

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Тюменский государственный нефтегазовый университет»

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ И ОБРАЗОВАНИИ

*Материалы
V Всероссийской научно-технической конференции
с международным участием*

Тюмень
ТюмГНГУ
2012

УДК 681.3.068:681.327
ББК 32.81
Н76

Ответственный редактор
доктор технических наук, профессор О. Н. Кузяков

Н76 **Новые** информационные технологии в нефтегазовой отрасли и образовании : материалы V Всероссийской научно-технической конференции с международным участием ; под ред. О. Н. Кузякова. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2012. — 280 с.

ISBN 978-5-9961-0572-4

Материалы конференции представлены по направлениям: системный анализ и математическое моделирование технологических процессов, машин и механизмов с использованием CAE – технологий, моделирование информационных процессов и систем, информационные технологии в решении задач энергосбережения, программное и аппаратное обеспечение для автоматизации систем управления в нефтегазовой отрасли, новые информационные технологии в образовании.

Издание предназначено для научных и инженерно-технических работников, а также для аспирантов, магистров, студентов и бакалавров технических вузов.

УДК 681.3.068:681.327
ББК 32.81

ISBN 978-5-9961-0572-4

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего
профессионального образования
«Тюменский государственный
нефтегазовый университет», 2012

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, МАШИН И МЕХАНИЗМОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ CAE–ТЕХНОЛОГИЙ 10

М.В.Семухин, В.С. Гаврищенко

АДАПТИВНАЯ ОЦЕНКА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
ПОДСИСТЕМЫ «ПЛАСТ – СКВАЖИНА» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ПОДХОДОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДИЗАЙНА 10

Л.В. Гуров, А.В. Иванов

РАСЧЁТ ГАЗОФАЗНОГО ГОРЕНИЯ
В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ FLOEFD 16

Ю.Е. Катанов

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ИНФОРМАЦИОННОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ «INTELLPRO» 20

В.И. Колесов

НОРМИРОВАННАЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ДИАГРАММА
ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕНИЯ СКОРОСТИ 25

А.Л. Колосова

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ
ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ 31

С.Ю. Свентский, З.Н. Шандрыголов, А.О. Лысов

МЕТОДИКА ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ АДАПТАЦИИ
ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ
ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ 37

Е.И. Мамчистова, Н.В. Назарова

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ РЕМОНТНЫХ РАБОТ НА СКВАЖИНАХ
МЕТОДОМ ЖАДНОГО АЛГОРИТМА НА ВЗВЕШЕННОМ МАТРОИДЕ 40

А.В. Новоженев, А.Б. Егоров

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ФУНКЦИИ ПЛОТНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ
В КОЛЛЕКТОРЕ С ПОМОЩЬЮ ОЦЕНКИ ПАРЗЕНА–РОЗЕНБЛАТТА 43

И.В. Соловьев, В.С. Фоминцев

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ВАЛА РОТОРА ЦЕНТРОБЕЖНОГО
НАСОСА С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ SOLIDWORKS SIMULATION 46

С.К. Сохошко, Л.А. Бахтиярова

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ПОЛОГОЙ НЕФТЯНОЙ СКВАЖИНЫ 50

Д.А. Фролов, А.П. Комаров

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ANSYS, INC. В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ	54
---	----

Н.Д. Цхадая, Г.В. Данилов, К.В. Рочев

ПОДСИСТЕМА СТИМУЛИРОВАНИЯ ДОКТОРОВ НАУК В СИСТЕМЕ МАТЕРИАЛЬНОГО СТИМУЛИРОВАНИЯ КОЛЛЕКТИВА ВУЗА	58
---	----

К.В. Сызранцева, А.В. Шаршон

МОДЕРНИЗАЦИЯ УПЛОТНЕНИЯ МНОГОСТУПЕНЧАТОГО ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА ЦНС 300/300 С ПОМОЩЬЮ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО ПАКЕТА ANSYS	63
---	----

В.Г. Логачев, С.И. Шитикова

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ	66
--	----

Р.А. Ямалеев

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ИМИТАЦИОННОГО ТРЕНАЖЕРА НПС ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ РАСХОДА	71
--	----

СЕКЦИЯ 2.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ	74
--	-----------

Л.Н. Бакановская

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕКОТОРЫХ МОДЕЛЕЙ ДИСКРЕТНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ	74
--	----

М.С. Бочков, В.Н. Баранов

РАЗРАБОТКА СВЕТОДИОДНОГО ПРИБОРА ДЛЯ ФОТОТЕРАПИИ	77
--	----

А.С. Велижанин

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ SCHLUMBERGER ECLIPSE И SCHLUMBERGER PIPESIM	80
---	----

Д.Д. Водорезов, О.А. Мастерских

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОСВОЕНИЯ СКВАЖИН С ПРИМЕНЕНИЕМ ПЕННЫХ СИСТЕМ	85
--	----

Т.А. Вокуева

ПРИМЕНЕНИЕ КОГНИТИВНЫХ КАРТ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ НА КАФЕДРЕ	90
---	----

Н.Я. Головина

АВТОМАТИЗАЦИЯ СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ ГТД	93
---	----

А.Ю. Заборский, А.В. Ревнивых

МОЛЕКУЛЯРНАЯ МЕТОДИКА КЛАССИФИКАЦИИ МЕХАНИЗМОВ ЗАЩИТЫ КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ	96
---	----

Д.Ф. Зиннатуллин

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩИХ КОМПАНИЯХ	99
--	----

А.С. Зубов, С.И. Квашина, В.Е. Анциперов,

Д.С. Никитов, З.А. Сновида, В.А. Бородин

СИСТЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ: ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ	105
--	-----

Ж.М. Колев, Е.А. Ещеркина, П.В. Джек

РАСЧЕТ БЕЗВОДНОГО ПЕРИОДА ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕСОВЕРШЕННОЙ СКВАЖИНЫ ПРИ ОПЕРЕЖАЮЩЕЙ РАЗРАБОТКЕ НЕФТЯНОЙ ОТОРОЧКИ	111
--	-----

Ж.М. Колев, Е.А. Ещеркина, Е.А. Петелина

РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ ПРОРЫВА НЕФТИ ИЗ ОТОРОЧКИ К ЗАБОЮ ГАЗОВОЙ СКВАЖИНЫ ПРИ ОПЕРЕЖАЮЩЕЙ РАЗРАБОТКЕ ГАЗОВОЙ ШАПКИ.....	116
--	-----

В.А. Корчагин, В.Н. Красовский

ПРИМЕНЕНИЕ КОГНИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ СЕРВИСОМ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ	122
---	-----

В. Е. Костин, В. Г. Логачев

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА УТИЛИЗАЦИИ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА В СИСТЕМЕ ПРОМЫСЛОВОГО СБОРА НЕФТИ	124
--	-----

А.И. Мамчистова, А.В. Ожгибесова

СПОСОБЫ БОРЬБЫ С ОБРАЗОВАНИЕМ ПЕСЧАНЫХ ПРОБОК НА ЗАБОЯХ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН	128
--	-----

А.И. Мамчистова, Е.А. Петелина

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ СКВАЖИН ПРИ ОБРАЗОВАНИИ НА ЗАБОЕ ПЕСЧАНОЙ ПРОБКИ.....	133
---	-----

А.С. Пичуев

ПРИМЕНЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В БУРЕНИИ	135
--	-----

В.С. Погорелов

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ	138
--	-----

А.Н. Пушкарев

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЭКСПЕРТНОГО СРАВНЕНИЯ ОДНОТИПНЫХ ОБЪЕКТОВ	142
---	-----

В. И. Серкова

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В СИСТЕМЕ CERVART..	145
---	-----

А.А. Жильников, В.И. Жулев

НЕРАЗРУШАЮЩАЯ ОБЪЕМНАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ПЕРИОДИЧЕСКИ ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ ВО ВРЕМЕНИ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ.....	151
---	-----

СЕКЦИЯ 3.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ.....	154
--	------------

А.П. Веревкин

ЭКОНОМИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНЫЕ АСУТП ДОБЫЧИ И ТРАНСПОРТА НЕФТИ И ГАЗА.....	154
---	-----

С.В. Воробьева, О.В. Смирнов

ИНФОРМАЦИЯ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ СБОРА ДАННЫХ И КОНТРОЛЯ УПРАВЛЕНИЯ.....	158
---	-----

П.В. Кочнев, А.Л. Портнягин, О.А. Лысова

АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СИСТЕМЫ ПЧ-АД ОТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЕЕ ПРОЦЕССОВ.....	160
---	-----

Х.Н. Музипов, И.В. Дианов

КОРРОЗИЯ РЕЗЕРВУАРОВ.....	164
---------------------------	-----

Х.Н. Музипов, И.В. Дианов

СТАТИЧЕСКАЯ ЗАРЯДКА НЕФТИ.....	169
--------------------------------	-----

Х.Н. Музипов, Ю.А. Савиных

СПОСОБ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОТЛОЖЕНИЯ ПАРАФИНА НА СТЕНКАХ НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫХ ТРУБ.....	172
--	-----

Д.Н. Паутов, А.Д. Новосельцев

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ АСИНХРОННОГО САМОВОЗБУЖДАЮЩЕГОСЯ ГЕНЕРАТОРА С ДВУМЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ОБМОТКАМИ НА СТАТОРЕ В СОСТАВЕ УСТАНОВКИ ПО УТИЛИЗАЦИИ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА.....	175
--	-----

Д.Н. Паутов

СХЕМНОЕ РЕШЕНИЕ СВАРОЧНОГО АСИНХРОННОГО САМОВОЗБУЖДАЮЩЕГОСЯ ГЕНЕРАТОРА ПОНИЖЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ С ДВУМЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ОБМОТКАМИ НА СТАТОРЕ.....	177
---	-----

Д.Ф. Абдуллин, Ф.Ф. Хусаинов, М.И. Хакимьянов

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИН.....	181
--	-----

С.Н. Харламов, Р.А. Альгинов

РЕСУРСОЭФФЕКТИВНЫЕ МОДЕЛИ В ИССЛЕДОВАНИИ ПРОБЛЕМ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ТРАНСПОРТА ВЯЗКИХ СРЕД С НЕОДНОРОДНОЙ АНИЗОТРОПНОЙ ТУРБУЛЕНТНОСТЬЮ ПО ТРУБОПРОВОДАМ СО СЛОЖНОЙ ГРАНИЦЕЙ.....	185
---	-----

В.А. Шабанов, З.Х. Павлова

О ВЫБОРЕ НПС ДЛЯ УСТАНОВКИ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА	190
---	-----

СЕКЦИЯ 4.

ПРОГРАММНОЕ И АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ	194
--	------------

М.В. Аксенов

О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ СИНХРОНИЗАЦИИ ДАННЫХ И МЕТОДАХ ИХ РЕШЕНИЯ	194
--	-----

О.Б. Безрукова

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ	198
---	-----

А.М. Воробьев

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ВЕБ-СЕРВИС ДЛЯ ОБРАБОТКИ ВИДЕОРЯДА	201
--	-----

А.В. Найденов, К.С. Евдокимов

РАЗРАБОТКИ КОМПАНИИ METSO AUTOMATION В ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПРОВОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ	202
---	-----

С. Г. Куделин, М.И. Барабанов, А.И. Кобрунов

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМНЫХ ПРИНЦИПОВ АНАЛИЗА ФИЗИКО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ И СИСТЕМНОЙ ИНВЕРСИИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СРЕДЫ ФИЗИКО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	205
---	-----

Н. И. Магда

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕЛЕКТОРА В СХЕМЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА В КОЛОННЕ РЕГЕНЕРАЦИИ АМИНА	208
---	-----

А.Н. Варнавский, М.Б. Каплан

МОДУЛЬ ГЕНЕРАЦИИ ТЕСТОВЫХ ОТКЛИКОВ КОЖНО-ГАЛЬВАНИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ И КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ОПЕРАТОРА	211
--	-----

Р.В. Распопов, И.Г. Соловьев

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ СОСТОЯНИЙ РЕДУЦИРОВАННЫХ ПРОСТРАНСТВЕННО-РАСПРЕДЕЛЕННЫХ МОДЕЛЕЙ ЛОКАЛЬНЫХ УЧАСТКОВ НЕФТЯНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ	214
---	-----

СЕКЦИЯ 5.**НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ 221***Ж.В. Арушанян, Т.Н. Косыгина*ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ
ГРУППЫ 230100 «ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА» 221*М.И. Барабанов, А.И. Кобрунов*ТЕХНОЛОГИИ ДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
В ГЕОФИЗИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ 225*В.Н. Баранов*

ИНТЕРАКТИВНАЯ ЛЕКЦИЯ 226

*В.Н. Баранов, С.И. Квашина, О.Н. Кузяков*ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ ТЕХНИЧЕСКИХ КАДРОВ
ДЛЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ 229*А.А. Земляной, В.А. Долгушин, Г.П. Зозуля*ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ИНЖЕНЕРНОМУ ОБРАЗОВАНИЮ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНЫХ
ТРЕНАЖЕРОВ-ИМИТАТОРОВ РАБОТЫ
С КОЛТЮБИНГОВОЙ УСТАНОВКОЙ 231*С.И. Квашина, Н.Л. Мамаева*НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ ПРИ ОБУЧЕНИИ
СТУДЕНТОВ ПО ПРОБЛЕМАМ НЕФТЕГАЗОВЫХ РЕГИОНОВ
КРИОЛИТОЗОНЫ ЯНАО 235*В.И. Колесов*ДИДАКТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕКТРОННЫХ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В LMS-СИСТЕМЕ 238*Н.В. Кравченко*МЕТОД ПРОЕКТОВ КАК СПОСОБ ОРГАНИЗАЦИИ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ 243*С.Я. Кривошеева*ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
В ИЗУЧЕНИИ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН
В СУРГУТСКОМ ИНСТИТУТЕ НЕФТИ И ГАЗА 244*О.Н. Кузяков*УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС
НА БАЗЕ ОБОРУДОВАНИЯ КОМПАНИЙ METSO, FESTO, MOTOROLA 246*А.В. Мальцев, С.И. Квашина*РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА КОМПРЕССИИ-
ДЕКОМПРЕССИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА СЛР 250

Г.В. Прозорова

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ГИС-ТЕХНОЛОГИИ
НА ОСНОВЕ ИННОВАЦИОННЫХ ПОДХОДОВ В ПЕДАГОГИКЕ 253

О.А. Сотникова

К ПРОБЛЕМЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ В ТЕХНИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ 257

М. С. Хозяинова

ВОПРОСЫ ФОРМИРОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛОГИКИ КАК ОСНОВЫ
КОМПЬЮТЕРНОЙ КУЛЬТУРЫ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ..... 259

Н.Б. Борвинко, Т.В. Цыганова

ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС КАК СРЕДСТВО
ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА..... 261

С.А. Шарафутдинова

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННЫХ УЧЕБНЫХ КУРСОВ КАК СРЕДСТВО
ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ 265

А.А. Яйлеткан

АРИФМЕТИЗАЦИЯ ЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ
И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ УНИВЕРСАЛЬНЫХ
ИНТЕГРАЛЬНЫХ ЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ 267

А.А. Яйлеткан

АВТОМАТИЗАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ СЕТЕВЫХ ТОПОЛОГИЙ 272

А.А. Яйлеткан

ЛОГИЧЕСКИЙ КАЛЬКУЛЯТОР 275

СЕКЦИЯ 1.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, МАШИН И МЕХАНИЗМОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САЕ–ТЕХНОЛОГИЙ

АДАПТИВНАЯ ОЦЕНКА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОДСИСТЕМЫ «ПЛАСТ – СКВАЖИНА» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОДХОДОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДИЗАЙНА

*М.В. Семухин, В.С. Гавришченко
Россия, г. Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет,
scorpion-707@mail.ru*

Рассматривается альтернативный метод анализа гидродинамических состояний скважин с использованием подходов экспериментального дизайна и построением вспомогательной регрессионной модели «пласт - призабойная зона - скважина» по экспериментальным данным или измерениям, проводимым в ходе нормальной эксплуатации.

Одним из перспективных направлений в развитии технологий информационного сопровождения процессов разработки и эксплуатации скважины является внедрение так называемых «интеллектуальных» скважин, подразумевающих использование замкнутых контуров управления процессом выработки и эксплуатации с применением концепции адаптивного наблюдения и управления в режиме реального времени. Данная концепция предполагает, во-первых, использование «интеллектуального» оборудования для исследования и управления основными параметрами скважины, во-вторых, наличие единой модели «пласт — скважина», параметры которой постоянно уточняются на основе полученных измерений.

В связи с этим актуальной становится возможность уточнения модели на основе наблюдений, полученных в условиях нормального функционирования объекта. Рассмотрим метод идентификации фактических коэффициентов гидравлических сопротивлений на примере подсистемы «пласт – скважина», хотя аналогичный подход может использоваться и для систем сбора жидких углеводородов.

На нижнем уровне системы моделей используются стационарные уравнения притока газа к забою и движения его по стволу скважины:

$$P_{nli}^2 - P_{zabi}^2 = A_i q_i^2 + B_i q_i^2; \quad (1)$$

$$P_{zabi}^2 - P_{yi}^2 \cdot e^{2S_i} = \theta_{Ci} q_i^2;$$

где $S_i = 0,03415 \frac{\rho L_i}{T_{cpi} Z_{cpi}}$; $P_{nli}, P_{zabi}, P_{yi}$ – пластовое, забойное и устьевое давления

i -ой скважины; A_i, B_i – коэффициенты фильтрационных сопротивлений; θ_{Ci} – коэффициент сопротивления при движении газа по стволу скважины; ρ – относительная плотность газа по воздуху; L_i – глубина скважины; T_{cpi} – средняя абсолютная температура газа в стволе скважины; Z_{cpi} – средний коэффициент сжимаемости газа.

На втором уровне в качестве модели используются уравнения движения газа в шлейфах и регулирующих штуцерах:

$$P_{yi}^2 - P_{ui}^2 = \theta_{ui} q_i^2; \quad (2)$$

$$P_{ui}^2 - P_{vj}^2 = \theta_{ri} q_i^2;$$

$$P_{выхj} = P_{вхj} - \Delta P_j;$$

где P_{ui}, P_{vj} – давление газа в шлейфе после штуцера и на входе j -ой УКПГ; θ_{ui}, θ_{ri} – коэффициенты сопротивления при движении газа через штуцер и в шлейфе.

Существует большое количество алгоритмов и программ расчета и оптимизации газосборных сетей от скважин до УКПГ. Наиболее часто встречаются различные методы линеаризации, позволяющие свести систему нелинейных уравнений к итерационному решению системы уравнений, линейных относительно квадратов давлений и расходов.

Основные сложности применения этих моделей для технологических расчетов связаны с трудностью замера всех необходимых параметров в реальном масштабе времени с требуемой точностью во всех точках моделируемого технологического процесса. Довольно часто при расчетах используются значения теоретических или паспортных коэффициентов моделей или производится итерационная процедура подбора этих коэффициентов экспертом. Это иногда связано и с отсутствием замеров некоторых параметров, например, расходов газа. Наличие погрешности в замерах и коэффициентах моделей может привести к несовместности решений систем уравнений, а высокая размерность задачи затрудняет процесс поиска причин несовместности.

Все это приводит к низкой точности получаемых результатов расчета и оптимизации, к сложностям при идентификации и повышенным требованиям к профессиональным знаниям пользователя и пониманию им всех тонкостей и ограничений математической модели.

Рассмотрим схему вычислительного эксперимента. Пусть имеется некоторая модель объекта - готовый алгоритм расчета или программа. Это может быть программа по гидравлическому расчету технологической системы для жидкости или газа (например, Pipesim).

Для проведения эксперимента модель представляет собой «черный ящик» и характеризуется многомерной регрессией относительно варьируемых параметров λ . Сама модель может быть существенно нелинейной, но она линеаризуется вблизи «рабочей точки» и представляется линейной регрессионной зависимостью относительно отклонения $e_r = \lambda_r - \lambda_r^*$ параметров от своих номинальных значений λ_r^* :

$$Y_k = Y_k^* + \sum_{r=1}^L \omega_{kr} e_r, k = \overline{1, m}, \quad (3)$$

где m – количество измеряемых выходных переменных.

Известный метод оценки фактических коэффициентов гидравлических сопротивлений основывается на методе наименьших квадратов с применением теории чувствительности [1]:

$$J = \sum_{k=1}^m (\bar{Y}_k - Y_k)^2 \rightarrow \min_{\lambda_i} \quad (4)$$

где $\bar{Y}_k$ – фактические давления и расходы в точках замера; Y_k – их расчетные значения;

при ограничениях в виде системы уравнений движения жидкости или газа по сети трубопроводов.

Однако идентифицировать параметры, используя данную постановку, непосредственно не удастся, поскольку замеры расходов и давлений производятся лишь в отдельных точках сети. Для корректности задачи минимизируется функция J с регуляризующей добавкой:

$$\Phi = J + \sum_{r=1}^L \alpha_r \left(\lambda_r - \lambda_r^* \right)^2, \quad (5)$$

где $\alpha_r > 0$ – весовой коэффициент, выбираемый исходя из теории чувствительности или методом подбора.

Кроме того, необходимо иметь в виду допустимую область изменения оцениваемых параметров $[\lambda_{r \min}, \lambda_{r \max}]$. С учетом подходов, используемых в экспериментальном дизайне, алгоритм идентификации коэффициентов гидравлических сопротивлений выглядит следующим образом.

1. Задается входная информация, граничные условия, необходимые для расчета режимов работы подсистемы. Производятся N первоначальных расчетов

режимов работы по имеющейся модели/программе по методам факторного эксперимента для различных сочетаний параметров из их области допустимых значений $[\lambda_{r \min}, \lambda_{r \max}]$ (число $N \geq m + 1$ берется из необходимости и достаточности построения регрессионных зависимостей).

2. Считается, что отклонение идентифицируемых параметров от их номинальных значений малы, тогда k -ая переменная приближенно представляется в виде линейной регрессионной зависимости (3), которая оценивается по проведенным вычислительным экспериментам.
3. Далее с использованием найденных коэффициентов минимизируется по e_r квадратичная форма Ψ по имеющейся серии из N фактических замеров выходных величин (исторических данных)

$$\Psi = \sum_{p=1}^N \left(\sum_{k=1}^m \left(\bar{y}_k^p - y_k^* - \sum_{r=1}^L \omega_{kr} e_r \right)^2 + \sum_{r=1}^L \alpha_r e_r^2 \right). \quad (6)$$

Отклонение параметров e_r находятся из необходимого условия минимума функции Ψ , что приводит к системе уравнений $Ae = b$, где A – матрица $L \times L$. Координаты вектора b и элементы матрицы A находятся из следующих соотношений:

$$b_j = \sum_{p=1}^N \left(\sum_{i=1}^m \omega_{ij} \left(\bar{y}_i^p - y_i^* \right) \right), j = \overline{1, L};$$

$$a_{ij} = N \cdot \sum_{k=1}^m \omega_{ki} \omega_{kj}, i \neq j;$$

$$a_{ii} = N \cdot \left(\alpha_i + \sum_{k=1}^m \omega_{ki}^2 \right).$$

4. Находятся оценки фактических коэффициентов гидравлических сопротивлений:

$$\hat{\lambda}_k = \lambda_r^* + e_r, \text{ если } \hat{\lambda}_k \in [\lambda_{r \min}, \lambda_{r \max}];$$

$\hat{\lambda}_k$ присваивается значение $\lambda_{r \min}$, если $\hat{\lambda}_k \leq \lambda_{r \min}$, или $\lambda_{r \max}$, если $\hat{\lambda}_k \geq \lambda_{r \max}$.

В последних двух случаях оценка параметров, полученных таким образом, считается окончательной и далее не корректируется.

5. Проверяется критерий окончания счета

$$\max_r |e_r| \leq \xi, r = \overline{1, L},$$

где ξ – заданная точность оценки параметров.

Если он выполняется – расчет заканчивается, в другом случае осуществляется переход к следующему этапу.

6. Производится присваивание $\lambda_r^* = \hat{\lambda}_r$ и производится расчет по модели подсистемы "пласт-скважина" при выбранных значениях коэффициентов гидравлических сопротивлений. Осуществляется возврат к пункту 2, при этом результаты одного экспериментального просчета удаляются и добавляются вновь полученные результаты. При этом удаляется вариант, наиболее «удаленный» по параметрам от точки $\hat{\lambda}_r, r = \overline{1, L}$.

В качестве примера рассматривался вычислительный эксперимент для участка трубопроводной сети (рис.1).

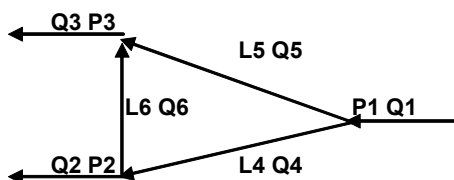


Рис.1. Участок трубопроводной сети

С использованием схемы факторного эксперимента было проведено 7 первоначальных экспериментальных расчетов участка трубопроводной сети, которые были необходимы для первоначального построения уравнений регрессии. Процесс адаптивного уменьшения неопределенности и соответствующего изменения оценок коэффициентов эффективности (гидравлических сопротивлений линейных участков) по мере проведения дополнительных вычислительных экспериментов по предложенной схеме показаны в таблице 1 и на рис. 2.

Таблица 1

N	E4	E5	E6
0	0,5	0,5	0,5
1	0,22315	0,80472	0,47563
2	0,23016	0,78414	0,48811
3	0,25672	0,7676	0,52237
4	0,22246	0,74826	0,48212
5	0,23842	0,74448	0,49313
6	0,23341	0,73678	0,48511
7	0,21663	0,74054	0,47565
8	0,22002	0,74158	0,47554
9	0,22002	0,74158	0,47554

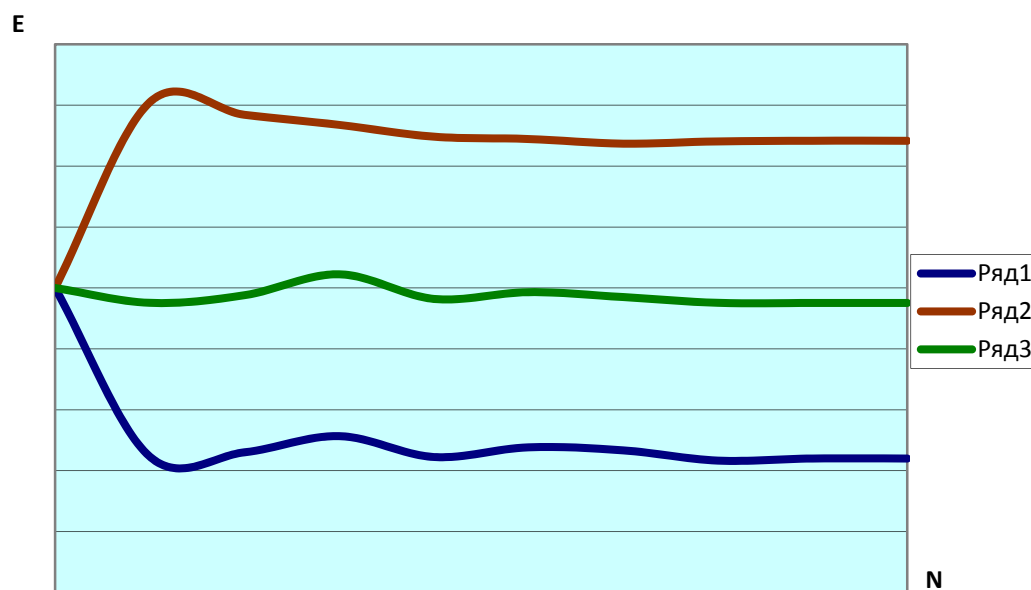


Рис.2. Процесс изменения оценок коэффициентов эффективностей ЛУ

Анализ численных экспериментов показывает удовлетворительную сходимость итерационного процесса, что позволяет использовать данный метод для адаптивной оценки гидравлических параметров процессов газосбора углеводородов, а также для принятия оперативных технологических решений.

Использование единой модели «пласт - призабойная зона - скважина» в системе адаптивного наблюдения динамических параметров скважины позволяет решать основные задачи гидродинамических исследований скважин и в то же время преодолеть ограничения на технологические параметры или непосредственно на результаты исследований, характерные для традиционных методов:

а) основным методом решения обратной задачи получения параметров скважины является метод идентификации параметров на основе данных, полученных непосредственно с устья скважины в режиме реальных измерений без изменения режима ее эксплуатации и использования глубинного оборудования;

б) модели притока в скважину и динамики движения углеводородов в НКТ могут быть дополнены с учетом влияния различных осложняющих факторов: наличия локальных гидросопротивлений на различных участках движения флюидов, изменения фильтрационных свойств пласта и т. д.

Литература:

1. Алтунин А.Е., Семухин М.В. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях. Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2002. 352 с.
2. Михеев М.А. Основы теплопередачи: Учебник для вузов – М.: Госэнергоиздат, 1949.– 396 с.
3. Муфазалов Р.Ш., Муслимов Р.Х., Бурцев И.Б. Гидромеханика совместной работы пласта, добывающих и нагнетательных скважин: Учебник для вузов. – Казань, 2000. – 282 с.

РАСЧЁТ ГАЗОФАЗНОГО ГОРЕНИЯ В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ FLOEFD

*Л.В. Гуров, А.В. Иванов
Россия, г. Москва, Ментор Графикс
Девелопмент Сервисез Лимитед,
Leonid_Gurov@mentor.com*

В работе представлены краткое описание результатов численного моделирования процессов газофазного горения, выполненного в пакете гидрогазодинамического моделирования FloEFD. Расчеты проводились на базе системы уравнений Навье-Стокса, дополненной уравнениями сохранения полной энтальпии, переноса компонент и турбулентности. Для замыкания системы уравнений использовалось уравнение состояния химически реагирующих газовых смесей. Приведено сопоставление результатов расчетов с экспериментальными данными.

Моделирование процессов горения топлив исключительно важно при проектировании различных технических устройств. К настоящему времени накоплен значительный опыт моделирования химически реагирующих течений, а современные возможности вычислительной техники позволяют применять сложные модели с учетом неравновесности, многофазности, турбулентности и других факторов, что позволяет достичь значимого для практических применений уровня точности численного моделирования.

Тем не менее, выбор модели и определение необходимой степени детализации до сих пор остаётся проблемой для большинства пользователей программных продуктов и требует экспертных знаний в области численного моделирования процессов горения. Обзор современных и популярных в настоящее время методов расчета химически реагирующих течений приведен в [1].

Подход, реализованный в рамках пакета гидрогазодинамического моделирования FloEFD и подробно описанный в [2], позволил компенсировать трудности постановки задач, связанных с горением, с помощью модели, которая требует задания очень ограниченного набора параметров. Данная модель базируется на системе уравнений Навье-Стокса, дополненной уравнениями переноса термохимической энтальпии и компонент горючей смеси, а также $k-\varepsilon$ моделью турбулентности. Термодинамическое замыкание полученной системы уравнений строится на основе расчета химически равновесного состояния газовой смеси [3].

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТОВ

1. Диффузионное горение окиси углерода в воздухе

Данный расчет выполнен в соответствии с экспериментальной работой [4], в которой приведены результаты измерений, полученные при сжигании окиси углерода в спутном воздушном потоке.

На рис. 1 показана схема камеры сгорания, поперечное сечение рабочей части которой представляет собой квадрат (300 мм × 300 мм). В центре камеры находится труба диаметром 60 мм, на срезе которой установлено сужающееся сопло с диаметром выходного сечения 5 мм и толщиной стенок 0.25 мм.

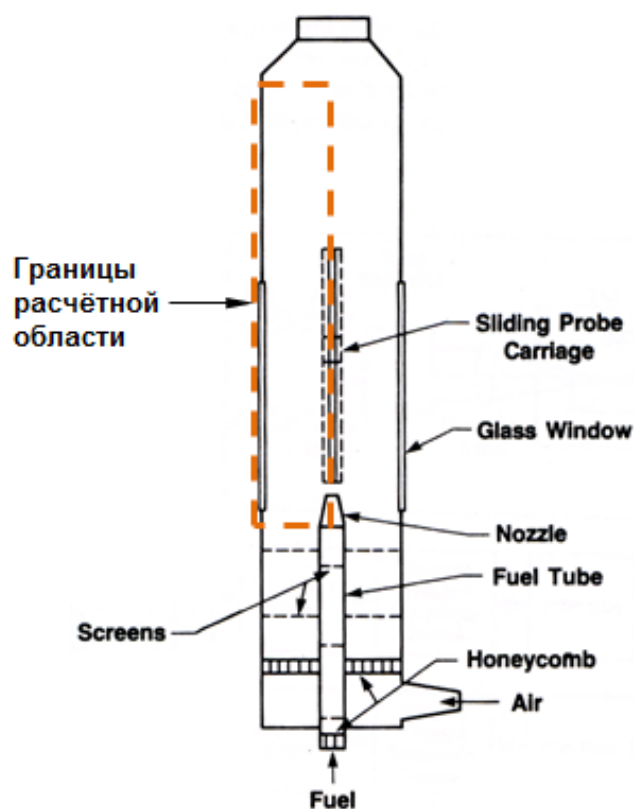


Рис. 1. Схема камеры сгорания с подачей окиси углерода (топливо) и воздуха (окислитель) [4]

Объемный расход подаваемого через трубу горючего (окиси углерода) составляет 42 л/мин, расход воздуха равен 700 л/мин. Температура потоков на входе в камеру составила 300 К, а давление 1 атм. Значение числа Рейнольдса, при расчете которого в качестве характерного геометрического размера взят диаметр выходного сечения сопла, составило около 11400.

Расчетная область, границы которой обозначены на рис. 1 была разбита прямоугольной сеткой с дополнительным уплотнением в области смешения. Полученная сетка насчитывала около 300 тыс. ячеек.

Расчет был выполнен в нестационарной постановке с постоянным шагом по времени равным $6 \cdot 10^{-5}$ с. Стационарное решение было получено через 4000 итераций (0.24 с физического времени). Высота пламени составила около 50 см.

На рис. 2 и 3 показано сравнение рассчитанных профилей температуры и концентраций продуктов сгорания (на примере двуокиси углерода) с измеренными значениями.

Сравнение показывает, что распределение температуры и концентраций CO_2 достаточно хорошо согласуются с экспериментальными измерениями как количественной, так и с качественной точки зрения.

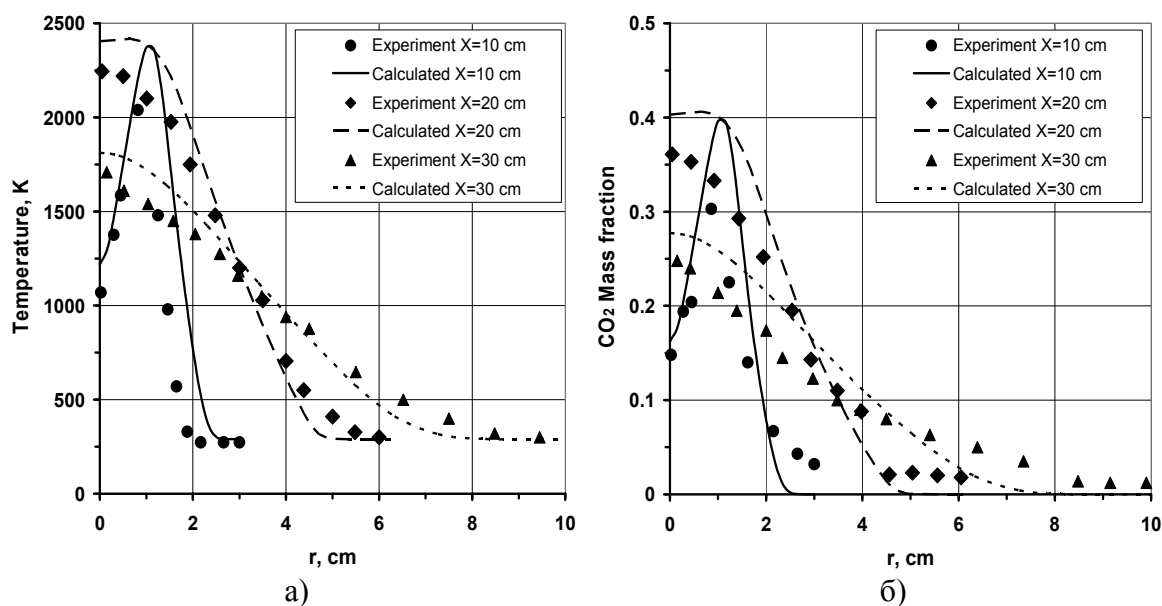


Рис. 2. Профили температуры (а) и массовой доли двуокиси углерода (б), построенные на различных расстояниях от плоскости среза сопла

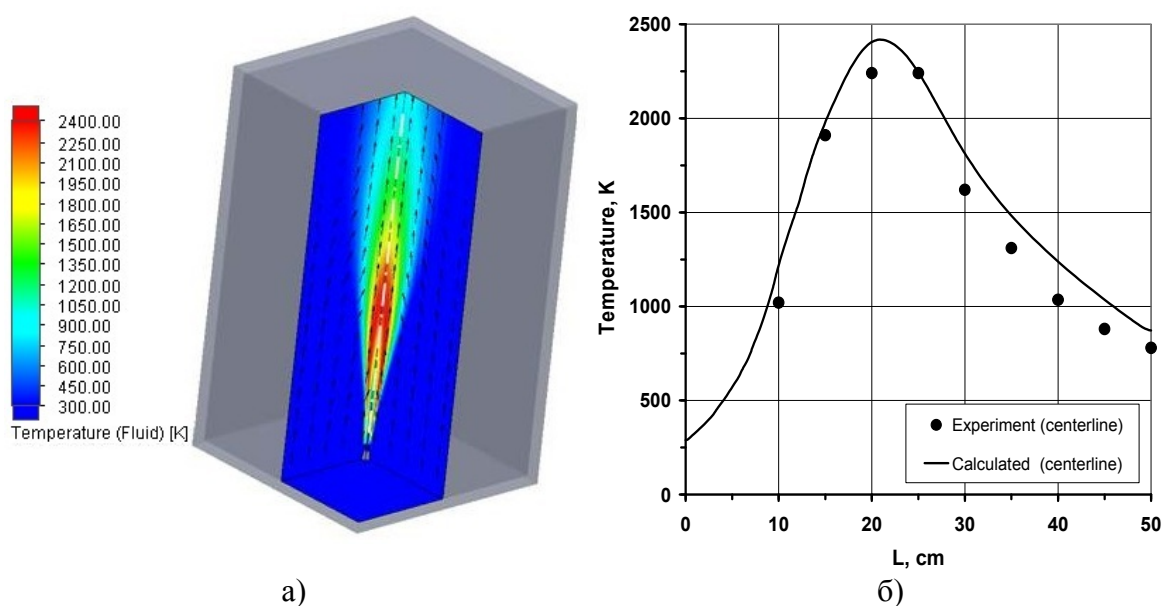


Рис. 3. Распределения температуры, построенные на плоскостях симметрии (а) и вдоль центральной оси (б)

2. Оценка угла наклона пламени при сжигании пропана в перпендикулярно направленном воздушном потоке

Одним из важных вопросов при проектировании факельных установок, используемых для сжигания попутных газов при добыче нефти, является размер и траектория формируемого факела при различных скоростях ветра. В работе [5] приведены результаты модельных экспериментов по сжиганию пропана, где измерялся угол наклона факела при различных скоростях набегающего воздушного потока.

