., Абдуллин А.И. Оценка дебита горизонтальной скважины при разработке залежи сверхвязкой нефти методом парогравитационного дренирования // Инженерно-физический журнал, 2014. Т. 87. № 4. С. 865 - 870.</p>
8	<p>Диссертационные работы сотрудников организации, защищенные в период с 2015 по 2017 год.</p>	<p>Защищено 10 кандидатских диссертаций:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Тукмаков Д.А. "Численное исследование динамики газозвесей в нелинейных волновых полях", к.ф.-м.н. по специальности 01.02.05, 2015 г.</li> <li>2. Гольцман А.Е. "Динамика профилей скоростей и касательных напряжений в пульсирующем потоке", к.т.н., специальность 01.02.05, 2015 г.</li> <li>3. Саушин И.И. "Турбулентность в пограничном слое пульсирующего потока", к.т.н., специальность 01.02.05, 2015 г.</li> <li>4. Колчин С.А. "Гидравлическое сопротивление дискретно-шероховатого канала при наложенных пульсациях потока", к.т.н., специальность 01.02.05, 01.01.14, 2015 г.</li> <li>5. Абайдуллин Б.Р. "Критические режимы теплопереноса при ламинарном течении обобщенной ньютоновской жидкости в реакторе коаксиального типа", к.т.н., специальность 01.01.14, 2015 г.</li> <li>6. Федоров Ю.В. "Акустические волны в двухфазных полидисперсных средах с фазовыми переходами", к.ф.-м.н. по специальности 01.02.05, 2016 г.</li> <li>7. Гадильшина В.Р. "Термогидродинамические исследования вертикальных скважин с трещиной гидравлического разрыва пласта", к.т.н. по 01.02.05, 2016 г.</li> <li>8. Захаров А.П. "Характеристики циклической трещиностойкости конструкционных материалов при смешанных формах двухосного нагружения", к.ф.-м.н., специальность 01.02.04, 2016 г.</li> <li>9. Юдахин А.Е. "Исследование моделей теплопроводности в условиях быстропротекающего термического процесса в низкотеплопроводном твердом теле", к.т.н., специальность 01.04.14, 2017 г.</li> <li>10. Михеев А.Н. "Гидродинамика и теплообмен при поперечном обтекании цилиндра пульсирующим потоком", к.т.н., специальность 01.02.05, 01.04.14, 2017 г.</li> </ol>

<b>ИНТЕГРАЦИЯ В МИРОВОЕ НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО</b>		
9	Участие в крупных международных консорциумах и международных исследовательских сетях в период с 2015 по 2017 год	
10	Наличие зарубежных грантов, международных исследовательских программ или проектов в период с 2015 по 2017 год.	<p>2015 г.</p> <p>1. Международная программа, проводимая совместно Российским фондом фундаментальных исследований (РФФИ) и Государственным фондом естественных наук Китая (ГФЕН, Китай). Проект «Объединенный параметр сопротивления разрушения на основе пластического коэффициента интенсивности», зарубежный партнер East China University of Science and Technology (Китай), период реализации 2015-2016 гг., объем финансирования – 900000 руб.</p> <p>2. Международный контракт с Компанией Боинг (The Boeing Company, США) №1103916 от 04.05.2015 г., проект «Моделирование механических свойств конструкционных сплавов», период реализации - 2015г., объем финансирования – 57000\$.</p> <p>3. Международный контракт с Компанией Боинг (The Boeing Company, США) №1103916/03 от 02.09.2015 г., проект «Метод прогнозирования характеристик статической и циклической трещиностойкости на основе комплекса стандартных механических характеристик», период реализации - 2015 г., объем финансирования – 91000\$.</p> <p>2016 г.</p> <p>Международный контракт с Компанией Боинг (The Boeing Company, США) №1240354 от 03.11.2016 г., проект «Проведение испытаний образцов из конструкционных металлических материалов», период реализации - 2016 г., объем финансирования – 76624\$;</p> <p>2017 г.</p> <p>Международный контракт с Компанией Боинг (The Boeing Company, США) №1422932 от 16.10.2017 г.,</p>

