

Наименование института: **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Научно-инженерный центр "Надежность и ресурс больших систем и машин"
Уральского отделения Российской академии наук
(НИЦ "НИР БСМ" УрО РАН)**

Отчет по дополнительной референтной группе 22 Транспортные системы и технологии

Дата формирования отчета: **21.05.2017**

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Инфраструктура научной организации

1. Профиль деятельности согласно перечню, утвержденному протоколом заседания Межведомственной комиссии по оценке результативности деятельности научных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения от 19 января 2016 г. № ДЛ-2/14пр

«Генерация знаний». Организация преимущественно ориентирована на получение новых знаний. Характеризуется высоким уровнем публикационной активности, в т.ч. в ведущих мировых журналах. Исследования и разработки, связанные с получением прикладных результатов и их практическим применением, занимают незначительную часть, что отражается в относительно невысоких показателях по созданию РИД и небольших объемах доходов от оказания научно-технических услуг. (1)

2. Информация о структурных подразделениях научной организации

В 2011 году создан инновационный междисциплинарный международный научно-образовательный центр (в дальнейшем – ИНОЦ) «Технологии безопасности стратегических инфраструктур и территорий» на базе строительного факультета (ныне Строительный институт) Уральского Федерального университета (УрФУ) и Научно-инженерного центра «Надёжность и ресурс больших систем и машин» УрО РАН, с трехсторонним международным участием, без создания юридического лица. На базе ИНОЦ создана Международная научно-образовательная научная лаборатория «Технологии безопасности стратегических инфраструктур и территорий». Главная цель ИНОЦ на ближайшее время, выход на самые передовые рубежи в мире в вопросах подготовки кадров, выполнение фундаментальных и прикладных исследований, разработки прорывных технологий, имеющих стратегическое значение, по проблематике «Безопасность критичных инфраструктур и территорий».

3. Научно-исследовательская инфраструктура

Информация не предоставлена



057759

4. Общая площадь опытных полей, закрепленных за учреждением. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»

Информация не предоставлена

5. Количество длительных стационарных опытов, проведенных организацией за период с 2013 по 2015 год. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»

Информация не предоставлена

6. Показатели деятельности организаций по хранению и приумножению предметной базы научных исследований

Информация не предоставлена

7. Значение деятельности организации для социально-экономического развития соответствующего региона

Информация не предоставлена

8. Стратегическое развитие научной организации

НИЦ «НиР БСМ» УрО РАН имеет соглашения о сотрудничестве со следующими организациями:

1. Virginia Polytechnic Institute and State University, США.

Дата заключения договора: 13.04.2007 г.

Срок действия договора: 5 лет, с автоматической пролонгацией.

Финансирование: без финансирования.

2. Newcastle University, Англия.

Дата заключения договора: 11.06.2007 г.

Срок действия договора: 5 лет, с автоматической пролонгацией.

Финансирование: без финансирования.

3. Old Dominion University, США.

Дата заключения договора: 30.07.2013 г.

Срок действия договора: 2 года, с автоматической пролонгацией.

Заключены договоры о сотрудничестве с: ГОУ ВПО "Уфимский государственный авиационным технический университет", ГОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», Уральским институтом государственной противопожарной службы МЧС России.



9. Участие в крупных международных консорциумах (например - CERN, ОИЯИ, FAIR, DESY, МКС и другие) в период с 2013 по 2015 год

Информация не предоставлена

10. Включение полевых опытов организации в российские и международные исследовательские сети. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»

Информация не предоставлена

11. Наличие зарубежных грантов, международных исследовательских программ или проектов за период с 2013 по 2015 год

Информация не предоставлена

НАУЧНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ОРГАНИЗАЦИИ

Наиболее значимые результаты фундаментальных исследований

12. Научные направления исследований, проводимых организацией, и их наиболее значимые результаты, полученные в период с 2013 по 2015 год

Научное направление 28.

2013 г. 1. Алгоритм оценки остаточной прочности пластинчатых элементов трубопроводов с множественными поверхностными кластеризованными дефектами, как распределенных систем.