Трубка, используемая для подачи пропана, была помещена в аэродинамическую трубу перпендикулярно набегающему потоку воздуха. Значения внешнего и внутреннего диаметра трубки равны 24.7 мм и 22.1 мм соответственно. Скорость пропана на выходе из трубки составляла 1 м/с. Измерения проводились при скоростях набегающего потока в диапазоне 0.8-3.5 м/с. Для проведения расчетов были выбраны следующие значения скорости: 0.8 м/с, 1 м/с, 2.5 м/с и 3.5 м/с.

Задача решалась в нестационарной постановке с шагом по времени 0.005 с. Расчётная сетка насчитывала около 100 тыс. ячеек. При решении задачи была использована равновесная модель горения с ограничением скорости образования продуктов сгорания. Так, после установлении гидродинамического поля течения включался источник воспламенения, помещенный вблизи среза трубки. В четырёх рассматриваемых случаях среднее физическое время, за которое формировалось стационарное решение составило около 13 с. Расчет угла наклона факела проводился исходя из координат его языка (рис. 4).

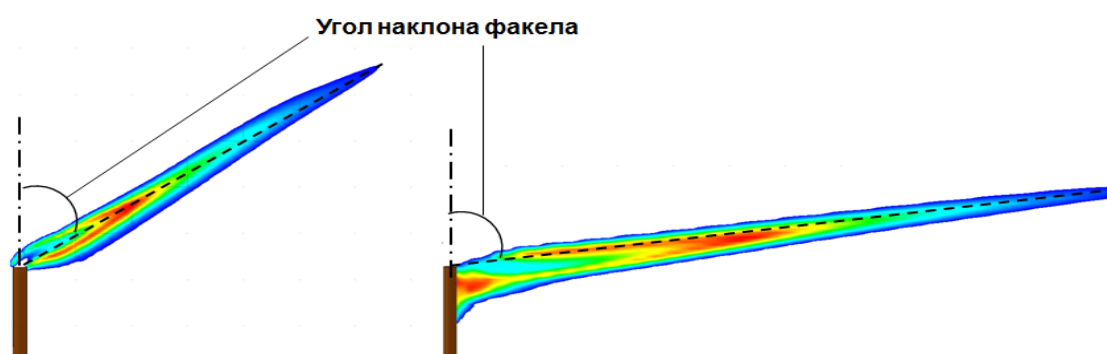


Рис. 4. Определение угла наклона факела [5]

На рис. 5 показано сравнение рассчитанных углов наклона факела с измеренными значениями. Видно, что на всем рассматриваемом участке наблюдается хорошее совпадение результатов.

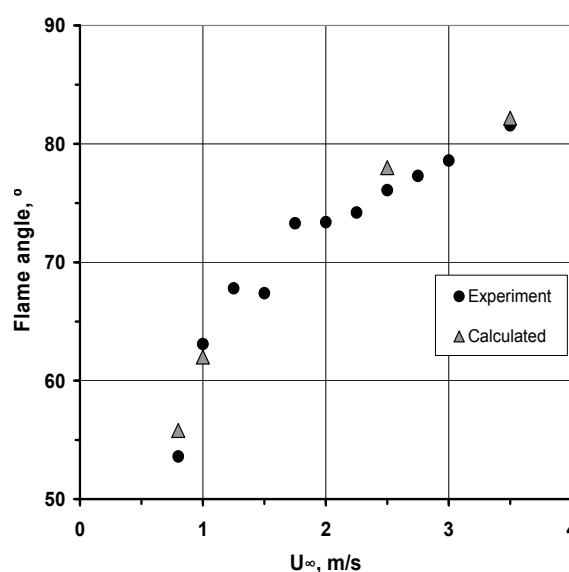


Рис. 5. Зависимость угла наклона пламени от скорости набегающего потока

Сравнение расчетов, выполненных с использованием равновесных моделей, с экспериментальными данными многих авторов, показывает, что реализованный в рамках продукта FloEFD подход к моделированию тепловых эффектов процесса горения может с успехом использоваться для расчетов различных технических устройств. Кроме того, он значительно проще, и обладает в среднем тем же уровнем точности при существенно меньших затратах, требуемых для получения конечного результата.

Литература:

1. Warnatz J., Maas U., Dibble R.W. Combustion. Physical and chemical fundamentals, modelling and assumptions, experiments, pollutant formation. Springer, 4-th ed., 2006.
2. Волков В.А., Иванов А.В., Стрельцов В.Ю., Хохлов А.В. Использование равновесных моделей для расчёта газофазного горения // Труды РНКТ-5, МЭИ, 2010, т. 3, С. 161-164.
3. Синярев Г.Б., Ватолин Н.А., Трусов Б.Г., Мусеев Г.К. Применение ЭВМ для термодинамических расчетов металлургических процессов. М.: Наука, 1982.
4. Razdan. M.K., Stevens J.G. CO/Air Turbulent Diffusion Flame: Measurements and Modeling // Combustion and Flame, №3, v.59, pp. 289-301, 1985.
5. Majeski, A.J., Wilson, D.J., Kostiuik, L.W. Size and Trajectory of a Flare in a Cross-flow // Combustion Canada, Alberta, pp. 26–28, 1999.

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ «INTELLPRO»

Ю.Е. Катанов
*Россия, г.Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет,
god_of_blood@mail.ru*

Применение методологии системного подхода для анализа и регулирования эффективности методов воздействия на нефтегазоносные объекты, находящиеся на поздней стадии разработки является актуальной задачей и требует создания моделей, адекватно описывающих процессы интенсификации добычи нефти и повышение надежности процедуры обоснования и планирования методов воздействия на ПЗП.

Проведен системный анализ МУН и ИДН, интервально обеспечивающий эффективность применения потокоотклоняющих технологий, на примере вязкоупругих гелей (ВУГ) и комплекса «ВУГ + СПС».

Кроме того, впервые предложены новые алгоритмы ввода-вывода исходной информации и обучения вычислительных программ для детального анализа применимости и их использования.

Научная новизна данной работы заключается в получении новых научных результатов:

Прикладного характера:

Разработан многомодульный программный продукт, который, в отличие от методов построения циклических структур вычислительных программ, использует новые алгоритмы обработки водимых и выводимых данных и алгоритмы обучения программ, посредством которых было установлено следующее:

1. Пользователю не нужно готовить информацию для ее обработки в определенном порядке - программа сама распознает тип получаемых данных и преобразует их в правильный вид и формат для хранения и обработки (новые алгоритмы ввода-вывода информации);
2. Программа сама добавит необходимые новые параметры, если таковые будут присутствовать при загрузке – разработана интеллектуальная система принятия решений, которая способна к обучению;
3. Расширяемость программы. Программный продукт ИнтеллПро выполнен в клиент-серверной архитектуре, что позволит в будущем работать в многопользовательском режиме, с разграничением прав доступа при использовании большим количеством пользователей результатов расчета и сформированными отчетами;
4. Динамическая загрузка параметров расширения. Каждая скважина имеет набор обязательных параметров, и если пользователь хочет использовать дополнительные параметры, то механизмы загрузки позволяют это сделать.

Практическая ценность данной работы заключается в следующем:

1. Выполнена многоуровневая обработка исходных промысловых данных на базе новых алгоритмов ввода-вывода исследуемой информации и обучения программ, сосредоточенных в программном проекте «ИнтеллПро», посредством которой было установлено, что имеющаяся информация подходит для дальнейшего исследования, в частности, для комплексной оценки обеспечения эффективности технологий «ВУГ на основе ПАА» и «ВУГ + СПС»;
2. На основе разработанного проекта, предоставляется анализ и прогнозирование технологических параметров по нескольким методикам одновременно.
3. Выполнена комплексная оценка корреляционной связи фактических и расчетных данных технологии «ВУГ на основе ПАА» равная 63,33 %, комплекса «ВУГ + СПС» равная 92,51 %, на базе методов нечеткой логики, согласно которой была установлена возможность совместного применения данных технологий.

При этом средневзвешенный множественный коэффициент корреляции для фактических и расчетных данных эффективности применения технологии «ВУГ + СПС» в сочетании с коэффициентом извлечения нефти равен 67,61% при оценке такой аппроксимации 8,297%.

Программа IntellPro предназначена для анализа и прогнозирования технологической информации широкого спектра.

Для анализа информации в программе предусмотрены различные алгоритмы, такие как анализ и прогнозирование с помощью линейного и квадратичного полиномов, параметрическое распознавание образов.

Представлена первая версия программы, в будущем предполагается дополнять и расширять функционал программы.

Прогнозирование данных на этапе загрузки их в базу. Если имеется необходимость спрогнозировать данные на несколько месяцев вперед уже на этапе загрузки.

Основными задачами данного комплекса являются следующие:

- Интеллектуальная загрузка данных
- Обработка загруженных данных
- Хранение
- Расчет и операции по требованию пользователя
- Предоставление готового результата по запросу
- Отчетные формы

При этом:

- пользователь подключается к нужной базе данных;
- пользователь вводит данные по интересующему его объекту;
- данные на первом этапе попадают в модуль обработки данных

Здесь информация обрабатывается, вычисляется какой данные, по какому объекту ввел пользователь, их количество, формат, корректность.

Если информации не достаточно, недостающие данные вычисляются. Способ загрузки информации запоминается, корректность приводится к необходимому допустимому значению. Новые параметры запоминаются, для использования в дальнейших вычислениях;

- модуль обработки данных передает данные в базу. Загрузка происходит в формате базы данных;

Далее пользователь, которому необходимы результаты обработки данных, отчетные формы, графики и т.п., делает запрос к базе данных, через браузер.

База данных принимает запрос, обрабатывает данные, делает вычисления необходимые для выполнения запроса, и передает данные пользователю в формате XML+XSLT либо экспортирует в том формате, который необходим пользователю.

Новизна работы данного комплекса заключается в следующем:

- Автономный модуль обработки данных;
- Режим обучения у модуля обработки данных;
- Своя база знаний;
- Вводимые данные не зависят от формата;
- Проверка на корректность на стадии приема;
- Расчет необходимых отсутствующих величин;
- Сохранение вводимого формата данных;
- Предоставление пользователю данных в формате, не зависящем от конечного клиента пользователя.

Программный модуль будет разработан в среде Delphi 6.

Выбор этого программного продукта обусловлен следующим:

1. В Delphi 6 имеется возможность визуального конструирования форм, что избавляет, при создании программы, от многих аспектов разработки интерфейса программы, так как Delphi 6 автоматически готовит необходимые

программные заготовки и соответствующий файл ресурсов. Программисту нужно лишь наполнить прототип будущего окна элементами интерфейса;

2. Библиотека визуальных компонентов предоставляет огромное разнообразие созданных разработчиками Delphi 6 программных заготовок, которые после несложной настройки готовы к работе в рамках создаваемого приложения. Использование компонентов не только во много раз уменьшает время создания программы, но и существенно снижает вероятность случайных программных ошибок;
3. Среди прочих преимуществ Delphi 6 можно выделить эффективную работу с базами данных.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что Delphi 6 – один из самых мощных инструментов разработки программных продуктов ориентированных на работу с базами данных.

База данных создана на основе СУБД Firebird 2.1.5.

Дополнительно использованы компоненты Fib +, DxGrid, Alpha

Для корректной работы программы необходимо разрешение монитора не меньше, чем 1024x768, и, как минимум, 16-битный цвет.

Для работы программного обеспечения необходимы следующие операционные системы Windows 2000/XP.

В рамках данного выбора платформы:

База данных создана на основе бесплатного СУБД Firebird - компактная, кроссплатформенная, свободная система управления базами данных (СУБД), работающая на Linux, Firebird Windows и разнообразных Unix платформах;

В качестве преимуществ Firebird можно отметить многоверсионную архитектуру, обеспечивающую параллельную обработку оперативных и аналитических запросов (это возможно потому, что читающие пользователи не блокируют пишущих), компактность (дистрибутив 5Mb), высокую эффективность и мощную языковую поддержку для хранимых процедур и триггеров.

Связь СУБД с программным модулем была реализована с помощью компонентов FibPlus.

Веб часть реализована на языке PHP - скриптовый язык программирования общего назначения, интенсивно применяемый для разработки веб-приложений. В настоящее время является одним из лидеров среди языков программирования, применяющихся для создания динамических веб-сайтов.

Этапы разработки программного комплекса:

1. Постановка задачи
2. Определение требований к программному комплексу
3. Описание структуры программного комплекса
4. Описание модулей программного комплекса
5. Проектирование модулей программного комплекса
6. Программная реализация программного комплекса
7. Тестирование и дебаг программного комплекса
8. Внедрение

Концептуальная схема модуля обработки данных и окно загрузки, соответственно представлены, на рис. 1-2.

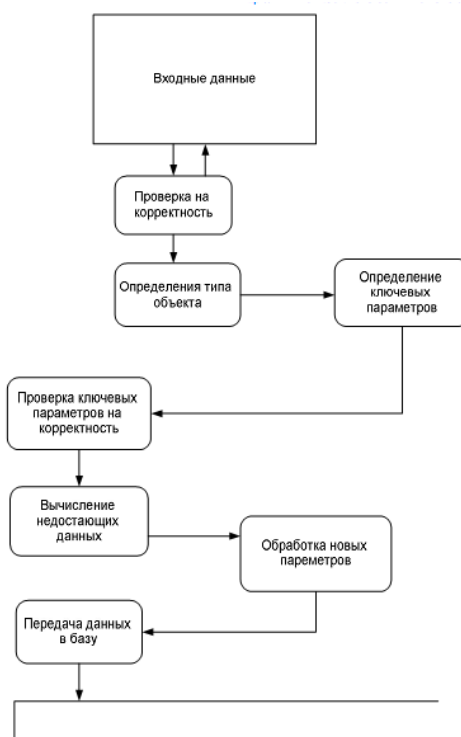


Рис. 1. Концептуальная схема модуля обработки данных

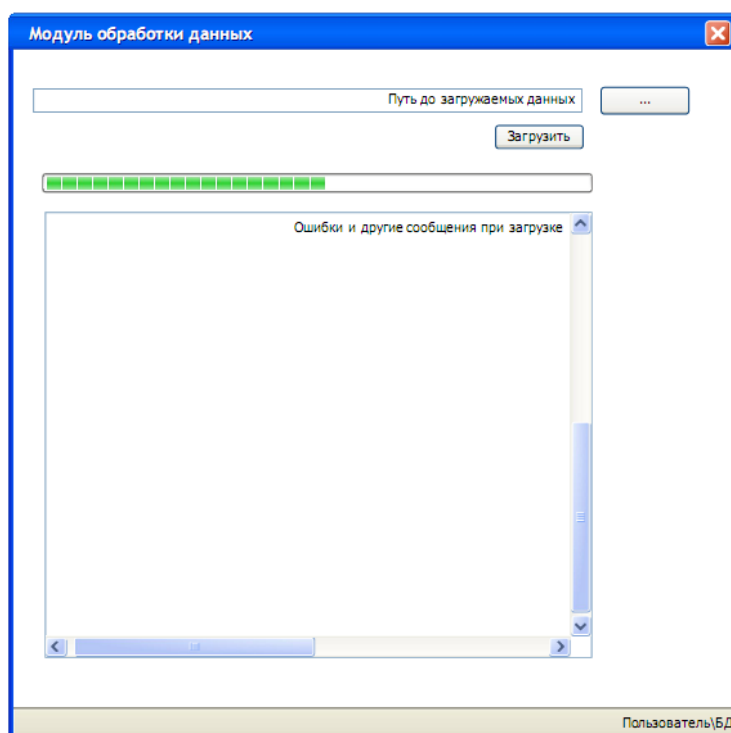


Рис. 2. Окно загрузки данных

Клиентское приложение будет реализовано в виде вэб интерфейса работы с базой данных.

Используя интернет-браузер, пользователь заходит по адресу сервера БД, выбирает интересующий его объект и критерий вычисления. СУБД обрабатывает запрос и возвращает результат пользователю.

Пользователь просматривает результат в виде таблицы, графика либо отчета, так же можно выбрать функции экспорта данных в необходимом формате (рис. 3).

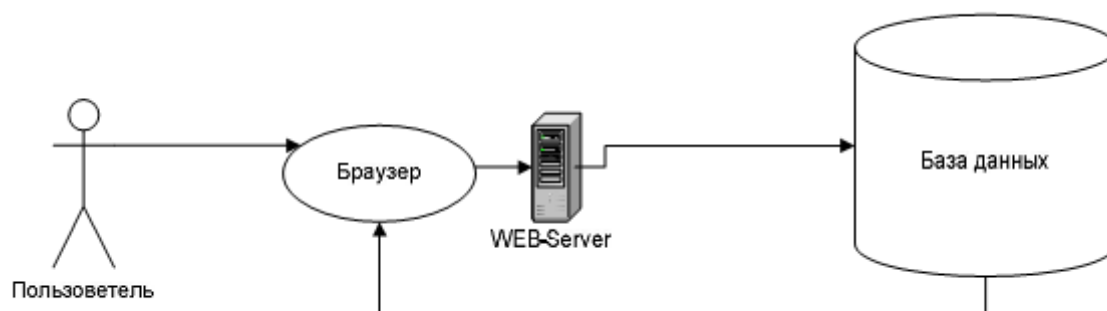


Рис. 3. Схема работы клиентского приложения

Литература:

1. Катанов Ю.Е. Материалы диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Специальность: 05.13.01 – «Системный анализ, обработка и управление информацией». Тема диссертационной работы «Разработка методики для обеспечения эффективности потокоотклоняющих технологий методами нечеткой логики на месторождениях Западной Сибири». – Тюмень 2011.– с. 204.

НОРМИРОВАННАЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ДИАГРАММА ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕНИЯ СКОРОСТИ

В.И. Колесов

*Россия, г.Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет,
vikolesov@yandex.ru*

Постановка задачи. В задачах исследования дорожной аварийности широко используется модель транспортного потока (ТП) Танаки [1], основанная на продольном динамическом габарите безопасной езды, однако как любой размерный параметр он лишен общности. Делается попытка с позиций теории подобия привести задачу к критериально планируемому эксперименту (КПЭ) [2], что позволит сократить число варьируемых параметров.

Решение задачи. Формальная запись динамического габарита, как известно, имеет вид

$$L(V) = m_2 \cdot V^2 + m_1 \cdot V + m_0, \quad (1)$$

что позволяет в итоге выразить как плотность транспортного потока

$$q(V) = 1/L(V) = 1/(m_2 \cdot V^2 + m_1 \cdot V + m_0), \quad (2)$$

так и его интенсивность N

$$N(V) = V \cdot q(V) = V / (m_2 \cdot V^2 + m_1 \cdot V + m_0) \quad (3)$$

(здесь m_0, m_1, m_2 - коэффициенты; V - скорость транспортного потока, м/с).

Технология оценки m_0, m_1 и m_2 подробно рассмотрена в работе [3], и, в соответствии с ней значения коэффициентов можно предвычислить и рассчитать затем $q(V)$ и $N(V)$.

Следует, однако, заметить, что в условиях ограничения скорости транспортного потока (в городе $V \leq 60 \text{ км/ч}$) поведение кривых $q(V)$ и $N(V)$ существенно меняется, и вопрос о том, как они деформируются, остается пока открытым. Несмотря на то, что в литературе имеются многочисленные регрессионные кривые зависимости скорости от интенсивности ТП (см., например, [4,5]), аналитического описания поведения $V(N)$ во всем диапазоне разрешенных скоростей найти не удалось.

Предлагаемое решение базируется на двух постулатах:

- скорость транспортного потока не может превышать заданный предел (в нашем случае $V_{\text{огр}} = 60 \text{ км/ч}$);
- продольный габарит безопасной езды $L(V)$ нарушаться не должен.

Это по умолчанию означает, что водители переходят на габарит безопасной езды постепенно по мере нарастания плотности транспортного потока. При этом предполагается, что существует точка сопряжения режима свободного движения (индекс p) и режима, соответствующего динамическому габариту (индекс g).

Если подходить к задаче с позиций теории подобия и пытаться перевести её в разряд критериально планируемого эксперимента, то необходимо переходить к без-

размерным величинам $x = V/V_{\text{огр}}$ и $z = \frac{q}{q_{\text{max}}} = \frac{m_0}{m_2 \cdot V^2 + m_1 \cdot V + m_0} = \frac{1}{a \cdot x^2 + b \cdot x + 1}$

(здесь $a = \frac{m_2 \cdot V_{\text{огр}}^2}{m_0 \cdot 3.6^2}$; $b = \frac{m_1 \cdot V_{\text{огр}}}{m_0 \cdot 3.6}$; m_0 , м; m_1 , с; m_2 , с²/м; $V_{\text{огр}}$, км/ч). Практический

интерес при этом представляют 2 аспекта:

- как аналитически описывается зависимость нормированной скорости x от нормированной плотности z (обозначим её $x_p(z)$) при $0 < z < z_c$ (здесь z_c - точка перехода к динамическому габариту);
- каковы координаты точки перехода функции $x_p(z)$ в функцию $x_g(z)$, соответствующую динамическому габариту (обозначим эту точку $C(z_c, x_c)$).

Что касается первого аспекта, то, во-первых, при $z = 0$ функция $x_p(z) = x_p(0) = 1$, во-вторых, при $z > 0$ функция $x_p(z)$ должна монотонно снижаться и быть дифференцируемой, в-третьих, при $z = z_c$ должно выполняться условие $x_p(z_c) = x_g(z_c)$ и, наконец, в-четвертых, в точке сопряжения C производные обеих функций должны быть равны. В качестве первого приближения выбрана функция

$$x_p(z) = 1 - k \cdot z^\gamma. \quad (4)$$

Константа k определяется из условия равенства в точке С скоростей $x_p(z_c)$ и $x_g(z_c)$.

Аналитическое представление второй функции $x_g(z)$, характеризующей поведение нормированной скорости ТП (x_g) в условиях строгого соблюдения габарита безопасной езды, в соответствии с (2), предопределено решением квадратного уравнения

$$a \cdot x_g^2 + b \cdot x_g + m_0 - l/z = 0, \text{ т.е.} \\ x_g(z) = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot (l - l/z)}}{2 \cdot a}. \quad (5)$$

Поскольку для выполнения условий сопряжения в точке С функций $x_p(z_c)$ и $x_g(z_c)$ необходимо знать их производные, то найдем первую из них, используя (4),

$$\frac{dx_p}{dz} = -k \cdot \gamma \cdot z^{\gamma-1}, \quad (6)$$

Определим (для точки С) k из (4) $k = \frac{l - x_c}{z_c^\gamma}$ и подставим в (6)

$$\frac{dx_p}{dz} = -\frac{l - x_c}{z_c} \cdot \gamma = (l - x_c) \cdot \gamma \cdot (a \cdot x_c^2 + b \cdot x_c + l). \quad (7)$$

Производную второй функции найдем, учитывая, что $z = (a \cdot x_g^2 + b \cdot x_g + l)^{-1}$.

Это дает в точке С

$$\frac{dx_g}{dz} = -\frac{(a \cdot x_c^2 + b \cdot x_c + l)^2}{b + 2 \cdot a \cdot x_c}. \quad (8)$$

Приравнявая (7) и (8), получим

$$a \cdot x_c^2 + b \cdot x_c + l = (l - x_c) \cdot \gamma \cdot (b + 2 \cdot a \cdot x_c), \quad (9)$$

из чего следует $(2 \cdot \gamma \cdot a + a) \cdot x_c^2 + (\gamma \cdot b - 2 \cdot \gamma \cdot a + b) \cdot x_c + (l - \gamma \cdot b) = 0$, т.е.

$$x_c = \frac{-(\gamma \cdot b - 2 \cdot \gamma \cdot a + b) + \sqrt{(\gamma \cdot b - 2 \cdot \gamma \cdot a + b)^2 - 4 \cdot (2 \cdot \gamma \cdot a + a)(l - \gamma \cdot b)}}{2 \cdot a \cdot (2 \cdot \gamma + 1)}. \quad (10)$$

Найдем уравнение линии точек сопряжения $x_c(z_c)$. Соотношение (9) позволяет записать для каждой точки сопряжения С

$$l/z_c = (l - x_c) \cdot \gamma \cdot (b + 2 \cdot a \cdot x_c) \text{ и затем найти } a = \left[\frac{l}{z_c \cdot \gamma \cdot (l - x_c)} \right] / (2 \cdot x_c). \quad (11)$$

С другой стороны, $l/z_c = a \cdot x_c^2 + b \cdot x_c + l$ и, следовательно,

$$a = (l/z_c - b \cdot x_c - l) / x_c^2. \quad (12)$$

Приравняв (11) и (12), получим уравнение

$$\gamma \cdot b \cdot z_c \cdot x_c^2 - (\gamma \cdot b \cdot z_c + l + 2 \cdot \gamma - 2 \cdot \gamma \cdot z_c) \cdot x_c + 2 \cdot \gamma \cdot (l - z_c) = 0,$$

решение которого и является искомым результатом

$$x_c(z_c) = \frac{(\gamma \cdot b \cdot z_c + l + 2 \cdot \gamma - 2 \cdot \gamma \cdot z_c) - \sqrt{(\gamma \cdot b \cdot z_c + l + 2 \cdot \gamma - 2 \cdot \gamma \cdot z_c)^2 - 8 \gamma^2 b z_c (l - z_c)}}{2 \cdot \gamma \cdot b \cdot z_c}. \quad (13)$$

На рис.1 представлено семейство нормированных скоростей $x(z)$ для ряда фиксированных значений параметра a , а также график линии сопряжения $x_c(z_c)$.

Перейдем далее к относительной интенсивности транспортного потока N , которая трактуется как доля N от некоторой нормы $N_0 = V_{огр} \cdot q_{max}$

$$N_{отн} = N/N_0 = V/V_{огр} \cdot q/q_{max} = x \cdot z, \quad (14)$$

Практический интерес при этом представляют два аспекта: зависимость $N_{отн}$ от нормированной скорости x , т.е. $N_{отн}(x)$ и зависимость $N_{отн}$ от нормированной плотности ТП, т.е. $N_{отн}(z)$.

Каждая из этих функций имеет два характерных участка (разграниченных точкой сопряжения с координатами x_c, z_c): до и после перехода водителей к соблюдению динамического габарита безопасной езды, поэтому анализ $N_{отн}$ должен учитывать эту специфику.

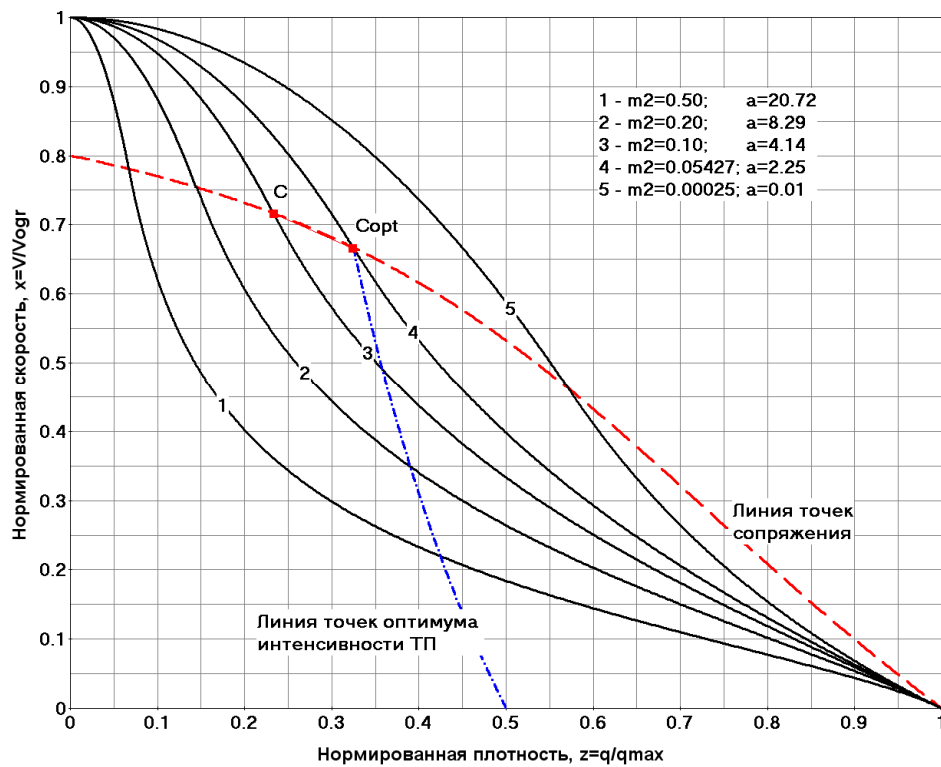


Рис.1. Графики зависимостей $x(z)$

Рассмотрим функцию $N_{отн}(x) = x \cdot z$.

На участке $0 \leq x \leq x_c$ относительная интенсивность равна

$$N_{отн}(x) = x \cdot z = x \cdot (a \cdot x^2 + b \cdot x + l)^{-1}, \quad (15)$$

а при $x_c \leq x \leq l$ она составляет

$$N_{отн}(x) = x \cdot z = x \cdot \left(\frac{l-x}{k} \right)^{1/\gamma} \quad (\text{здесь } k = \frac{l-x_c}{z_c^\gamma}) \quad (16)$$

Функция $N_{\text{омн}}(x) = x \cdot (a \cdot x^2 + b \cdot x + I)^{-1}$ имеет экстремум, который достигается при $dN_{\text{омн}}(x)/dx = 0$, когда $x = x_{\text{opt}} = \sqrt{I/a}$. Экстремальное значение относительной интенсивности при этом равно $(N_{\text{омн}})_{\text{opt}} = \frac{I}{2 \cdot \sqrt{a} + b}$.

Если поделить $N_{\text{омн}}(x)$ на экстремальный уровень, то нормированное значение интенсивности транспортного потока будет равно

$$NN(x) = \frac{x \cdot (2 \cdot \sqrt{a} + b)}{a \cdot x^2 + b \cdot x + I}.$$

Решение задач по управлению дорожным движением предполагает, кроме того, аналитическое описание линии экстремумов транспортного потока в системе координат $x_{\text{opt}}, z_{\text{opt}}$. Его легко получить, учитывая, что

$$(N_{\text{омн}})_{\text{opt}} = x_{\text{opt}} \cdot z_{\text{opt}} = \frac{I}{2 \cdot \sqrt{a} + b} = \frac{I}{2/x_{\text{opt}} + b}, \text{ т.е. } z_{\text{opt}} = \frac{I}{2 + b \cdot x_{\text{opt}}}.$$

Рассмотрим далее функцию $N_{\text{омн}}(z) = x \cdot z$.

На участке $z_c \leq z \leq I$ относительная интенсивность равна

$$N_{\text{омн}}(z) = x \cdot z = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot (I - I/z)}}{2 \cdot a} \cdot z, \quad (17)$$

$$\text{а при } 0 \leq z \leq z_c \quad N_{\text{омн}}(z) = (I - k \cdot z^\gamma) \cdot z \quad (\text{здесь } k = \frac{I - x_c}{z_c^\gamma}) \quad (18)$$

Анализ функции $N_{\text{омн}}(z)$ показывает, что она также имеет экстремум, достигаемый при $dN_{\text{омн}}(z)/dz = 0$, когда $z = z_{\text{opt}} = \left[\frac{I}{k \cdot (\gamma + I)} \right]^{1/\gamma}$. Вторая координата

x_{opt} определяется на основании (4) $x_{\text{opt}} = I - k \cdot z_{\text{opt}}^\gamma = \frac{\gamma}{\gamma + I}$ и, как видим, является стабильной, если $0 \leq z_{\text{opt}} \leq z_c$ и $\gamma = \text{const}$. Существует ситуация, когда точка экстремума совпадает с точкой сопряжения (точка C_{opt} на рис.1). В ней $z_{\text{opt}} = z_c$;

$x_{\text{opt}} = x_c$ и, следовательно, выполняется условие $\frac{\gamma}{\gamma + I} = \frac{I}{\sqrt{a}}$, т.е. $a = \left(\frac{\gamma + I}{\gamma} \right)^2$. В частности, при $\gamma = 2$ коэффициент $a = 2.25$. График зависимости $x_{\text{opt}}(z_{\text{opt}})$ для этого случая показан на рис.1 штрихпунктирной линией.

Что же касается самого значения экстремума, то подстановка z_{opt} и x_{opt} в 18)

$$\text{дает} \quad (N_{\text{омн}})_{\text{opt}} = x_{\text{opt}} \cdot z_{\text{opt}} = \frac{\gamma}{\gamma + I} \cdot \left[\frac{I}{k \cdot (\gamma + I)} \right]^{1/\gamma}. \quad (19)$$

Нормированная интенсивность $NN(z)$ при $0 \leq z \leq z_c$ равна

$$NN(z) = \frac{N_{\text{омн}}(z)}{(N_{\text{омн}})_{\text{opt}}} = \frac{(I - k \cdot z^\gamma) \cdot z \cdot (\gamma + I) \cdot [k \cdot (\gamma + I)]^{1/\gamma}}{\gamma}. \quad (20)$$

На рис.2 представлено семейство функций $N_{\text{омн}}(z)$ при $\gamma = 2$.

Штриховыми линиями $N_1(z)$ и $N_2(z)$ обозначены касательные к фундаментальным диаграммам, ограничивающие их слева и справа. Линия $N_1(z)$ - это касательная к диаграмме $N_{\text{омн}}(z)$ в точке $z = 0$, а $N_2(z)$ - в точке $z = 1$.

Рассмотрим первую из них. В соответствии с (18), $\frac{dN_1(z)}{dz} = 1 - k \cdot (\gamma + 1) \cdot z^\gamma$, что при $z = 0$ дает $\frac{dN_1(z)}{dz} = 1$, следовательно, уравнение $N_1(z)$ имеет вид $N_1(z) = z$.

Что касается $N_2(z)$, то $N_2(z) = x \cdot z$, тогда, с учетом (15), $\frac{dN_2(z)}{dz} = \frac{dx}{dz} \cdot z + x = -\frac{(a \cdot x^2 + b \cdot x + 1)^2 \cdot z}{2 \cdot a \cdot x + b} + x$. При $z = 1$ нормированная скорость равна 0 (т.е. $x = 0$), следовательно, $\frac{dN_2(z)}{dz} = -\frac{1}{b}$. Это означает, что уравнение касательной $N_2(z)$ имеет вид $N_2(z) = \frac{1-z}{b}$. Пересечение касательных происходит в так называемой критической точке. Её координаты определены условием $N_1(z_{\text{кр}}) = N_2(z_{\text{кр}})$, из которого следует равенство в критической точке значений абсциссы и ординаты, т.е. $z_{\text{кр}} = N_{\text{кр}} = \frac{1}{b+1}$,

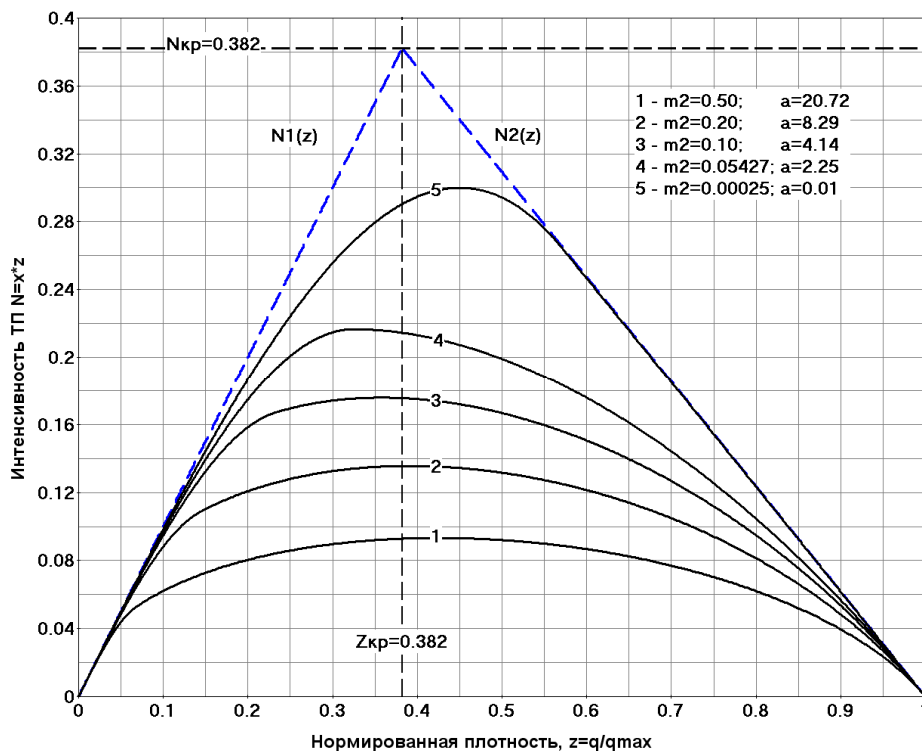


Рис.2. Семейство функций $N_{\text{омн}}(z)$ при $\gamma = 2$

Таким образом, получены базовые модели (см.(4), (5), (10), (13), (15), (16), (19), (20)) транспортного потока в условиях ограничения его скорости в городе и удовлетворяющие требованию безопасной езды. Выполнено их программное тестирование.

Литература:

1. Буслаев А.П., Гасников А.В., Холодов Я.А., Яшина М.В. Введение в математическое моделирование транспортных потоков. – URL: http://crec.mipt.ru/study/courses/optional/gasnikov/Book_Chap3.pdf
2. Основы научных исследований: Учеб. для технических вузов / В.И. Крутов, И.М. Глушко, В.В. Попов и др. – М.: Высш. шк., 1989. – 400с.
3. Соцков Д. А. Моделирование режимов аварийного торможения в транспортном потоке /Д. А. Соцков, Р. В. Нуждин, А. П. Кунаков, А. Г. Назаров //Аналитическое и экспертное обеспечение системы БДД: сб. докл. седьмой междунар. конф. четвертой секц. – СПб.: СПб гос. архит.-строит. ун-т, 2008. – С. 16 – 21.
4. Сильянов В.В., Домке Э.Р. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 352 стр.
5. Храпова С.М. Определение уровня загрузки автомобильным транспортом городских магистралей: автореф. дисс. ...канд. техн. наук/ С.М. Храпова; СибАДИ. – Омск, 2010. – 20 с.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

*А.Л. Колосова
Россия, г.Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет,
kolosova_alla@bk.ru*

Как известно, основной причиной преждевременного износа магистральных газопроводов (МГ) является коррозионный фактор. Статистика, опубликованная на официальном сайте Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) за 6 месяцев 2007 и 2008 гг., насчитывает 29 аварий только за 2007 год и 20 аварий за 2008 год. В период с 1991 по 1996 год доля аварий по причине коррозионного растрескивания в общем балансе аварийности по ОАО «Газпром» составила около четверти, с 1998 по 2003 год - треть от общего количества, а в 2008 году - уже более 50 % [1].

Для выявления подверженности коррозии к настоящему времени разработано и внедрено значительное количество методов оценки и мониторинга состояния линейной части магистральных газопроводов (ЛЧ МГ), в том числе и дистанционных методов мониторинга. Основная проблема современных методов мониторинга коррозионного состояния МГ состоит в том, что упор в них делается на диагностику какого-либо одного фактора, определяющего развитие коррозии, либо определение фактического состояния стенки трубы магистрального газопровода. При таком подходе обеспечивается возможность контроля состояния магистрального газопровода

и определения сроков проведения ремонтов «по состоянию», но крайне затруднительно бывает давать прогнозные оценки развития коррозионной ситуации и объяснить причины ее возникновения.