		проект «Проведение испытаний образцов из листов титанового сплава после супер-пластического деформирования», период реализации - 2017 г., объем финансирования – 75095\$.
11	Участие в качестве организатора крупных научных мероприятий (с более чем 1000 участников), прошедших в период с 2015 по 2017 год	Соорганизаторы XI Всероссийского съезда по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики (Россия, Казань, 20 - 24 августа 2015 г.). Съезд собрал 2054 участника более чем из 300 организаций 117 городов.
12	Членство сотрудников организации в признанных международных академиях, обществах и профессиональных научных сообществах в период с 2015 по 2017 год	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чл.-корр. РАН Губайдуллин Д.А. является членом Европейского общества механиков Euromech.</li> <li>2. Марфин Е.А. является членом EAGE (European Association of Geoscientists &amp; Engineers)</li> <li>3. Шлянников В.Н. является членом исполнительного комитета Европейского общества целостности конструкций (ESIS Executive Commetee), действительным членом American Society for Testing and Materials (ASTM)</li> <li>4. Бойченко Н.В., Захаров А.П., Туманов А.В., Яруллин Р.Р. являются членами Европейского общества целостности конструкций (ESIS)</li> </ol>
<b>ЭКСПЕРТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ</b>		
13	Участие сотрудников организации в экспертных сообществах в период с 2015 по 2017 год	<p>Участие в экспертных сообществах:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Совет по грантам Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых и по государственной поддержке ведущих научных школ РФ.</li> <li>2. Федеральный реестр экспертов научно-технической сферы.</li> <li>3. Экспертный совет РАН</li> <li>4. Экспертный совет РФ</li> <li>5. Экспертный совет РФФИ</li> </ol> <p>Членство в редколлегиях журналов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Engineering Fracture Mechanics</li> <li>2. International Journal of Fatigue</li> <li>3. Engineering Fracture Mechanics</li> <li>3. Engineering Failure Analysis</li> <li>4. Theoretical and Applied Fracture Mechanics</li> <li>5. Труды Академэнерго</li> <li>6. Автоматика и телемеханика</li> <li>7. Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева</li> <li>8. Известия вузов. Проблемы энергетики</li> <li>9. Проблемы нелинейного анализа в инженерных системах</li> <li>10. Строительная механика инженерных конструкций и сооружений</li> </ol>



		Рецензенты журналов: Environmental Technology, Journal of Renewable and Sustainable Energy, Heat and Mass Transfer, Physics of Fluid, Акустический журнал, Вычислительная механика сплошных сред, Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, Георесурсы, Известия вузов. Авиационная техника, Известия УНЦ РАН, Нефтяная провинция, Строительная механика инженерных конструкций и сооружений, Теплофизика высоких температур, Экспозиция Нефть Газ.
14	Подготовка нормативно-технических документов международного, межгосударственного и национального значения, в том числе стандартов, норм, правил, технических регламентов и иных регулирующих документов, утвержденных федеральными органами исполнительной власти, международными и межгосударственными органами в период с 2015 по 2017 год	
<b>ЗНАЧИМОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ</b>		
15	Значимость деятельности организации для социально-экономического развития соответствующего региона в период с 2015 по 2017 год	Региональные гранты РФФИ с АН РТ: Исследования и разработки научных сотрудников институтов ФИЦ КазНЦ РАН вносят вклад в социально-экономическое развитие Республики Татарстан и имеют финансовую поддержку со стороны Правительства Республики Татарстан, а также крупных предприятий региона. Гранты: 1. №15-48-02449-р_поволжье_a «Экспериментальное изучение и развитие методов расчета гидроструйных дожимных компрессоров высокого давления». Значимость: способствует импортозамещению в нефтедобыче и ее метрологическом обеспечении, повышению энергоэффективности, снижению себестоимости товарной продукции, защите окружающей среды в Республике Татарстан. 2. №15-48-02464-р_поволжье_a «Создание физических основ увеличения теплогидравлической

		<p>эффективности теплообменников за счет нестационарных эффектов». Значимость: использование результатов при проектировании теплообменников и систем охлаждения для теплоэнергетического комплекса Республики Татарстан.</p> <p>3. №17-48-160658-р_поволжье_a «Экспериментальное изучение структуры турбулентности в пристеночной области дискретно-шероховатого канала». Значимость: развитие нефтеперерабатывающей и химической промышленности Республики Татарстан. Снижение стоимости тепла в промышленности и ЖКХ республики Татарстан.</p> <p>4. № 15-48-02212-р_поволжье_a «Разработка и исследование параметрического излучателя, предназначенного для повышения эффективности добычи высоковязкой нефти».</p> <p>5. №15-48-02093-р_поволжье_a «Разработка энергоэффективных методов оптимизации и режимов эксплуатации интенсифицированных теплообменных аппаратов при течении вязких теплоносителей в технологических схемах топливно-энергетического комплекса», 2015-2016 гг. Разработанные методики расчета и проектирования позволяют получить практические рекомендации по выбору энергоэффективных интенсификаторов теплоотдачи и их размеров, экономичных режимов эксплуатации модернизированных интенсифицированных теплообменных аппаратов, а также разработать безопасные и экономичные режимы эксплуатации модернизированных интенсифицированных теплообменных аппаратов в ТЭК и ЖКХ Республики Татарстан.</p> <p>6. №15-48-02051-р_поволжье_a «Разработка комплекса оптимизационных и технологических решений по повышению энергоэффективности тепловых сетей закрытых систем централизованного коммунального теплоснабжения», 2015-2016 гг. Разработанные методики расчета и проектирования позволяют: разрабатывать энерго- и ресурсосберегающие схемы, обеспечивающие снижение тепловой и гидравлической разбалансированности систем теплоснабжения в процессе эксплуатации; формировать различные варианты развития систем теплоснабжения; разрабатывать рекомендации по рациональному и оптимальному развитию действующих систем централизованного коммунального теплоснабжения тепловых сетей АО</p>
--	--	--