Изложен новый эффективный приближенный метод расчета на прочность тонкостенных пластинчатых элементов трубопроводных систем в линейной и нелинейной постановках (элементы обвязок компрессорных станций, скрубберов и проч.), имеющие вид многоугольных пластин, в том числе с вырезами, принципиально отличающийся от известных. Для таких объектов применение МКЭ дает худшую точность и требует большего времени для ручной подготовки задачи перед ее машинным решением. Метод основан на простом одночленном представлении искомым функций, удовлетворяющих краевым условиям, выполнения процедуры ортогонализации и минимизации невязок решения, позволяющей установить связи между искомыми коэффициентами и нагрузкой. Приведено множество примеров, иллюстрирующих возможности метода.

2. Метод оценки размеров дефектов в условиях коррелированных погрешностей измерений на основе исследования результатов оценивания модельных и реальных размеров дефектов применительно к внутритрубной дефектоскопии в реальных условиях эксплуатации.

В работе представлен разработанный впервые в мировой практике метод стохастической кластеризации множества поверхностных дефектов трубопроводов. Рассмотрены два ва-



рианта кластеризации в зависимости от способа измерения расстояний между кромками двух соседних дефектов и наличия систематических и случайных ошибок измерений. Рассмотрены случаи когда: 1) измерения проведены одним инструментом; 2) расстояние между кромками вычисляется по изображениям соседних дефектов. Рассмотрены случаи когда эти расстояния описываются различными законами распределения: нормальным, логнормальным, экспоненциальным, Вейбулла. Приведены примеры применения разработанной методики для реальных случаев кластеризации. Методика может найти применение при анализе результатов внутритрубной дефектоскопии.

3. Апробация метода дефектоскопии в условиях коррелированных погрешностей измерений.

В настоящее время при внутритрубной дефектоскопии точность измерений задают априори, что снижает достоверность измерения глубины дефектов. Данный недостаток устраняется за счет проведения парных или многократных измерений глубины каждого дефекта, что позволяет определить фактическую точность измерительной аппаратуры. При этом не учитывается возможная коррелированность парных измерений глубины дефектов. Впервые предложено оценивать коэффициент парной корреляции измерений оценивается на той же трубе на участке без дефектов. Данный метод позволит повысить надежность и достоверность внутритрубной диагностики за счет более точного измерения глубины дефектов и обработки результатов измерений. Предложенный подход соответствует мировому уровню.

4. Анализ методом статистического моделирования оценок регрессионных моделей при ошибках в независимых параметрах обнаружения дефектов на основе реальных и модельных данных внутритрубных и верификационных измерений; оценка возможности практического применения предложенного метода.

Во многих приложениях регрессионного анализа независимые переменные измеряются с ошибками. Это приводит к смещению оценок коэффициентов регрессии. Предложен непараметрический метод определения коэффициентов таких моделей. В его основе лежат две достаточно общие предпосылки, состоящие в том, что распределения независимых переменных должны быть не симметричными, а погрешности их измерения, наоборот, симметричными. Метод применим на малых выборках. Это достигается за счет уменьшения статистической погрешности, т.к. вместо четвертого центрального момента оценивают третий центральный момент. Проведено исследование оценок на основе метода Монте-Карло.

Публикации:

1. Тимашев С.А., Бушинская А.В., Малюкова М.Г., Полуян Л.В. Целостность и безопасность трубопроводных систем. Екатеринбург: АМБ, 2013. 589 с.

2. Тимашев С.А., Бушинская А.В. Оценка энтропии трубопроводных систем с коррозионными дефектами на основе Марковского процесса // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15. № 4-1. С. 159-164.



3. Тимашев С.А., Бушинская А.В. Оценка остаточного ресурса трубопроводов с коррозионными дефектами на основе Марковского процесса // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2013. № 5. С. 64-70.

4. Рогалевиц В.В., Тимашев С.А. Приближенный метод расчета гибких пологих оболочек постоянной и переменной толщины // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2013. № 1. С. 71-75

5. Клявин И.А., Тырсин А.Н. Метод подбора наилучшего закона распределения случайной величины по экспериментальным данным // Автометрия. 2013. Т. 49. № 1. С. 18-25.

6. Тырсин А.Н., Макарова Т.А. Оценивание линейных структурных соотношений между случайными величинами на малых выборках // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2013. Т. 79. №5. С. 73-76.

2014 г. Алгоритм и программа моделирования процесса внутритрубной диагностики в условиях коррелированных измерений дефектов.