При этом в данных условиях, имея мощную базу средств диагностики состояния магистральных газопроводов и обладая методами оценки влияния различных факторов на интенсивность протекания коррозионных процессов, становится важным создание системы многофакторного анализа состояния магистрального газопровода, а также долговременного прогноза его коррозионного состояния и расчета коррозионного ресурса.

Для решения поставленных задач предложена математическая модель, описывающая развитие коррозионных процессов на участках магистрального газопровода. Модель включает в себя расчет величины потенциально прогнозируемой скорости коррозии, исходя из результатов которого формируются необходимые рекомендации по обеспечению прочностной надежности и безопасности эксплуатируемого магистрального газопровода. Предложенная модель построена на основании известной математической модели [4], но дополнена факторами, существенно влияющими на скорость распространения коррозии в ЛЧ МГ, которые приняты по результатам проведенного анализа технической литературы.

Согласно исходной математической модели [4], потенциально прогнозируемая скорость коррозии – это такая скорость коррозии металла V_{III} , которая характеризует рост глубины дефекта наружной стенки газопровода в заданный момент времени и в зависимости от активности коррозионных факторов k_i , допуская развитие этого дефекта в любой точке обследуемого участка. В общем виде величина потенциально прогнозируемой скорости коррозии V_{III} определяется из выражения:

$$V_{III} = \frac{\sum_{i=1}^n k_i}{n}, \quad (1)$$

где n – число коэффициентов k_i , принятых для расчета потенциально прогнозируемой скорости коррозии.

Каждый переменный фактор k_i , предложенный для рассмотрения в исходной математической модели, можно численно оценить для учета его влияния на потенциально прогнозируемую скорость коррозии. Понятно, что численная величина будет лишь с некоторой долей вероятности отражать реальный вес любого из факторов. В этом случае было бы целесообразно воспользоваться такими методами оценки, которые специально ориентированы на построение моделей, учитывающих неполноту и неточность исходных данных. В связи с этим предложено для оценки влияния факторов создать модель исчерпания коррозионного ресурса линейной части магистрального газопровода, описывающую развитие коррозии в ЛЧ МГ, на основе системы нечеткого вывода. Разработка и применение системы нечеткого вывода включает в себя ряд этапов, реализация которых выполняется с помощью основных положений нечеткой логики [2, 3].

Система нечеткого вывода содержит в своем составе базу правил нечетких продукций и реализует нечеткий вывод заключений на основе посылок или условий, представленных в форме нечетких лингвистических высказываний. Информацией, которая поступает на вход системы нечеткого вывода, являются измеренные

некоторым образом входные переменные. Эти переменные соответствуют реальным переменным, описывающим состояние ЛЧ МГ и окружающего грунта. Информация, которая формируется на выходе системы нечеткого вывода, соответствует выходным переменным, которой в данном случае является потенциально прогнозируемая скорость коррозии ЛЧ МГ.

В качестве входных переменных используются следующие факторы ($k_1 \dots k_{11}$):

1. срок эксплуатации газопровода;
2. уровень напряжений в стенках газопровода;
3. степень анаэробности грунта;
4. удельное электрическое сопротивление грунта;
5. марка стали;
6. ионная сила грунтовой влаги;
7. окислительно-восстановительный потенциал грунта (редокс-потенциал);
8. средняя плотность катодного тока;
9. уровень pH грунта;
10. влажность грунта;
11. температура стенки газопровода.

В качестве выходной переменной используется оценка потенциально прогнозируемой скорости коррозии ($V_{корр}$), которая является основой для дальнейших оценок остаточного коррозионного ресурса ЛЧ МГ и принятия решений по эксплуатации и срокам ремонта.

Для преобразования значений входных параметров в выходной составлена база правил и построены графики функций принадлежности термов всех лингвистических переменных. База правил системы нечеткого вывода предназначена для формального представления эмпирических знаний или знаний экспертов и может изменяться и уточняться, а также подстраиваться под конкретный случай прокладки газопровода.

Более подробное описание разработанной модели приведено в [5].

Структурная схема системы мониторинга скорости коррозии, способной давать прогноз развития коррозионной ситуации в ЛЧ МГ на основе анализа различного рода информации из разных источников, представлена на рис.1.

Для решения задач мониторинга и прогнозирования скорости коррозии техническая система выполняет следующие основные функции:

- получение исходных данных для расчета потенциально прогнозируемой скорости коррозии поверхности ЛЧ МГ;
- прогноз скорости коррозии наружной поверхности и остаточного коррозионного ресурса ЛЧ МГ, своевременное предупреждение об активизации коррозионных процессов;
- архивирование и хранение полученной информации с целью дальнейшего анализа;
- автоматический и полуавтоматический контроль исправности устройств системы, контроль цепей питания, целостности датчиков и линий связи с исполнительными механизмами;
- организация взаимодействия с оператором;
- обмен данными с другими системами.

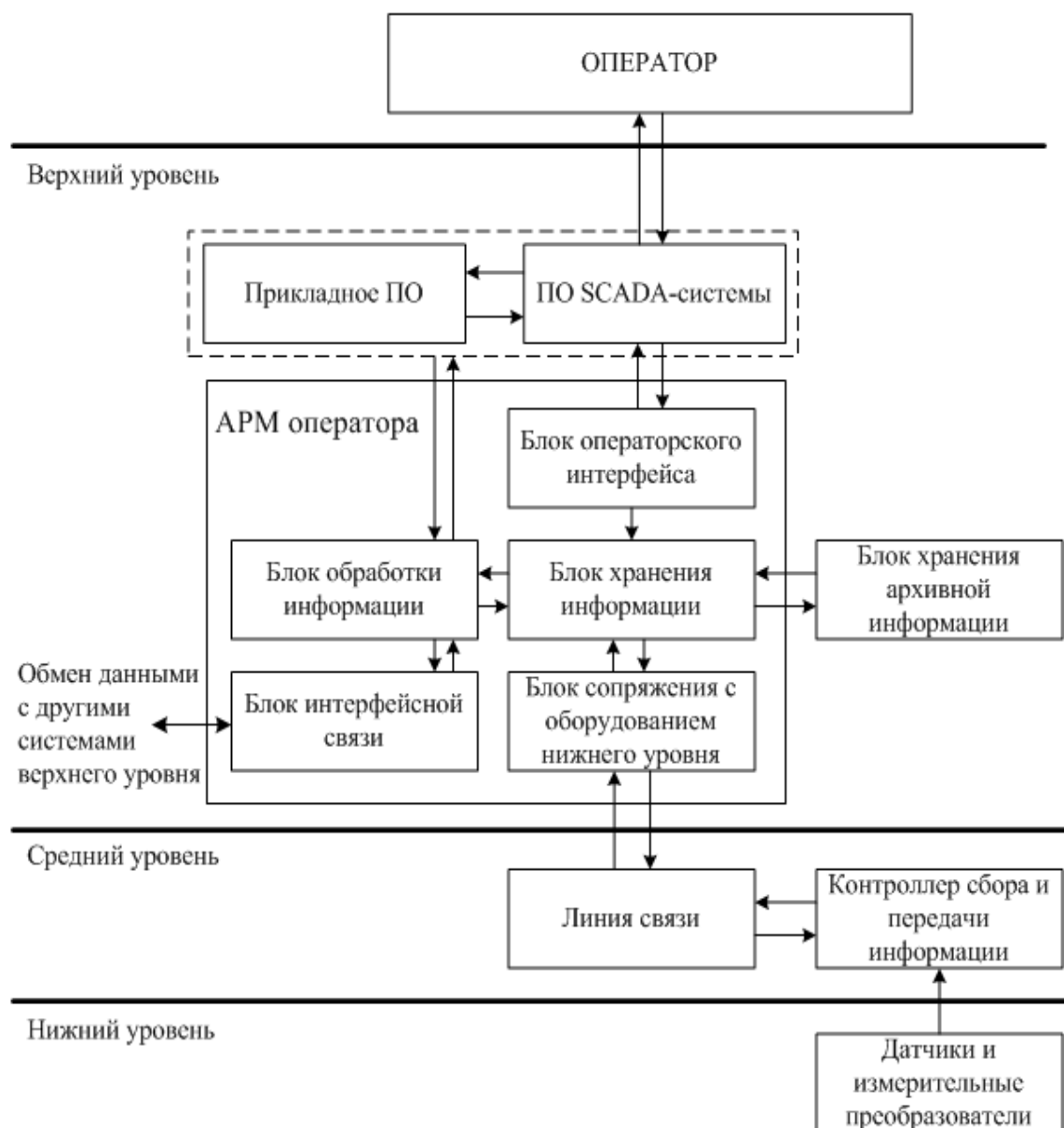


Рис. 1. Структурная схема системы коррозионного мониторинга ЛЧ МГ

Использование отдельных блоков, обозначенных на структурной схеме, определяется необходимостью выполнения системой описанных функций. Особенности работы системы, такие как необходимость получения информации от удаленных датчиков и проведения сложных математических вычислений по разработанной методике, определяет трехуровневую архитектуру системы. Получение информации от датчиков определяется конкретной физической природой необходимых для получения данных, а также целесообразностью (практической, экономической) получения данных тем или иным способом.

Данные о сроке эксплуатации, марке стали, литологии участка прохождения МГ могут быть получены из проектно-сметной и исполнительной документации на МГ.

Непосредственно на МГ для оценки быстроменяющихся факторов необходимо установить следующие датчики: датчик влажности почвы, тензометрический датчик, датчик температуры газопровода, преобразователь давления в газопроводе (для определения уровня напряжений в стенках МГ). Измеренные значения плотности катодного тока поступают в систему обработки информации от установок катодной защиты (УКЗ) МГ.

В качестве датчиков, устанавливаемых на МГ, предлагается использовать следующие типы датчиков:

- датчик температуры ИКЛЖ.405212.001-01 (производитель ООО «Прибор», г. Смоленск);
- преобразователь избыточного давления КОРУНД-ДИ (производитель ООО «СТЭНЛИ», г. Москва);
- струнный тензометрический датчик СПРУТ 11.01 (производитель ООО «СИТИС», г. Екатеринбург);
- датчик влажности почвы 10HS (производитель ООО «ЛабДепо», г. Санкт-Петербург).

Данные об удельном электрическом сопротивлении грунта, ионной силе грунтовой влаги, редокс-потенциале, уровне pH грунта получают в результате проведения полевых и/или лабораторных исследований проб грунта по известным методикам их определения и действующей нормативно-технической документации.

Для объединения сигналов со всех датчиков, установленных в одной точке измерения на газопроводе, и дальнейшей их передачи на верхний уровень системы мониторинга МГ сигналы должны собираться на контроллер, откуда передаваться далее на верхний уровень системы. Для сбора информации с датчиков предлагается использовать контроллер ОВЕН 160-24-И-L (производство фирмы «ОВЕН», г. Москва). Выбор линий связи, используемых для передачи информации на верхний уровень, определяется их доступностью и обеспечением качества передаваемого сигнала.

На верхнем уровне системы предполагается установка автоматизированного рабочего места (АРМ) оператора, средств хранения архивной информации, специализированного программного обеспечения. АРМ оператора осуществляет фоновый циклический опрос всех контроллеров системы, архивирует все изменения параметров и сигналов, визуализирует состояние магистрального газопровода, а также технических устройств системы. Программное обеспечение верхнего уровня состоит из двух частей: SCADA-системы и прикладного программного обеспечения для выполнения математических расчетов.

SCADA-система разработана с помощью интегрированной среды разработки Trace Mode (производство фирмы AdAstra Research Group, г. Москва) и призвана обеспечивать удобство работы оператора с системой, опрос датчиков верхнего уровня, сбор и накопление архивной информации о газопроводе, контроль исправности оборудования системы, то есть берет на себя выполнение основных системных и интерфейсных функций. Вид окна операторского интерфейса SCADA-системы приведен на рис.2. Прикладное программное обеспечение для выполнения расчетов разработано в программной среде Borland C++ Builder

и предназначено для выполнения математических расчетов по разработанной математической модели.

Расчет потенциально прогнозируемой скорости коррозии и остаточного ресурса МГ

18 Август 2011, 16:59:10

оборудование работает нормально

Паспортные данные газопровода

Дата введения в эксплуатацию: 08.1990

Марка стали: 17ГПС

Литология грунта: торф

Изменить данные

Лабораторные исследования проб грунта

Удельное эл. сопротивление: 28 Ом/м

Ионная сила грунтовой влаги: 2 к-ион/л.уб.дм

Редокс-потенциал: 3 Вольт

pH: 7

Ввести данные

Показания датчиков

Температура: 5 град. С

Давление: 3.5 МПа

Уровень напряжений в стенках: 0.3 МПа

Плотность катодного тока: 1.2 А/кв.м

Влажность почвы: 20 %

Прогнозные оценки

Скорость коррозии: 0.283

Остаточный ресурс газопровода: 8 годы

Наименование участка газопровода: Грязовец-Ленинград-1, км. 157+158

Участок 1 Участок 2 Участок 3 Участок 4

Рис. 2. Окно операторского интерфейса SCADA-системы

Литература:

1. Годовой отчет о деятельности федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. – М: Полимедиа, 2010. – 460 с.
2. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 236 с.
3. Круглов В.В., Дли М. И., Голунов Р.Ю. Нечёткая логика и искусственные нейронные сети. – М.: Физматлит, 2001. – 221 с.
4. Теплинский Ю.А, Быков И.Ю. Управление эксплуатационной надежностью магистральных газопроводов. – М.: Нефть и газ, 2007. – 400 с.
5. Колосова А.Л. Разработка методики оценки скорости коррозии магистральных газопроводов // Известия вузов. Нефть и Газ. – 2011. – №5. – С. 111-115.

МЕТОДИКА ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ АДАПТАЦИИ ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

*С.Ю. Свентский, З.Н. Шандрыголов, А.О. Лысов
Россия, г. Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет
trener2606zodiak@yandex.ru*

Важнейшим этапом гидродинамического моделирования является адаптация модели. Обычно достоверность описания пласта, используемого в модели, проверяется путем запуска модели с историческими данными по добыче и давлениям и сравнения расчетных данных по распределению давления с фактическими.

Исходные параметры необходимо корректировать до тех пор, пока не будет достигнуто необходимое сходство расчетных данных с фактическими, в пределах допустимой погрешности. Адаптация пластового давления является важнейшим этапом моделирования. Во-первых, величина пластового давления используется при расчете потенциального дебита скважины и, в частности при оценке эффекта от оптимизации параметров ее работы. Во-вторых, пластовое давление определяет интегральное энергетическое состояние пласта в целом или по его участку. Практический интерес в данном случае представляет задача локализации проблемных участков [3]. В-третьих, этот параметр является ключевым для расчета значений давления в последующих точках пути движения газа. Это необходимо для оптимизации режимов работы скважин, ДКС, установок подготовки газа и всей газосборной сети, и, как следствие - для более достоверного расчета прогнозных технологических показателей.

Следует иметь в виду, что адаптация модели на историю разработки представляет собой решение обратной задачи, которая является некорректной, в том смысле, что не имеет единственного решения. Более того, нецелесообразно требовать абсолютно точного совпадения фактических и модельных показателей, которое если и будет достигнуто, то ценой существенного искажения геологических параметров или, к примеру, фазовых проницаемостей, а это может привести к существенным ошибкам при прогнозе [2].

Для уменьшения неоднозначности устанавливают допустимые нижние и верхние пределы значений всех переменных. Эта группа ограничений, записана она в виде математических выражений или нет, представляет собой важную часть технической информации при исследовании процесса моделирования.

Имеется несколько параметров, определение которых в геологической модели предполагает наличие погрешностей и, следовательно, уточнение данных величин посредством гидродинамического моделирования наиболее приемлемо для минимизации разностей между данными наблюдений и данными, вычисленными в модели.

- 1) Уточнение параметров пласта:
 - а) проницаемости,
 - б) порового объема,
 - в) эффективной толщины.
- 2) Уточнение сжимаемости пласта.
- 3) Уточнение данных об относительных проницаемостях:
 - а) сдвиг кривой относительной проницаемости,

- б) уточнение значений критической насыщенности.
- 4) Корректировка данных о характере и степени вскрытия пласта в отдельных скважинах:
 - а) скин-эффекта,
 - б) интервалах перфорации.

Рассмотрим пример изменения параметров сеточной модели для устранения влияния местного аномального давления, не подтвержденного фактическими исследованиями. Способ уточнения таких параметров сходен для всех параметров, составляющих основную группу данных о пласте.

Для снижения давления в одной области и повышения его в соседней, необходимо внести исправления [1]. Это можно сделать с помощью одной или нескольких процедур.

- 1) «Усилить» фильтрацию флюида из зоны высокого давления в зону низкого путем изменения проницаемостей пласта.
- 2) Снизить запасы газа в пласте в области с высоким давлением, для чего либо:
 - а) скорректировать в меньшую сторону поровый объем,
 - б) уменьшить начальную газонасыщенность,
 - в) уменьшить эффективную толщину пласта,
 - г) комплексная корректировка параметров.
- 3) Увеличить запасы газа в области низкого давления, для чего либо:
 - а) скорректировать в большую сторону поровый объем,
 - б) увеличить эффективную толщину пласта,
 - в) увеличить начальную газонасыщенность,
 - г) комплексная корректировка параметров.

При этом следует решить, определение каких фильтрационно-емкостных свойств произведено с наибольшими погрешностями в этих зонах, а также, какая процедура наиболее подходит для получения желаемого результата, чтобы не изменился характер процесса моделирования в других зонах.

Как указано выше, критерием сравнения выбрано давление, так как об этом параметре можно получить данные с приемлемой точностью. Вычисленные значения давления могут не совпадать с замеренными по нескольким причинам, а именно:

- 1) величина давления по всему пласту может быть либо слишком высокой, либо слишком низкой;
- 2) распределение давлений может быть слишком разрывным, т. е. «неровным», если рассматривается профиль поперечного сечения;
- 3) локальные данные о давлении в скважинах могут быть слишком высокими или слишком низкими (локальные расхождения).

Такие погрешности можно исправить следующим образом. Слишком высокий уровень давлений по всему пласту обычно указывает на не подтверждение величины начальных запасов газа: корректировка порового объема уточнит величину запасов, снижая, таким образом, полную упругую энергию в системе.

Если значения давлений больше измеренных примерно на 10%, то необходимо уменьшить значения порового объема на постоянную величину, допустим, на 0,96:

$$V_{\text{пор}ij} = V_{\text{пор}ij}^0 \times k, \quad (1)$$

где $\bar{V}$ – измененное значение порового объема ячейки с координатами x, y ; V_0 – начальное значение порового объема ячейки с координатами x, y ; α – коэффициент модификации.

Заметим, что изобары будут расположены примерно на том же месте, но числа, связанные с ними, будут другие. Таким образом, произойдет общее снижение давления.

Разрывное распределение давлений указывает на необходимость уточнения значений проницаемостей в системе. В поперечном сечении пласта профиль давлений при этом имеет вид, показанный на рис. 1 пунктирной линией. Путем корректировки проницаемостей с помощью постоянного коэффициента, локальные экстремумы значений давления сглаживаются, приближаясь к фактическим значениям, как видно на рис. 1.

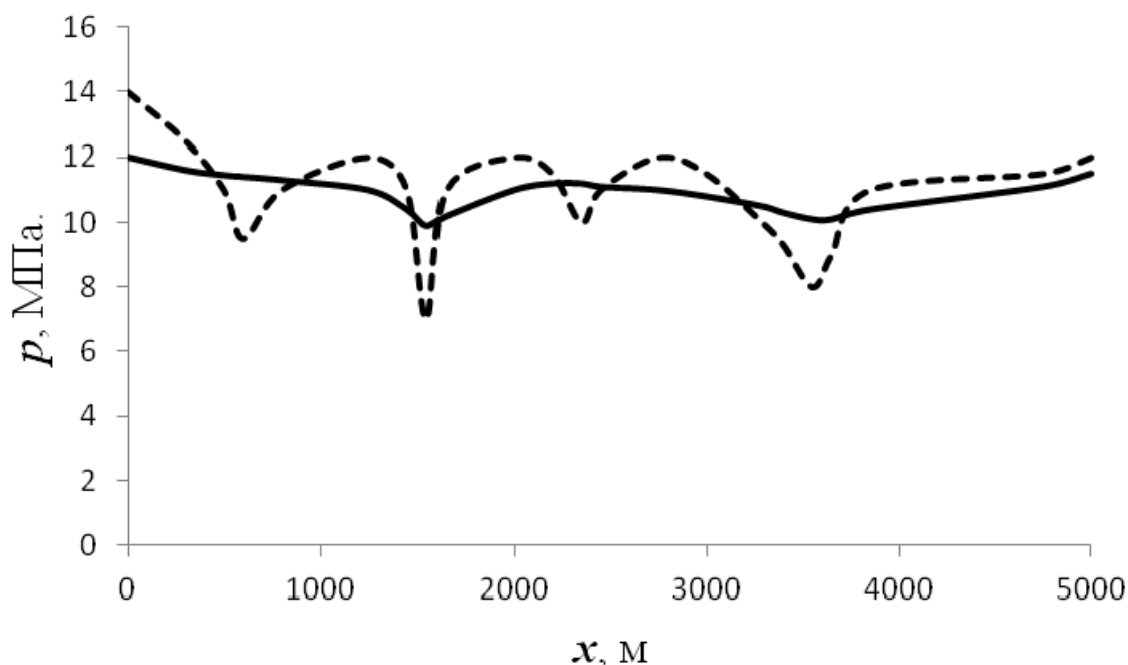


Рис. 1. Сглаженный профиль давлений

(2)

где $\bar{k}$ – измененный коэффициент проницаемости ячейки с координатами x, y ; k_0 – начальный коэффициент проницаемости ячейки с координатами x, y ; α – коэффициент модификации.

Если результаты фактических исследований указывают на необходимость уменьшения амплитуды давлений, то $\alpha < 1$; для её увеличения соответственно $\alpha > 1$.

Этот сглаживающий эффект возникает благодаря увеличению проводимости пласта для подвижных флюидов. Чем больше проводимость, тем более модель соответствует модели стационарного режима. Чем больше проницаемость, тем больше тенденция модели реагировать как пласт с однородными свойствами.

Средний уровень пластового давления определяется в основном суммарным поровым объемом V_p , в том числе объемом законтурной области, и сжимаемостью пластовой системы c_l :

$$c_l = -\frac{1}{V_p} \frac{\partial V_p}{\partial p}; \quad (3)$$

$$c_l = (1 - m)c_r + m(c_w s_w + c_g s_g), \quad (4)$$

где m – пористость; c_r, c_w, c_g – сжимаемости породы, воды и газа соответственно; s_w, s_g – водо- и газонасыщенности.

Поскольку поровый объем пласта определяет запасы углеводородов, этот параметр не может сильно корректироваться при воспроизведении истории. Сжимаемость породы измеряется в лаборатории, однако, это не всегда свидетельствует о достоверности результатов. Дополнительные возможности корректировки модели связаны с подбором объема законтурной области. Важно не только правильно оценить объем законтурной области, но и степень ее связи с основной залежью.

Распределение давления в пласте формируется в результате фильтрации и определяется полем проводимостей. Для его корректировки можно уточнить абсолютную и относительные проницаемости. При этом следует учесть, что изменение фазовых проницаемостей в области расположения скважин приведет к изменению соотношения фаз в потоке добываемой продукции. Если предполагается наличие в пласте нарушений, являющихся полными или частичными барьерами для фильтрации, при воспроизведении распределения давления уточняют расположение и проводимость этих барьеров.

Литература:

1. Генри Б. Кричлоу Современная разработка нефтяных месторождений – проблемы моделирования. М: Недра, 1979, – 359 с.
2. Закревский К.Е., Майсюк Д.М., Сыртланов В.Р. Оценка качества 3D моделей. М.: ООО ИПЦ «Маска», 2008, – 272 с.
3. Хасанов М., Краснов В. «О пластовом давлении и производительности скважин в системе разработки», SPE 135820, 2010, – 15 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ РЕМОНТНЫХ РАБОТ НА СКВАЖИНАХ МЕТОДОМ ЖАДНОГО АЛГОРИТМА НА ВЗВЕШЕННОМ МАТРОИДЕ

Е.И. Мамчистова, Н.В. Назарова
*Россия, г.Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет
malenka2002@mail.ru*

На эффективность использования фонда скважин в нефтедобывающих районах Западной Сибири оказывают значительное влияние природно-климатические, геолого-физические и геолого-промысловые факторы, формирующие повышенную частоту технико-эксплуатационных осложнений в скважинах.

Неблагоприятные природно-графические условия обуславливают повышение трудоёмкости и удорожание ремонта. Так же повышаются затраты на хранение оборудования и материалов, строительство баз предприятий по капитальному ремонту скважин, транспортные расходы по поставке оборудования и материалов и т.д.

Анализ осложнений показывает необходимость разработки эффективных методов управления работой фонда скважин. Кроме того, разработка и эксплуатация нефтяных месторождений в осложнённых условиях нуждается в развитии определённых форм обслуживания, обуславливающих повышение эффективности нефтедобычи. При этом важно оценить существующие техники и технологии, определить основные направления и задачи их совершенствования. Высокая надёжность нефтепромысловых систем и малый объём ремонтных работ способствуют увеличению межремонтного периода и коэффициента эксплуатации скважин, создают благоприятные условия в организации и управлении процессом нефтедобычи.

Проблему эффективного назначения ремонтных бригад на проведение технического обслуживания и ремонта скважин можно решить методами, основанными на использовании остовных деревьев и матроидов.

Одним из способов снижения затрат и продолжительности ремонтно-восстановительных работ является оптимизация назначений ремонтных бригад на проведение ТОР скважин.

Рассмотрим некоторое месторождение с n добывающими скважинами. Дебиты скважин равны Q_i ($i=1, \dots, n$). Для определения оптимальных периодов проведения ТОР скважины необходимо установить закон распределения отказов ее скважинного оборудования, при этом в качестве критерия оптимальности необходимо использовать максимум коэффициента готовности, характеризующегося средней долей времени, в течение которого скважина работает безотказно.

Требуется составить очередность проведения планово-профилактических мероприятий в течение периода оптимального ремонта, при этом необходимо учитывать, что количество ремонтных бригад ограничено, а так же рассмотреть расстояние между скважинами и их дебиты. При этом приоритет отдаётся скважине с максимальным дебитом, находящейся на кратчайшем расстоянии от ремонтной бригады.

Таким образом, оптимальный подбор назначений ремонтных бригад на проведение ТОР должен быть достигнут за счет максимизации или минимизации определенной меры эффективности назначения: прибыли, стоимости, расстояния. Для каждого потенциального назначения оценивается мера эффективности. Если мерой эффективности является прибыль, то в процессе решения задачи она максимизируется, если мерой эффективности является стоимость или расстояние, она минимизируется.

Задачу оптимального назначения можно сформулировать следующим образом:

Имеется m ремонтных бригад $A_1, A_2, \dots, A_m$ и n скважин $B_1, B_2, \dots, B_n$. Целые числа $c_{ij} > 0$ ($i=1, 2, \dots, m, j=1, 2, \dots, n$) определяют меру эффективности использования работы i -ой бригады на j -ой скважине. Необходимо произвести назначение m бригад на n скважин так, чтобы:

- 1) каждая скважина обслуживалась только одной бригадой;
- 2) каждая бригада одновременно проводила ремонтные работы только на одной скважине;
- 3) суммарный эффект использования ремонтных бригад был максимален.

Можно ограничиться случаем, когда $m = n$, так как, если $m < n$, всегда можно ввести $(n - m)$ фиктивных бригад, для которых $c_{ij} = 0$ ($i = m + 1, \dots, n - m$, $j = 1, 2, \dots, n$). Далее, в силу не отрицательности c_{ij} ($i, j = 1, 2, \dots, n$) каждая бригада должна быть назначена на работу, поскольку в противном случае всегда можно увеличить суммарную эффективность использования ремонтных бригад.

Таким образом, можно поставить вопрос о нахождении такого оптимального назначения $\pi: i \rightarrow \pi(i)$ ($i = 1, 2, \dots, m$), чтобы сумма $\sum_{i=1}^m c_{i\pi(i)}$ была минимальной. В данной задаче об оптимальных назначениях в качестве оптимизационного параметра выбирается параметр $c_0 = \min \sum_{i=1}^m c_{i\pi(i)}$.

В качестве меры эффективности использования ремонтных бригад необходимо рассмотреть:

- 1) расстояние, на котором находится ремонтная бригада от скважины, требующей ремонта;
- 2) дебит скважины после ремонта.

На первом этапе решения задачи необходимо выбрать некоторое разбиение множества скважин, например, по дебиту, это связано с тем, что определение кратчайшего пути затруднительно, так как скважин на месторождении много. Затем в пределах выбранного подмножества скважин построить оптимальный график проведения ТОР (рис. 1). Здесь в ячейках указаны номера скважин, на которые назначаются бригады в определённый день года, а пустые ячейки означают простои бригад.

План-график ремонтных работ																				
Январь	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
1 бригада	1	1	21	21	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	114	114	114	114	114	
2 бригада	50	50	50	56	56	56	144	144	144	22	22	22	102	102	102	137	137	128	128	
3 бригада	13	13	8	8	8	37	37				2	2	2	43	43	43	43	43	43	
4 бригада		20	20	20		149	149				72	72	72	132	132	132	132	132	132	
Февраль	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
1 бригада	83	83	65	65	104	104	104	9	9	9	9	9	9	9	9	9	29	29	29	
2 бригада	24	24	24	24	24	24	24	24	24	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	
3 бригада	127	127	17	17	17	17	17	17	17	17	17	130	130	130	62	62	62	62	62	
4 бригада	60	60	75	75	75	75	75	75	75	75	75	77	77	77	77	77	77	77	77	
Март	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
1 бригада	125	125	125	125	125	125	85	85	85	85	85	85	85	85	85	117	117	117	117	
2 бригада	34	109	109	109	109	109	109	109	109	109	122	122	122	122	122	122	122	122	122	
3 бригада	111	111	111	111	111	129	129	84	84	84	99	99	113	113	113	113	113	113	113	
4 бригада	116	116	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	120	120	120	120	120	120	120	
Апрель	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
1 бригада	138	138	138	124	124	124	124	124	124	124	124	124	124	26	26	26	107	107	107	

Рис. 1. План – график проведения ТОР

Расчет был произведен для нефтяной компании ОАО «Сибнефть-Ноябрьскнефтегаз» с соответствующим законом распределения вероятности безотказной работы, для УШСН $P = \exp\left[-\left(\frac{t}{162.7}\right)^{1.5}\right]$ для УЭЦН $P = \exp\left[-\left(\frac{t}{138}\right)^{1.4}\right]$.

Литература:

1. Кучумов Р.Я., Кучумов Р.Р. Модели надежности функционирования нефтепромысловых систем. / под ред. Р.Я. Кучумова Тюмень: «Ветор-Бук», 1999, 135 с.
2. Пападимитру Х., Стайглиц К. Комбинаторная оптимизация. Алгоритмы и сложности. М.: «Мир», 1985, 512 с.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ФУНКЦИИ ПЛОТНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ В КОЛЛЕКТОРЕ С ПОМОЩЬЮ ОЦЕНКИ ПАРЗЕНА–РОЗЕНБЛАТТА

*А.В. Новожинов, А.Б. Егоров
Россия, г. Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет
Andryha-nov@yandex.ru
Pufa10@mail.ru*

Одним из важных элементов нагнетательной скважины является коллектор. В настоящее время разработаны и успешно применяются методы расчета прочности и надежности коллектора при постоянной величине давления в скважине. В данной работе предложен метод расчета надежности коллектора на нагнетательной скважине в случайном режиме работы, основанный на использовании математического аппарата непараметрической статистики.

Методы оценки прочности надежности оборудования на основе математического аппарата непараметрической статистики связаны с решением нескольких задач[1]:

- компьютерное моделирование случайных величин с законами, известными с точностью до параметров и с законами, определенными методами непараметрической статистики;
- восстановление по заданной выборке случайной величины ее функции плотности распределения.

Существует 2 подхода к решению первой задачи. Решением, при первом подходе, будет являться создание датчиков случайных чисел для генерации выборки случайной внешней нагрузки в соответствии с заданным законом распределения. Алгоритмы генерирования случайных величин, в большинстве случаев реализуются в программах, написанных в среде MathCad. Второй же подход отличается тем, что источником выборки случайных чисел будут показания с оборудования реального объекта в промышленности. В этом исследовании будет рассмотрен второй подход, т.е. выборка данных получена с функционирующего нефтяного месторождения.

Для решения второй вспомогательной задачи предложено два принципиально различных варианта восстановления неизвестной функции плотности распределения случайной величины, представленной в виде выборки конечных значений: на основе использования оценок Парзена – Розенблатта с набором различных ядерных функций и путем минимизации функции эмпирического риска. В данной работе реализован первый вариант.

Алгоритм решения задачи восстановления неизвестной функции плотности распределения $P_n(y)$ случайной величины y , заданной в виде выборки x_i длиной n , с помощью оценки Парзена – Розенблатта, заключается в следующем.

Искомая функция $P_n(y)$ может иметь несколько различных вариантов ядер распределения функций [3], такие как: ядро Лапласа, Нормальное ядро, ядро Фишера, ядро Коши, Логистическое ядро, Равномерное ядро и др. Исследуя выборку, было решено использовать Нормальное ядро распределения функции, т.к оно наиболее близко подошло по параметрам к обрабатываемым данным.

Функция $P_n(y)$, имеющая ядро $K(t)$, представляется в виде:

$$P_n(y) = \frac{1}{n \cdot h_n} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{y - x_i}{h_n}\right), \quad (3)$$

Здесь h_n – параметр размытости (ширина окна), устанавливается в результате решения задачи:

$$\max_{h_n} \left\{ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln \left[\frac{1}{(n-1)h_n} \sum_{j \neq i} K\left(\frac{x_i - x_j}{h_n}\right) \right] \right\}, \quad (4)$$

обеспечивающей достижение максимума информационного функционала.

Для примера расчетов метода оценки прочностной надежности взяты данные с датчика давления с коллектора на нагнетательной скважине. Выборка получена за временной период, равный 1 суткам.

Для расчета вероятности надежности [2] работы исследуемого коллектора необходимо восстановить функцию плотности распределения $P_n(y)$, воспользовавшись методом Парзена – Розенблатта, был получен результат, который иллюстрируют рис.1 и 2. На них представлены: гистограмма данных выборки с датчика давления и функция плотности распределения.

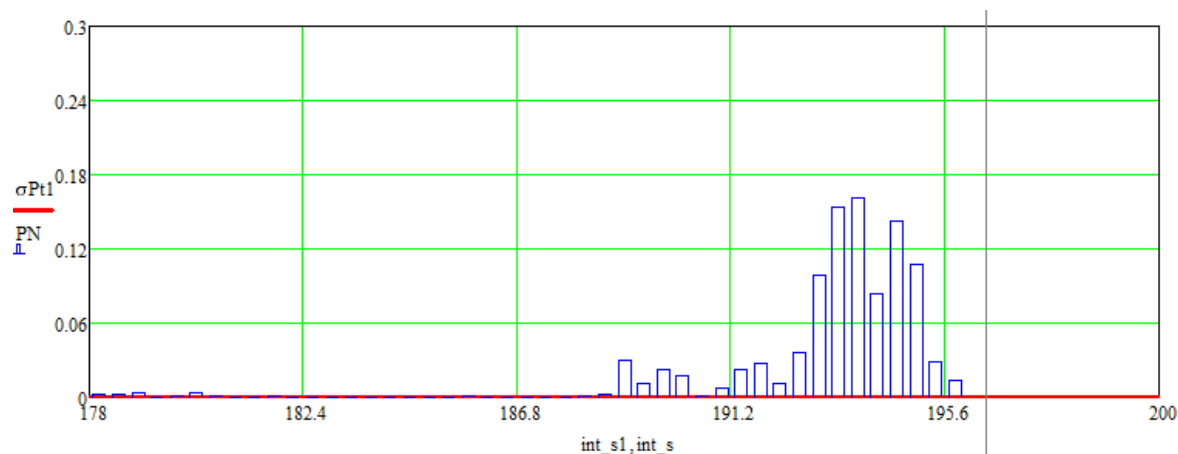


Рис. 1. Гистограмма данных выборки с датчика давления

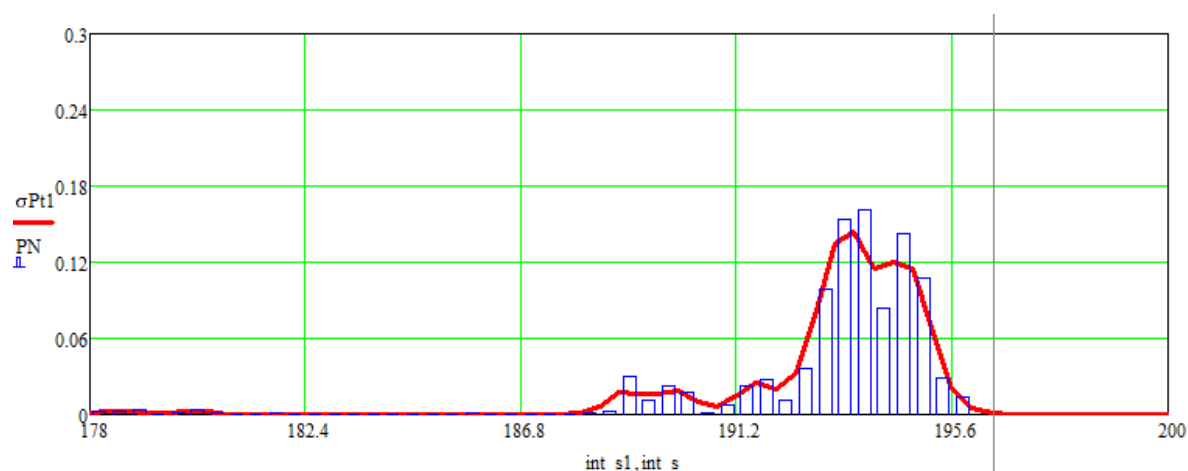


Рис.2. Гистограмма данных выборки с датчика давления;
ее функция плотности распределения $P_n(n)$

Для примера смоделируем ситуацию, когда отказ оборудования наступит при предельном значении $215 \text{ Кгс} / \text{м}^2$. Из расчета можно сделать вывод, что у коллектора в данной выборке вероятность отказа равна нулю. Но увеличивая постепенно нагрузку на оборудование, видно, что увеличивается вероятность выхода коллектора из строя, эта зависимость наглядно представлена на рис.3.