		<p>«Казэнерго» (г. Казань).</p> <p>7. №17-48-160816-р_поволжье_а «Модернизация и повышение энергоэффективности систем подогрева мазута резервного мазутного хозяйства ТЭС», 2017 г. Разработанные методики расчета и проектирования позволяют получить практические рекомендации по выбору энергоэффективных интенсификаторов теплоотдачи и оптимальные режимы эксплуатации модернизированных интенсифицированных мазутоподогревателей, используемых на ТЭС Республики Татарстан.</p> <p>8. № 17-48-160077-р_поволжье_а «Утилизация отходов птицеводства путем ультразвуковой обработки с получением биогаза и органических удобрений», 2017г. Полученные результаты могут быть использованы на крупных птицеводческих комплексах Республики Татарстан. При производстве продукции птицеводства в регионе основная ставка сделана на крупные предприятия, поэтому важно создать условия для надежного обеспечения защиты окружающей природной среды от загрязнения органическими отходами, которые в больших количествах поступают от птицеводческих комплексов. Реализация полученных результатов позволит ежегодно утилизировать в Республике Татарстан 1,67 млн. тонн подстилочного куриного помета, при разложении которого выделяется: 25 050 т метана, более 11 690 т углекислого газа, 2 000 т водорода, сероводорода и аммиака.</p> <p>9. №15-41-02458-р_поволжье_а. «Влияние особенностей реологического поведения резиновых смесей на характер течения в фильерах экструзионного оборудования», 2015-2016 гг. Получены результаты экспериментальных вискозиметрических измерений для образца СКИ-3, рассчитаны параметры реологических моделей Гиезекуса, Фан-Тьен-Таннера и Виноградова-Малкина. Разработано аналитическое решение течения вязкоупругой жидкости Гиезекуса в трубе. Полученные результаты востребованы для верификации численных исследований течений расплавов полимеров в фильерах экструзионного оборудования.</p> <p>Хозяйственные договоры:</p> <p>I. Хоздоговор с ООО НПП ИРВИС 2_/2017-НИР «Разработка принципиальной схемы сепаратора двух несмешивающихся жидкостей с высокой степенью разделения». Значимость: развитие энергоэффективных и энергосберегающих технологий добычи нефти, совершенствование</p>
--	--	---

		<p>метрологии, улучшение экологической ситуации, защита окружающей среды. Значимость (в целом для всего комплекса из 4 приведенных ниже хоздоговоров): развитие метрологической базы государственных первичных эталонов Российской Федерации</p> <p>1) Хоздоговор с ООО НПП ИРВИС 1/2017–НИР «Расчет рабочих процессов основных систем модуля регулирования и стабилизации расхода, модуля хранения рабочей жидкости и весовых модулей усовершенствованного государственного первичного эталона единицы объемного расхода жидкости ГЭТ 64-74»;</p> <p>2) Хоздоговор с ООО НПП ИРВИС №1/2016-НИР «Выполнение расчетов рабочих процессов в основных модулях Первой очереди усовершенствованного государственного первичного эталона единицы объемного расхода жидкости ГЭТ 64-74»;</p> <p>3) Хоздоговор с ООО НПП «ИРВИС» № 3/2015-НИР «Разработка расчетно-теоретической модели системы поддержания стабильности расхода с помощью создания воздушной полости постоянного давления в напорном баке Государственного первичного эталона единицы объемного расхода жидкости ГЭТ 64-74»;</p> <p>4) Хоздоговор с ООО НПП «ИРВИС» № 4/2015-НИР «Разработка принципиальной схемы, выбор основных технических решений и выполнение гидродинамических и тепловых расчетов эталонной установки для малых расходов с набором эталонных критических сопел»</p> <p>Реализация разработанных сотрудниками лаборатории МДР подходов состоялась в конкретных предложенных и внедренных методах определения остаточной долговечности элементов конструкций, в частности, в 2015 году в рамках хозяйственного договора №Д301/158 от 04.03.2015 с ОАО «Генерирующая компания» филиал Заинская ГРЭС выполнен проект «Определение предельной длительной пластичности гибов станционных трубопроводов с учетом наработки в эксплуатации».</p> <p>II. Выполнялись работы по 2 договорам с российским заказчиком ПАО «Татнефть».:  1. Договор №0002/04/57 «Исследование кривых изменения забойного давления и температуры при фильтрации газированной жидкости».  2. Договор №0002/04/87 «Прогнозирование основных показателей элемента разработки залежи высоковязкой нефти при парогравитационном</p>
--	--	---

