

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Направление подготовки/профиль 09.06.01 Информатика и вычислительная техника/
05.13.01 Системный анализ, управление и обработка информации
Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Отделение информационных технологий

**Научный доклад об основных результатах подготовленной
научно-квалификационной работы**

Тема научного доклада
Применение интеллектуальных методов анализа данных при разработке прототипа программного обеспечения экспертной системы выбора материального исполнения и способа внутренней антикоррозионной защиты промышленных трубопроводов

УДК 004.415.2::004.62:004.891:622.692.4

Аспирант

Группа	ФИО	Подпись	Дата
А6-36	Кармачев Денис Павлович		01.06.2020

Руководитель профиля подготовки

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОИТ	Спицын В.Г.	д.т.н.		03.06.2020

Руководитель отделения

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
И.О. руководителя ОИТ, Доцент ОИТ	Шерстнев В.С.	к.т.н.		03.06.2020

Научный руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Аксёнов С.В.	к.т.н.		03.06.2020

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

В процессах добычи, первичной подготовки, транспортировки нефти и газа нефтегазовые компании применяют различные по конструктивным характеристикам промышленные трубопроводы (ПТ), которые эксплуатируются под воздействием различных внутренних и внешних факторов. К основным внутренним факторам эксплуатации относятся: гидродинамические параметры перекачки, обводненность, физико-химические свойства перекачиваемых сред. К основным внешним факторам эксплуатации относятся: климатические условия эксплуатации ПТ, способы прокладки, физико-химические характеристики среды заложения участков ПТ. Совокупность внутренних и внешних факторов оказывает непосредственное воздействие на образование и развитие внутренних и внешних коррозионных процессов участков ПТ соответственно.

Стоит отметить, что 88% отказов ПТ происходят по причинам внутренних коррозий, около 7% по причинам внешних коррозий, оставшиеся 5% связаны с механическими повреждениями, браком изготовления и строительства, а также с нарушениями регламентных режимов эксплуатации.

Для отказов промышленных трубопроводов характерны высокие материально-экономические потери, а также негативное влияние на экологическую обстановку. В связи с этим, компании нефтегазовой отрасли регулярно выполняют работы по созданию новых и модернизации действующих методов контроля, прогнозирования и предотвращения образования и развития коррозионных процессов. Среди данных методов определяются локальные методы и средства диагностики и предотвращения, а также комплексные решения моделирования процессов транспортировки продуктов в динамике и комплексные решения оценки и анализа эксплуатационных статистических данных. При этом указанные выше комплексные решения применяются в составе систем поддержки принятия решений (СППР) и экспертных систем (ЭС), которые применяются на стадии эксплуатации при определении стратегий эксплуатации и технического обслуживания ПТ, а также на стадии проектных работ при определении материального исполнения участков ПТ и способов антикоррозионной защиты.

Настоящая работа связана с разработкой прототипа программного обеспечения экспертной системы (далее «Система») выбора материального исполнения и способа внутренней антикоррозионной защиты промышленных трубопроводов. Цель создания системы заключатся в снижении аварийности и повышении эксплуатационной надежности ПТ, а также с повышением обоснованности выбора материального исполнения промышленных трубопроводов с учетом механизмов коррозионных процессов, протекающих на внутренней стенке трубопроводов.

Таким образом, актуальность работы определяется необходимостью повышения надежности промышленных трубопроводов на стадии выполнения проектных работ, в частности при выборе материального исполнения и способов антикоррозионной защиты внутренней поверхности участков промышленных трубопроводов.

Целью работы является разработка подхода прогнозирования времени наработки проектируемых участков ПТ на отказ по причинам внутренних коррозий на основе эксплуатационных статистических данных об отказах и условиях эксплуатации участков и его дальнейшего внедрения, и применения в составе экспертной системы.

В соответствии с поставленной целью исследования были решены следующие задачи:

1. Произведен разведочный анализ исходных данных об отказах и условиях эксплуатации участков ПТ, по результатам которого сформированы выборки (направления).

2. Выполнена предобработка статистических данных – сформированных выборок.

3. Применены алгоритмы случайный лес в задаче регрессии и метод опорных векторов в задаче классификации относительно векторов целевых значений.

4. Произведён расчет количественных показателей оценки качества полученных моделей.

5. Определено место расчетного блока в экспертной системе, сформирован алгоритм применения данного блока в процессе проектирования участков ПТ.

Методы исследования. Работа основана на применении методов интеллектуального анализа данных, теории вероятностей, математической статистики и прикладного системного анализа.

Научная новизна работы состоит в следующем:

1. Разработаны классификационные и регрессионные модели на основе алгоритмов «случайный лес» и «метод опорных векторов» для прогнозирования времени наработки на отказ участков ПТ на основе статистических эксплуатационных данных, содержащих информацию о технических характеристиках объекта, параметрах перекачки, обводненности, и физико-химических свойствах транспортируемых сред;

2. Впервые применены интеллектуальные методы анализа данных в отношении статистической выборки об отказах и условиях эксплуатации участков промысловых трубопроводов общей размерностью свыше 5000 строк и свыше 15 векторов признаков;

3. Впервые в качестве векторов признаков в процессах моделирования регрессоров и классификаторов была использована информация о принадлежности участка ПТ к месторождению и определенной группе коррозионных контуров (ГКК) вместо совокупности признаков, определяющих физико-химические свойства перекачиваемых сред.

4. Даны рекомендации по сбору, разведочному анализу данных и определению векторов признаков при решении задач анализа надёжности объектов трубопроводной инфраструктуры.

Практическая значимость работы заключается в том, что:

1. Разработанная методика прогнозирования времени наработки на отказ участков ПТ позволяет принимать более обоснованные решения, основанные на эксплуатационных данных, в процессах проектирования ПТ при выборе материального исполнения и способов антикоррозионной защиты внутренней поверхности ПТ;

2. Разработанная методика рекомендована к использованию в рамках СППР при управлении процессами модернизации, капитальной замены и технического обслуживания промысловых трубопроводов;

3. Результаты работы могут быть использованы при решении аналогичных задач другими компаниями нефтегазодобывающей отрасли.

Основные положения, выдвигаемые автором на защиту:

1. Методика разведочного анализа исходных данных и выходных данных экспертной системы при формировании конечных рабочих выборок для оценки состояния путевых трубопроводов;

2. Методика прогнозирования времени наработки участков ПТ на отказ по причинам внутренних коррозий, основанная на применении интеллектуальных методов анализа статистических эксплуатационных данных, содержащих информацию о технических характеристиках ПТ,