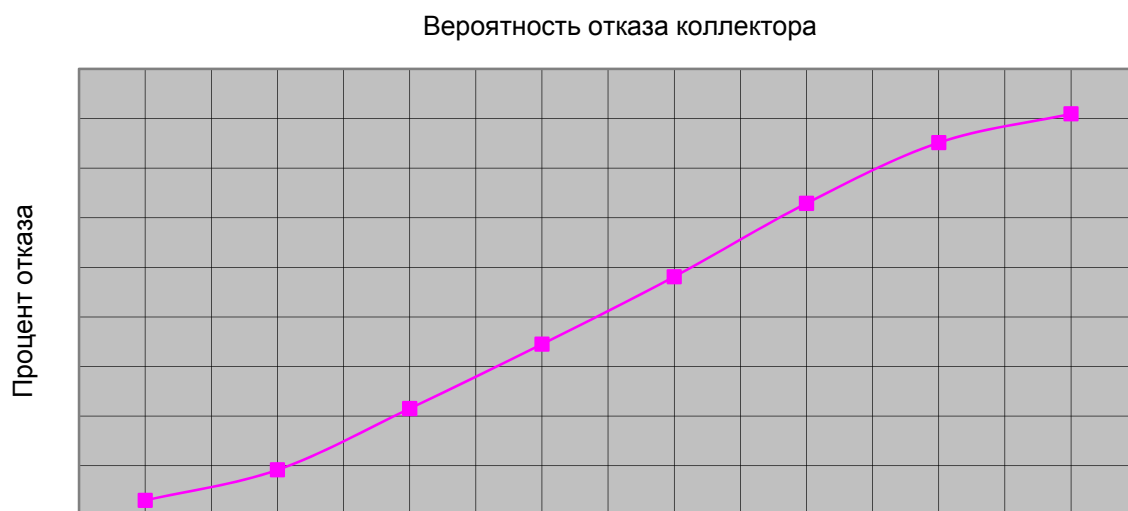


Рис. 3. График зависимости вероятности отказа от нагрузки на коллектор

В итоге мы получили методику расчета вероятности безотказной работы оборудования (коллектор), по которой могут производить инженерные расчеты специалисты практически любого уровня подготовки.

Литература:

1. Вапник. В.Н. Непараметрический метод восстановления плотности вероятности // Автоматика и телемеханика, 1978г. С. 38–52.
2. Острейковский. В.А. Теория надежности: учебник для вузов /В.А. Острейковский. – М.: Высшая Школа, 2003г. – 463 с.

3. Холлендер М.А, Вулф Д.А. Непараметрические методы статистики. // Пер. с англ. Шмерлинга Д.С. Научное редактирование Ю.П.Адлера и Ю.Н.Тюрина. Москва: Финансы и статистика, 1983 г. – 285 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ВАЛА РОТОРА ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ SOLIDWORKS SIMULATION

*И.В. Соловьев, В.С. Фоминцев
Россия, г.Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет
aragorn89_89@mail.ru*

Имеется деталь – «Вал», длиной 4135мм. Проблема заключается в том, что изготовление детали такой длины связано с определённого рода трудностями: специальное технологическое оборудование и оснастка, высокая трудоёмкость и себестоимость детали, низкая ремонтпригодность.

ЦЕЛЬ: Наша цель состоит в том, чтобы модернизировать конструкцию вала так, чтобы обеспечить возможность изготовления на универсальном оборудовании, снизить трудоёмкость и увеличить ремонтпригодность.

ЗАДАЧИ:

1. Провести анализ технологичности детали.
2. Рассмотреть варианты модернизации конструкции детали.
3. Провести инженерный анализ выбранной конструкции.
4. Провести расчёт экономической эффективности выбранной конструкции.

Анализ технологичности детали:

Вопрос технологичности конструкции является одним из самых актуальных вопросов, т.к. низкая технологичность, как правило, ведёт к удорожанию продукции за счёт высокой трудоёмкости изготовления, повышает металлоёмкость изделия, требует, применения специального инструмента и оснастки. Поэтому технологический анализ один из важнейших этапов технологической разработки. Цель такого анализа – выявление недостатков конструкции по сведениям, содержащимся в чертежах и технических требованиях, а также возможное улучшение технологичности рассматриваемой конструкции.

1. Требуется специальное технологическое оборудование и оснастка.
2. Низкая жесткость детали ($l/d = 25,5$).
3. Диаметральные шейки вала увеличиваются к центру, что затрудняет обработку за один установ. Следовательно увеличивается погрешность.
4. Наличие множества фасонных канавок, для которых требуется специальный инструмент.

Из всего вышесказанного следует, что данная деталь не отвечает современным требованиям, предъявляемым к технологичности.

Анализ экономической эффективности:

При средней цене на сталь 30X13 – 90 тыс. руб. Стоимость замены одной детали, составляет не менее 130 тыс. руб. Что крайне экономически неэффективно.

Варианты модернизации конструкции детали:

Исходя, из условий задания требуется разделить вал на три части. Для этого выбираем цилиндрическую часть диаметром 162 мм. Так как данный диаметр наибольший и обеспечивает высокую прочность соединения.

Рассмотрим варианты различных разъёмных соединений:



Рис. 1. Виды разъёмных соединений

Шпоночное соединение не подходит, т.к передаваемый крутящий момент 3800 Н·м слишком велик. Для производства шлицевого соединения требуется отдельное оборудование. Поэтому остановим свой выбор на профильном соединении на основе треугольника Рело.

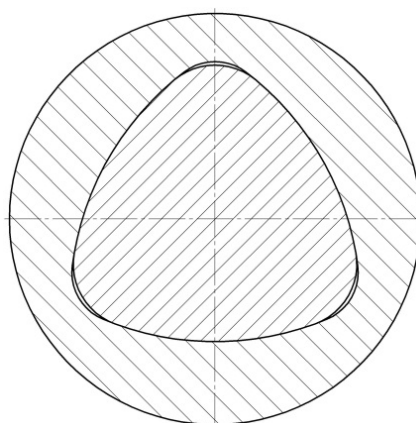


Рис. 2. Профильное соединение

Данное изделие обладает высокой нагрузочной способностью и отличается долговечностью, превышающей шлицевое соединение. Также данное соединение обеспечивает высокую точность центрирования, что необходимо для вала ротора насоса.

Получение такого изделия не требует специального оборудования. Его можно получить на обычном токарно-фрезерном обрабатывающем центре. Переходной

стакан закрепляется тремя установочными винтами с каждой стороны, расположенных под углом 120 градусов.

Инженерный анализ выбранной конструкции:

Проведём инженерный анализ выбранной конструкции с помощью программы SolidWorks Simulation.

Таблица 1

Свойства исследования

Имя исследования	Исследование 1
Тип анализа	Static
Тип сетки:	Сетка на твердом теле
Тип решающей программы	FFEPlus
Влияние нагрузок на собственные частоты:	Выкл
Мягкая пружина:	Выкл
Инерционная разгрузка:	Выкл
Тепловой эффект:	Исходная температура
Температура при нулевом напряжении	298.000000
Единицы измерения	Kelvin
Включают эффекты давления жидкости из SolidWorks Flow Simulation	Выкл
Трение:	Выкл
Игнорировать зазор для поверхностного контакта	Выкл
Использовать адаптивный метод:	Выкл

Таблица 2

Свойства материала

Имя свойства	Значение	Единицы измерения	Тип значения
Модуль упругости	2.16e+011	N/m ²	Постоянный
Коэффициент Пуассона	0.26	NA	Постоянный
Модуль сдвига	8.6e+010	N/m ²	Постоянный
Массовая плотность	7670	kg/m ³	Постоянный
Предел прочности при растяжении	7.35e+008	N/m ²	Постоянный
Предел текучести	5.88e+008	N/m ²	Постоянный
Коэффициент теплового расширения	1e-005	/Kelvin	Постоянный
Теплопроводность	26	W/(m.K)	Постоянный
Удельная теплоемкость	473	J/(kg.K)	Постоянный

Таблица 3

Информация о сетке

Тип сетки:	Сетка на твердом теле
Используемое разбиение:	Стандартная сетка
Автоматическое уплотнение сетки:	Выкл

Окончание табл. 3

Тип сетки:	Сетка на твердом теле
Сглаживание поверхности:	Вкл
Проверка Якобиана:	29 Points
Размер элемента:	4.5766 mm
Допуск:	0.22883 mm
Качество:	Высокая
Количество элементов:	55728
Количество узлов:	83674

Таблица 4

Результаты исследования

Имя	Тип	Мин	Место	Макс	Место
Напряжение	VON: Напряжение Von Mises	0.106953 N/mm ² (MPa) Узел: 41111	(11.8999 mm, 15.8424 mm, 81.1883 mm)	227.459 N/mm ² (MPa) Узел: 82698	(46.3202 mm, -11.9435 mm, -25.8472 mm)
Перемещение	URES: Результирующее перемещение	0 m Узел: 247	(-34.946 mm, -22.1557 mm, -70.1481 mm)	1.02484e-005 m Узел: 48305	(-45.5622 mm, -24.4308 mm, 25.2656 mm)
Деформация	ESTRN: Эквивалентная деформация	3.1144e-007 Элемент: 32023	(5.62905 mm, 3.07198 mm, -0.00356185 mm)	0.000623372 Элемент: 48648	(45.2809 mm, -12.5973 mm, -25.6616 mm)

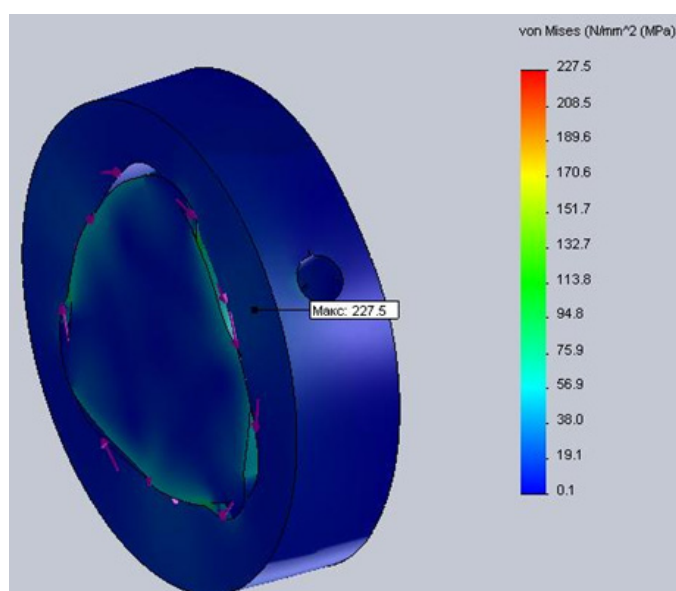


Рис. 3. Распределение напряжений в профильном соединении

Проведенный анализ напряженно-деформированного состояния показывает, что выбранное нами профильное соединение отвечает всем требованиям предъявляемым к его прочности.

Обоснование экономической эффективности

За счёт изменения конструкции снижена металлоёмкость изделия на 33 кг. Следовательно, составляющая стоимости материала снижается на 5,16%. Новые габариты изделия позволяют производить обработку на универсальном оборудовании без применения специального оборудования. Что также снижает себестоимость изготовления. Также появилась возможность ремонта изделия, так при повреждении одной из частей её можно будет заменить на другую, а не менять всё изделие в целом. Трудоёмкость изготовления за счёт уменьшения габаритов также снижается.

Выводы:

- 1) Проведённый анализ конструкции показал её не соответствие требованиям технологичности.
 - 2) В ходе рассмотрения вариантов модернизации было выбрано профильное соединение.
 - 3) Проведённый инженерный анализ показал, что данное соединение отвечает требованиям прочности, предъявляемым к данному изделию.
- Проведённая модернизация конструкции, экономически обоснована.

Литература:

1. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 496 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ПОЛОГОЙ НЕФТЯНОЙ СКВАЖИНЫ

С.К. Сохошко, Л.А. Бахтиярова
Россия, г.Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет
kuchumov@tsogu.ru

Нефтяные горизонтальные скважины могут иметь сложную траекторию по продуктивному пласту и «горизонтальными» их можно называть лишь условно. В реальности подобные скважины вскрывают пласт под углом α или могут иметь еще более сложную траекторию [1].

Известно решение о профиле притока к пологой нефтяной скважине на нестационарном режиме [2], которое получено с использованием выражения для потенциала нестационарного точечного стока.

Для расчета профиля притока к пологому стволу скважины в стационарном режиме необходимо решать уравнение Пуассона.

Решение уравнения Пуассона для точечного стока имеет вид [3, 4]

$$\Phi = -\frac{1}{4\pi} \frac{Q_0}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}} + C, \quad (1)$$

где $\Phi = \frac{k}{\mu} P$ – потенциал точечного стока, м²/сек;
 k – проницаемость пласта, м²;
 μ – вязкость флюида, Па/сек; P – давление, Па;
 Q_0 – дебит, м³/сек;
 x, y, z – координаты точки, в которой определяется потенциал, м;
 C – константа.

В выражении (1) предполагается, что точечный сток располагается в начале координат. Депрессия для потенциала в точке $M(x, y, z)$ определится в виде

$$\Delta\Phi = \frac{Q_0}{4\pi} \left(\frac{1}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}} - \frac{1}{R_k} \right), \quad (2)$$

где $\Delta\Phi = \Phi_k - \Phi$ – депрессия;
 Φ_k – потенциал на контуре питания R_k ;
 Φ – потенциал в точке $M(x, y, z)$.

Для бесконечного пласта $R_k \rightarrow \infty$ выражение для разности потенциалов примет вид:

$$\Delta\Phi = \frac{Q_0}{4\pi} \left(\frac{1}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}} \right). \quad (3)$$

Используя метод отражения [4], можно получить выражение для потенциала точечного стока расположенного в точке $M_0(x_0, y_0, z_0)$ в бесконечном пласте с непроницаемыми кровлей и подошвой

$$\Phi_0 = -\frac{Q_0}{4\pi} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \left(\frac{1}{\sqrt{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2 + (z-2nh-z_0)^2}} + \frac{1}{\sqrt{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2 + (z-2nh+z_0)^2}} \right) + C, \quad (4)$$

где h – толщина пласта, м.

Аналогично будет выглядеть выражение для потенциала стока с дебитом Q_i , расположенного в точке $M_i(x_i, y_i, z_i)$.

В случае, если у нас имеется N стоков с дебитами Q_i и координатами $M_i(x_i, y_i, z_i)$, $i = 1 \div N$, то потенциал, созданный ими в точке $M_j(x_j, y_j, z_j)$, будет определяться по зависимости

$$\Phi_j = \frac{1}{4\pi} \sum_{i=1}^N Q_i \sum_{n=-\infty}^{\infty} \left(\frac{1}{\sqrt{(x_j-x_i)^2 + (y_j-y_i)^2 + (z_j-2nh-z_i)^2}} + \frac{1}{\sqrt{(x_j-x_i)^2 + (y_j-y_i)^2 + (z_j-2nh+z_i)^2}} \right) + C. \quad (5)$$

Депрессия для потенциала в бесконечном пласте запишется в виде

$$\Delta\Phi_j = \frac{1}{4\pi} \sum_{i=1}^N Q_i \sum_{n=-\infty}^{\infty} \left(\frac{1}{\sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2 + (z_j - 2nh - z_i)^2}} + \frac{1}{\sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2 + (z_j - 2nh + z_i)^2}} \right).$$

Соответственно, для депрессии в точке $M_j(x_j, y_j, z_j)$ получаем

$$\Delta P_j = \frac{\mu}{4\pi k} \sum_{i=1}^N Q_i \sum_{n=-\infty}^{\infty} \left(\frac{1}{\sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2 + (z_j - 2nh - z_i)^2}} + \frac{1}{\sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2 + (z_j - 2nh + z_i)^2}} \right). \quad (6)$$

В случае однородно-анизотропного пласта с вертикальной проницаемостью k_z уравнение (6) запишется в виде

$$\Delta P_j = \frac{\mu}{4\pi k} \sum_{i=1}^N Q_i \sum_{n=-\infty}^{\infty} \left(\frac{1}{\sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2 + \frac{1}{\sqrt{k/k_z}}(z_j - 2nh - z_i)^2}} + \frac{1}{\sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2 + \frac{1}{\sqrt{k/k_z}}(z_j - 2nh + z_i)^2}} \right). \quad (7)$$

где k_z – вертикальная проницаемость, m^2 .

Пусть у нас имеется пологая скважина в пласте толщиной h . Скважина обсажена и имеет N перфорационных отверстий. Пусть Q_i – дебит каждого отверстия. Если представить каждое перфорационное отверстие в виде точечного стока, то давление, P_j , создаваемое в точке $M_j(x_j, y_j, z_j)$ при работе пологого ствола, будет определяться по формуле (7).

Для определения дебитов перфорационных отверстий Q_i (профиля притока), необходимо решать совместно систему уравнений распределения давления в пласте при работе N перфорационных отверстий и уравнение развивающегося потока жидкости в стволе скважины.

Движение жидкости по стволу пологой скважины между точками В и А (рис. 1) описывается уравнением Бернулли:

$$z_B + \frac{P_B}{\rho g} + \frac{V_B^2}{2g} = z_A + \frac{P_A}{\rho g} + \frac{V_A^2}{2g} + \sum h_{B-A}, \quad (8)$$

где P_B, P_A, V_B, V_A – давление и скорость жидкости в точках В и А соответственно;

z_B, z_A – вертикальные координаты точек В и А соответственно;

$\sum h_{B-A}$ – суммарные потери напора между точками В и А за счет гидравлических и местных сопротивлений.

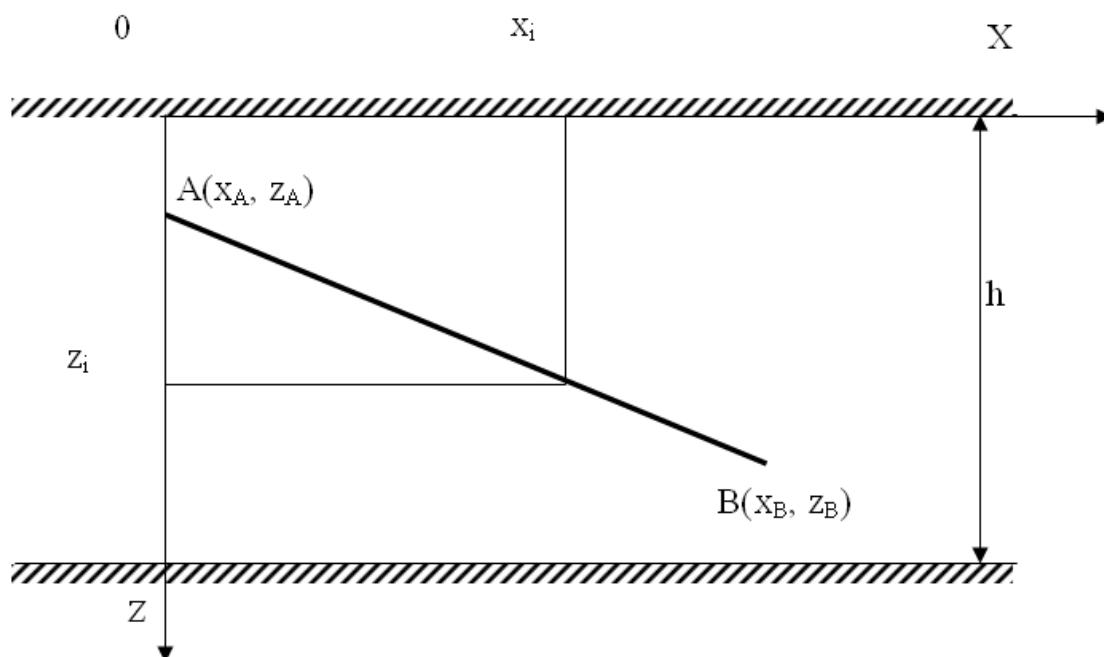


Рис. 1 Схема расположения пологого ствола скважины

Для расчета профиля притока необходимо учитывать характер течения жидкости в стволе скважины и наличие в нем отверстий [2].

С учетом местных сопротивлений отверстий [2] и гидравлических сопротивлений ствола депрессия для отверстия с номером «j» запишется в виде

$$\Delta P_j = \Delta P_B + \frac{\rho}{2} (V_j^2 - V_B^2) + \sum_{k=1}^j \rho g (h_m + h)_k, \quad (9)$$

где $\Delta P_j = P_{пл} - P_j$ – депрессия у отверстия с номером «j»; $\Delta P_B = P_{пл} - P_B$ – депрессия у отверстия в конце ствола.

С другой стороны, депрессия в пласте у отверстия с номером «j» определится исходя из выражения для давления (7).

Если обозначить

$$S_j = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \left(\frac{1}{\sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2 + \frac{1}{\sqrt{k/k_z}} (z_j - 2nh - z_i)^2}} + \frac{1}{\sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2 + \frac{1}{\sqrt{k/k_z}} (z_j - 2nh + z_i)^2}} \right), \quad (10)$$

то выражение (7) запишется в виде

$$\Delta P_j = \frac{\mu}{4\pi k} \sum_{i=1}^N Q_i S_j. \quad (11)$$

С учетом местного сопротивления в перфорационном канале с номером «j»

$$\Delta P_j = \frac{\mu}{4\pi k} \sum_{i=1}^N Q_i S_j + \rho g h_{\text{отв}_j}, \quad (12)$$

где $h_{\text{отв}_j}$ – потеря напора в j -ом перфорационном канале, м.

Очевидно, падения давления у отверстия с номером j , определяемые по формулам (12) и (9) должны быть равны

$$\Delta P_B + \frac{\rho}{2}(V_j^2 - V_B^2) + \sum_{k=1}^j \rho g(h_m + h)_k = \frac{\mu}{4\pi k} \sum_{i=1}^N Q_i S_j + \rho g h_{\text{отв}_j}, \quad j = 1 \div N. \quad (13)$$

Если записать уравнение (13) для каждого отверстия, то получим систему из N уравнений, неизвестными в которой будут дебиты отверстий Q_i .

Данная система уравнений решается методом итераций. После нахождения дебита каждого отверстия Q_i нетрудно построить профиль притока, построить эпюру скоростей развивающегося потока по стволу скважины и определить дебит скважины.

Литература:

1. Борисов Ю.П., Пилатовский В.П., Табаков В.П. Разработка нефтяных месторождений горизонтальными и многозабойными скважинами. – М: Недра, 1964. – 153 с.
2. Сохошко С.К., Клещенко И.И., Маслов В.Н., Паникаровский В.В. Профиль притока к пологой скважине. НТЖ «Нефтепромысловое дело». – М.: ВНИИОЭНГ. №11, 2004 г.
3. Конр Г., Корн Т. Справочник по математике (пер. с англ.). – М.: Наука. – 1984. – 832 с.
4. Чарный И.А. Подземная гидрогазодинамика. – М.: Гозтоптехиздат (Государственное научно-техническое издательство нефтяной и горно-топливной литературы) ГТТИ, 1963. – 397 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ANSYS, INC. В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Д.А. Фролов, А.П. Комаров
 Россия, г. Екатеринбург, Группа
 компаний «Делкам-Урал - ПЛМ Урал»
fda@delcam-ural.ru

В России – стране, богатой природными ресурсами, уже на протяжении многих лет лидирующей отраслью промышленности является добыча и транспортировка нефти и газа. Неизбежно устаревающая инфраструктура трубопроводов и сопутствующего оборудования, спроектированного и возведенного ещё в СССР, приводит к росту затрат на ремонт и поддержание оборудования в работоспособном состоянии, а также к ощутимому росту числа аварий. В ближайшем будущем, когда ресурс существующего оборудования будет исчерпан, а так же при освоении новых, удаленных или, ранее считавшихся сложноразрабатываемыми, месторождений,

потребуется вводить в эксплуатацию оборудование с более эффективными техническими характеристиками. Без создания виртуальных прототипов, разработка нового или улучшение показателей старого оборудования потребует немалых материальных затрат, которые, к тому же, могут не привести к желаемому результату.

Главной задачей ANSYS, Inc. является применение инженерного анализа на ранних стадиях разработки изделия, для уменьшения в конечном счете количества экспериментов и реальных прототипов. Программное обеспечение ANSYS, Inc. включает в себя целую гамму возможностей расчета механики деформируемого твердого тела и гидрогазодинамики и широко используются в различных отраслях промышленности: от автомобилестроения до разработки гидротехнических сооружений. В нефтегазовой отрасли ANSYS применяется для проведения прочностных расчетов отдельных изделий и узлов конструкций, например: тройников, пластинчатых муфт, систем компенсации нагрузок и т.д., а также для расчетов течений жидкости и газа в специализированном оборудовании, например: центробежные насосы, сепараторы, для определения гидравлических характеристик запорной и регулирующей арматуры и т.д.

В современном мире существует огромное количество специализированных приложений для тех или иных этапов создания виртуального прототипа. ANSYS предлагает комплексное решение под названием Workbench, в состав которого, в зависимости от потребностей пользователя, могут входить приложения для создания геометрических моделей (DesignModeler, SpaceClaim), приложения для проведения прочностных и тепловых расчетов, расчетов течения жидкости и газа (Mechanical, CFX, Fluent), топологической и параметрической оптимизации конструкции (Design Exploration, Shape Optimization). Главным достоинством этого решения является взаимосвязанность модулей, что упрощает процесс моделирования и обеспечивает высокий уровень автоматизации.

В данной статье мы рассмотрим возможности программного обеспечения ANSYS, Inc. на примере расчетов для ОАО «Сибнефтепровод», проведенных специалистами ГК «ПЛИМ Урал – Делкам-Урал», в рамках которых осуществлялась проверка надежности производимого компанией оборудования. Необходимость расчета обусловлена тем, что большая его часть была спроектирована более 10 лет назад, когда в арсенале инженеров не было доступных средств конечно-элементного моделирования и многие решения принимались по опыту, а не по результатам моделирования.

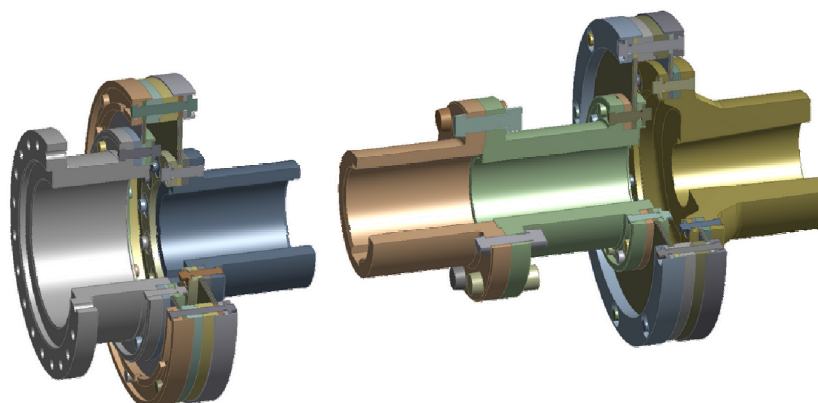


Рис. 1. Геометрические модели пластинчатых муфт, созданные в DesignModeler

Геометрические модели всех изделий были созданы в приложении DesignModeler по оригинальным чертежам. На рис.1 изображены модели пластинчатых муфт, которые применяются для передачи крутящего момента от электродвигателя к нефтяному насосу и компенсации осевой, радиальной и угловой несоосностей их валов. В ANSYS Mechanical для модели была создана конечно-элементная сетка и приложена кинематическая нагрузка, имитирующая различные варианты несоосности. В результате расчета для каждого варианта было получено напряженно-деформированное состояние (рис.2) по которому определялись коэффициенты запаса статической прочности для болтов, фланцев и прочих элементов конструкции.

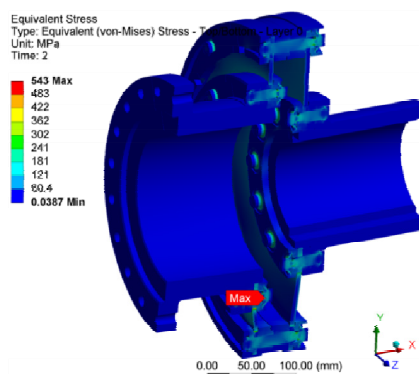


Рис.2. Эквивалентные напряжения в пластинчатой муфте от действия сборочных и эксплуатационных нагрузок

Помимо прочностных расчетов пластинчатых муфт, был проведен ряд сопряженных расчетов рабочих колес центробежных насосов. Поскольку рабочие колеса обладают свойством циклической симметрии, в качестве расчетной модели использовался сектор с одной лопаткой. Для определения полей давления на поверхности от перекачиваемой жидкости в программном пакете CFX был произведен гидравлический расчет проточной части (рис.3). Далее поля давления были переданы в Mechanical для расчета напряженно-деформированного состояния колеса (рис.4). Помимо этого, для проверки отсутствия резонансных частот в рабочем диапазоне частот колеса, был произведен модальный анализ. Поиск частот производился для преднапряженной вращением конструкции, т.к. с ростом скорости вращения собственные частоты конструкции также изменяются.

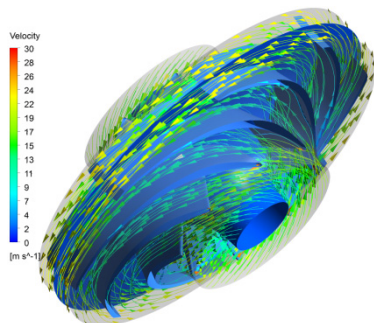


Рис.3 Линии скорости потока перекачиваемой жидкости в рабочем колесе насоса, полученные в CFX

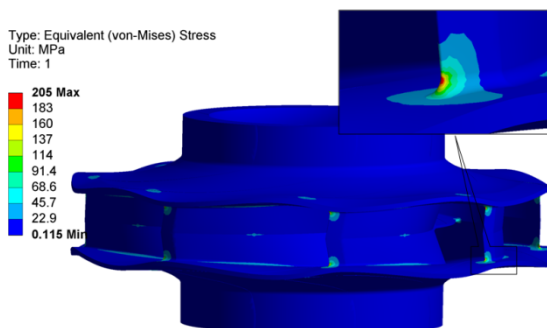


Рис.4. Распределение эквивалентных напряжений в рабочем колесе от действия давления перекачиваемой жидкости и угловой скорости вращения

В качестве расчета, который принес реальную экономию денежных средств для предприятия, можно выделить расчет колодца КТ, который используется для размещения оборудования КИП на трубопроводе, проходящем под землей (рис.5). Дело в том, что в оригинальной конструкции колодца использовалась схема центровки и герметизации относительно трубопровода при помощи деревянных клиньев из лиственницы и уплотнительной набивки. Данный метод монтажа был очень продолжителен по времени и требовал больших трудозатрат связанных с использованием специальных приспособлений и подгонкой деревянных клиньев друг к другу при помощи рубанка. В связи с этим было принято решение об изменении схемы центровки и герметизации на применяемую в выпускаемых ранее колодцах КВГ для подземного укрытия патрубка вантуза. Данная схема предполагает осуществлять центровку колодца относительно трубопровода при помощи опорных башмаков вылет которых регулируется винтами (рис.6). Целью расчета было изучение поведения обеих конструкций при одинаковых схемах нагружений, среди которых была нагрузка собственным весом, давлением грунта и кинематической нагрузкой, имитирующей движение трубопровода относительно грунта вследствие температурных перемещений при замерзании и оттаивании.



Рис.5. Конструкция колодца КТ
в разборе

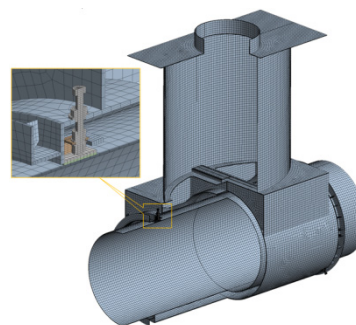


Рис.6. Модель колодца КТ
со схемой центровки при помощи
прокладок и болтов

Также, при расчете колодца использовалась, так называемая, техника подмоделирования. Её суть в том, что с целью экономии расчетных ресурсов, сначала, для получения картины перемещений конструкции, используется модель с достаточно грубой конечно-элементной сеткой, а затем, интересующие участки “вырезаются” из модели и рассчитываются на более подробной сетке. Граничными условиями этих участков являются перемещения из грубой модели. Такой подход применим, т.к. значения перемещений менее зависимы от качества и подробности сетки, чем напряжения. Кроме того в геометрию подмодели можно вносить детали, которые не учитывались в полной модели, с целью её упрощения, например: сварные швы, фаски, отверстия и т.п. (рис.7).

Проведенные расчеты показали работоспособность предложенного варианта исполнения системы центровки и герметизации колодца КТ, а так же были подтверждены в процессе испытаний на стенде имитирующем подвижки трубопровода.

Изменение конструкции колодца позволило значительно сократить его стоимость за счет унификации узлов с существующими разработками, а также исключения из состава изделия дополнительных монтажных приспособлений и деревянных клиньев. Кроме того значительно упростился процесс монтажа колодца

на трубопровод, что в совокупности с годовым планом производства дало существенную экономию предприятию.

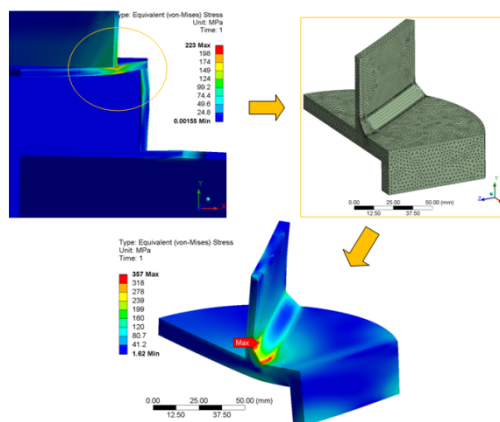


Рис.7. Применение подмоделирования для зоны с максимальными эквивалентными напряжениями.

Подводя итог, можно заключить, что программное обеспечение ANSYS, благодаря богатым расчетным возможностям и современной оболочке Workbench, перестает быть чем-то закрытым и недоступным для производственных, неисследовательских предприятий и находит применение при решении прикладных задач, а так же приводит к ощутимому экономическому эффекту.

По всем вопросам вы можете обращаться на наши сайты:

www.cae-expert.ru – новостной сайт с описанием продуктов ANSYS;

www.cae-club.ru – портал и форум для пользователей ANSYS;

www.cae-systems.ru – проведение обучающих online-вебинаров.

ПОДСИСТЕМА СТИМУЛИРОВАНИЯ ДОКТОРОВ НАУК В СИСТЕМЕ МАТЕРИАЛЬНОГО СТИМУЛИРОВАНИЯ КОЛЛЕКТИВА ВУЗА

Н.Д. Цхадая, Г.В. Данилов, К.В. Рочев
Россия, г. Ухта, Ухтинский государственный
технический университет
krochev@ugtu.net, danilov@ugtu.net

Одним из рычагов повышения активности профессорско-преподавательского состава (ППС), доказавшим свою высокую эффективность, является действующая в УГТУ автоматизированная информационная Система сравнительной оценки деятельности и материального стимулирования ППС (далее – СМС ППС) [1]. Она характеризуется тем, что:

- 1) охватывает весь штатный профессорско-преподавательский состав университета (включая преподавателей – докторов наук);
- 2) содержит более сотни сгруппированных по разделам показателей, отражающих всю многогранную деятельность ППС;

- 3) предусматривает специальный стимулирующий фонд, обеспечивающий ежемесячные выплаты надбавок к зарплате преподавателей в соответствии с итоговыми показателями, достигнутыми ими за отчетный учебный год.

В соответствии с Коллективным договором между администрацией университета и его работниками, для всех докторов наук предусмотрены специальные выплаты сверх установленных окладов, причем сумма этих дополнительных выплат до недавнего времени была фиксирована и никак не зависела от эффективности и качества научно-инновационной работы доктора наук. Между тем, именно «докторский корпус» должен играть роль локомотива, ведущего за собой весь преподавательский состав на пути научных достижений.

Поэтому было решено разработать специальные критерии эффективности научно-инновационной деятельности докторов наук и с их помощью ввести дифференцированную оплату этой деятельности через размер соответствующей стимулирующей надбавки. Иначе говоря, была поставлена задача разработать полноценную систему материального стимулирования всех работающих в университете докторов наук. Это решение полностью согласуется с общей тенденцией в политике Правительства Российской Федерации и Минобрнауки России по стимулированию научно-инновационной деятельности педагогических коллективов высших и средних учебных заведений как адекватный ответ на те требования, которые предъявляет сегодня «экономика знаний» в постиндустриальном обществе.

Лежащая в основе СМС ППС УГТУ Индексная система содержит такие разделы, как **Раздел 3. Воспитание и подготовка научных кадров:**

3.1. научное руководство в рамках НИРС;

3.2. послевузовская подготовка научных кадров

и **Раздел 4. Научно-исследовательская и инновационная деятельность:**

4.1. научно-исследовательская деятельность;

4.2. патентно-инновационная и изобретательская деятельность,

непосредственно отражающие всю научную деятельность доктора наук.

В 2011 году был разработан механизм вычисления надбавок докторам наук из фонда, специально предназначенного для докторов наук, на основании вышеуказанных разделов Индексной системы [2, 3]. Данный механизм позволяет формировать фильтр по всем параметрам системы (разделы, показатели, должности сотрудников и т. д.) и стратегию расчёта, тем самым позволяя сделать необходимые вычисления для любого подмножества трудового коллектива (в частности для докторов наук).

Подход к оценке научной деятельности докторов наук

Существует два принципиально различных подхода к регулярной оценке деятельности индивидуума или коллектива в целом – назовем их условно «дифференциальный» и «интегральный».

При дифференциальном подходе периодически измеряется объем и качество выполненных индивидуумом (или коллективом) работ за определенный, *достаточно короткий* промежуток времени (квант времени) и на основании этих измерений по определенной методике оценивается уровень достижений данного индивидуума, как правило, в сравнении с уровнем каких-то других членов коллектива. Когда речь идет о преподавательском коллективе или какой-то его части (например, о докторах наук), то в качестве упомянутого кванта времени берется учебный год.

При интегральном подходе, напротив, накапливаются (а проще говоря, складываются нарастающим итогом) успехи индивидуума за все прошлые годы и эта

итоговая сумма сравнивается с аналогичной суммой лидера коллектива, и как результат сравнения выводится место, занимаемое каждым индивидуумом в общем ранжированном списке.

У каждого из этих подходов есть свои плюсы и минусы.

Очевидный плюс дифференциального подхода состоит в том, что он заставляет индивидуума *постоянно, ежегодно* напрягать свои силы для достижения высоких результатов, не давая расслабиться. Для тех, кому очень важна надбавка к зарплате, которую сулят результаты его работы, такую систему вполне можно назвать «потогонной», и это вполне устраивает организаторов, которые, как им кажется, в максимальной степени достигают поставленной цели. Но в этом же кроется и минус. Выжимая все соки из работника, не давая ему передохнуть, система работает «на износ» и в долгосрочной перспективе приводит к снижению его результатов, не говоря уже об «антигуманности» такого подхода.

В этом смысле интегральный подход демонстрирует более «человеческое» отношение к работнику, который, за долгие годы накопив высокий рейтинг, может позволить себе в определенные периоды отдохнуть, показывая невысокие результаты, но получая при этом все же значительную надбавку. Это тем более важно, если речь идет о работниках пожилого возраста. В этом – плюс интегрального подхода. Но в периоды отдыха индивидуум, а в более общем плане и весь коллектив, значительно снижают свою производительность и эффективность работы, и если система этому не противостоит, она теряет свой стимулирующий эффект и, строго говоря, *именно как стимулирующая* не имеет право на существование. В этом – большой минус интегрального подхода.

Истина, как всегда, лежит посередине. Система оценки и стимулирования научной деятельности докторов наук в УГТУ построена как *комбинированная (интегро-дифференциальная)*. Суть такого подхода состоит в том, что по структуре он – интегральный, но, во-первых, результаты учитываются за *ограниченное* количество прошлых лет (а именно – за 5 прошедших учебных годов) и, во-вторых, каждый учебный год снабжается определенным весовым коэффициентом (коэффициентом «значимости»), причем эти веса убывают по мере удаления назад от отчетного года. В силу этого в средневзвешенной сумме результатов за 5 лет слагаемые ближе к настоящему будут иметь большую величину, чем те, которые отражают далекое прошлое (рис. 1). Тем самым в известной мере сглаживается основной недостаток интегрального подхода и реализуется преимущество дифференциального.