		<p>дренировании».</p> <p>Проведены расчеты дебитов горизонтальных скважин при разработке методом парогравитационного дренирования залежей высоковязкой нефти Ашальчинского и Кармалинского месторождений Республики Татарстан.</p> <p>Проведена интерпретация результатов термогидродинамических и гидродинамических исследований вертикальных скважин месторождений Республики Татарстан.</p> <p>III. От ООО «Газпром трансгаз Казань» получены отзывы на изобретения (патент №2500512 «Способ задержки развития дефектов в конструкциях и устройство «КЫСКИЧ» для его осуществления», патент №2517149 «Способ параметризации локальных углублений на цилиндрических телах и устройство для его осуществления»), зарегистрированные по результатам ранее выполненного договора.</p> <p>В отзывах отмечается:</p> <p>1) «В результате использования изобретения по патенту №2500512 была упрощена технология ремонта поврежденного трубопровода, повысилась эффективность задержки развития дефектов».</p> <p>2) «Эффективность применения активных «лечащих» накладок по патенту №2517149 подтверждена на газопроводах Общества путем снятия напряженного состояния трубы с локальными дефектами».</p> <p>IV. Выполнены аналитические обзоры:</p> <p>Договор с ООО «Газпром трансгаз Казань» №683-16-п на тему «Анализ работ по видам и моделям коррозионного износа».</p> <p>Договор с ООО «Газпром трансгаз Казань» №671-16-п на тему «Обзор моделей и способов определения механических характеристик покрытий и адгезии».</p>
<b>ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ОРГАНИЗАЦИИ</b>		
16	<p>Инновационная деятельность организации в период с 2015 по 2017 год</p>	<p>1. Хозяйственный договор с АО «ОДК-Авиадвигатель» № 17705596339170002060/ИАТТ-447/2017 «Испытания в рамках специальной квалификации материалов/полуфабрикатов основных и особо ответственных деталей в обеспечение сертификационных требований к двигателю ПД-14 в т.ч. на МЦУ и СРТУ с выдержкой в цикле нагружения сплавов ВТ8-1 и ВТ6», срок выполнения 2017 г.</p> <p>2. Договор с компанией Боинг (The Boeing</p>

		<p>Company) №1422932 от 16.10.2017 г. «Проведение испытаний образцов из листов титанового сплава после супер-пластического деформирования», срок выполнения 2017 г.</p> <p>3. Договор с компанией Боинг (The Boeing Company) №1240354 от 08.04.2016 г. «Проведение испытаний образцов из конструкционных металлических материалов», срок выполнения 2016 г.</p> <p>4. Договор с компанией Боинг (The Boeing Company) №1103916 от 04.05.2015 г. «Моделирование механических свойств конструкционных сплавов», срок выполнения, срок выполнения 2015 г.</p> <p>5. Договор с компанией Боинг (The Boeing Company) №1103916/03 от 02.09.2015 г., проект «Метод прогнозирования характеристик статической и циклической трещиностойкости на основе комплекса стандартных механических характеристик».</p> <p>6. Хозяйственный договор №Д301/158 от 04.03.2015 с ОАО «Генерирующая компания» филиал Заинская ГРЭС выполнен проект «Определение предельной длительной пластичности гибов стационарных трубопроводов с учетом наработки в эксплуатации».</p>
--	--	--

**III. Блок сведений об инфраструктурном и внедренческом потенциале  
 организации, партнерах, доходах от внедренческой и договорной  
 деятельности  
 (ориентированный блок внешних экспертов)**

п/п	Запрашиваемые сведения	Характеристика
<b>ИНФРАСТРУКТУРА ОРГАНИЗАЦИИ</b>		
17	Научно-исследовательская инфраструктура организации в период с 2015 по 2017 год	<p>Направление «ЭНЕРГЕТИКА» обеспечено научным оборудованием, позволяющим получать результаты мирового уровня в рамках реализации приоритетных направлений Стратегии научно-технологического развития РФ (СНТР).</p> <p>Для исследования прочности материалов и элементов конструкций имеется комплекс испытательного оборудования, состоящего из электромеханических испытательных машин УТС 111.2-50-23 и УТС 1300-1-50-0,5 и двух сервогидравлических установок Vi-00-201/TRI-900L Plug-n-Play Test System. Все установки оснащены современными высокоточными средствами измерения. Особенностью оборудования является возможность проведения испытания при повышенных температурах (до 1100°C). Оценка жесткостных характеристик тонкостенных образцов, а также формование предохранительных мембран производится на установке на базе гидравлического прессы ПГ-100, для исследования деформаций пленок и покрытий сложной структуры используется комплекс, содержащий установку ДМ-1, малый пресс, насосы TP-01 и RP, триангуляционные лазерные датчики.</p> <p>Для исследования гидро- и аэродинамики лабораторных течений в ФИЦ КазНЦ РАН имеются PIV-система "Полис" и SIV-система, позволяющие проводить измерения мгновенных полей скорости потока в нестационарных потоках, а также экспериментальная установка для исследования стационарных и пульсирующих потоков в каналах на режиме ламинарно-турбулентного перехода. Для исследования нелинейных колебаний газа и осаждения аэрозолей в резонансных режимах в трубах и в объемных резонаторах имеется вибростенд ES-1-150 с комплексом высокоточной современной измерительной аппаратуры.</p> <p>Балансовая стоимость оборудования составляет более 15 млн. руб.</p>
18	Показатели деятельности организаций по хранению и приумножению предметной базы научных исследований в период с 2015 по 2017 год	