Впервые проведена оценка адекватности методики оценки средних квадратических отклонений ошибок измерений параметров дефектов и доверительных интервалов для них с помощью моделирования процесса измерения на ЭВМ. Моделирование реализовано на высокоуровневом языке программирования Python, с использованием библиотеки научных расчетов `scipy`, библиотеки математических функций для операций с многомерными массивами и матрицами `numpy`, стандартного модуля генерации случайных чисел `random` и графической библиотеки для визуализации данных `matplotlib` (используется процедурный интерфейс `pylab`). Результаты моделирования подтвердили адекватность запатентованной НИЦ методики анализа результатов внутритрубной дефектоскопии, позволяющей повышать надежность внутритрубной диагностики за счет увеличения точности измерений глубин дефектов.

Публикации:

1. Timashev S.A., Bushinskaya A.V. Assessment of the Reliability Level Embedded in Pipeline Design Codes // Proceedings of the 10th International Pipeline Conference, Calgary, Canada, Paper #IPC2014.

2. Bushinskaya A.V., Timashev S.A. Markovian Analysis of Aging Distributed Systems Remaining Life // Proceedings of the 10th International Pipeline Conference, Calgary, Canada, Paper #IPC2014.

3. 1. Tyrsin A.N., Surin V.A. Non-linear filtering of images on the basis of generalized method of least absolute values // CEUR Workshop Proceedings. 3rd International Conference on Analysis of Images, Social Networks and Texts (AIST 2014). Yekaterinburg, 2014. С. 41–47.

2015 г. Вариантное компьютерное моделирование результатов дефектоскопии для различных типов внутритрубных инструментов и условий проведения контроля.

Разработан метод оценки минимально необходимого числа обнаруженных при диагностике дефектов для проведения состоятельного статистического анализа результатов внутритрубной дефектоскопии (ВТД). Этот метод предлагается для оценки минимально



необходимого числа дефектов для проведения состоятельной верификации. В работе рассматриваются три подхода для получения этой оценки: на основе центральной предельной теоремы, биномиального распределения и распределения χ -квадрат. Для оценки минимально необходимого числа верифицированных дефектов из общего числа, обнаруженных ВТД, было проведено вариантное компьютерное моделирование для различных технических характеристик наиболее часто используемых внутритрубных снарядов (точности измерений, допуска для погрешностей измерений при заданной достоверности, влияния мусора на дне трубы и отложений на ее стенках).

Публикации:

1. Тимашев С.А., Бушинская А.В. Предсказательное техническое обслуживание трубопроводов на основе экспресс-оценки степени опасности дефектов // *Международ. электр. науч. журнал «Русский журнал строительных наук и технологий»*. Екатеринбург, УрФУ, 2015. №1.

2. Timashev S.A., Bushinskaya A.V. Markov approach to early diagnostics, reliability assessment, residual life and optimal maintenance of pipeline systems // *Structural Safety*. 2015. Vol. 56. Pp. 68–79.

3. Тимашев С.А., Бушинская А.В. Моделирование процесса внутритрубной диагностики в условиях коррелированных измерений дефектов // *Сб. тез. Междун. конф. «Экономические и технические аспекты безопасности строительных критичных инфраструктур» SAFETY2015*. – Екатеринбург, УрФУ, 2015. С. 184–188.

4. Zorin A.A., Timashev S.A. Statistical characteristics of dent defect sizes in gas pipelines // *Сб. тез. Междун. конф. «Экономические и технические аспекты безопасности строительных критичных инфраструктур» SAFETY2015*. Екатеринбург, УрФУ, 2015. С. 34–38.

5. Timashev S.A. Predictive maintenance – key component of providing integrity and safety of pipelines // *Proceedings of 8th Annual Global Pipe Tech Summit*. Будапешт, Венгрия, 2015.

Научное направление 32.

2014 г. Анализ существующих вероятностных подходов к описанию человеческих ошибок при проектировании, изготовлении, диагностике и эксплуатации распределенных систем.