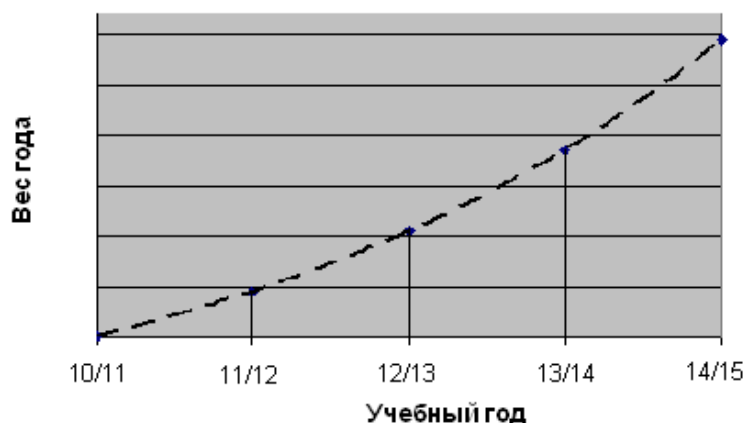


Рис. 1. Распределение весовых коэффициентов по учебным годам при комбинированном подходе

Принцип классификации докторов наук по результатам их труда

Для каждого доктора наук из Индексной системы извлекаются индексы по Разделу 3 ($I_0^{(3)}$) и Разделу 4 ($I_0^{(4)}$) за данный отчетный год и вычисляются средневзвешенные индексы по этим разделам с учетом вектора весовых коэффициентов.

$$\bar{I}^{(3)} = \gamma_0 I_0^{(3)} + \gamma_{-1} I_{-1}^{(3)} + \dots + \gamma_{-4} I_{-4}^{(3)}$$

$$\bar{I}^{(4)} = \gamma_0 I_0^{(4)} + \gamma_{-1} I_{-1}^{(4)} + \dots + \gamma_{-4} I_{-4}^{(4)}$$

Затем эти индексы нормируются максимальным индексом среди докторов (по каждому из разделов) и умножаются на 1000. Эти нормированные индексы по разделу 3 и разделу 4 будем обозначать $\bar{I}_H^{(3)}$ и $\bar{I}_H^{(4)}$ соответственно.

В зависимости от величины этих индексов каждому доктору наук ставится в соответствие одна из трех категорий: 1-я (высшая), 2-я (промежуточная) или 3-я (низшая) по следующему принципу:

Принцип разбиения докторов наук на категории:

1-я категория: ($\bar{I}_H^{(3)} \geq 500$) или ($\bar{I}_H^{(4)} \geq 500$)

3-я категория: ($\bar{I}_H^{(3)} \leq 250$) и ($\bar{I}_H^{(4)} \leq 250$)

2-я категория: все остальные.

На рис.2 представлена наглядная геометрическая интерпретация данного принципа за 2010-11 и за 2011-12 учебные годы, полученная по результатам работы информационной системы стимулирования докторов наук.

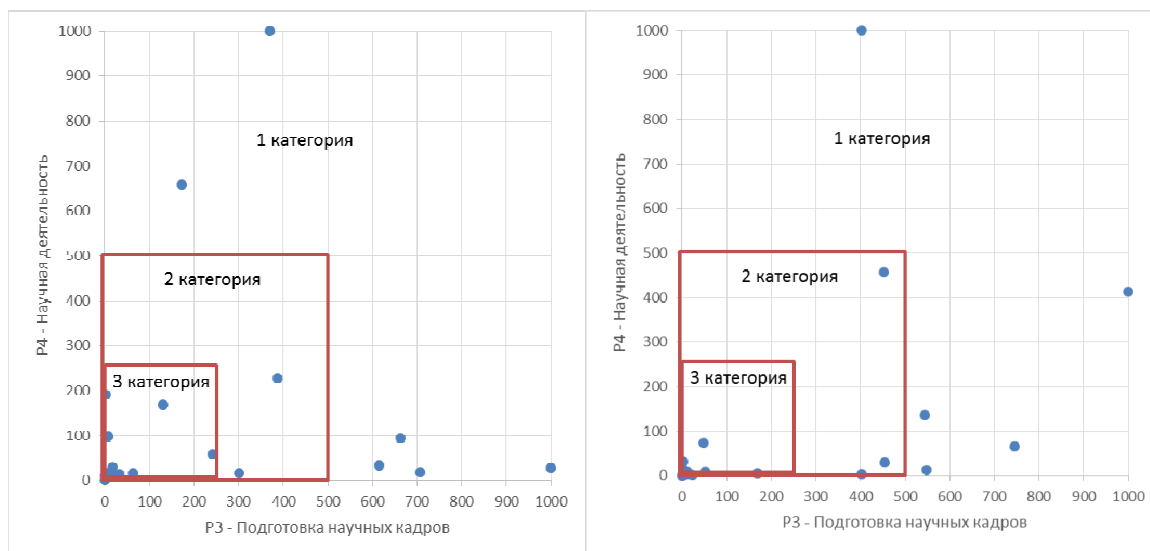


Рис. 2. Разбиение множества докторов наук по категориям в 2010-11 учебном году и в 2011-12 учебном году

Как видно из данного рисунка, распределение докторов по категориям соответствует Таблице 1.

Таблица 1

Распределение докторов наук по категориям
в соответствии с принятым принципом разбиения

Категория	2010-11 годы	2011-12 годы
1-я	31%	24%
2-я	11%	14%
3-я	58%	62%

Формула начисления надбавок докторам наук в зависимости от категории

Величину стимулирующей надбавки каждому доктору наук, попавшему в ту или иную категорию, будем называть «индивидуальной надбавкой».

Формула для начисления индивидуальной надбавки основана на следующих допущениях.

Допущение 1

Во сколько раз надбавка в 1-й категории выше, чем во 2-й, во столько же раз надбавка во 2-й категории выше, чем в 3-й.

$$\frac{B_1}{B_2} = \frac{B_2}{B_3} = k, \quad k > 1 \quad (1)$$

B_i – надбавка (в рублях) каждому доктору, отнесенному к i -й категории, $i=1,2,3$.

Допущение 2

При любых результатах, показанных докторами наук, общий стимулирующий фонд на всех докторов, запланированный на отчетный год, есть величина постоянная:

$$F = S \cdot N \quad (2)$$

Здесь:

F – общий стимулирующий фонд на отчетный год (руб.)

S – индивидуальная надбавка, принятая за стандарт (руб.)

N – общее количество штатных докторов наук в университете.

Можно показать, что исходя из этих допущений индивидуальная надбавка (в рублях) в каждой категории вычисляется по формуле (3):

$$B_3 = \beta_3 \cdot S, \quad B_2 = k B_3, \quad B_1 = k^2 B_3, \quad (3)$$

в которой параметр k определяется по формуле (4):

$$k = \begin{cases} 1 + \alpha_2^{-1} \cdot (\beta_3^{-1} - 1) & \text{при } \alpha_1 = 0 \\ 0,5 \cdot \left(-\alpha_2 + \sqrt{\alpha_2^2 + 4\alpha_1 \cdot (\beta_3^{-1} - \alpha_3)} \right) / \alpha_1 & \text{при } \alpha_1 \neq 0 \end{cases} \quad (4)$$

где:

$\alpha_i = N_i / N$ ($i=1,2,3$) – доля от общей численности докторов по i -й категории ($\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 1$).

N_i – численность i -й категории ($i=1, 2, 3$)

β_3 ($\beta_3 < 1$) – назначается по указанию ректора.

Для того чтобы пользоваться формулами (3), (4), помимо объективных данных о численности каждой категории, необходимо, чтобы ректор своим «волевым» решением назначил величину параметра β_3 , который по смыслу представляет собой долю от стандартной индивидуальной надбавки, которую администрация вуза на данный момент решила платить тем, кто попал в низшую (3-ю) категорию.

Примечание 3. Иногда ректору удобнее задавать параметр k вместо β_3 , то есть удобнее решить, во сколько раз индивидуальная надбавка тем, кто попал в 1-ю (2-ю) категорию должна быть выше надбавки тем, кто попал во 2-ю (в 3-ю) категорию. Тогда по формуле:

$$\beta_3 = [1 + \alpha_1(k^2 - 1) + \alpha_2(k - 1)]^{-1} \quad (6)$$

определяется параметр β_3 и далее по формуле (3) вычисляются индивидуальные надбавки для каждой категории.

Литература:

1. Рочев К. В., Цхадая Н. Д., Данилов Г. В. Эффективная система материального стимулирования профессорско-преподавательского состава вуза как катализатор формирования конкурентной среды в преподавательском коллективе // «Key instruments of human co-existence organization: economics and law»: materials digest of the XIIth International Scientific and Practical Conference (Kiev, London, October 27 – November 1, 2011). Odessa: InPress, 2011. p. 112-115.
2. Положение об оценке научно-исследовательской и инновационной деятельности и материальном стимулировании докторов наук в Ухтинском государственном техническом университете, Ухта, УГТУ, 2011.
3. Рочев К. В. Расширение области применения информационной системы материального стимулирования – общий и программный аспекты // Всероссийский конкурс научно-исследовательских работ студентов и аспирантов «инновационные технологии в образовательном процессе». Ноябрь 2011 г. Сб. научных работ. Т. 1. – Белгород 2011. – С. 455–457.

МОДЕРНИЗАЦИЯ УПЛОТНЕНИЯ МНОГОСТУПЕНЧАТОГО ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА ЦНС 300/300 С ПОМОЩЬЮ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО ПАКЕТА ANSYS

К.В. Сызранцева, А.В. Шаршон
Россия, г.Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет
Djek781@mail.ru

Центробежные насосы являются самыми распространёнными и предназначены для подачи холодной или горячей чистой воды, агрессивных жидкостей, сточных вод, а также жидких смесей и вязких жидкостей. Принцип действия базируется на передаче кинетической энергии вращающегося рабочего колеса частица

вещества между его лопастями. Под влиянием центробежной силы жидкость из зоны рабочего колеса подается в корпус насоса и далее, а на ее место поступает новая жидкость под действием давления воздуха. Таким образом, обеспечивается непрерывная работа насоса.

Подача жидкости или создание давления осуществляется вследствие вращения одного или нескольких рабочих колес. В результате действия рабочего колеса создается скоростной напор. Основное преобразование скоростного напора в пьезометрический осуществляется в коническом напорном патрубке. Секционная конструкция корпуса насоса позволяет увеличить или уменьшить напор, не изменяя подачи. Напор будет равен сумме напоров, создаваемых каждым рабочим колесом.

Насосы ЦНС 300/300 (рабочая температура до 45°C) предназначены для перекачивания воды, имеющей водородный показатель pH 7-8,5, с массовой долей механических примесей не более 0,2%, размером твердых частиц не более 0,2 мм, микротвердостью не более 1,47 ГПа.

Опорами ротора насоса служат два подшипника, установленные в кронштейнах по скользящей посадке, позволяющей перемещаться ротору в осевом направлении на величину «разбега» ротора. Отверстия под подшипники в кронштейнах закрываются крышками, образующими камеры, в которые закладывается смазка для подшипников. Подшипниковые камеры уплотняются манжетами, установленными в крышках.

Манжеты производят из резины с металлическим сердечником для уплотнения валов, работающие в минеральных маслах, воде, дизельном топливе при избыточном давлении до 0,05 МПа, скорости 20 м/с и температуре от -60 до +170 °C в зависимости от группы резины. Для насосов, которые перекачивают воду, изготавливают манжеты из бутадиен-нитрильного каучука 1 группы резины, шифр резины 7-ИРП-1068.

Основу сохранности и работоспособности подшипников составляет манжета. Недостаточная герметичность манжеты с валом приведет к попаданию перекачиваемой среды в камеру подшипника, тем самым нарушится смазка подшипника, и он выйдет из строя [1].

Напряженно-деформированное состояние таких геометрических тел, как манжета может быть определено лишь с помощью численных методов теории упругости, таких, например, как метод конечных элементов. Среди существующих в настоящее время программных комплексов, реализующих метод конечных элементов, выбран наиболее универсальный пакет ANSYS, позволяющий решать различные физические задачи [2,3].

Цель данной работы: модернизация уплотнения многоступенчатого насоса ЦНС 300/300.

Геометрическая модель строилась в препроцессоре ANSYS. Вторым этапом было построение конечно-элементной сетки, описывающей правильную конструкцию геометрической модели. Конечно-элементная модель представлена на рис.1.

Для моделирования нагружения манжеты приложены следующие граничные условия: в месте крепления основания манжеты к корпусу и крышки подшипника указана жесткая заделка, позволяющая ограничивать перемещение элементов по всем осям. На плоскостях разреза указаны условия симметрии. Нагрузки, действующие на манжету, были приложены на рабочую кромку манжеты. На поверхность, воспринимающую радиальные нагрузки приложено: 0,02 МПа.

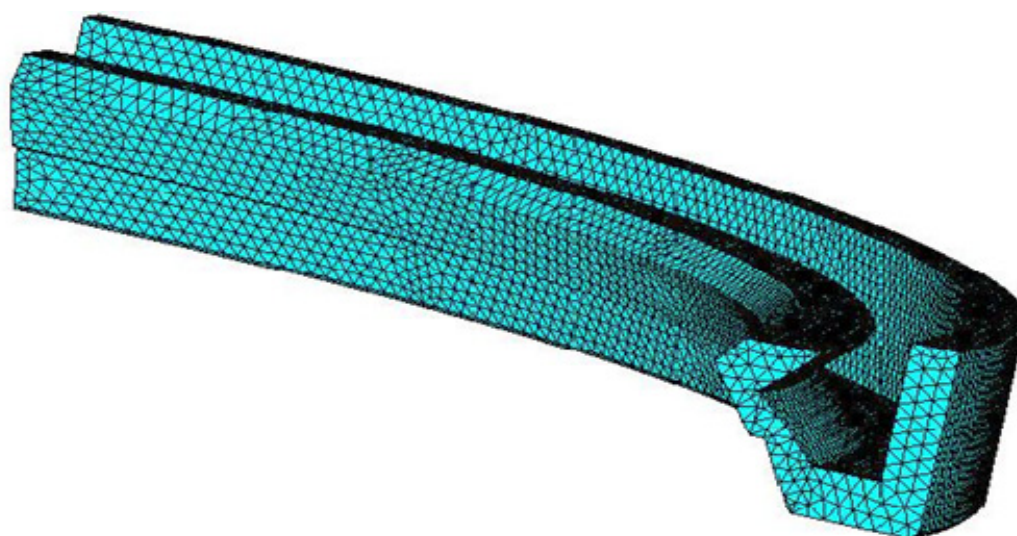


Рис. 1. Конечно-элементная модель манжеты

В результате решения задачи была получена картина распределения суммарных перемещений рабочей части манжеты. Из картины суммарных перемещений видно, что исследуемая модель деформировалась под действием приложенного давления, величина максимального перемещения рабочей части манжеты составляет 1.517 мм (практически примыкание к валу), что говорит о хорошей эластичности манжеты (рис. 2).

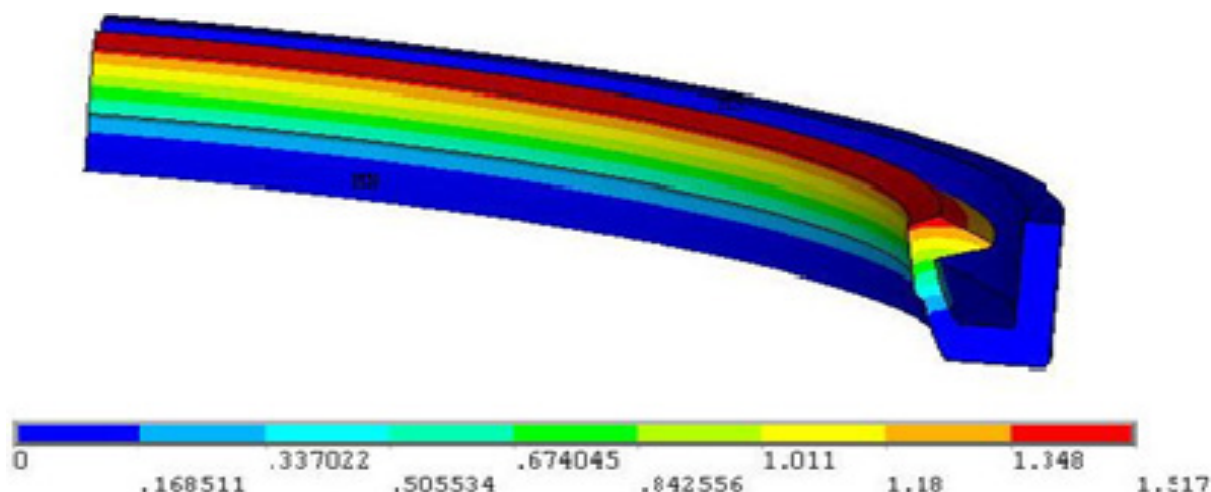


Рис. 2. Распределение суммарных перемещений базовой манжеты

Проблема, существующая в использовании манжет, заключается в том, что из-за действия перекачиваемой среды на манжету, её рабочая зона быстро теряет свою эластичность, что приводит к разгерметизации подшипниковой зоны, и как следствию - к остановке насоса, чтобы заменить манжету.

В данной работе предлагается модернизировать существующую манжету посредством установки в её паз металлической пружины, что позволит повысить жёсткость уплотнения и сохранит герметичность соединения. Картина суммарных пе-

ремещений предложенной конструкции изображена на рис.3, причём модернизированное уплотнение способно выдержать более высокие нагрузки: до 0.054 МПа, сохраняя при этом свою работоспособность: максимальные эквивалентные напряжения по Мизесу не превышают 0.8 МПа.

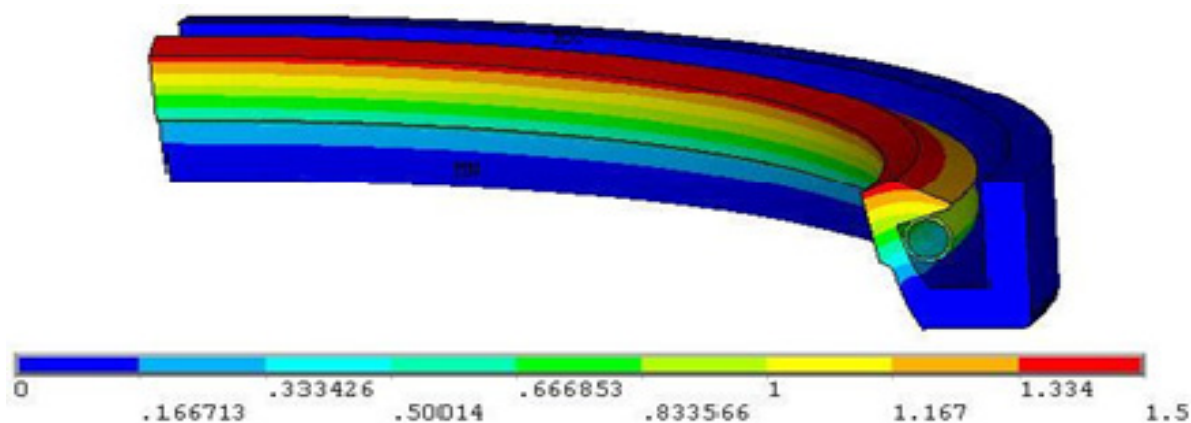


Рис.3. Распределение суммарных перемещений модернизированной манжеты

Опыт, применения модернизированного уплотнения в ЦППН ОАО «Сургут-нефтегаз», показал увеличение срока службы манжеты в 6 раз.

Авторы выражают благодарность ООО "Делкам-Урал" за предоставленную возможность использования программного комплекса ANSYS в процессе подготовки материалов для данной работы.

Литература:

1. Насосы ЦНС 300-120...600, Паспорт. Тула: Центр научно-технической информации, 1973. – 37 с.
2. Басов. К.А. ANSYS в примерах и задачах/ Под общ. ред. Д.Г.Красовского. – М.: КомпьютерПресс, 2002. – 224 с.
3. Каплун А.Б., Морозов Е.М., Олферьева М.А. ANSYS в руках инженера: Практическое руководство.– М.:Едиториал УРСС, 2003. – 272 с.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ

В.Г. Логачев, С.И. Шитикова
*Россия, г. Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет,
shitikova_svetlana@inbox.ru*

Для многих территорий основной источник пожаров носит антропогенный характер.

Основным виновником лесных пожаров является человек - его небрежность при пользовании в лесу огнем во время работы и отдыха. Большинство пожаров

возникает в результате сельскохозяйственных палов, сжигания мусора, в местах пикников, сбора грибов и ягод, во время охоты, от брошенной горящей спички, непотушенной сигареты. Во время выстрела охотника вылетевший из ружья пыж начинает тлеть, поджигая сухую траву. Часто можно видеть, насколько завален лес бутылками и осколками стекла. В солнечную погоду эти осколки фокусируют солнечные лучи как зажигательные линзы. Не полностью потушенный костер в лесу служит причиной последующих больших бедствий [1].

В связи с глобальными изменениями климата с каждым годом возрастает количество катастрофических пожаров, увеличивается общая продолжительность пожароопасного периода. Пожары, в свою очередь, приводят к еще большим глобальным изменениям климата и формируют погоду на региональном уровне. В месте действия крупных лесных пожаров формируются устойчивые области высокого атмосферного давления, которые «не подпускают» циклоны с осадками к пожарам [2].

Природные пожары, особенно лесные и торфяные, становятся для России настоящим бедствием. Сгорают гигантские площади лесных массивов, уничтожаются уникальные экосистемы. Пожар полностью или частично уничтожает лесной биocenoz. На лесных гарях развивается иной тип растительности, полностью меняется состав обитателей леса. Пожары наносят большой урон, уничтожая растения, охотничье-промысловых животных, другую продукцию леса: грибы, ягоды, лекарственные растения.

С пожарами в атмосферу выбрасывается огромное количество дыма, содержащего такие опасные загрязнители как углекислый газ, угарный газ и окись азота. В отдельные годы этих выбросов столько же, сколько от сжигания всей перерабатываемой в России нефти. От задымления страдают жители городов и поселков.

Пожары являются мощным фактором, негативно влияющим на экономику страны и национальную безопасность. Материальный урон от пожаров сопоставим с ущербом, который причинен выявленными преступлениями экономической направленности. Причем, если по преступлениям часть ущерба возмещается, то урон от пожаров не только не восполним, но и требует еще больших затрат для восстановления уничтоженных материальных ценностей. Как известно, полные потери от пожаров составляют почти 5% от бюджета страны [3].

Тушить лесной пожар – занятие сложное и может выполняться различными методами. Тушат, устанавливая заградительные полосы, препятствующие распространению огня либо сбрасывая воду (пену) на очаг пожара. Эффективность тушения в значительной степени зависит от скорости реагирования на начало возгорания. Когда огненная стихия набирает силу, то лишь смена направления ветра или дожди способны остановить ее продвижение.

Очень красивый и достаточно дорогостоящий прием использует МЧС, когда тонны воды сбрасывают со специализированных самолетов-танкеров, но вот эффективность тушения огня таким манером во многих случаях весьма сомнительна, особенно если летчикам приходится летать в условиях сильного задымления и невозможно "прицелиться" достаточно точно.

Пожарная авиация в основном может быть использована только днем и в хорошую погоду. Ее работа при верховых пожарах опасна, сброс воды с больших высот малоэффективен, а места базирования пожарной авиации порой далеко расположены от мест пожара. Опыт применения на тушении больших самолетов типа Ил-76 показал, что кромку пожара не видно из-за задымления, а полет над пожаром на низкой высоте невозможен из-за восходящих потоков. Вода приостанавливает горе-

ние на 2-4 часа, после чего пожар возобновляется снова. Использование самолетами-амфибиями морской воды приводит к сильному засолению грунта и почвы. И если через несколько лет после пожара, потушенного обычной речной или озерной водой, на его месте вырастет новый лес, то на солончаках не растет даже трава.

Тушение лесных пожаров вертолетным способом также опасно и малоэффективно. При большой высоте сброса резко снижается эффективность, т.к. значительная часть воды успевает испариться, не долетев до земли. А при низкой высоте полета в обедненном кислородом горячем воздухе существует опасность помпажа двигателей и катастрофы. Кроме того, зона пожара может быстро расширяться за счет поднятия искр воздушным потоком от несущего винта. Если же увеличивать длину троса между вертолетом и сливным баком, транспортируемым на внешней грузовой подвеске, то возрастает вероятность зацепа за провода и ветки, снижаются точность и производительность.

Основным и наиболее простым устройством для вертолетного пожаротушения изначально были и остаются подвешиваемые на внешней подвеске емкости для воды. Данный способ применим на любых вертолетах, имеющих внешнюю грузовую подвеску. Использование таких емкостей для эксплуатации привлекательно тем, что можно быстро и дешево сделать пожарным практически любой вертолет, поскольку данная модернизация не вносит изменений в конструкцию самого вертолета, а значит, не требует сертификации. Однако им присущи и серьезные недостатки: ограничение скорости полета; повышенное аэродинамическое сопротивление и, соответственно, увеличивающийся расход топлива; вероятность зацепа за линии связи и электропередач; забор воды возможен лишь при определенной глубине и размерах водоема; существует опасность зацепа и повреждения мягкого бака за посторонние предметы и возникающая в связи с этим проблема недолговечности бака; при перевозке большого груза на внешней грузовой подвеске у вертолета снижается маневренность; повышенная аварийность (катастрофа Ми-26 в апреле 2003 года при тушении лесных пожаров была обусловлена конструктивной особенностью внешней системы пожаротушения); так как современные внешние сливные устройства (за редким исключением) предназначены именно для борьбы с лесными пожарами, то в большинстве своем ими невозможно тушить иные виды пожаров, например, горящие нефтепродукты.

Конструкторы пытаются создавать различные типы водяных пушек для размещения их на вертолете. В случае использования подобной системы на вертолете с хвостовым винтом струя воды будет либо разбиваться потоком воздуха, либо необходимо будет создавать пушку с необычайно длинным стволом.

Совместная разработка с российской фирмой «Темперо» установки горизонтального пожаротушения «Игла-В». Это вододисперсная система, основанная на газодинамической технологии, при которой осуществляется разгон частиц или капель огнегасящего компонента сжатым воздухом. Распыленная до дисперсного состояния вода под большим давлением выстреливается короткими импульсами. Объем воды в баках под полом вертолета составлял 740 л. С внешней стороны фюзеляжа по левому борту крепилась батарея баллонов со сжатым воздухом. Заявленная разработчиком дальность «выстрела» – около 50 м. Минусы: сложности с перезарядкой и заправкой воды и воздуха, громоздкость и недостаточная эффективность водяной пыли по противодействию некоторым видам пожаров.

В силу вышеперечисленных недостатков этот проект так и не был доведен до серийного производства.

Голландская компания IFEX разработала собственную вододисперсную установку, которая размещается на различных типах вертолетов, в частности, на AS350 (Eurocopter) и K-MAX (Kaman). Эффективная «стрельба» ведется импульсами водяной пыли на расстояние от 10 до 40 м. Производитель заявляет, что система может пополняться из окрестных водоемов в режиме зависания вертолета над водным объектом. Недостатком данного устройства является малый запас воды. А поскольку при ликвидации масштабных очагов горения важен разовый массовый выброс тушащего вещества, то его объем достаточно ограничен. На вертолете S-64F Helitanker также может устанавливаться горизонтальная водяная пушка, управляемая в вертикальной плоскости. Ее использование ограничено дальностью стрельбы, стоимостью и громоздкостью самого носителя.

У всех систем горизонтального пожаротушения главным недостатком является то, что наведение на цель (в одной плоскости, а то и в обеих) осуществляется пилотом. При расходе тушащего вещества (снижении массы), порывах ветра, изменении движения огня ему крайне сложно не только удерживать машину, но еще и отслеживать процесс тушения.

Вторая проблема – низкая эффективность тушения водой. Хотя возможность добавления в нее пенообразователей не исключается, но она не в состоянии обеспечить той же степени пенообразования, на которое способны пеногенераторы. При этом размещение такого агрегата, имеющего значительную площадь поверхности, на конце длинного ствола создает новые проблемы, связанные с прочностью конструкции [4].

Недостатком авиационного способа тушения пожаров является высокая стоимость летного часа. Быстрая смена земных ориентиров при большой скорости на малых высотах затрудняют осмотр пожаров, определение курсов захода и точек слива огнегасящих средств. Недостаточная маневренность, большие радиусы разворотов делают опасным и невозможным выполнить комплекс работ в горной местности.

Тем не менее, лесные пожары иногда удается потушить с помощью воды с воздуха, а вот торфяные, тем более, если горит осушенный торфяник большой глубины, – практически никогда. Дело в том, что заливать торфяник сверху совершенно неэффективно, так как воду необходимо доставлять в эпицентр горения, который может находиться на достаточно большой глубине.

Использование малой авиации и водяных бомбардировщиков при тушении пожаров также малоэффективны. Пожары, распространившиеся на площади более 20 га, не может потушить группа 4–5 человек парашютистов-пожарных. Даже доставка пожарного десанта вертолётom – малоэффективное и дорогое мероприятие, поскольку высадить десант на пожаре в нужном месте не всегда возможно, а высаживать на удалении – теряется смысл быстрой доставки.

Всё чаще и чаще в последнее время используются дистанционно управляемые мобильные противопожарные роботы. Мобильный робот (МР), у которого не режет глаза от дыма, не имеет страха перед огнем и относительно устойчив к чрезмерному тепловому воздействию, может тушить пожар тремя путями: прямым воздействием струи, разбрызгиванием пены или при помощи водяного тумана, охватывающего большую область.

Десантирование МРК в район возникновения пожара производится при помощи парашютной системы, при этом робот размещают и закрепляют в специально предназначенном для этого контейнере [4].

Еще двадцать лет тому назад такое оборудование для борьбы с лесными пожарами стало бы весьма эффективным.

Сегодня русский лес – это джунгли, сквозь которые сложно пробраться даже специализированной технике. 90-е гг. заметно сказались на численности работников лесных хозяйств, а последние годы превратили их в практически бесправные организации. Плановые вырубki, делившие лес на зоны со своими «бульварами» и «переулками», по которым в случае чрезвычайной ситуации могла проехать специальная техника, практически не проводятся, и прежние пути через лес зарастают. Роботизированный пожарный беспомощен в глухом лесу, и может применяться только на опушках, для локализации огня [5].

Метод тушения лесного пожара с применением противопожарных ракет позволит существенно повысить возможности пожарных служб, значительно сократить время ликвидации очагов возгорания и значительно снизить материальные затраты, связанные с доставкой огнегасящих средств в отдаленные районы. Предлагаемый метод даст возможность производить маневр сил и средств на неограниченной территории.

Данный метод позволяет осуществлять тушение как низовых, так и верховых лесных пожаров, а также точечное подавление остающихся после первоначальной обработки очагов горения.

За счет того, что тушение пожара противопожарными ракетами может использоваться при тушении лесного, степного пожара в условиях любого рельефа местности, метод является наиболее универсальным.

Немаловажное преимущество метода – обеспечение максимальной безопасности личного состава посредством дистанционного принципа тушения.

Как показывает опыт, в борьбе с лесными пожарами большое значение имеет фактор времени. От обнаружения лесного пожара до принятия решения по его ликвидации должно затрачиваться минимальное время. При этом важнейшей задачей является организация и подготовка сил и средств пожаротушения.

Используемые в настоящее время наземные способы обнаружения не эффективны, что сказывается на времени обнаружения пожаров и времени начала их тушения.

Технические средства, используемые для тушения пожаров такие как: самолеты, вертолеты, не могут использоваться в сложных метеоусловиях. Доставка мобильных роботов к месту очага возгорания является сложной задачей.

Использование пожарных десантников связано с опасностью попадания их в очаги пожаров и их гибели.

Таким образом, остро актуальным является разработка и использование новых методов и технических средств тушения пожаров, свободных от перечисленных недостатков.

Литература:

1. http://www.mchs.gov.ru/portal_previews/detail.php?ID=44869
2. <http://www.greenpeace.org/russia/ru/campaigns/forests/90659/1902203/>
3. Автореферат «Исследование, анализ и управление процессами пожарной безопасности и рисками экологических последствий воздействия пожаров на окружающую среду», Иншаков Ю.З., 2008
4. Статья в № 4 журнала «Мир и безопасность», Серебренников С.Ю., 2003
5. http://onixgce.ru/group_news/borba_s_ognem_chelovechestvu_na_pomow_pridut_roboty2/

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ИМИТАЦИОННОГО ТРЕНАЖЕРА НПС ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ РАСХОДА

*Р.А. Ямалеев
Россия, г.Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет
rystam05@mail.ru*

Необходимость в совершенствовании и модернизации технологического процесса, оборудования может возникнуть как на этапе проектирования, так и при длительной эксплуатации объекта. В связи с необходимостью продолжительных во времени экспериментов с реальным оборудованием и сопровождаемые большими финансовыми затратами, широкое применение нашли имитационные тренажеры, базирующиеся на математическом имитационном моделировании. Однако стоит отметить тот факт, что с каждым годом всё большее распространение получают компьютерные тренажеры, обладающие рядом положительных качеств.

Эффективность применения имитационных математических моделей в производстве описывается в ряде научных публикаций [1, 2, 3], одной из основ аспекта применения которой является:

1. Применение при проектировании, модернизации производственных объектов:
 - для повышения эффективности использования оборудования в технологических процессах;
 - для прогноза долговечности эксплуатируемого оборудования;
 - с целью определения наиболее высокоэффективных параметров оборудования, участвующих в технологическом процессе;
 - с целью модернизации методик управления технологическим процессом.

Существующие имитационные модели позволяют имитировать поведение системы во времени. Причём плюсом является то, что временем в модели можно управлять: замедлять в случае с быстропротекающими процессами и ускорять - для моделирования систем с медленной изменчивостью. Можно имитировать поведение технических объектов, реальные эксперименты с которыми дороги, невозможны или опасны. С наступлением эпохи персональных компьютеров производство сложных и уникальных изделий, как правило, сопровождается компьютерным трёхмерным и имитационным моделированием. Эта точная и относительно быстрая технология позволяет накопить все необходимые знания, оборудование и методы для будущего производства еще на стадии его проектирования.

Целью исследования является определение оптимального диаметра запорного устройства, на выходе нефтеперекачивающей станции (НПС), с целью эффективной возможности регулирования расхода нефти на выходе 340 м³/час. Структурная схема представлена на рис.1.

В качестве объекта исследования выступают:

- задвижки клиновые Ду 250;
- трубопровод Ду 250, 530, 325;
- насосный агрегат ЦНСАиТ 300-240;
- фильтры-грязеуловители; клапаны-обратные;

- варьируемый объект – запорное устройство (шаровый кран) с диаметрами 80, 100, 150, 200 мм.

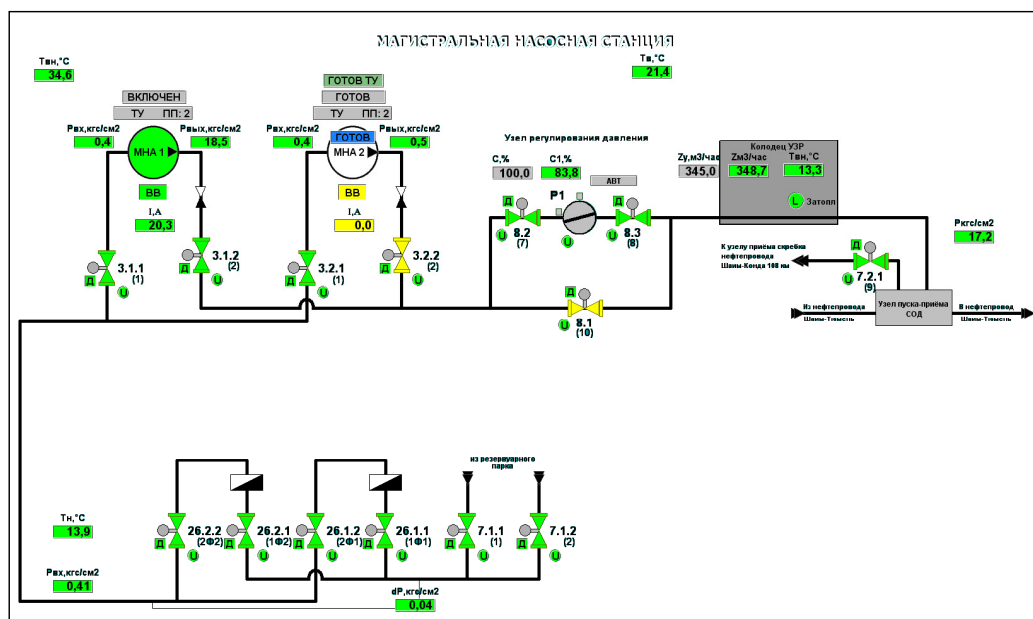


Рис. 1. Мнемосхема SCADA системы НПС

На основе имеющихся разработок моделей компьютерного имитационного тренажера (КИТ) НПС, была проведена доработка математической модели и графической моделей с учетом условий проведения исследования, также подключена микропроцессорная система автоматики (СА) данной НПС с применением имитационного стенда. Применение КИТ НПС позволило в сочетании с СА в режиме реального времени менять диаметр запорного устройства, а также варьировать параметры системы автоматического регулирования в СА НПС.

Критерий эффективности регулирования расхода на выходе: наименьшего время регулирования, перерегулирование не более 10%.

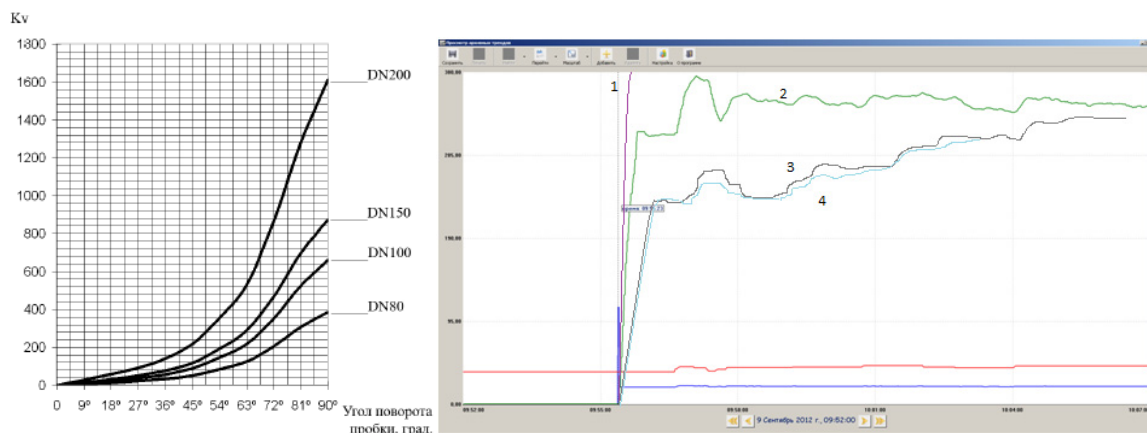


Рис. 2. Коэффициент пропускной способности от угла поворота запорного устройства (слева) и график изменения угла поворота регулирующего устройства при регулировании по расходу (справа)

Достигая максимально качественного регулирования расхода для выбранного запорного регулирующего устройства была проведена оценка эффективности регулирования для заданных параметров работы НПС.