**ДОЛГОСРОЧНЫЕ ПАРТНЕРЫ ОРГАНИЗАЦИИ**

19	Стратегическое развитие организации в период с 2015 по 2017 год.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. University of Oviedo (Испания, г. Овьедо)</li> <li>2. University of Salerno (Италия, г. Салерно)</li> <li>3. East China University of Science and Technology (Китай, г. Шанхай)</li> <li>4. University of Fukui (Япония, г. Фукуи)</li> <li>5. The Boeing Company (США, г. Сиэтл)</li> <li>6. Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ (Россия, г. Казань)</li> <li>7. ФГБУН Институт машиноведения РАН им. А.А. Благоднарова (Россия, г. Москва)</li> <li>8. Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н. Е. Жуковского (Россия, г. Жуковский)</li> <li>9. Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный политехнический университет" (Россия, г. Санкт-Петербург)</li> <li>10. ОАО «Всероссийский дважды ордена трудового красного знамени теплотехнический научно-исследовательский институт» (ОАО «ВТИ») (Россия, г. Москва)</li> <li>11. Акционерное общество «ОДК-Авиадвигатель» (Россия, Пермь)</li> <li>12. Казанский (Приволжский) федеральный университет</li> <li>13. Казанский государственный архитектурно-строительный университет</li> <li>14. Казанский государственный энергетический университет</li> <li>15. Институт проблем механики РАН</li> <li>16. Институт механики УНЦ РАН</li> <li>17. Российский университет дружбы народов</li> <li>18. ООО «Газпром трансгаз Казань»</li> <li>19. ПАО "Татнефть"</li> </ol>
----	--	--

**РИД И ПУБЛИКАЦИИ ОРГАНИЗАЦИИ**



20	Количество созданных результатов интеллектуальной деятельности, имеющих государственную регистрацию и (или) правовую охрану в Российской Федерации или за ее пределами, а также количество выпущенной конструкторской и технологической документации в период с 2015 по 2017 год, ед.	2015 г. – 16 2016 г. – 9 2017 г. – 7
21	Объем доходов от использования результатов интеллектуальной деятельности в период с 2015 по 2017 год, тыс. руб.	2015 г. – 0.000 2016 г. – 0.000 2017 г. – 0.000
22	Совокупный доход малых инновационных предприятий в период с 2015 по 2017 год, тыс. руб.	2015 г. – 0.000 2016 г. – 0.000 2017 г. – 0.000
23	Число опубликованных произведений и публикаций, индексируемых в международных информационно-аналитических системах научного цитирования в период с 2015 по 2017 год, ед.	2015 г. – 75 2016 г. – 125 2017 г. – 189
<b>ПРИВЛЕЧЕННОЕ ФИНАНСИРОВАНИЕ</b>		
24	Гранты на проведение исследований Российского фонда фундаментальных исследований, Российского научного фонда и др. источников в период с 2015 по 2017 год.	2015 г.: 26 грантов РФФИ, 3 гранта РНФ, 2 гранта Президента РФ по государственной поддержке молодых российских ученых-кандидатов наук. Сумма 42,773 млн. руб. 2016 г.: 24 гранта РФФИ, 3 гранта РНФ, 1 грант Президента РФ по государственной поддержке молодых российских ученых-кандидатов наук. Сумма 41,084 млн. руб. 2017 г.: 6 грантов РФФИ, 5 грантов РНФ, Сумма 41,66 млн. руб.  Наиболее значимые гранты: 1. Грант РНФ 15-11-10016 «Особенности акустических и ударно-волновых явлений в

		<p>многофазных средах. Теория и эксперимент». 2015-2017 гг. с продлением на 2018 -2019 гг., объем финансирования 50 млн. руб.</p> <p>Теоретически изучено распространение акустических возмущений в смеси жидкости с пузырьками газа и твердыми частицами. Изучена динамика акустических волн в смесях газа с паром, каплями разных теплофизических свойств и размеров с учетом фазовых превращений.</p> <p>Теоретически изучено взаимодействия импульса давления малой амплитуды с тонкой трехслойной преградой, состоящей из двух одинаковых слоев пластика, тонкий слой между которыми заполнен гелем с полидисперсными пузырьками, при различных углах падения. Экспериментально исследованы поля скоростей течения аэрозоля во внешнем волновом поле вблизи открытого торца трубы при переходе через резонансную частоту. Численно исследована задача о дрейфе группы частиц в стоячей волне прямоугольного резонатора, индуцируемой гармоническими колебаниями левой границы на первой резонансной частоте. Численно исследовано акустическое течение в вибрирующей цилиндрической полости при учёте теплообмена между газом в полости и твёрдым телом, образующим торцы полости. Изучена задача об инъекции жидкого диоксида углерода в пласт, содержащий гидрат метана. В радиально-симметричной постановке решена задача о нагревании высоковязкой нефти через горизонтальную скважину и возможности дальнейшей ее эксплуатации до предельного рентабельного дебита нефти.</p> <p>2. Грант РФФИ № 16-19-10336 «Теплоперенос в нестационарных потоках», 2016-2018 гг., объем финансирования 18 млн. руб.</p> <p>Получены достоверная экспериментальная информация о структуре потока и теплообмене в различных классах нестационарных течений. Исследованы нестационарные безотрывные турбулентные и переходные ламинарно-турбулентные течения в пограничном слое на гладкой поверхности и в плоском канале, в том числе при наличии продольного отрицательного или положительного градиента давления, пульсирующие турбулентные отрывные течения в диффузорных каналах, при обтекании уступов и выступов в каналах, в дискретно шероховатых каналах, а также обтекание тел и системы тел пульсирующим</p>
--	--	--