Дан анализ человеческих ошибок (ЧО) в контексте их влияния на надежность и безопасность функционирующих критичных инфраструктур. Рассмотрен вопрос формализации количественной оценки и формы описания ЧО с целью ее использования в различных существующих алгоритмах оценки риска критичных инфраструктур и их компонент на всех этапах их жизненного цикла—проектирования, изготовления, строительства, диагностики, мейнтенанса, реконструкции и модернизации, вывода из эксплуатации и утилизации. Выявлены четыре группы лиц, от которых зависит тип и частота появления ЧО: проектировщики, строители и ремонтники, специалисты по диагностике и мониторингу, и лица принимающие решения (ЛПР) различного уровня. Предложена классификация ЧО для каждой перечисленной выше группы лиц. Рассмотрены возможные стратегии управления



ЧО и наиболее часто используемые методы количественной оценки ЧО. Поставлена новая задача минимизации человеческого фактора риска при эксплуатации критичных инфраструктур. Работа не имеет отечественных аналогов с точки зрения применимости полученных результатов для решения задач оценки безопасности и надежности критичных инфраструктур.

2015 г. Алгоритмы и программы учета человеческих ошибок на остаточный ресурс и безопасность потенциально опасных объектов.

В качестве ПОО рассматривается участок магистрального трубопровода (ТП) с множеством коррозионных дефектов типа «потеря металла». Деграция этого участка описывается с помощью неоднородного Марковского процесса (МП) чистой гибели с непрерывным временем и дискретным числом состояний. На основе построенного МП производится оценка гамма-процентного остаточного ресурса и вероятности отказа всего ТП как распределенной системы. Влияние ЧО производится путем учета возможных ошибок при вводе исходных данных (неправильных значений параметров материала трубы – SMYS и UTS (SMYS - минимальный предел текучести материала, UTS - минимальный предел прочности материала); толщины стенки трубы, параметров дефектов – глубины, ширины, длины; ошибки кластеризации дефектов, число обнаруженных дефектов и т.п.) в расчетную модель трубопровода. Таким образом изучаемая компонента исходных данных рассматривается как случайная величина (СВ). Каждая из перечисленных ошибок имеет свой закон распределения, который может быть непрерывным или дискретным. Методом Монте Карло получены множества реализаций остаточного ресурса (ОР) трубопровода, и осреднением по ансамблю реализаций получены моменты распределения ОР. В результате получены возможные пределы изменения оценок ОР из-за человеческих ошибок, и соответствующие им пределы изменения вероятности отказа и сроков проведения следующей ВТД.

13. Защищенные диссертационные работы, подготовленные период с 2013 по 2015 год на основе полевой опытной работы учреждения. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства».

Информация не предоставлена

14. Перечень наиболее значимых публикаций и монографий, подготовленных сотрудниками научной организации за период с 2013 по 2015 год

Монография - Тимашев С.А., Бушинская А.В., Малюкова М.Г., Полуян Л.В. Целостность и безопасность трубопроводных систем. Екатеринбург: АМБ, 2013. 589 с.

15. Гранты на проведение фундаментальных исследований, реализованные при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Российского гуманитарного научного фонда, Российского научного фонда и другие

Информация не предоставлена



16. Гранты, реализованные на основе полевой опытной работы организации при поддержке российских и международных научных фондов. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства».

Информация не предоставлена

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Наиболее значимые результаты поисковых и прикладных исследований

17. Поисковые и прикладные проекты, реализованные в рамках федеральных целевых программ, а также при поддержке фондов развития в период с 2013 по 2015 год

Информация не предоставлена

Внедренческий потенциал научной организации

18. Наличие технологической инфраструктуры для прикладных исследований

Информация не предоставлена

19. Перечень наиболее значимых разработок организации, которые были внедрены за период с 2013 по 2015 год

Информация не предоставлена

ЭКСПЕРТНАЯ И ДОГОВОРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ

Экспертная деятельность научных организаций

20. 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

Информация не предоставлена

Выполнение научно-исследовательских работ и услуг в интересах других организаций



21. Перечень наиболее значимых научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ и услуг, выполненных по договорам за период с 2013 по 2015 год

По заказу ЗАО НПО «Спецнефтегаз» Центр в 2014 году выполнил работу по анализу качества внутритрубной дефектоскопии (ВТД).

Другие показатели, свидетельствующие о лидирующем положении организации в соответствующем научном направлении (представляются по желанию организации в свободной форме)

22. Другие показатели, свидетельствующие о лидирующем положении организации в соответствующем научном направлении, а также информация, которую организация хочет сообщить о себе дополнительно

Три сотрудника Центра являются сертифицированными специалистами в области безопасности нефтегазового и нефтехимического сектора индустрии.

ФИО руководителя Полуян Л. В. Подпись _____
Дата 27.05.2017г.