На рис.2 справа: нижняя линия – сила тока насосного агрегата; линия вторая снизу – текущий расход нефти на выходе НПС; остальные линии – угол поворота запорного устройства (1 – с диаметром 200 мм, 2 – 150 мм, 3 – 100 мм, 4 – 80 мм).

Таким образом, проведенный анализ запорного устройства позволил выявить наиболее эффективный диаметр запорного устройства для выбранного режима работы НПС (график 2 рис.2).

Литература:

1. Колесов В.И., Гаммер М.Д., Немков А.В. Имитационное моделирование испытаний насосных установок // Проблемы развития ТЭК Западной Сибири на современном этапе: труды Междунар. Науч.-техн. Конф., посвященной 40-летию Тюменского государственного нефтегазового университета, 25-27 сент. 2003 г. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2003. – С. 98–100.
2. Применение компьютерных имитационных тренажеров и систем виртуальной реальности в учебном процессе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.really.ru/kb.php?mode=article&k=41>
3. Кельтон В., Лоу А. Имитационное моделирование. Классика CS. 3-е изд. – Издательская группа BHV, 2004. – С.19-21
4. Гаммер М.Д. Имитаторы на базе программно-аппаратной платформы в техническом образовании / М.Д. Гаммер, В.Н. Сызранцев, С.Л. Голофаст – Новосибирск: Наука, 2011. – С. 123-124, 195-197.

СЕКЦИЯ 2.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕКОТОРЫХ МОДЕЛЕЙ ДИСКРЕТНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Л.Н. Бакановская
Россия, г. Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет
l.bakanovskaya@gmail.com

Применение жадного алгоритма (целочисленного программирования) в проектировании технологического процесса.

Соответствия между предложением продукции и спросом на неё можно достичь оптимальным разнообразием ассортимента продукции с расчётом на конкретные группы потребителей различных ценовых сегментов рынка. Многие предприятия, ориентированные на удовлетворение нужд потребителей, характеризуются дискретностью технологического процесса. Чтобы быть успешной компанией в области дискретного производства, необходимо быстро удовлетворять потребности клиентов, то есть обладать гибкостью к быстрой переналадке и переподготовке производства, модификации или замены продукции. В качестве критерия оптимизации технологического процесса целесообразно взять *длительность производственного цикла* (ДПЦ), то есть время выполнения всего комплекса работ в экспериментальном цехе от эскизного проекта до создания полного комплекта конструкторско-технологической документации, так как по результатам расчёта ДПЦ принимается обоснованное решение о запуске проектируемой модели в производство. Следовательно, одной из центральных проблем дискретного производства является оперативное планирование, то есть расчёт длительности производственного цикла технологической подготовки. Поэтому, основным принципом в организации и управлении технологическим процессом дискретного производства должна быть оптимизация параметров гибкости, условий сбалансированности и синхронизации запуска моделей различной сложности обработки в производство.

Не смотря на то, что аналогичные проблемы рассматривались рядом авторов [1], данная работа является актуальной, что определило цель и задачи данного исследования.

Решение этих задач возможно путём математического моделирования и автоматизации проектирования управления применительно к производственным процессам, характеризующихся повторяемостью выполнения одних и тех же операций для двух последовательно запускаемых изделий в проектирование через определённый промежуток времени.

Весьма значимой задачей, приводящей также к сокращению длительности производственного цикла в экспериментальном цехе, является оптимизация очередности подготовки моделей для разных ценовых сегментов рынка к производству. Вполне очевидно, что за счет разницы конструктивных особенностей моделей разных ценовых групп, длительность производственного цикла проектирования, скажем моделей А и В, будет отличаться от времени проектирования тех же моделей в обратном порядке, т.е. В и А. Поэтому важной является задача определения такой последовательности проектирования моделей различной сложности, которая обеспечивала бы минимальный производственный цикл.

Для решения данной задачи была разработана модель математического программирования с квазипостоянными коэффициентами с использованием приближённого жадного алгоритма локально-оптимального поиска.

Длительность производственного цикла при этом будет определяться следующим выражением:

$$T_{\text{ц}} = \sum_{i=1}^n t_{i1} + T_{\alpha_n^* m} + t_{\alpha_n^* m} - t_{\alpha_1^* 1}, \quad (1)$$

где $T_{\text{ц}}$ – длительность производственного цикла;
 n – количество моделей;
 m – количество этапов;
 α_j^* – номер модели, отвечающий оптимальному выбору на j -ом шаге;
 t_{i1} – время проектирования i -ой модели на первом этапе;
 $T_{\alpha_n^* m}$ – время завершения работы, соответствующее значению α_n^* на этапе m ;
 $t_{\alpha_n^* m}$ – время проектирования модели α_n^* на последнем этапе m ;
 $t_{\alpha_1^* 1}$ – время проектирования модели α_1^* на первом этапе.

Выполняя данную процедуру n раз в автоматизированном режиме, получим последовательность значений $\alpha_j^* (j = 1, 2, \dots, n)$, которая определяет очередность запуска швейных моделей в разработку.

Численный расчёт проводится с использованием алгоритма оптимальной очередности запуска моделей в производство. Для проверки гипотезы используются следующие исходные данные:

Количество моделей $n = 7$;

Количество этапов $m = 8$;

На начальный момент считаем, что $T_k^* = 0$;

Трудоёмкость изготовления моделей на каждом этапе t_{ijk} представлена в таблице 1.

Результат, полученный с помощью модуля “Расчёт оптимальной величины серии и последовательности запуска моделей в производство” представлен на рисунке 1.

В столбцах таблицы программного модуля отображается трудоёмкость изготовления модели. В нижней строке отображается результат расчёта, то есть комбинация моделей, согласно которой модели должны запускаться в производство. Полученное расписание запуска моделей эквивалентно задаче расчёта длительности производственного цикла. Полученная таким образом величина ДПЦ является минимальной из всех возможных для заданных условий.

Таблица 1

Трудоёмкость изготовления моделей

№ этапа	Наименование работ	Затраты времени по моделям, час							Итого, час
		A	B	C	D	E	F	G	
1	Моделирование	74,5	70,1	54,3	38,7	23,2	21	16,6	298,4
2	Конструирование	60	53	40	33	29	18	12	245
3	Раскрой образцов	6,2	5,8	4,1	2,9	3	2,9	1,7	26,6
4	Пошив образцов	82,5	77,2	51	43,7	39,3	37,6	29,5	360,8
5	Технология	12,4	9,8	7,2	6,9	5,6	5,7	5	52,6
6	Нормирование	110	117	68	59	55	57	53	519
7	Пошив опытной партии	5,7	4,9	3,8	2,8	2,5	2,9	1,9	24,5
8	Запуск в поток	16	18	9	10	8	7	5	73
	Итого	367,3	355,8	237,4	197	165,6	152,1	124,7	1599,9

a	b	c	d	e	f	g	Итого
74,5	70,1	54,3	38,7	23,2	21	16,6	298,4
60	53	40	33	29	18	12	245
6,2	5,8	4,1	2,9	3	2,9	1,7	26,6
82,5	77,2	51	43,7	39,3	37,6	29,5	360,8
12,4	9,8	7,2	6,9	5,6	5,7	5	52,6
110	117	68	59	55	57	53	519
5,7	4,9	3,8	2,8	2,5	2,9	1,9	24,5
16	18	9	10	8	7	5	73
367,3	355,8	237,4	197	165,6	152,1	124,7	1599,9

Комбинация моделей f g c d e b a занимает 625,9 ч

Расчитать

Просмотр отчета

Рис. 1. Окно просмотра расписания запуска моделей в производство

Практическое применение рассмотренного подхода к прогнозированию длительности производственного цикла позволяет быстро выбрать оптимальное

расписание запуска моделей в разработку и достаточно точно спрогнозировать длительность всех этапов, что позволит обеспечить ритмичный и комплектный ход работы во всех звеньях предприятия и максимально быстро (гибко) реагировать на потребности рынка.

Литература:

1. *Мокеева, Н.С.* Методология автоматизации проектирования технологического процесса изготовления мужских костюмов для разных ценовых сегментов рынка / Н.С. Мокеева, Л.Н. Бакановская, В.А. Заев // Монография – ИИЦ МГУДТ, 2010. – 150 с.

РАЗРАБОТКА СВЕТОДИОДНОГО ПРИБОРА ДЛЯ ФОТОТЕРАПИИ

*М.С. Бочков, В.Н. Баранов
Россия, г. Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет
montoya007@mail.ru*

Клинико-экспериментальные исследования доказали, что широко используемое в терапии световое излучение обладает сильным болеутоляющим и противовоспалительным фактором, а также играет важную роль в фотохимическом синтезе энергии [3,4]. В настоящее время в качестве источников света в физиотерапии используются лазеры и светодиоды. Выбор не случайно пал на светодиоды. Ведь светодиодные аппараты имеют перед классическими лазерными преимущество и в безопасности применения и, что немаловажно, в стоимости. С другой стороны, имеющиеся светодиодные матрицы и наконечники не всегда обеспечивают должного контакта светового поля и поверхности биообъекта вследствие сложной поверхности биообъекта.

Целью работы являлась разработка простого по конструкции и управлению, доступного прибора для светодиодной фототерапии, обладающего набором новых улучшенных параметров.

При разработке аппарата была изучена литература по лазерной и светодиодной терапии, проанализированы достижения в области отечественной и зарубежной медицинской светодиодной техники [2,6]. Объектом исследования являлись аппараты, матрицы и насадки для светодиодной физиотерапии, а предметом исследования – методы фототерапии [5,7,8].

В результате анализа литературы и исследования аналогичных аппаратов была предложена новая концепция создания фототерапевтического аппарата.

Было решено использовать для аппарата блочно-модульную схему, аналогичную использующейся в физиотерапевтических приборах «Спектр ЛЦ-02» и «Мустанг-2000». На рис. 1 представлен внешний вид аппарата. Блок-схема представлена на рис. 2, из которого видно, что прибор состоит из четырёх основных блоков: блока питания, таймера, генераторов импульсов и матричной манжеты.

Прибор имеет несколько типов работы (непрерывный и импульсный с плавно изменяемой частотой) и регулировку мощности светового излучения для подбора наиболее точной мощности при лечении.



Рис 1. Фото опытного образца светодиодного физиотерапевтического аппарата

Лечебный эффект достигается путем воздействия низкоинтенсивным излучением светодиодов различных участков оптического спектра: красного (длина волны 650 нм), оранжевого (610 нм), желтого (590 нм), голубого (около 480 нм), синего (470 нм), зеленого (длина волны около 520 нм), расположенных рядами горизонтально. Регулировка частоты импульсов для каждого из спектра светодиодов происходит отдельно.

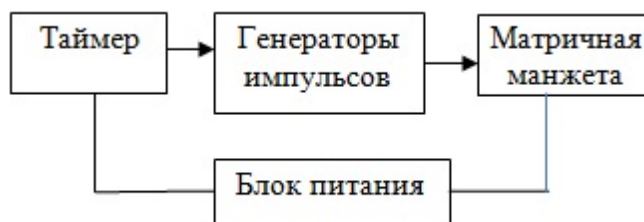


Рис 2. Блок-схема аппарата

Была предложена концепция создания матрицы-манжеты. Особенностью светодиодной матрицы является то, что излучающие элементы закреплены на гибком основании-манжете, позволяющей максимально эффективно использовать световое поле на любой поверхности биообъекта за счёт более плотного прилегания излучателей к телу пациента, в отличие от обычных излучающих наконечников и матриц.

Разработанная матрица представлена на рис. 3 и может быть выполнена в монохромном или полихромном исполнении, содержать различное количество светодиодов и иметь разные размеры активной зоны.

Манжета накладывается и застёгивается на необходимый участок тела (это может быть рука или нога), или расправляется и накладывается активной зоной (светодиодами) на патологический участок, рану или сверху на туловище для воздействия на внутренние органы черескожно в физиотерапии или для воздействия

на рефлексогенную зону - биологически-активную точку (проекцию внутреннего органа) в рефлексотерапии.

К блоку прибора манжета присоединяется посредством разъема, поэтому в процессе использования аппарата при необходимости возможна установка других типов матриц-манжет или светодиодных наконечников (например, со светодиодами только одного из спектров или матриц-манжет с большим или меньшим количеством светодиодов, а значит, и большим или меньшим размером светового поля).

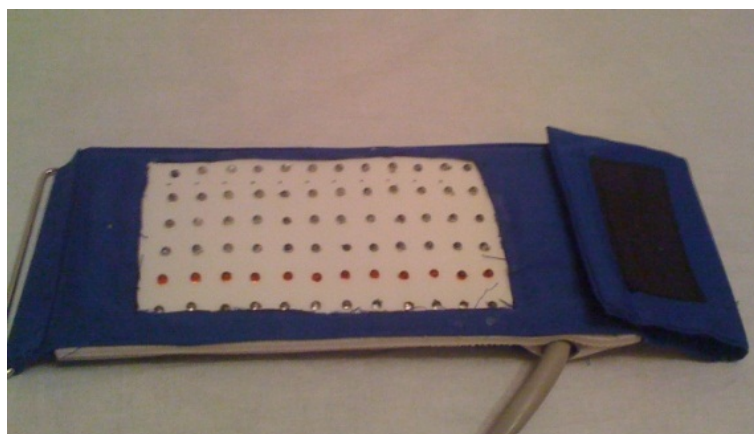


Рис 3. Фото опытного образца светодиодной манжеты

Разработанный аппарат имеет простой и лаконичный интерфейс, состоящий из встроенного таймера с цифровой индикацией в минутах, удобных тумблеров и ручек регулировки мощности и частоты, что позволяет быстро научиться работать с ним. Светодиодный физиотерапевтический прибор относится к классу защиты от поражения электрическим током III, типу В. Питание аппарата производится от сети переменного тока с напряжением 220 В и частотой 50 Гц, а также встроенного аккумулятора.

Аппарат предназначен для наружного воздействия на поврежденные участки тела биообъекта и биологически-активные точки (БАТ) и рефлексогенные зоны и проекции органов. Аппарат может применяться в условиях физиотерапевтических кабинетов поликлиник, больниц и лечебно - профилактических учреждений широкого профиля, а также индивидуально в бытовых условиях.

Аппарат готов к работе после включения кнопки Сеть. Перед лечебной процедурой с помощью таймера, имеющего дисплей для отображения оставшегося времени процедуры, устанавливается время воздействия. С помощью переключателей задаётся режим работы – постоянный или импульсный. Если выбирается импульсный режим работы, то задаётся также частота излучения. Ручками регулировки частоты излучения обеспечивается плавное варьирование частот от 1 до 100 Гц. Мощность излучения изменяется с помощью переключателя. Во время лечебной процедуры источником излучения генерируется светодиодное излучение, которое воздействует на биологический объект: патологический участок, рану, БАТ, рефлексогенную зону или проекцию органа. Мощность излучения аппарата зависит от количества источников излучения на матрице (светодиодов). Максимальная мощность 108 мВт для излучения красного спектра, 72 мВт для излучения

оранжевого и синего спектров, 50,4 мВт для излучения желтого и фиолетового спектров и 57,6 мВт для излучения зеленого спектра.

Разработанный опытный образец аппарата для светодиодной физиотерапии имеет значительное преимущество перед аналогичными приборами благодаря специально разработанной матрице-манжете, обеспечивающей максимально эффективное использование светового поля на любой поверхности тела биологического объекта. После проведения соответствующих конструкторских доработок, технических и медицинских испытаний прибор может быть внедрен в клиническую практику.

Литература:

1. Буйлин В.А., Ларюшин А.И., Никитина М.В. Свето-лазерная терапия. Руководство для врачей. – Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2004. – 256 с.
2. Буйлин В.А. Лазерная рефлексотерапия с применением аппарата «Креолка»: Информационно-методический сборник – М.: ООО «Техника-Про», 2002. – 66 с.
3. Готовский Ю.В., Косарева Л.Б., Перов Ю.Ф. Цветовая светотерапия. 2е изд., испр. и доп. – М.: ИМЕДИС, 2009. – 464 с.
4. Карандашов В.И., Петухов Е.Б., Зродников В.С. Фототерапия (Светолечение). – М.: «Медицина», 2001. — 392 с.; ил.
5. Лувсан Г. Методы восточной рефлексотерапии. – М.: Топикал. Цитадель, 1995. – 232 с., ил.
6. Москвин С.В., Ачилов А.А. Лазерная терапия аппаратами «Матрикс». – Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2008. – 144с.
7. Улащик В.С., Лукомский И.В. Общая физиотерапия.– М.: Интерпрессервис, 2002. – 168 с.
8. Чжу Лянь Руководство по современной чжень-цзю терапии. – М.: Медгиз, 1959. – 270 с., ил.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ SCHLUMBERGER ECLIPSE И SCHLUMBERGER PIPESIM

А.С. Велижанин

Россия, г.Тюмень, Тюменский государственный

нефтегазовый университет

Anatoliy.Velizhanin@gmail.com

Компьютерные системы и различное программное обеспечение получили широкое распространение фактически во всех сферах деятельности человека. Одной из областей, широко использующих компьютерные системы, является моделирование нефтяных и газовых месторождений. Для построения моделей месторождений используется относительно небольшое число крупных программных решений. Примерами такого программного обеспечения может быть Schlumberger Eclipse – гидродинамический симулятор, который предоставляет полный и надежный набор решений в индустрии для численного моделирования динамического поведения всех типов коллекторов, флюидов, степеней структурной и геологической сложности и систем разработки. ECLIPSE покрывает полный спектр задач моделирования пласта, включая конечно-разностные модели для черной нефти,

сухого газа, композиционного состава газоконденсата, термодинамические модели тяжелой нефти и модели линий тока (1). Schlumberger PIPESIM рассчитывает статическую модель многофазного течения флюида от пласта до конечной точки сбора/переработки продукции (1). Это включает в себя:

Добывающие и нагнетательные скважины

Скважинное и поверхностное оборудование (ЭЦН, газлифт, штуцера, насосы, компрессора и т.д.)

Сети трубопроводов:

сети сбора продукции;

системы распределения закачки;

магистральные трубопроводы;

Однако в современном мире необходим комплексный подход по моделированию месторождений. Для процесса разработки месторождений это, например, построение комплексной модели, в состав которой входят результаты моделирования с использованием Schlumberger Eclipse и Schlumberger PIPESIM. Одним из программных средств связи, в том числе двух данных продуктов, является, предлагаемый компанией Schlumberger, Avocet.

Несмотря на наличие связи Schlumberger Eclipse и Schlumberger PIPESIM, для некоторых компаний, занимающихся разработкой нефтяных и газовых месторождений, функционал решения Schlumberger Avocet является несколько избыточным, а само решение слишком дорогостоящим для приобретения. В подобных условиях такие компании вынуждены осуществлять перенос данных из моделей Schlumberger Eclipse в Schlumberger PIPESIM вручную, что, соответственно, связано со значительными затратами времени. Так, например, проведение расчетов для формирования прогноза может затянуться на несколько недель только из-за необходимости вручную переносить значения всех показателей.

Решением подобной проблемы может быть несколько методов. Мы имеем факт, что рассматриваемое программное обеспечение функционирует под управлением операционной системы Microsoft Windows и имеет модульную структуру (например, графический пользовательский интерфейс у Schlumberger PIPESIM отделен от модуля расчета). Функционирующие под управлением данной операционной системы средства имеют несколько механизмов взаимодействия и выполнения кода, расположенного в других исполняемых файлах. Приведем некоторые из них.

Программы могут непосредственно вызывать друг друга с использованием функции Win32 API, например, CreateProcess, CreateProcessAsUser, CreateProcessWithLogonW и т.п. с передачей параметров (2).

Вызов функций из динамически подгружаемых библиотек Dynamic link library (3)

Межпроцессное взаимодействие Inter Process Communication (3)

К последней технологии в Microsoft Windows относится технология COM (Component Object Model) (3) и базирующаяся на ней технология OLE Automation, позднее переименованная в просто Automation (3).

В свою очередь компания Schlumberger предлагает решение Open Link. Документация по данному механизму присутствует в стандартной поставке Schlumberger PIPESIM. Данное решение представляет собой реализацию технологии от Microsoft – Automation и используется для автоматизации задач Schlumberger PIPESIM. К сожалению, данное средство имеет значительное число недостатков.

Так, например, не весь функционал данного средства функционирует в соответствии с документацией. Однако данное средство является одним из простейших решений данной проблемы.

Одним из основных аспектов современного программного обеспечения является удобный и отзывчивый графический пользовательский интерфейс. Разработка решения Conclusion велась на языке программирования C# в IDE Microsoft Visual Studio 2010 и 2012 под платформу .NET Framework 4. Графический пользовательский интерфейс разрабатывался с использованием передовых технологий построения графических интерфейсов WPF (Windows Presentation Foundation). Главное окно программы изображено на рис. 1.

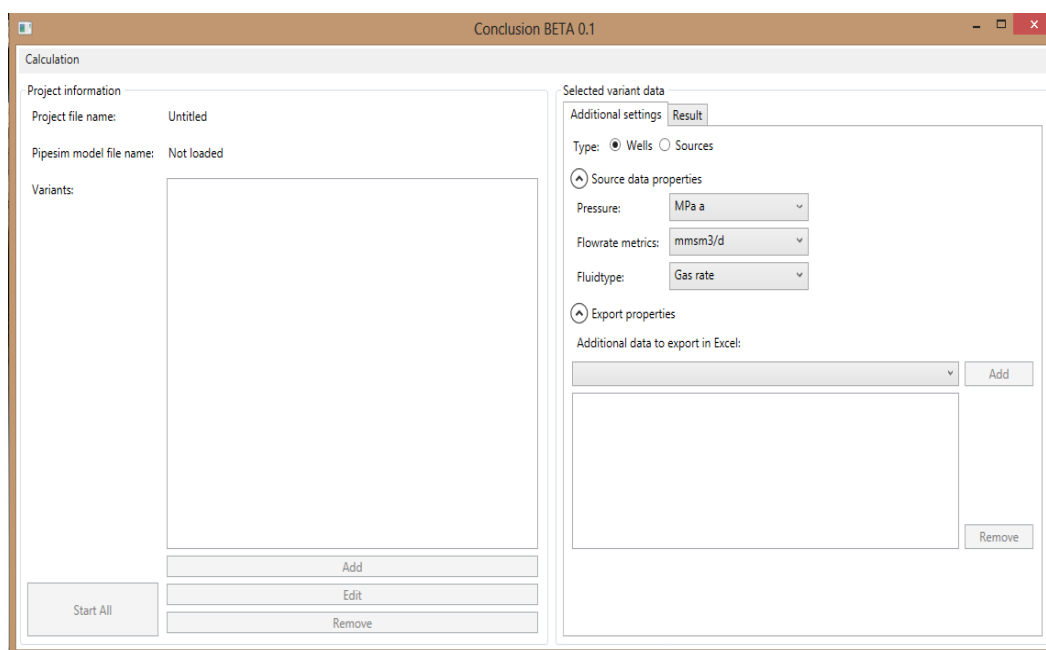


Рис. 1. Главное окно программы Conclusion

Загрузка модели, подготовленной в Schlumberger PIPESIM, происходит по команде в главном меню в фоновом процессе, что позволяет не блокировать пользовательский интерфейс и сохранить его отзывчивость на время процесса загрузки. Задачи, которые невозможно сделать до загрузки модели, автоматически не активны. Активация и деактивация элементов пользовательского интерфейса выполняется на основе технологии Commands, входящей в состав WPF. В главном окне имеется возможность загрузки модели, выбор типа элементов (источники или скважины), единицы измерения вносимых величин, параметры экспорта результатов, кнопки добавления, удаления, редактирования вариантов значений давлений и расходов. Отметим, что добавление вариантов для расчетов можно добавлять не только до начала процесса расчетов, но и во время их. Таким образом, пользовательский интерфейс автоматически поддерживает себя в актуальном состоянии. Так же здесь имеется кнопка запуска. На вкладке результатов отображаются результаты расчетов в режиме реально времени. После загрузки список дополнительных моделей экспорта автоматически пополняется объектами из модели (рис 2). Минимизация пользовательского ввода повышает надежность функционирования данного программного модуля за счет уменьшения количества возможных опечаток и т.п.

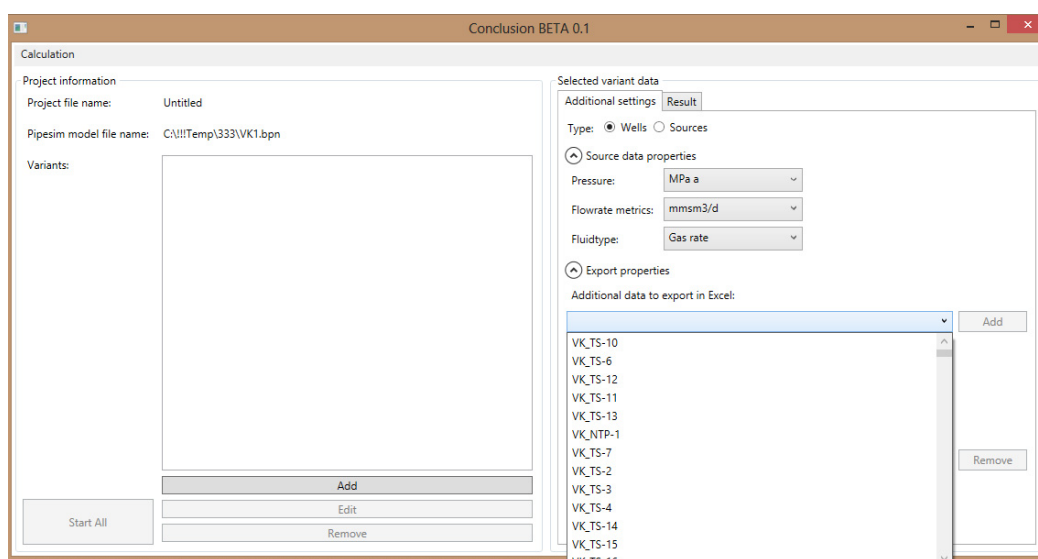


Рис. 2. Объекты взяты из модели, подготовленной в Schlumberger PIPESIM

Загрузка данных из файлов формата Microsoft Excel изображена на рис. 3. Нажав на кнопку редактирования шаблона, мы можем комплексно переименовать все скважины или источники так, чтобы модели из Eclipse и PIPESIM совпадали. Данные для расчетов брались произвольно, поэтому результаты проведения расчетов могут быть не естественными.

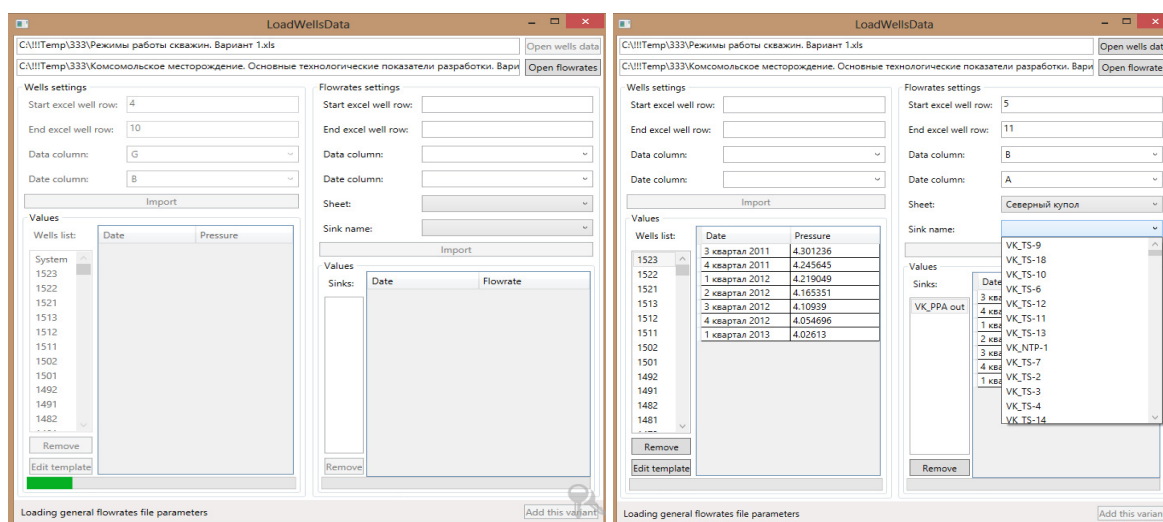


Рис. 3. Загрузка данных формата Microsoft Excel

Среди возможных вариантов редактирования предусмотрены добавления и удаления префиксов, постфиксов, а так же переименования отдельных элементов. Кроме того, имеется возможность задания правил переименования в файле формата Microsoft Excel, что упрощает задачу в случае необходимости сложных или многократных преобразований.

На рис. 4. Изображено главное окно программы с загруженным вариантом для расчета. Так же добавлено два объекта для последующего экспорта информации о них в Microsoft Excel.

получить достаточное количество информации об используемых ими динамических библиотеках, вызовах, передаваемых параметрах и т.п., что так же позволит выполнить некоторые задачи.

Литература:

1. www.slb.com
2. www.msdn.microsoft.com
3. en.wikipedia.org

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОСВОЕНИЯ СКВАЖИН С ПРИМЕНЕНИЕМ ПЕННЫХ СИСТЕМ

***Д.Д. Водорезов, О.А. Мастерских
Россия, г. Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет,
vodorezov@gmail.com***

После проведения любой технологической операции на скважине, которая требует глушения, нам необходимо провести освоение. Освоение - это операция по вызову притока и обеспечению продуктивности скважины. Восстановление проницаемости коллектора возможно лишь при правильном выборе параметров работы оборудования, в число которого входят компрессорные и насосные установки.

Данная работа своей целью ставит разбор математических аспектов процесса освоения с применением пены и их моделирование. Важность учета параметров скважинных условий, компоновки, физических свойств жидкости – всё это делает выбор и расчет нужных параметров нелегкой задачей. Для повышения эффективности требуется применение новых подходов к вычислению – алгоритмизации и автоматизации.

Вызов притока и освоение скважин с помощью пен

Пеной называется двухфазная система, состоящая из раствора поверхностно-активного вещества (ПАВ) и газа (воздуха). В нефтепромысловой практике для вызова притока и освоения скважины используются пены на основе водного раствора ПАВ (например, сульфанола) и воздуха (газа). Основной особенностью пены является возможность регулирования в широких пределах ее плотности.

Принципиально возможно получение пены по двум технологиям:

Приготовление пены на поверхности – затем ее закачивают в скважину (широко применяется в настоящее время).

Приготовление пены в скважине – закачивают в скважину отдельно растворы ПАВ и газ.

Для приготовления пены на поверхности используется специальное устройство, называемое аэратором, на вход которого подают растворы ПАВ и газ, а на выходе получают пену[1].

Основным рассчитываемым параметром при закачке пены является давление закачки P_3 . Для этого предварительно необходимо рассчитать: градиент потерь

давления от веса гидростатического столба пены в трубах $\left(\frac{dP}{dH}\right)_{гс\ т}$ или в кольцевом канале $\left(\frac{dP}{dH}\right)_{гс\ к}$ (Па/м):

$$\left(\frac{dP}{dH}\right)_{гс\ т} = \left(\frac{dP}{dH}\right)_{гс\ к} = \rho_{п} g. \quad (1)$$

Градиент потерь давления на трение в трубах $\left(\frac{dP}{dH}\right)_{тр\ т}$ и кольцевом канале $\left(\frac{dP}{dH}\right)_{тр\ к}$ (Па/м):

$$\left(\frac{dP}{dH}\right)_{тр\ т} = \lambda_{п} \frac{v_{т}^2 \rho_{п}}{2d_{вн}}, \quad (2)$$

$$\left(\frac{dP}{dH}\right)_{тр\ к} = \lambda_{п} \frac{v_{к}^2 \rho_{п}}{2(D_{вн} - d_{н})}, \quad (3)$$

где $\lambda_{п}$ – коэффициент гидравлического сопротивления при движении пены, который при расчетах принимается равным:

$$\lambda_{п} = 0,03.$$

Скорость движения пены в трубах $v_{т}$ такова:

$$v_{т} = \frac{4Q_{п}}{\pi d_{вн}^2}, \quad (4)$$

а в кольцевом канале – $v_{к}$:

$$v_{к} = \frac{4Q_{п}}{\pi(D_{вн}^2 - d_{н}^2)}. \quad (5)$$

где $Q_{п}$ – объемный расход пены, м³/с.

Объемный расход пены $Q_{п}$:

$$Q_{п} = V_{г} + Q_{ж} = Q_{ж} \left(1 + \frac{aP_0 T_z}{P T_{сг}}\right). \quad (7)$$

Давление при прямой закачке рассчитывается так:

$$P_3 = P_y + 10^{-6} \left[\left(\frac{dP}{dH}\right)_{гс\ т} - \left(\frac{dP}{dH}\right)_{гс\ к} + \left(\frac{dP}{dH}\right)_{тр\ к} + \left(\frac{dP}{dH}\right)_{тр\ т} \right] H. \quad (8)$$

где P_y – давление на устье скважины, МПа.

Давление при обратной закачке таково:

$$P_3 = P_{затр} + 10^{-6} \left[\left(\frac{dP}{dH}\right)_{гс\ к} - \left(\frac{dP}{dH}\right)_{гс\ т} + \left(\frac{dP}{dH}\right)_{тр\ т} + \left(\frac{dP}{dH}\right)_{тр\ к} \right] H. \quad (9)$$

где $P_{затр}$ – давление в затрубном пространстве, МПа. H – глубина спуска НКТ, м [2].

Применение расчетных формул позволяет построить графические зависимости, которые отражают физический смысл процесса освоения скважины методом применения пен.

Таблица 1

Исходные данные для расчета показателей освоения скважин при помощи пен

Параметр	Значение	Размерность
Глубина скважины	1700	м
Внутренний диаметр ОК	0,1503	м
Плотность жидкости глушения	1000	кг/м ³
Степень аэрации	50	б/р
Длина НКТ	1700	м
Наружный диаметр НКТ	0,089	м
Внутренний диаметр НКТ	0,076	м
Плотность газа	1,205	кг/м ³
Максимальное давление сжатия	8	МПа
Средняя температура в скважине	35	градус, С
Расход воды	0,012	м ³ /с
Коэффициент сверхсжимаемости	1	б/р

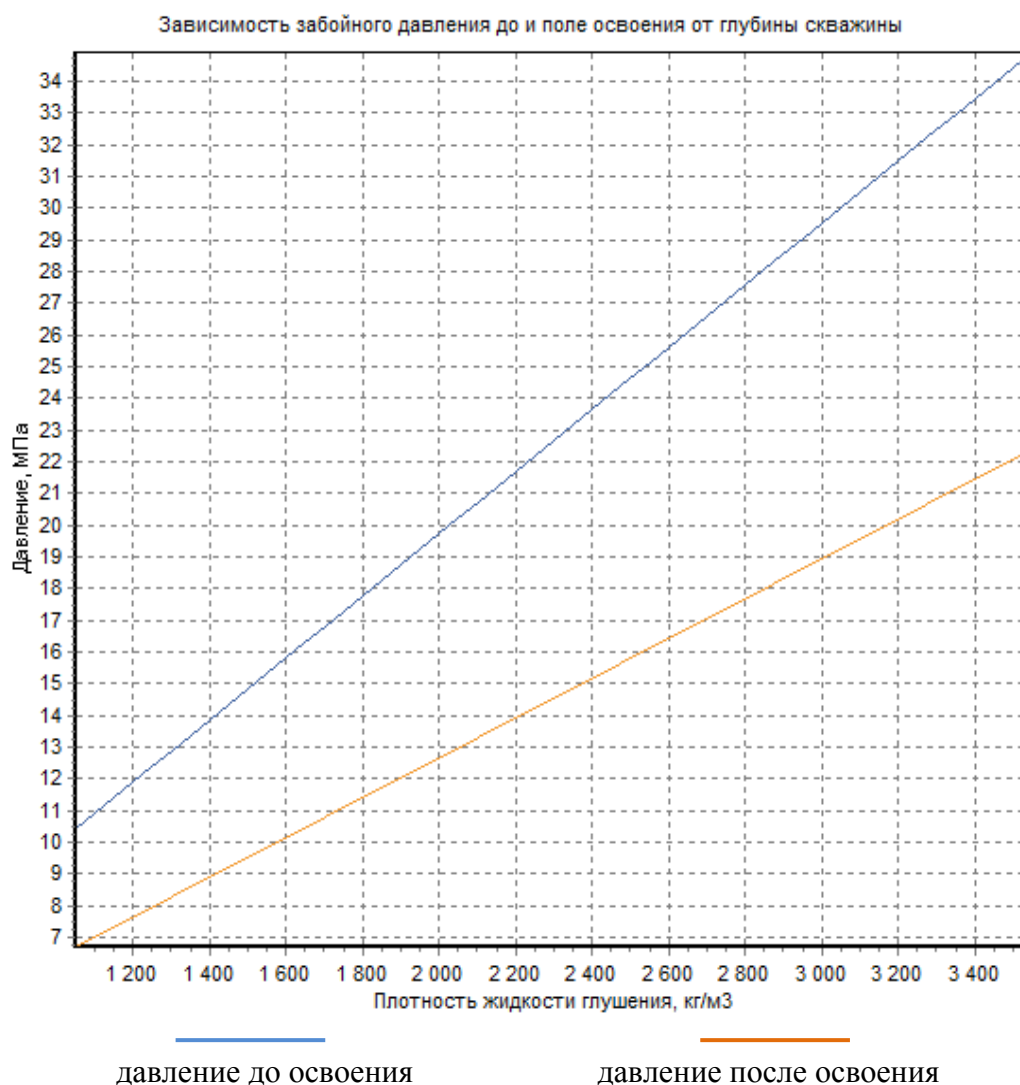


Рис. 1. Зависимость забойного давления до и после освоения от глубины скважины

На графике (рис. 1) продемонстрирована зависимость забойного давления от глубины скважины. Забойное давление рассчитано до и после освоения. При увеличении глубины скважины оба показателя соответственно увеличиваются. Интересен тот факт, что увеличиваются они не параллельно, а расходятся при увеличении глубины. Это объясняется тем, что потери давления на трение у пены выше, чем у жидкости, таким образом, пена при больших глубинах оказывает меньшее давление на забое, чем жидкость аналогичной плотности.

Градиент потерь давления на трение в трубах при нисходящем и восходящем потоке, это параметры, которые необходимо рассчитывать при расчете характеристик давления для проведения операций освоения и вызова притока. Как видно из зависимостей, изображенных на рис. 2, рис. 3, градиент потерь возрастает при увеличении подачи жидкости. Это связано с тем, что при увеличении подачи возрастает скорость потока жидкости по трубам и кольцевому зазору. Как известно, трение, создаваемое жидкостью, это функция от скорости движения жидкости.