		<p>поток. В рамках каждого класса течений получены данные о динамике векторных полей скорости потока и завихренности, обобщенные данные о генерации и диссипации кинетической энергии турбулентности, локальных и средних характеристиках теплообмена. На основе этой информации обобщены закономерности турбулентности и турбулентного теплопереноса в нестационарных потоках.</p> <p>3. Грант РФФИ 17-19-01614 «Анализ развития дефектов в материалах и дисках газотурбинных двигателей на основе функций накопления повреждений и когезионных моделей сцепления», срок выполнения 2017-2019 гг., объем финансирования 18 млн. руб. Введена и обоснована новая формулировка коэффициента интенсивности напряжений при ползучести в рамках силовой и деформационной моделей, который является функцией накопления и развития повреждений в вершине трещины. В результате состоявшегося анализа структуры конституционных уравнений предложен способ снижения размерности общей матрицы свойств, необходимых для описания поведения материала и накопления повреждений в условиях взаимодействия усталости и ползучести. Устранена неопределенность во взаимосвязи управляющих параметров состояния, относящихся к каждому виду комплексного нагружения. Введена и обоснована когезионная модель сцепления для циклического нагружения. Разработан авторский метод калибровки закона когезионной прочности по отношению к экспериментальным данным малоциклового скорости развития трещин при соответствующей температуре. Получена общая функция накопления повреждений при совместном действии малоциклового усталости и ползучести в деформационной трактовке, содержащая вклады двух доминирующих процессов разрушения, и реализована в программе вычислительных работ по этапу проекта. Разработана и реализована вычислительная процедура определения суммарной остаточной долговечности при взаимодействии усталости и ползучести, свободная от неоднозначности толкования вкладов доминирующих механизмов разрушения.</p> <p>4. Грант РФФИ 14-19-01716 «Поведение поверхностных дефектов в материалах и элементах</p>
--	--	---

		<p>конструкций при сложном напряженном состоянии», срок выполнения 2014-2016 гг., объем финансирования 15 млн. руб.</p> <p>Введена новая характеристика сопротивления материалов статическому и циклическому разрушению в форме пластического коэффициента интенсивности напряжений (КИН). Научная новизна введенного пластического КИН состоит в возможности однозначной однопараметрической оценки сопротивления разрушению материалов и элементов конструкций с поверхностными трещинами при сложном напряженном состоянии. Отличительной особенностью и научной новизной работ по проекту являются экспериментально установленные корреляции между соотношением полуосей развивающейся полуэллиптической трещины и ее раскрытием на поверхности образцов как функций накопленного количества циклов нагружения при различных видах сложного напряженного состояния.</p> <p>Обобщением состоявшихся экспериментальных и численных исследований выступает представленная формулировка и обоснование модели, параметров и критериев сопротивления разрушению поверхностных дефектов при сложном напряженном состоянии. Достоинством предложенного и реализованного метода является его универсальность, т.к. он в равной степени применим к анализу идеализированных моделей, испытательных образцов и реальных элементов конструкций при различных видах нагружения. Накопленные при выполнении фундаментальные аналитические, экспериментальные и численные исследования и разработки по анализу поведения поверхностных дефектов при различных видах нагружения в диапазоне температур были использованы при разработке и реализации метода прогнозирования остаточной долговечности элементов конструкций на стадии развития сквозных трещин при сложном напряженном состоянии.</p> <p>5. Грант РФФИ №17-11- 01135 «Паровая кавитация: максимальная фокусировка энергии и экстремальные состояния вещества», срок выполнения 2017–2019 гг., объем финансирования 15 млн р.</p> <p>Проведено исследование особенностей сильного сжатия содержимого парового кавитационного пузырька при его коллапсе в воде и ацетоне в</p>
--	--	---

		<p>зависимости от давления жидкости. Выполнено исследование влияния повышения температуры ацетона на возникновение ударных волн в коллапсирующем в нем кавитационном пузырьке. Проведена упрощенная оценка возможности возникновения сходящихся ударных волн в паровом кавитационном пузырьке при его коллапсе в ацетоне и намного более тяжеломолекулярной жидкости тетрадекане. Построена математическая модель для численного исследования динамики кавитационных пузырьков в кластерах с учетом малых отклонений их формы от сферической в трехмерной постановке задачи. Исследована осесимметричная динамика одиночного пузырька при его сильно несферическом сжатии вблизи твердой поверхности. Выполнены расчеты ударных волн, возникающих при ударе струй кавитационной природы с разной затупленностью конца по неподвижной жидкости.</p> <p>6. Грант РФФИ № 15-11-20022 «Волновая динамика и акустика многофазных сред», срок выполнения 2015–2017 гг., объем финансирования 15 млн. р. Решены задачи об отборе жидкости или газа из скважины в режиме постоянного перепада давления или постоянного расхода. Разработана теоретическая модель о нагнетании газа в снежный массив, в исходном состоянии насыщенный тем же газом. Решена задача о нагнетании холодного газа в массив, частично насыщенный снегом (или водой) и газом. Исследовано образование гидрата метана, когда процесс лимитируется диффузией газа в слое гидрата на границе контакта фаз. Решена задача о распространении акустического сигнала в пузырьковой среде, дисперсная фаза которой состоит из двух фракций пузырьков. Изучено отражение и прохождение акустической волны через границу или слой конечной толщины, содержащий многофракционную газовзвесь. Исследовано прохождение прямого скачка уплотнения через область с периодической концентрацией частиц. Экспериментально исследовано истечение колеблющихся газа и газовзвеси у открытого конца трубы в окрестности первой собственной частоты.</p> <p>7. Грант РФФИ и АН РТ № 15-48-02212 «Разработка и исследование параметрического излучателя, предназначенного для повышения эффективности добычи высоковязкой нефти», срок выполнения 2015-2017 гг., объем финансирования 3 млн. рублей. Разработан скважинный параметрический</p>
--	--	---

		<p>излучатель упругих колебаний для волнового воздействия на продуктивный пласт. В основу работу устройства положен принцип резонансного усиления модулированного сигнала на разностной частоте. На основе аналитических, численных и экспериментальных исследований установлен механизм генерации колебаний на собственной частоте.</p> <p>8. Грант РФФИ № 16-29-15118 «Моделирование свойств пористых сред и волнового воздействия на продуктивные пласты», срок выполнения 2016-2019 гг., объем финансирования 5.8 млн. руб. Разработана методика проведения численных исследований волнового воздействия на насыщенные пористые среды. Разработаны трехмерные модели порового пространства образцов керна.</p> <p>9. Грант РФФИ 15-38-20169 мол_a_вед «Формулировка и экспериментальное обоснование концепции пластического коэффициента интенсивности напряжений для когезионной модели зоны процесса разрушения», срок выполнения 2015-2016 гг., объем финансирования – 4 млн. руб. Введена и экспериментально обоснована новая характеристика сопротивления разрушению в форме пластического коэффициента интенсивности напряжений с учетом когезионной модели зоны процесса разрушения. В экспериментальной части проекта разработан метод экспериментального определения параметров когезионной модели повреждения при нормальном отрыве и смешанных формах деформирования. Разработанный алгоритм реализован и апробирован на компактных образцах алюминиевого сплава АМг6. В вычислительной части проекта разработан метод расчета управляющего параметра полей напряжений и перемещений в области вершины трещины в форме <math>I_p</math>-интеграла с учетом когезионной зоны процесса разрушения. В обобщающей части проекта представлена верификация параметров когезионной модели по критерию критического расстояния и дан анализ взаимосвязи параметров состояния когезионной зоны предразрушения при нормальном отрыве и при смешанных формах деформирования. В результате выполненных работ высказаны рекомендации по использованию пластического коэффициента интенсивности напряжений в качестве обобщенного параметра сопротивления</p>
--	--	--

		<p>разрушению материалов и элементов конструкций.</p> <p>10. Грант РФФИ №16-01-00433 «Численное моделирование кумулятивных явлений при сильном сжатии кавитационных полостей в жидкости», срок выполнения 2016–2018 гг., объем финансирования 3,4 млн руб.</p> <p>Проведено численное моделирование расширения и сжатия пузырьков вблизи твердого тела на режимах с возможным превращением в ходе сжатия околосферических пузырьков в торообразные, с делением пузырьков на отдельные составляющие. Выполнено численное моделирование удара осесимметричной кумулятивной струи жидкости по поверхности твердого тела при наличии и отсутствии на ней тонкого слоя жидкости. С использованием численного моделирования изучена динамика упруго-пластического тела в окрестности области воздействия на его поверхность нагрузки, характерной для ударного воздействия кумулятивной струи жидкости. Разработаны алгоритмы и программы для численного моделирования динамики кавитационных пузырьков в неограниченном объеме жидкости при наличии соседних пузырьков в начале их сжатия, где существенны как взаимодействие пузырьков, так и сжимаемость жидкости, и в конце их сжатия, где их взаимодействие уже несущественно, но существенны двумерные эффекты и сжимаемость жидкости.</p>
25	<p>Перечень наиболее значимых научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ и услуг, выполненных по договорам (в том числе по госконтрактам с привлечением бизнес-партнеров) в период с 2015 по 2017 год</p>	<p>1. Хозяйственный договор с АО «ОДК-Авиадвигатель» № 17705596339170002060/ИАТТ-447/2017 «Испытания в рамках специальной квалификации материалов/полуфабрикатов основных и особо ответственных деталей в обеспечение сертификационных требований к двигателю ПД-14 в т.ч. на МЦУ и СРТУ с выдержкой в цикле нагружения сплавов ВТ8-1 и ВТ6», срок выполнения 2017 г.</p> <p>2. Договор с компанией Боинг (The Boeing Company) №1422932 от 16.10.2017г. «Проведение испытаний образцов из листов титанового сплава после супер-пластического деформирования», срок выполнения 2017 г.</p> <p>3. Договор с компанией Боинг (The Boeing Company) №1240354 от 08.04.2016г. «Проведение испытаний образцов из конструкционных металлических материалов», срок выполнения 2016 г.</p> <p>4. Договор с компанией Боинг (The Boeing</p>