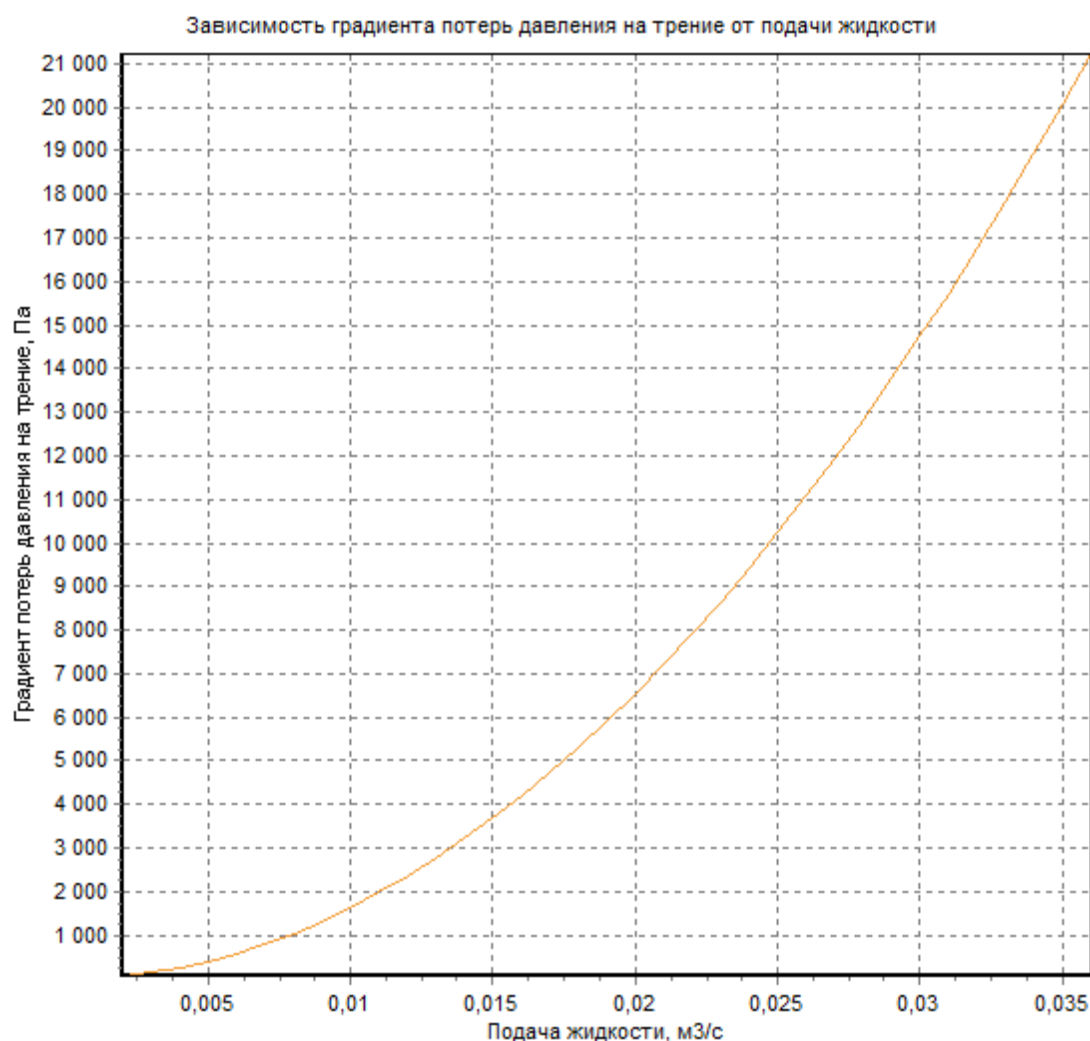


Рис. 2. Зависимость градиента потерь давления на трение (нисходящий поток) от подачи жидкости

Сравнивая зависимости, представленные на рис. 2 и рис. 3, можно отметить, что рост градиента потерь не одинаков. Это связано с тем, что кольцевой зазор и внутренний диаметр НКТ, это величины различные, но через них перекачивается один и тот же объем жидкости. Таким образом, скорости движения по трубам и кольцевому зазору разные, и градиенты потерь давления на трение тоже разные.

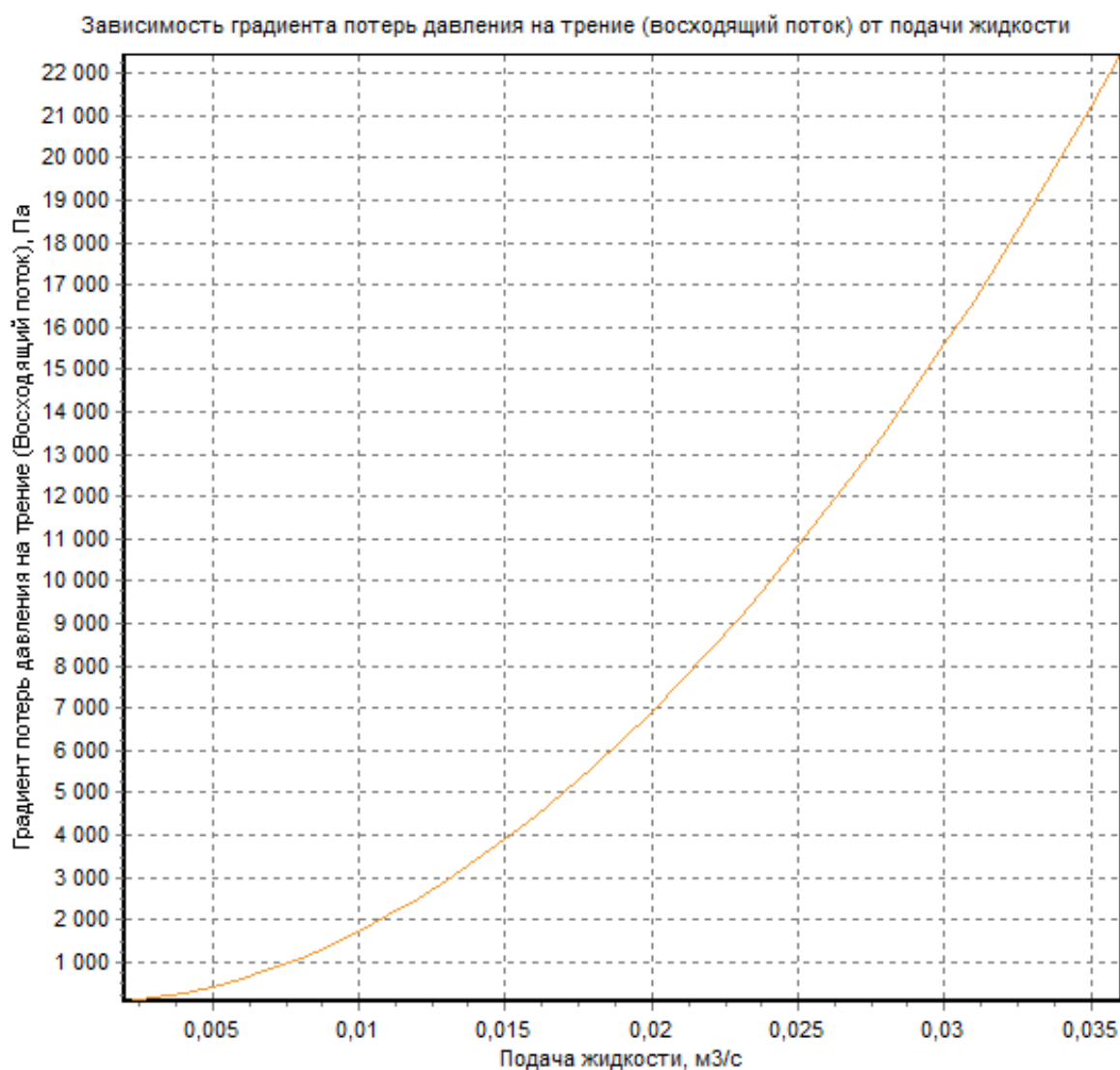


Рис. 3. Зависимость градиента потерь давления на трение (восходящий поток) от подачи жидкости

В работе были рассмотрены задача вызова притока и освоения нефтяных и газовых скважин методом применения пенных систем.

Построенные графические зависимости позволяют наглядно проследить взаимосвязь параметров освоения. Анализ полученных графиков позволяет сделать следующие выводы: забойные давления до и после освоения при увеличении глубины скважины соответственно увеличиваются; градиент потерь давления на трение в трубах при нисходящем и восходящем потоке, это параметры, которые

необходимо рассчитывать при расчете характеристик давления для проведения операций освоения и вызова притока; градиент потерь возрастает при увеличении подачи жидкости.

Литература:

1. Мищенко И.Т. Расчеты при добыче нефти и газа // Москва. - 2008. – 295 с.
2. Азис Х., Сеттари Э. Математическое моделирование пластовых систем. – Москва–Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004. – 416 с.

ПРИМЕНЕНИЕ КОГНИТИВНЫХ КАРТ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ НА КАФЕДРЕ

Т.А. Вокуева

***Россия, г. Ухта, Ухтинский государственный
технический университет
tvok@mail.ru***

В современных условиях развития российской экономики конкурентоспособность предприятий в значительной мере зависит от их способности создавать и внедрять инновации. Использование инноваций оказывает влияние на технико-экономическое развитие компаний как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе.

В настоящее время активность нефтегазовых компаний в области инноваций очень низка. Среди основных причин такого положения большинство компаний нефтяной отрасли указывают низкий инновационный потенциал предприятия, который, прежде всего, определяется недостатком высококвалифицированного персонала, способного освоить вводимое оборудование. Анализ отзывов на выпускников вузов нефтегазовой отрасли свидетельствует, что многим молодым специалистам в условиях профессиональной деятельности не хватает самостоятельности, инициативы, творчества в работе, умения работать в производственном коллективе, то есть, личностных качеств, необходимых в инновационном обществе [1]. Поэтому ВУЗам в настоящее время необходимо уделить большое внимание воспитанию инновационной личности [2], способной воспринимать, внедрять, создавать и развивать инновации. В статье Шевченко В.Н. Инновационная личность как социальный тип выделены следующие основополагающие качества инновационной личности:

- способность к творчеству, креативность;
- наличие определенного интеллектуального ресурса, в том числе глубоких, фундаментальных знаний по предмету;
- социальная зрелость как готовность к инновационной деятельности (высокий уровень мотивации).

В то же время сложно прогнозировать, как проводимые в рамках ВУЗа мероприятия, призванные сформировать у выпускников эти качества, в конечном счете, повлияют на них. Это связано в первую очередь с тем, что в процессе обучения

Когнитивные карты нижнего уровня раскрывают основные виды деятельности кафедры, обеспечивающие процесс подготовки выпускников: прием абитуриентов, развитие преподавательского состава (см. рисунок 2), обучение студентов. На них желтым выделены концепты, являющиеся также концептами карты верхнего уровня. Связи между этими концептами на картах нижнего уровня не отображаются.

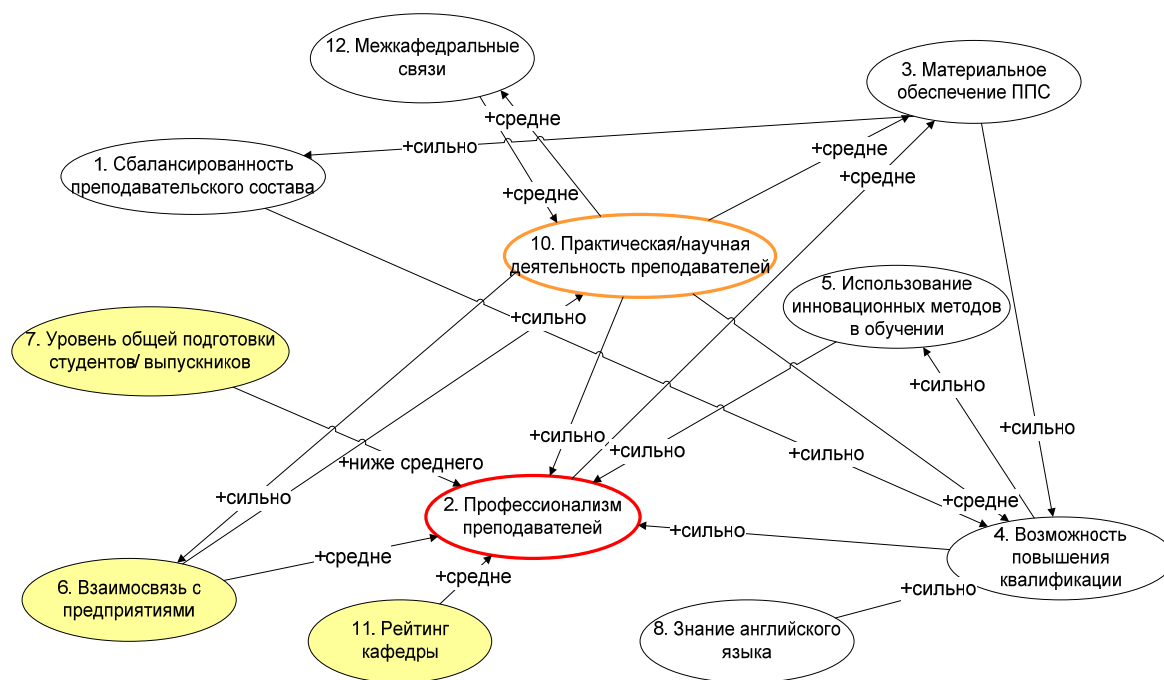


Рис. 2. Когнитивная карта Преподавательский состав кафедры

Автором ведется разработка информационной системы когнитивного моделирования (она подробнее описана в работе [4]), которую планируется использовать для анализа построенных когнитивных карт с целью повышения качества подготовки специалистов на кафедрах Ухтинского государственного технического университета.

Литература:

1. Гайсина Л.М. Дефицит в стране изобилия: нехватка высококвалифицированных кадров в системе нефтегазового комплекса России // Электронный научный журнал "Нефтегазовое дело". 2011. №6. С. 501-509. URL: http://www.ogbus.ru/authors/Gaysina/Gaysina_1.pdf
2. Шевченко В.Н. Инновационная личность как социальный тип // «Научные ведомости БелГУ. Философия. Социология. Право.» 2010. № 2 (73). Выпуск 11. С. 37-51.
3. Кузнецов О.П., Кулинич А.А., Марковский А.В. Анализ влияний при управлении слабо-структурированными ситуациями на основе когнитивных карт // Человеческий фактор в управлении. 2006.
4. Вокуева Т.А. Применение когнитивных карт для моделирования приемной кампании университета // Сборник научных трудов: материалы научно-технической конференции (20-23 сентября 2011 г.): в 3 ч.; ч. II / под ред. Н. Д. Цхадая. – Ухта: УГТУ, 2011. – С. 287-292.

АВТОМАТИЗАЦИЯ СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ ГТД

Н.Я. Головина

*Россия, г. Сургут, филиал Тюменского государственного
нефтегазового университета в г. Сургуте
ntgolovina@rambler.ru*

В процессе создания газотурбинных двигателей (ГТД) важным этапом являются стендовые испытания.

Во время испытаний авиационных ГТД измерению подлежит большое количество параметров. Анализ результатов измерений позволяет оценить рабочий процесс двигателя, определить тепловое состояние и напряжение в элементах конструкции, а при заводских испытаниях серийных двигателей – определить соответствие двигателя заданным техническим условиям. Минимальный перечень параметров, необходимых для оценки работы двигателя при серийных испытаниях, представлен в табл. 1 [5, 6].

Таблица 1

№ п/п	Измеряемый параметр	Датчик	Полное количество	Минимальное количество
1	Давление	Датчик давления	119	40
2	Температура	Термопара	23	12
3	Температура	Термосопротивление	25	8
4	Частота	Датчик оборотов	12	4
5	Тяга	Датчик тяги	2	1
6	Вибрация	Вибродатчики	3	3
7	Аналоговый сигнал	Датчик угла поворота лопаток, положение рычага управления двигателем (РУД) и т. п.	15	2
8	Дискретный сигнал	Сигнальные лампочки, тумблеры, переключатели и т. п.	310	64
ИТОГО			509	134

Автоматизация процесса позволяет сократить время испытаний до 35%, снизить время обработки результатов в 2...2,5 раза, повысить информативность и объективность контроля на 25...30%, уменьшает численность обслуживающего персонала, экономит электроэнергию и топливо [4, 5].

Автоматизированная система контроля испытаний (АСКИ) [1] включает в себя все основные этапы подготовки и проведения испытаний, анализ результатов испытаний, оформление выходной документации. Ее построение обеспечивает

совместимость со средствами автоматизации, сбора и первичной обработки данных, которыми оснащены испытательные стенды ремонтных заводов и ОКБ.

Для достоверности результатов важно правильно выбрать сечения, в которых следует производить измерения тех или иных параметров, количество точек измерения по высоте поперечного сечения проточной части, угловое расположение приемников давлений и датчиков температур, диапазоны измерений, требования по точности оценки параметров.

Автоматизированная система контроля испытаний авиационных двигателей, создаваемая в соответствии с результатами проведенных исследований, базируется на разработанных специализированных программных оболочках, входящих в состав аппаратно-программного комплекса, которые обеспечивают организацию управления испытанием, оперативный контроль и диагностику технологических систем и испытываемого двигателя.

Применение АСКИ наиболее целесообразно при контроле во время газовой наработки ГТД [6]. Это обусловлено, в первую очередь, тем, что:

- 1) именно в этих работах определяются значения основных показателей работы двигателя;
- 2) необходимо минимизировать газовую наработку (без ухудшения качества испытания) для снижения расхода топлива и для уменьшения выброса отходов горения топлива в атмосферу;
- 3) необходимо снизить влияние субъективного фактора для повышения объективности результатов испытания.

Работы, выполняемые на остановленном изделии, также должны быть максимально охвачены автоматизированным контролем.

Результаты работ, производимых в процессе испытания, заносятся в протокол испытания. Данные, заносямые в протокол, должны быть достоверны. Достоверность данных обеспечивается соответствием их нормативной документации. Вместе с тем достоверность данных должна быть обеспечена требуемой скоростью ввода данных.

В отличие от автоматических систем автоматизированные системы в своем составе предполагают функционирование человека. Для эффективной работы людей все оперативные данные, характеризующие работу изделия, должны быть представлены в удобном наглядном виде.

Достичь большой скорости работы программного обеспечения сложно. Это связано со скоростью реакции человека, составляющей в среднем 0,1 с. Поэтому увеличение скорости работы цикла отображения программы свыше 10 Гц нецелесообразно из-за того, что информация, выводимая на устройства визуализации, не сможет быть воспринята пользователями. С другой стороны, чтобы обеспечить требуемую точность и достоверность отдельных параметров, необходимо иметь скорость цикла работы не ниже 130 Гц.

Для решения этой проблемы автоматизированная система контроля испытаний разбивается на две крупных подсистемы – систему сбора данных и систему визуализации. Система сбора данных работает в реальном режиме времени технологического процесса, а система визуализации – в реальном времени реакции человека, которое на порядки больше дискретности, которую необходимо поддерживать, чтобы эффективно контролировать испытание. Схема такой системы представлена на рис. 1 [6].

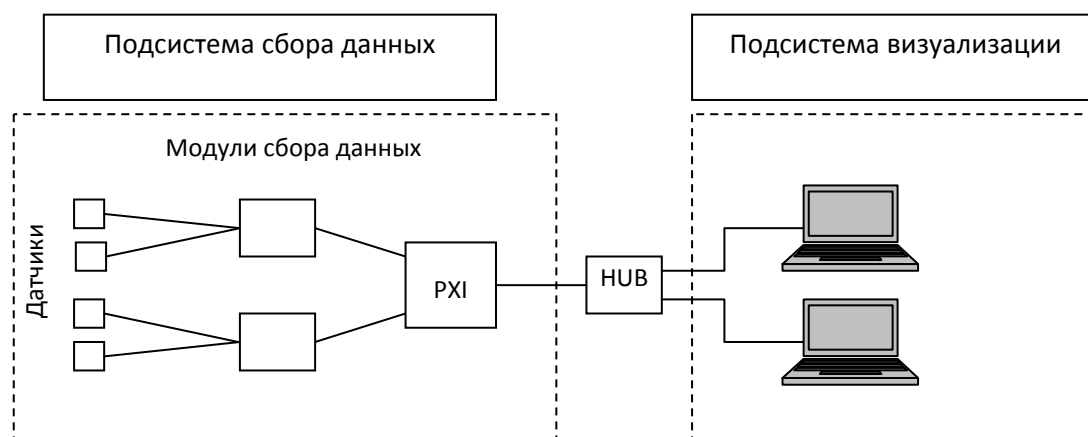


Рис. 1. Схема автоматизированной системы контроля испытаний

Разделение системы контроля на подсистемы сбора данных и визуализации позволяет регистрировать параметры ГТД с высокой точностью и эффективностью. Это достигается за счет того, что значения параметров испытуемого изделия опрашиваются системой сбора данных всегда с постоянной дискретностью, так как эта система не выполняет действий, которые могут увеличить время цикла опроса [2, 3].

Все действия, связанные с обработкой команд, поступающих от оператора, выполняет система визуализации, она же поддерживает хранение данных, их документирование, наглядное текстовое и графическое представление и так далее. Система сбора данных выполняет только действия, связанные с вводом информации от объекта испытания, их первичной обработкой, либо выдачей управляющих сигналов, за счет этого существенно уменьшается время цикла опроса, повышается точность и достоверность данных [5].

Одним из недостатков большинства АСКИ (для производства и испытания авиационных двигателей) является отсутствие возможности выдачи рекомендаций по настройкам автоматики и прогнозирование дальнейших событий. Данные системы всего лишь регистрируют поступающие сигналы и, как максимум, дают заключение о том, находятся ли измеряемые параметры в пределах допуска. В случае выхода параметров за пределы норм, дальнейшая отладка происходит по приближенным коэффициентам с остановкой после каждой отладки.

Дальнейшее развитие АСКИ должно происходить в направлении к автоматизированным испытаниям (например, интеграция результатов испытаний, полученных в SCADA-системе LabView с системой имитационного моделирования DVIGwr), к уменьшению времени отладки и сокращению ресурсов – через расчетные программы, способные прогнозировать результат испытаний, уменьшить количество времени, проводимое двигателем на стенде и уменьшить количество запусков необходимых для отладки двигателя.

Литература:

1. Ахметзянов Д.А., Кишалов А.Е., Суханов А.В., Ямалиев Р.Р. Автоматизация процесса испытания авиационных ГТД на базе SCADA-системы LABVIEW – Уфа: Вестник УГАТУ 2009. С. 61-68.
2. Кехтарнаваз Н., Ким Н. Цифровая обработка сигналов на системном уровне с использованием LabVIEW. М.: Додэка-XXI, 2007. 304 с.

3. Солохин Э. Л. Испытания авиационных воздушно-реактивных двигателей: Учеб. для вузов. М.: Машиностроение, 1975. 355 с.
4. Испытания воздушно-реактивных двигателей: Учеб. для вузов / А. Я. Черкез [и др.]. М.: Машиностроение, 1992. 304 с.
5. Измерительные приборы и системы [Электронный ресурс] (<http://www.nppmera.ru>).
6. НПО «Сатурн» [Электронный ресурс] (www.rybinskmotors.ru)

МОЛЕКУЛЯРНАЯ МЕТОДИКА КЛАССИФИКАЦИИ МЕХАНИЗМОВ ЗАЩИТЫ КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

*А.Ю. Заборский, А.В. Ревнивых
Россия, г. Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет,
НО «Фонд развития и поддержки
предпринимательства Тюменской области»
a.zaborskiy@yandex.ru, alexchr@mail.ru*

В данной статье отображена практическая часть классификации механизмов защиты (далее – МЗ). Теоретическая часть, включающая в себя принимаемые определения терминов в области информационной безопасности (далее – ИБ) опущена, таким образом, чтобы максимально понятно был изложен данный материал.

Процесс регистрации в специальном журнале пользователей информационной системы (далее – ИС), получавших доступ к персональным данным (далее – ПДн), позволяет поддерживать режим конфиденциальности. В данном случае МЗ является процедура регистрации в журнале, которая может сопровождается рекомендациями к этой процедуре. Когда включен такой МЗ, человек воспринимает ситуацию более серьезно, берет на себя очередное обязательство о неразглашении ПДн. Вместе с этим, конфиденциальность, как критерий обеспечения ИБ (далее – КОБ) в рамках рассматриваемой корпоративной информационной системы (далее – КИС), усиливается (забегая вперед стоит отметить, что данный МЗ относится к защитной группе (далее – ЗГ) "А5К").

Такая тесная связь вызывает необходимость классифицировать МЗ относительно КОБ, разделяя их на ЗГ.

Следующий подход к классификации основан на законах онтологии. В информационных технологиях (далее – ИТ) и компьютерных науках под онтологией подразумевается эксплицитная, то есть явная, спецификация концептуализации, где в качестве концептуализации выступает описание множества объектов и связей между ними. Формально онтология состоит из понятий терминов, организованных в таксономию (учение о принципах и практике классификации и систематизации), их описаний и правил вывода. Формально онтология определяется как $O = \langle X, R, F \rangle$, где X – конечное множество понятий предметной области, R – конечное множество отношений между понятиями, F – конечное множество функций интерпретации.

Необходимо учитывать, что цели, задачи, действия, миссия организации порождают угрозу безопасности и угрозу последствий ее реализации как и природные явления, террористические акты и т.п. В совокупности такие угрозы образуют

облако угроз. Для того чтобы защититься от облака угроз система начинает вырабатывать МЗ. Система МЗ образует комплексную систему защиты информационной системы (далее – КСЗИС), именно эта система равняется на КОБ.

Суть метода заключается в том, что каждый МЗ обоснованно занимает свое положение в КСЗИС, является составляющим хотя бы одной ЗГ и соответствует требованиям:

- влияет хотя бы на один из критериев ИБ ("К" – конфиденциальность, "Ц" – целостность, "Д" – доступность);
- относится к одному из трех уровней защиты КИС ("Ф" – Физический, "П" – Программный, "А" – Административный);
- проходит хотя бы через одну обеспечивающую подсистему ("1" – Техническая, "2" – Программная, "3" – Математическая, "4" – Информационная, "5" – Организационная, "6" – Правовая).

В дальнейшем такой метод будем называть – Молекулярным (рис. 1).

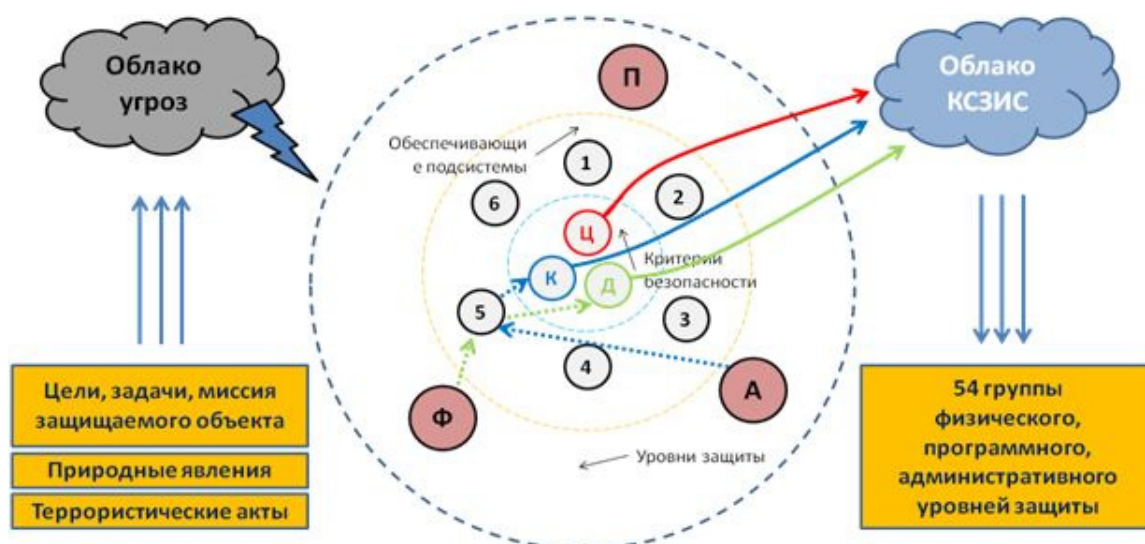


Рис. 1. Структурная схема Молекулярной методики

Таким образом, получается, что любой МЗ можно отнести к одной из 54 ЗГ или нескольким одновременно:

Физические средства защиты для обеспечения:

конфиденциальности:

- на уровне технической подсистемы обеспечения: Ф1К;
- на уровне программной подсистемы обеспечения: Ф2К;
- на уровне математической подсистемы обеспечения: Ф3К;
- на уровне информационной подсистемы обеспечения: Ф4К;
- на уровне организационной подсистемы обеспечения: Ф5К;
- на уровне правовой подсистемы обеспечения: Ф6К;

целостности на всех уровнях обеспечивающих подсистем:

Ф1Ц, Ф2Ц, Ф3Ц, Ф4Ц, Ф5Ц, Ф6Ц.

доступности на всех уровнях обеспечивающих подсистем:

Ф1Д, Ф2Д, Ф3Д, Ф4Д, Ф5Д, Ф6Д.

Программные средства защиты для обеспечения:

конфиденциальности на всех уровнях обеспечивающих подсистем: П1К, П2К, П3К, П4К, П5К, П6К;

целостности на всех уровнях обеспечивающих подсистем:

П1Ц, П2Ц, П3Ц, П4Ц, П5Ц, П6Ц;

доступности на всех уровнях обеспечивающих подсистем:

П1Д, П2Д, П3Д, П4Д, П5Д, П6Д.

Административные средства защиты для обеспечения:

конфиденциальности на всех уровнях обеспечивающих подсистем:

А1К, А2К, А3К, А4К, А5К, А6К;

целостности на всех уровнях обеспечивающих подсистем:

А1Ц, А2Ц, А3Ц, А4Ц, А5Ц, А6Ц;

доступности на всех уровнях обеспечивающих подсистем:

А1Д, А2Д, А3Д, А4Д, А5Д, А6Д.

Примеры соотношения МЗ и ЗГ отображены в таблице 1.

Таблица 1

Примеры МЗ облака КСЗИС

ЗГ	Наименование критерия/МЗ	Описание
Ф1К Ф1Ц	Охранная сигнализация здания	Наличие системы датчиков движения и целостности охраняемого периметра внутри помещений где производится хранение и обработка информации.
А5К	Журнал регистрации выдачи ключей от помещений	Данный журнал заполняют сотрудники, которые берут ключи и которые их сдают от помещений, где производится хранение и обработка информации. В журнале указывается дата, время, ФИО, и ставится подпись.
А2Ц А2Д П2Ц П2Д П5Ц	Резервное копирование	Производится резервное копирование баз системы управления бухгалтерским учетом 1с.
А5К А5Ц А5Д	Парольная защита	В системе учетных записей работает парольная защита. Особых требований к паролю не предъявляется.
П1К П1Ц П2К П2Ц	Доменная система аутентификации пользователей	Каждый сотрудник в такой системе имеет свою учетную запись и соответствующей ей пароль. Права которыми наделяются учетные записи регулируются системным администратором. Такая система позволяет разграничить права доступа к ИР и уменьшает вероятность НСД.

Основные выводы

Предложенная Молекулярная методика не является универсальной методом для разработки МЗ. Ее важное свойство – способность детализировать МЗ и классифицировать из относительно критериев ИБ, что одновременно является двойным преимуществом, т.к. в всегда можно получить список МЗ, например, основной целью которых является усиление защищенности конфиденциальности.

С другой стороны, появляются такие группы как П1К (программный уровень защиты технической обеспечивающей подсистемы, направленный на обеспечение конфиденциальности) и Ф2К (физический уровень защиты программной обеспечивающей подсистемы, направленный на обеспечение конфиденциальности). МЗ,

которые относятся к таким группам называются программно-аппаратными. В перспективе развития этой темы такие ЗГ необходимо объединять и соответственно сокращать их количество, как равнозначные.

В ходе разработки МЗ за основу предполагалось брать один из КОБ. Например, установка замков повышенной надежности должна была усилить защищенность конфиденциальности информации. Но на практике такая теория не подтвердилась. Нет МЗ которые изолированно влияют на защищенность КИС. Конечно, расширяя влияние такого МЗ стоит отметить, что за конфиденциальностью стоят и доступность и целостность.

Не представляется возможным получить однозначного ответа на вопрос: "Будет ли одинаково полезно применение одного облака КСЗИС в другой КИС?". Поэтому ценность КСЗИС для другой организации будет сомнительная. Для того чтобы разработать облако КСЗИС одинаково подходящее для различного рода организаций необходимо произвести более глубокое исследование ИБ. Исследования в данной области порождают еще более интересную цель – это разработка некоей модели, согласно которой будут определяться угрозы и риски ИБ относительно деятельности организации.

Информационное пространство все в больше смещается в сторону технологичных устройств или ИС, наибо́льшей скоростью внедряющихся в нашу жизнь. Пропорционально с этим увеличивается уязвимость ИС и важность ИБ. Форсирование причин угроз, активная обработка текущих и выход с наименьшими потерями из последствий реализации угроз – трехсторонняя работа, направленная на повышение уровня ИБ.

Литература:

1. Галатенко В.А. Основы информационной безопасности: курс лекций / В.А. Галатенко. – М.: ИНТУИТ.РУ "Интернет-университет Информационных Технологий", 2006. – 208 с.
2. Когаловский М. Р. Перспективные технологии информационных систем: учеб. пособие / М. Р. Когаловский. – М.: ДМК Пресс; М: Компания АйТи, 2003. – 288 с.
3. Мазов Н.А., Ревнивых А.В., Федотов А.М. Классификация рисков информационной безопасности = Analysis of information security risks / Вестник НГУ – 47 с.

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩИХ КОМПАНИЯХ

Д.Ф. Зиннатуллин
Россия, г.Москва, ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг»
e-mail: Daniil.Zinnatullin@lukoil.com

Значительная часть инвестиций современного предприятия любой отраслевой специализации направляется в информационные технологии (ИТ). При этом в некоторых организациях ИТ используются в качестве основного инструмента производственной деятельности. Ярким примером такого глубокого применения ИТ является деятельность научно-исследовательских и проектных институтов (НИПИ)

нефтяных компаний (в т.ч. ОАО «ЛУКОЙЛ» – далее Компания), ориентированных на удовлетворение текущих и перспективных потребностей нефтегазодобывающих обществ в информационных и программных продуктах.

По существу с некоторого времени в НИПИ информационные технологии превращаются из вспомогательного элемента научно-проектной деятельности в основной инструмент производства проектов и получения доходов. Еще одним фактором, поднимающим значимость ИТ для вертикально-интегрированных нефтяных компаний (ВИНК), является то, что внедрением информационных технологий приходится заниматься синхронно во всех бизнес-сегментах Компании, создавая тем самым единое ее информационное пространство (рис. 1). Экономический эффект от такого глобального внедрения может быть ощутим только в определенных точках (например в головном офисе Компании или в научно-проектном институте), в зависимости от того, где эти данные консолидируются и анализируются.

Согласно традиционным подходам отдача от информационных технологий на предприятиях связывается с двумя ключевыми направлениями: повышением качества управления и снижением уровня управленческих расходов. При этом многочисленные попытки внедрения некоторых ИТ (в частности, ИСУ на базе SAP/R3, Корпоративных порталов, систем обмена знаниями и др.) в системы управления российских ВИНК показали необходимость формирования целой стратегии реализации данного процесса с выполнением экономической оценки инвестиций для выбора предпочтительного варианта внедрения. Разработка данной стратегии предполагает ответ на следующий вопрос: «Как оценивать эффективность инвестиций в ИТ?»

Изучив подходы зарубежных и отечественных авторов, рассматривающих проблему понимания отдачи от инвестиций в ИТ, можно сделать вывод, что этот вопрос на сегодняшний день остаётся мало изученным и открытым для обсуждений.

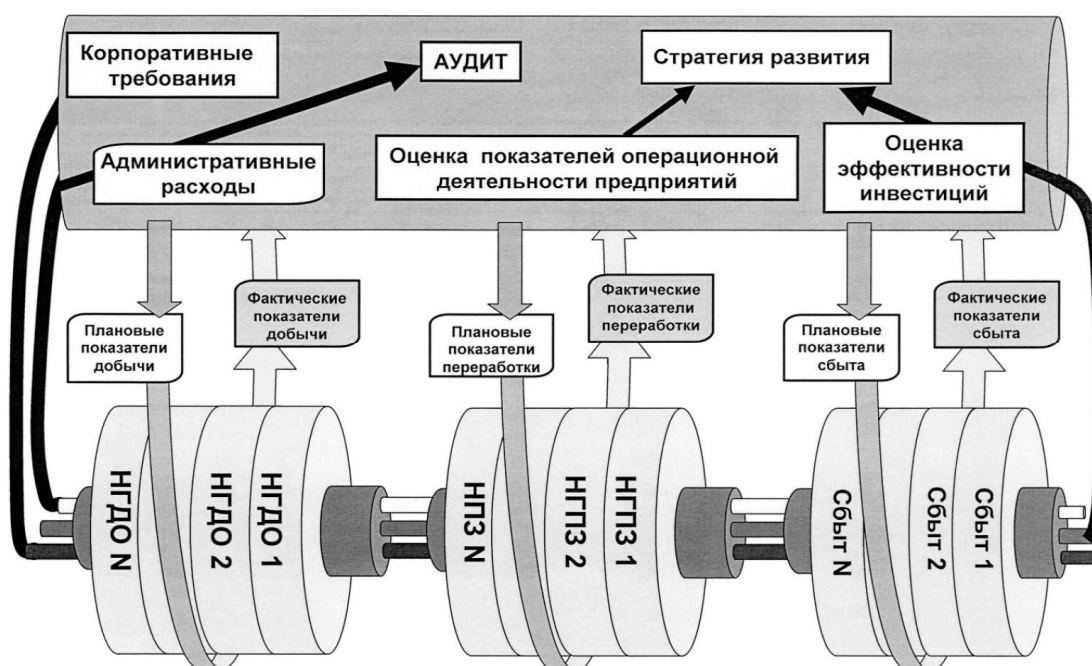


Рис. 1. Использование информационных технологий внутри ВИНК

Рассмотрим сложившийся в экономике предприятий подход к оценке эффективности внедрения ИТ. Общий эффект от внедрения включает в себя ряд локальных, количественных эффектов (формула [1], рис. 2).

$$\text{Эф} = \text{Э1 д.и.} + \text{Э2 н.п.} + \text{Э3 у.п.} \quad [1]$$

Первый (Э1) – эффект от учета дополнительной информации (приносимого внедрением учетных информационных систем разных классов).

Второй (Э2) – эффект от нормирования и учета процессов. Учет организационных, производственных процессов делает более ощутимыми результаты, так как позволяет видеть картину в динамике, делает «прозрачной» загрузку персонала и прочих ресурсов.

Третий (Э3) – эффект от планирования, оптимизации, управления процессами и ресурсами. Это самый значительный, самый прямой эффект, так как состоит в непосредственном сокращении простаивающих ресурсов и ускорении процессов (при достижении тех же целей) за счет их «правильной организации». Эффект, в частности включает в себя: снижение риска ошибок; сокращение времени, затрачиваемого сотрудниками на сбор, обработку, поиск, передачу информации; снижение рисков из-за своевременного доступа к информации.



Рис. 2. Возможные эффекты от внедрения ИТ на предприятии

В то же время при таких расчетах многие ИТ не демонстрируют очевидных положительных эффектов по результатам внедрения. Например, экономический эффект от создания внутрикорпоративного портала или системы обмена знаниями

между сотрудниками практически нулевой. Сами по себе эффекты есть – сотрудники узнают информацию быстрее, адаптируются на производстве легче, чем при простой рассылке по почте. Однако на поддержание и развитие внедренных технологий уходят существенные средства. В такой ситуации у руководства возникают справедливые вопросы о целесообразности расходования ресурсов.