		<p>Company) №1103916 от 04.05.2015г. «Моделирование механических свойств конструкционных сплавов», срок выполнения 2015 г.</p> <p>5. Договор с компанией Боинг (The Boeing Company) №1103916/03 от 02.09.2015г., проект «Метод прогнозирования характеристик статической и циклической трещиностойкости на основе комплекса стандартных механических характеристик».</p> <p>6. Хозяйственный договор №Д301/158 от 04.03.2015 с ОАО «Генерирующая компания» филиал Заинская ГРЭС выполнен проект «Определение предельной длительной пластичности гибов станционных трубопроводов с учетом наработки в эксплуатации».</p> <p>7. Договор с ПАО «Татнефть» №0002/04/57 «Исследование кривых изменения забойного давления и температуры при фильтрации газированной жидкости», срок выполнения 2015 г.</p> <p>8. Договор с ПАО «Татнефть» №0002/04/87 «Прогнозирование основных показателей элемента разработки залежи высоковязкой нефти при парогравитационном дренировании», срок выполнения 2015 г.</p>
26	Доля внебюджетного финансирования в общем финансировании организации в период с 2015 по 2017 год,	0.46000
26.1	Объем выполненных работ, оказанных услуг (исследования и разработки, научно-технические услуги, доходы от использования результатов интеллектуальной деятельности), тыс. руб.	<p>2015 г. – 86890.300</p> <p>2016 г. – 123606.200</p> <p>2017 г. – 115492.800</p>
26.2	Объем доходов от конкурсного финансирования, тыс. руб.	<p>2015 г. – 21110.000</p> <p>2016 г. – 56240.600</p> <p>2017 г. – 48858.600</p>

**УЧАСТИЕ ОРГАНИЗАЦИИ В ЗНАЧИМЫХ ПРОГРАММАХ И ПРОЕКТАХ**



27	Участие организации в федеральных научно-технических программах, комплексных научно-технических программах и проектах полного инновационного цикла в период с 2015 по 2017 год.	
<b>ВНЕДРЕНЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ОРГАНИЗАЦИИ</b>		
28	Наличие современной технологической инфраструктуры для прикладных исследований в период с 2015 по 2017 год.	
29	Перечень наиболее значимых разработок организации, которые были внедрены в период с 2015 по 2017 год	<p>1. Патент №2500512 «Способ задержки развития дефектов в конструкциях и устройство «КЫСКИЧ» для его осуществления»</p> <p>2. Патент №2517149 «Способ параметризации локальных углублений на цилиндрических телах и устройство для его осуществления»</p> <p>От ООО «Газпром трансгаз Казань» получены отзывы на изобретения. В отзывах отмечается:</p> <p>1) «В результате использования изобретения по патенту №2500512 была упрощена технология ремонта поврежденного трубопровода, повысилась эффективность задержки развития дефектов».</p> <p>2) «Эффективность применения активных «лечащих» накладок по патенту №2517149 подтверждена на газопроводах Общества путем снятия напряженного состояния трубы с локальными дефектами».</p>
30	Участие организации в разработке и производстве продукции двойного назначения (не составляющих государственную тайну) в период с 2015 по 2017 год	

## IV. Блок дополнительных сведений

ДРУГИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОРГАНИЗАЦИИ		
31	Любые дополнительные сведения организации о своей деятельности в период с 2015 по 2017 год	<p>1. Хайруллин М.Х., Абдуллин А.И., Морозов П.Е., Шамсиев М.Н. - лауреаты Государственной премии Республики Татарстан в области науки и техники 2016 года за работу «Развитие теоретических основ и промышленное внедрение технологий термогидродинамических методов исследования скважин и пластов для контроля разработки нефтяных месторождений Республики Татарстан с трудноизвлекаемыми запасами».</p> <p>2. Губайдуллин Д.А., Федоров Ю.В., Никифоров А.А., Гафиятов Р.Н., Зарипов Р.Г., Ткаченко Л.А. - лауреаты Премии МАИК Наука/Интерпериодика за цикл работ, посвященных теоретическому и экспериментальному изучению особенностей волновых явлений в многофазных средах, опубликованных в журнале «Теплофизика высоких температур» в 2016 г.</p>

Руководитель  
организации

*Директор*

(должность)



(личная подпись)

**О.Г. Сняшин**

(расшифровка  
подписи)