Например, авторами статьи «О пользе измерений», опубликованной в еженедельнике Computer World [1], совсем не поднимается вопрос о коммерческих результатах внедрения ИТ, а рассматриваются другие факторы: польза, которую ИТ принесут клиентам данного предприятия; конкурентные преимущества у компании внедрившей ИТ; динамическая природа рынка и другие. Следует согласиться с авторами, что в любом случае, отдачу от инвестиций в ИТ необходимо учитывать и с помощью неформализуемых, неколичественных параметров, в частности, таких как удобство для пользователей, влияние рынка, влияние на рынок, повышение оперативности принимаемых управленческих решений и др.

Изучив разные подходы [1,2,3], можно отметить, что большинство авторов современных методик склоняются к оценке не только финансовых, но и нефинансовых эффектов от внедрения ИТ, т.е. предлагают смешанный подход к оценке. Это представляется разумным, ведь уже достаточно давно капитал предприятий выражается и в нематериальных активах.

Такой подход к вычислению эффекта от внедрения ИТ дает важную теоретическую основу для решения указанной выше задачи. Руководителям предприятий необходимо осознавать, что если ИТ увеличивают нематериальные активы компании на суммы большие, чем были привлечены для их внедрения, то такие решения являются экономически обоснованными. При такой постановке задачи требуется научиться измерять получаемые приросты нематериальных активов и, главное, хорошо понимать, как и где эти активы будут использоваться в работе предприятия.

Для достижения поставленных целей предлагается использовать широко распространенный за рубежом подход к стратегическому управлению компанией, разработанный Дэвидом Нортон и Робертом Капланом в самом конце XX века – Balanced Scorecard [4]. Наиболее известный русский перевод – «Система сбалансированных показателей (ССП)».

Международный опыт показал, что компания становится успешной только в том случае, если планомерно развивается. В аспекте управления понятие «планомерное развитие» означает создание и реализацию собственных стратегических планов. На практике исполнение стратегических планов становится самым серьезным испытанием для организации. Масса отдельных мероприятий и действий сотрудников, растянутых по времени, географии и видам деятельности должна быть скоординирована таким образом, чтобы реализовать стратегические цели, желательно с наименьшими затратами и в максимально сжатые сроки.

Предложенный методический подход выделяет четыре основные составляющие стратегического развития предприятия (рис. 3):

- финансы (показывает, как относятся к компании акционеры и потенциальные инвесторы);
- внутренние бизнес-процессы (показывает, какие у компании есть внутренние ресурсы, от каких бизнес-процессов следует отказаться, а на каких сосредоточиться);
- взаимоотношения с клиентами (показывает, как относятся к компании клиенты и партнеры);

- инновации и развитие персонала (показывает, какие у компании есть конкурентные преимущества и возможности в будущем).

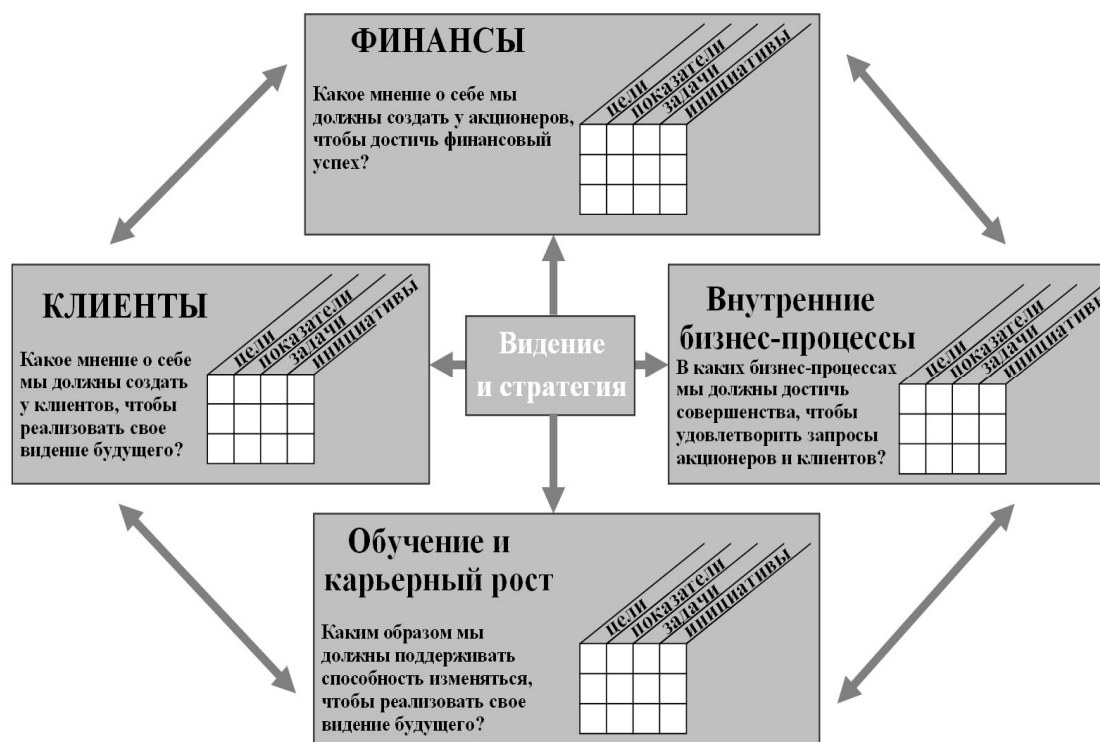


Рис. 3. Перевод стратегии предприятия в термины операционных процессов

Но все же, ССП делает акцент на нефинансовых показателях эффективности, давая возможность оценить такие, казалось бы, с трудом поддающиеся измерению аспекты деятельности как отношения с заказчиками, инновационный потенциал предприятия, грамотность персонала, внедренные бизнес-процессы и др.

Не создавая ничего нового, эта система помогает выявить существующие взаимосвязи между важнейшими параметрами развития предприятия. В основу идеологии ССП заложено мотивирование сотрудников на достижение цели, а не контроль и принуждение их к деятельности. Перевод целей, поставленных перед предприятием, на язык количественных показателей делает их ясными и понятными для каждого. Например, качественная цель «Повышение популярности портала» может быть выражена измерением «Повышение количества уникальных посетителей портала с 50 до 80 в день», делает ее ясной и достижимой для подразделений.

Немаловажно, что Balanced Scorecard довольно просто и ясно позволяет выявить те бизнес-процессы, которые оказывают как положительные, так и отрицательные воздействия на результат. Если выявить элементы производственных процессов, где организация теряет эффективность, то часто полный отказ от такого процесса может принести гораздо больше пользы, чем попытки наладить этот процесс, неся финансовые и прочие потери. Очевидно, что такую функциональную методику как Balanced Scorecard можно использовать для оценки эффективности информационных проектов, в т.ч. и для ВИНК.

Для подтверждения данного тезиса была проведена экспресс-оценка применения ИТ в ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» - головной организации научно-проектного комплекса НК «ЛУКОЙЛ». Апробация выполнялась при условии, что методика управления Balanced Scorecard уже была внедрена в ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг». В качестве примера было рассмотрено внедрение информационного портала предприятия, что является для Общества затратным проектом, требующим существенных инвестиций. Полученные результаты показали, что методика Balanced Scorecard представила значительно больше оснований руководителю предприятия для внедрения портала, чем традиционный подход, основанный на оценке только экономических эффектов. При этом, ССП четко показала на ту функциональность и те условия эксплуатации, которые давали максимальный комплексный эффект в работе технологии. В частности, для портала было выявлено следующее:

- чем больше пользователей подключено к portalу (даже не работников предприятия) – тем больше от него отдача (измеряется кол-вом уникальных пользователей ежедневно посещающих портал);
- чем больше бизнес-процессов реализовано на портале – тем выше эффективность его работы (измеряется количеством автоматизированных бизнес-процессов, реально работающих без дуближа на бумаге);
- чем он удобнее для рядового персонала – тем выше уровень его использования в текущей работе (измеряется средним временем проведенным пользователем за работой с порталом, количеством полезных кликов в день).

Таким образом, можно сделать выводы, что подход Balanced Scorecard позволяет успешно использовать его для комплексного обоснования инвестиций под разработку любых проектов, в том числе и информационных. Универсальность методика позволяет в единой системе координат сравнить проекты из разных областей деятельности (например, внедрение портала сравнить с обучением персонала) и выбрать наиболее эффективный, что позволит с максимальной отдачей расходовать средства предприятия.

Подводя итог для ВИНК, можно сказать, что даже при незначительной расчетной экономической отдаче от инвестиций в ИТ, следует каждый новый проект серьезно ориентировать на достижение не только информационно-технологических эффектов, но и на достижение стратегических целей самой компании. Потому что решение именно таких задач позволяет качественным образом ускорить развитие ВИНК, используя ИТ как инструмент конкурентной борьбы в условиях информационной экономики.

Литература:

1. О пользе измерений //Еженедельник "Computerworld", № 09, 2006 год // Издательство "Открытые системы" [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.osp.ru/cw/2006/09/042_1.htm.
2. Всесторонний анализ эффективности информационных проектов. «Сбалансированное решение» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.job.onru.ru/job/open/101/>.
3. Гараева Ю., Фролов Е. Найдены истоки эффективности ИТ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.klerk.ru/soft/all/?65611>.
4. Коробков А. The Balanced Scorecard - новые возможности для эффективного управления [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.cfin.ru/management/bsc.shtml>.

СИСТЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ: ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ

*А.С. Зубов¹, С.И. Квашнина¹, В.Е. Анциперов^{2,3},
Д.С. Никитов³, З.А. Сновида³, В.А. Бородин³*

¹Институт кибернетики, информатики и связи, ТюмГНГУ, г. Тюмень

²Московский физико-технический институт, г. Москва

³Институт радиотехники и электроники РАН, г. Москва

По мнению большинства экспертов, прогнозирующих развитие науки и техники, двадцать первый век должен стать “веком коммуникаций”, что подразумевает повсеместное использование глобальных информационных систем. Использование таких систем в медицине открывает качественно новые возможности:

- в обеспечении взаимодействия региональных клиник с крупными медицинскими центрами;
- в вопросах интеграции отечественных систем в международные медицинские ассоциации;
- в оперативном получении результатов последних научных исследований;
- в деле подготовки и переподготовки кадров

Перечисленные возможности можно охарактеризовать одним общим понятием - телемедицина. Следует отметить, что под термином “телемедицина” здесь подразумевается весь широкий спектр задач, чем отдельные узкие направления.

Современные информационные системы, как правило, разворачиваются в глобальных сетях типа Internet. Не являются исключением и системы телемедицины. Время автономных, локальных (standalone) прикладных программ и баз данных уходит в прошлое. Их место занимают глобальные информационные системы, характеризующиеся многообразием архитектур, многоплатформенностью, разнообразием форматов данных и протоколов. Соответственно и задачи создания современных информационных систем и интеграции в них оказываются значительно сложнее и требуют специалистов гораздо более высокой квалификации, чем было принято, даже несколько лет назад. Образно говоря, на сегодняшний день в области телемедицины востребованы специалисты с глобальным, системным мышлением.

Наиболее перспективные тенденции в создании современных информационных систем можно объединить понятием “архитектура, обусловленная моделированием” (Model Driven Architecture - MDA) [1]. Философия этого подхода заключается в том, что в сложной системе невозможно предусмотреть всё – все возможные сценарии, платформы, будущее развитие системы и т.д. Поэтому целесообразно разработать некоторую общую для всех участников открытую объектную модель и определить принципы ее наращивания и интеграции приложений в систему: MDA разделяет вопросы проектирования и реализации информационных систем.

MDA отделяет спецификацию фундаментальной логики от спецификаций различного программного обеспечения промежуточного уровня (реализации).

Это позволяет быстро разрабатывать и внедрять новые спецификации взаимодействия, используя новые развернутые технологии, базирующиеся на достоверно проверенных моделях.

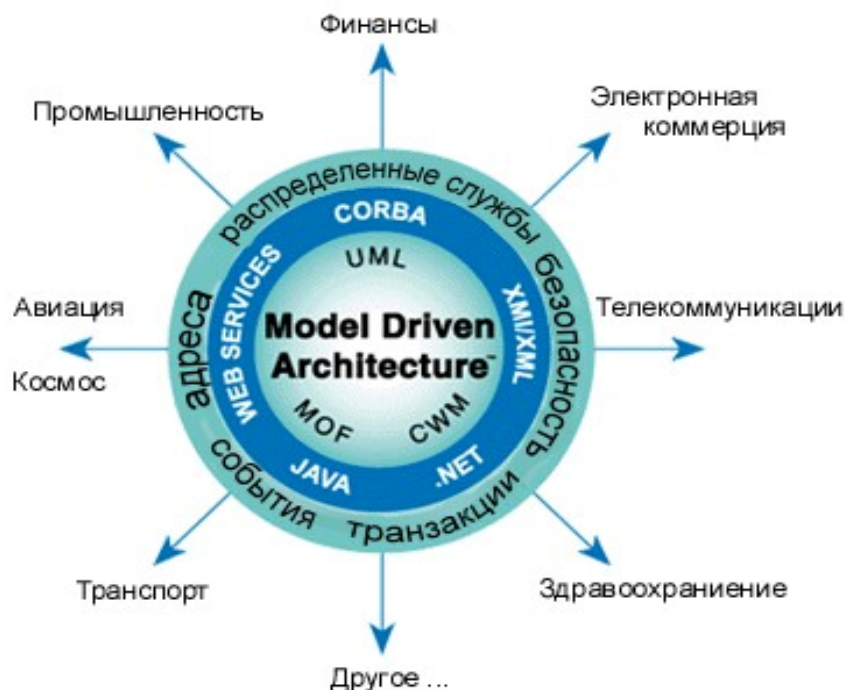


Рис 1. Философия MDA [1]

Глобальные информационные системы, построенные на основе MDA-подхода, обеспечивают эффективное решение следующих проблем [1]:

Мобильность – возможность многократного использования приложений, уменьшение стоимости и сложности разработки и управления приложениями.

Межплатформенное взаимодействие – использование строгих методов, стандартов, гарантирующих одинаковое выполнение идентичных функций вне зависимости от технологий реализации.

Независимость от платформ – обуславливает значительное сокращение времени, стоимости и сложности переориентации приложений на другие платформы.

Специализация – выработка специфических для предметной области моделей, адаптированных под специфические для данной индустрии задачи.

Производительность - позволяет разработчикам, дизайнерам и системным администраторам использовать комфортные языки и концепции, с минимальными издержками интегрировать в процесс разработки другие команды разработчиков.

Процесс создания информационных MDA-систем представляет собой типичный сложившийся цикл разработки любого сложного информационного проекта:

фаза выработки требований (ТЗ) – фаза анализа - фаза реализации.

В рамках каждой из фаз прорабатываются специфические для нее вопросы соответствия требованиям, согласованности и функциональности. Для фаз анализа и реализации наиболее перспективными признаны технология проектирования UML (Unified Modeling Language) [2] и, основанный на технологии XML [3] (Extensible Markup Language), стандарт XMI (Metadata Interchange).

Проектирование MDA-систем на основе методологии и системы нотаций UML [2] признано наиболее адекватным подходом к созданию больших информационных систем - это ключ к пониманию технологии MDA в целом. UML подход

позволяет специфицировать, визуализировать, документировать разрабатываемую систему, включая разработку ее структуры, архитектуры и дизайна. Используя большое количество средств, предлагаемых UML, можно с различных точек зрения анализировать требования будущей системы и проектировать их решения.

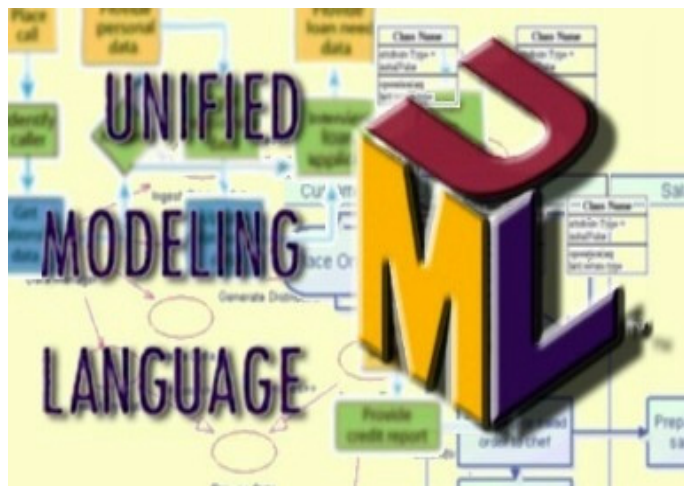


Рис 2. UML-проектирование [2]

В рамках объектно-ориентированного подхода UML позволяет выделить основные блоки – классы объектов – для формирования моделей. Эти диаграммы классов в совокупности составляют: базовые информационные модели - информационную модель предметной области и информационную модель сообщений. Дальнейшая работа состоит в уточнении и детализации в рамках соответствующего стандарта содержания объектов-классов и их функционального назначения.

Стандарт UML предлагает следующий набор диаграмм для моделирования: [2]

диаграммы вариантов использования (use case diagrams) - для моделирования бизнес-процессов в системе (требований к системе);

диаграммы классов (class diagrams) – для моделирования статической структуры классов системы и связей между ними;

диаграммы поведения системы (behavior diagrams);

диаграммы взаимодействия (interaction diagrams) – для моделирования процесса обмена сообщениями между объектами;

диаграммы состояний (statechart diagrams) – для моделирования поведения объектов системы при переходе из одного состояния в другое;

диаграммы деятельности (activity diagrams) – для моделирования поведения системы в рамках различных вариантов использования или моделирования деятельности ;

диаграммы реализации (implementation diagrams).

Крупнейшая в области телемедицины американская общественная организация HL7 оформила всю документацию по базовой модели медицины (RIM) именно с использованием UML. Ее опыт повторяет и западноевропейский комитет CEN/TC 251. Складывается ситуация, когда без владения технологией UML

окажется невозможным современное решение задач создания/интеграции в системы телемедицины. В этой связи следует констатировать печальный факт, заключающийся в том, что в отечественной информатике наметилось отставание – специалистов по объектно-ориентированному проектированию мало, а по UML они вообще единичны. В этой связи представляется весьма актуальной подготовка квалифицированных кадров по проектированию и включение соответствующих курсов по UML в программы подготовки специалистов для телемедицины.

Другой аспект создания современных информационных систем – реализация на основе моделей унифицированных, стандартизованных способов хранения, обмена и поиска структурированных данных. Наиболее перспективными для данной задачи представляются языки разметки, в частности, активно развивающаяся технология XML (Extensible Markup Language) [3]. XML – универсальный, не зависящий от платформ стандарт, обеспечивающий концепции и технологии для гибких, открытых, и стандартизованных решений проблем структурирования, хранения и обмена данными. Основное достоинство (и назначение) XML заключается в разделении информационного содержания электронных документов от процедур обработки информации, в частности, способов ее представления. Достоинством XML также является его ориентация на возможность полной автоматизации обработки документов компьютерными системами.

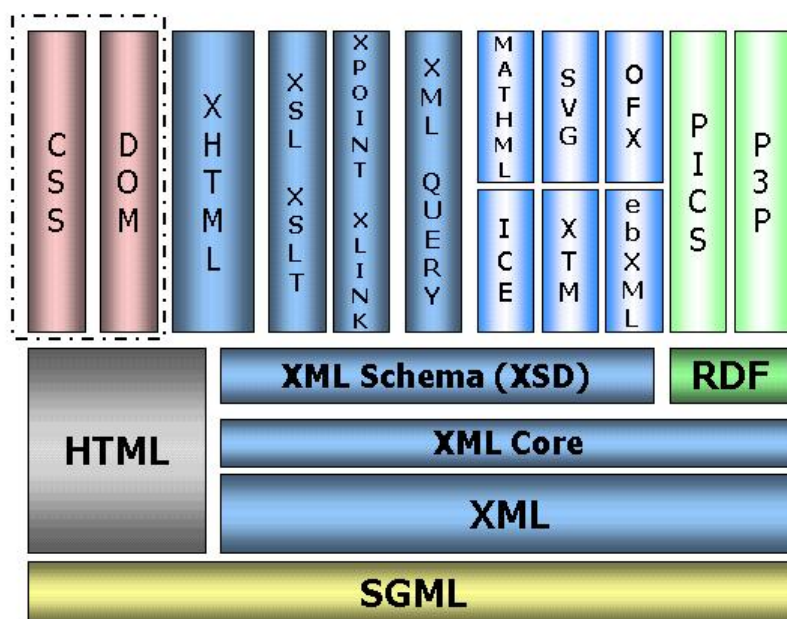


Рис 3. XML [3] как сумма технологий

“Язык” XML имеет глубокие корни – происходит от стандарта SGML и является концептуальной основой для большого числа связанных технологий – от способов структурирования информации (DTD, XDR, XSD) до способов ее обработки (DOM, XSLT, XLink) и представления (CSS, XSL, XHTML).

Применительно к вопросам разработки информационных MDA-систем следует отметить, что на сегодняшний день уже существует (система Rational Rose фирмы Rational) и продолжает совершенствоваться методология

автоматизированного согласования и генерации XML- стандартов (схем) по спроектированным UML-моделям. Более того, разработаны способы реинжиниринга – восстановления моделей по существующим XML – структурам. Таким образом, вопросы проектирования и реализации в технологиях UML- XML связаны и взаимообусловлены в гораздо большей степени, чем это может показаться на первый взгляд.

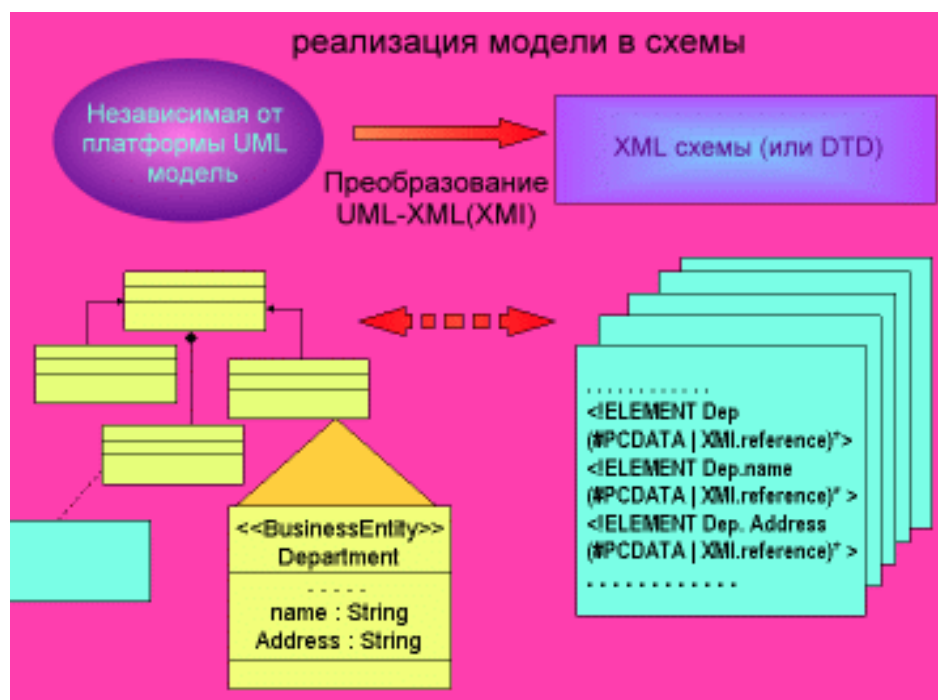


Рис 4. Реализация как “этап” проектирования

Модель классов системы может быть конвертирована стандартными средствами в определения типов документов или схемы для использования их в качестве стандартов структур данных, сообщений, документов реальной информационной системы.

XML может использоваться в любых приложениях информационной системы – от служебных приложений, с гигантскими объемами передаваемой информации, до пользовательских подсистем, реализующих относительно простые сценарии. Более конкретно, XML эффективен для решения следующих задач [3]:

В первую очередь, эта технология полезна для разработчиков сложных информационных систем, с большим количеством приложений, связанных потоками информации самой различной структурой. В этом случае XML - документы выполняют роль универсального формата для обмена информацией между отдельными компонентами большой программы.

XML является базовым стандартом для нового языка описания ресурсов, RDF, позволяющего упростить многие проблемы в Web, связанные с поиском нужной информации, обеспечением контроля за содержимым сетевых ресурсов, создания электронных библиотек и т.д.

XML-документы могут использоваться в качестве промежуточного формата данных в трехуровневых системах. Обычно схема взаимодействия между серверами приложений и баз данных зависит от конкретной СУБД и диалекта SQL, используе-

мого для доступа к данным. Если же результаты запроса будут представлены в некотором универсальном текстовом формате, то звено СУБД, как таковое, станет "прозрачным" для приложения. Кроме того, на рассмотрении W3C находится спецификация нового языка запросов к базам данных XQL, который в будущем может стать альтернативой SQL.

Информация, содержащаяся в XML-документах, может изменяться, передаваться на машину клиента и обновляться по частям. Разрабатываемые спецификации XLink и Xpointer позволят ссылаться на отдельные элементы документа, с учетом их вложенности и значений атрибутов.

Использование стилевых таблиц (XSL) позволяет обеспечить независимое от конкретного устройства вывода отображение XML- документов.

Вышеперечисленные достоинства делают XML наиболее перспективной технологией для хранения, обработки и обмена медицинскими документами и данными. Именно поэтому комитетом CEN/TC 251 принята рекомендация об использовании синтаксиса XML как единственной альтернативы по структуризации обменываемыми сообщениями. В стандарте HL7 Version 3 XML планируется как основной способ структурирования сообщений в системе.

И опять, приходится с сожалением констатировать, что, хотя в среде программистов-практиков технология XML начинает использоваться все шире, в учебных программах курсы по XML все еще редки (справедливости ради следует отметить, что в последнее время появилось достаточное количество переводной литературы по XML). Подготовка квалифицированных преподавателей и курсов по XML и включение их в учебный процесс подготовки специалистов для телемедицины представляются весьма актуальными.

Вместе с тем, сложившаяся в отечественной информатике и телемедицине ситуация не представляется безнадежной. Существуют отдельные энтузиасты и группы специалистов, которые активно изучают и даже принимают участие в развитии современных принципов и подходов к разработке больших информационных систем, в том числе телемедицины. Примером может служить кафедра Прикладных информационных технологий МФТИ [4], опыт которой обсуждался на проходившей осенью конференции "Кадровое обеспечение Федеральной целевой программы "Электронная Россия". В выступлении [5] отмечено в частности, что имеет место взаимная тенденция IT-специалистов и заинтересованных сторон от медицины к кооперации и сотрудничеству. Консолидация этих усилий могла бы привести к ощутимым результатам. На пороге нового века - "века коммуникаций" необходим адекватный ответ вызову времени.

Литература:

1. "The Architecture of Choice for a Changing World™" – <http://www.omg.org/mda>
2. "Introduction to UML™" – http://www.omg.org/gettingstarted/what_is_uml.htm
3. "Core Standards (XML)" – <http://xml.coverpages.org/xml.html>
4. Кафедра Прикладных информационных технологий МФТИ <http://www.ffke.mipt.ru/ait/>
5. Гуляев Ю.В., Никитов С.А., Анциперов В.Е., Бабалян А.Г. "Концепция современного образования в области информационных технологий и опыт консолидации усилий по ее реализации" – Межотраслевая научно-практическая конференция "Кадровое обеспечение Федеральной целевой программы "Электронная Россия", М.; 2002 г.

РАСЧЕТ БЕЗВОДНОГО ПЕРИОДА ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕСОВЕРШЕННОЙ СКВАЖИНЫ ПРИ ОПЕРЕЖАЮЩЕЙ РАЗРАБОТКЕ НЕФТЯНОЙ ОТОРОЧКИ

*Ж.М. Колев, Е.А. Ещеркина, П.В. Джек
Россия, г.Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет
jackkolev@gmail.com*

Большинство нефтяных, газоконденсатнонефтяных, нефтегазовых и газовых залежей, разрабатываемых в настоящее время, подстилаются частично или полностью подошвенными водами или оконтуриваются краевыми водами или имеет место то и другое одновременно. Преждевременное обводнение или загазовывание скважин, незнание закономерностей и причин этого явления ведет к потерям большой доли промышленных запасов нефти и, таким образом, снижению нефтеотдачи пласта, увеличению сроков разработки и в конечном итоге к большим материальным затратам на извлечение нефти из пласта. Отсюда тщательное изучение процессов продвижения подошвенных вод и верхнего газа, сложного явления деформации поверхности раздела фаз в пористой среде (конусообразования), особенностей и закономерностей обводнения пластов и скважин, совместного притока жидкостей к забою скважины и изучение природных факторов, способствующих увеличению безводного и безгазового периодов эксплуатации и улучшению технологических условий разработки залежей с целью наибольшего извлечения нефти из пласта, одна из основных задач увеличения нефтеотдачи на современном этапе.

В связи с этим решение проблемы создания эффективных алгоритмов и программных комплексов, в которых реализованы основные методы расчета наиболее используемых показателей разработки нефтегазового месторождения являются весьма актуальной.

Существует методика расчета безводного периода эксплуатации несовершенной скважины при опережающей разработке нефтяной оторочки. Рассмотрим движение границы раздела двух жидкостей (нефть–вода) в осесимметричном однородно-анизотропном пласте. В работах [1, 2] приведено следующее решение, полученное по схеме жесткой трубки тока, для определения безводного периода работы несовершенной скважины, дренирующей нефтяной пласт с подошвенной водой:

$$\tau_0 = \frac{1}{\rho_0^2} \left[(\bar{h} - 1) + (A + D) \ln \frac{D - \bar{h}}{D - 1} \right]; \quad (1)$$

$$\tau_0 = \frac{K_r K^*(\sigma_\phi) \Delta \rho \bar{\mu} h_0 t_0 g}{m \mu_n (K - 1) R_0^2}; \quad \Delta \rho = \rho_B - \rho_n; \quad (2)$$

$$D = q \left(\ln \frac{R_0}{r_c} + S \right) + 1; \quad q = \frac{Q}{Q_0}; \quad \bar{\mu} = \frac{\mu_n}{\mu_B}; \quad (3)$$

$$Q_0 = \frac{2\pi K_r \Delta \rho h_0^2 g}{\left[\bar{\mu} + \frac{K_H^*(\sigma_\phi)}{K_B^*(\sigma_\phi)} \right] \mu_B}; \quad A = \frac{1 - K \bar{h}}{K - 1}; \quad (4)$$

$$K = \frac{\bar{\mu}K_B^*(\sigma_\Phi)}{K_H^*(\sigma_0)} + \frac{K_H^*(\sigma_\Phi)}{K_H^*(\sigma_0)}; \rho_0 = \frac{R_0}{\alpha^* h_H}, \quad (5)$$

где K_B^*, K_H^* – коэффициенты относительных фазовых проницаемостей для воды и нефти соответственно;
 σ_Φ, σ_0 – насыщенность нефтью на фронте вытеснения и содержания остаточной воды в зоне вытеснения соответственно;
 m – эффективная пористость нефтенасыщенного пласта.

Таким же путем могут быть получены формулы для определения времени безводной эксплуатации горизонтальных и вертикальных скважин, дрен и галерей в поло-сообразном пласте. Для этого необходимо использовать соответствующие решения для потенциала, например решения, приведенные в [1, 2].

Алгоритм расчета безводного периода эксплуатации несовершенной скважины, при опережающей разработке нефтяной оторочки по уточненной методике:

Вводим исходные данные: плотность воды, ρ_B , кг/м³, плотность нефти, ρ_H , кг/м³, вязкость воды, μ_B , Па·с, вязкость нефти, μ_H , Па·с, проницаемость по горизонтали, K_r , Д, толщина пласта, h , м, ОФП нефти на фронте вытеснения, $K_H^*(\sigma_\Phi)$, ОФП нефти в зоне вытеснения, $K_H^*(\sigma_0)$, ОФП воды на фронте вытеснения, $K_B^*(\sigma_\Phi)$, ОФП воды в зоне вытеснения, $K_B^*(\sigma_0)$, дебит, Q , м³/с, радиус контура питания, R_0 , м, радиус скважины, r_c , м, относительное вскрытие пласта, $\bar{h}$, д.ед., анизотропия пласта, χ , пористость, m , д.ед.

Если скважина перфорирована вводим параметры перфорации: Длина перфорационного канала, м, Радиус перфорационного отверстия, м, отв./пог.м.

Рассчитываем разность плотностей по формуле

$$\Delta\rho = \rho_B - \rho_H,$$

Находим отношение вязкостей по формуле

$$\mu = \frac{\mu_H}{\mu_B},$$

Вычисляем параметр размещения скважины по формуле

$$\rho_0 = \frac{R_0}{\chi h},$$

Определяем параметр Q_0 по формуле

$$Q_0 = \frac{2\pi K_r \Delta\rho h^2 g}{\left(\mu + \frac{K_H^*(\sigma_\Phi)}{K_B^*(\sigma_\Phi)}\right)} \mu_B,$$

Находим параметр q по формуле

$$q = \frac{Q}{Q_0},$$

Рассчитываем добавочное фильтрационное сопротивление C_0 по формуле

$$C_0 = \frac{1}{h} \left(\ln \frac{4r_c}{l_0} + \frac{1}{ml_0} \ln \frac{1}{2\pi r_0 m} \right)$$

Рассчитываем добавочное фильтрационное сопротивление C_1 по формулам

$$C_1 = \frac{h_0}{b} \left[\left(\frac{h_0}{r_c} \right)^{1-j} - 1 \right] : (1-j) - \ln \frac{h_0}{r_c},$$

$$j = \sqrt{1 + \frac{\lg \frac{h_0}{b}}{\lg \frac{h_0}{r_c}}},$$

Находим параметр D по формуле

$$D = q \left(\ln \frac{R_0}{r_c} + S \right) - 1,$$

Вычисляем параметр K по формуле

$$K = \frac{\mu K_B^*(\sigma_\phi)}{K_H^*(\sigma_0)} + \frac{\mu K_H^*(\sigma_\phi)}{K_H^*(\sigma_0)},$$

Рассчитываем параметр A по формуле

$$A = \frac{1 - K\bar{h}}{K - 1},$$

Определяем безразмерное время по формуле

$$\tau_0 = \frac{1}{\rho_0^2} \left((1 - \bar{h}) + (A + D) \ln \frac{D - \bar{h}}{D - 1} \right),$$

Рассчитываем размерное время безводного периода эксплуатации несовершенной скважины по формуле

$$t_0 = \frac{\tau_0 m \mu_h (K - 1) R_0^2}{K_r K_B^*(\sigma_\phi) \Delta \rho m h g}$$

Данный алгоритм программно реализован в среде программирования Borland Delphi 7. Разработанный программный продукт включает в себя следующие возможности:

- Расчет безводного периода эксплуатации несовершенной скважины, при опережающей разработке нефтяной оторочки,
- Вывод всех промежуточных результатов расчета,
- Построение графических зависимостей от множества изменяемых параметров,
- Построение трехмерных графических зависимостей.

Вычислительный блок «Расчет безводного периода эксплуатации несовершенной скважины, при опережающей разработке нефтяной оторочки по уточненной методике» показан на рис. 1.

При помощи разработанного программного продукта произведен расчет и были получены зависимости этого параметра от ряда показателей. Зависимости представлены в графическом трехмерном и двухмерном виде.

Графическая зависимость на рис. 2 показывает, что увеличение радиуса контура питания уменьшает продолжительность безводного периода эксплуатации. Это связано с тем, что конус с одинаковой интенсивностью подъема поднимется

на большую высоту при большем основании, которое равно диаметру контура питания и, соответственно, быстрее произойдет прорыв подошвенной воды в скважину.

Расчет безводного периода эксплуатации нескважинной скважины, при опережающей разработке нефтяной оторочки по уточн...

Плотность воды, ρ_w , кг/м ³	1000	☒ Перфорированная скважина
Плотность нефти, ρ_n , кг/м ³	850	Параметры перфорации
Вязкость воды, μ_w , Па*с	0,001	Длина перфорационного канала, м
Вязкость нефти, μ_n , Па*с	0,005	0,3456
Проницаемость по горизонтали, K_z , Д	0,5	Радиус перфорационного отверстия, м
Толщина пласта, h , м	10	0,00635
ОФП нефти на фронте вытеснения, $K_n^*(\sigma_f)$	0,18	Плотность перфорации, отв./пог.м
ОФП нефти в зоне вытеснения, $K_n^*(\sigma_0)$	0,72	3
ОФП воды на фронте вытеснения, $K_w^*(\sigma_f)$	0,18	
ОФП воды в зоне вытеснения, $K_w^*(\sigma_0)$	0,72	
Дебит, Q , м ³ /с	0,01	Расчет
Радиус контура питания, R_0 , м	500	График
Радиус скважины, r_c , м	0,1	
Относительное вскрытие пласта, h , д.ед.	0,5	Зависимости безводного периода эксплуатации от
Анизотропия пласта, χ	1	☐ Дебита
Пористость, m , д.ед.	0,2	☐ Радиуса контура питания
		☐ Радиуса скважины
		☐ Относительного вскрытия
		☒ Радиуса перфорационного отверстия
		☐ Длины перфорационного канала
		3D График

Рис. 1. Блок «Расчет безводного периода эксплуатации нескважинной скважины, при опережающей разработке нефтяной оторочки по уточненной методике»

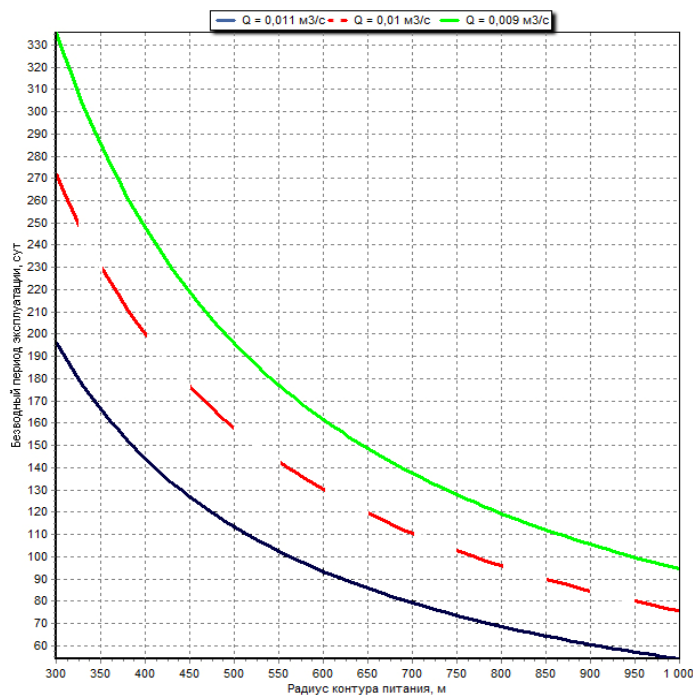


Рис. 2. Зависимость продолжительности безводного периода эксплуатации от радиуса контура питания

Зависимость безводного периода эксплуатации, сут (Z) от плотности перфорации, отв/пог.м (X) и радиуса контура питания, м*100 (Y)

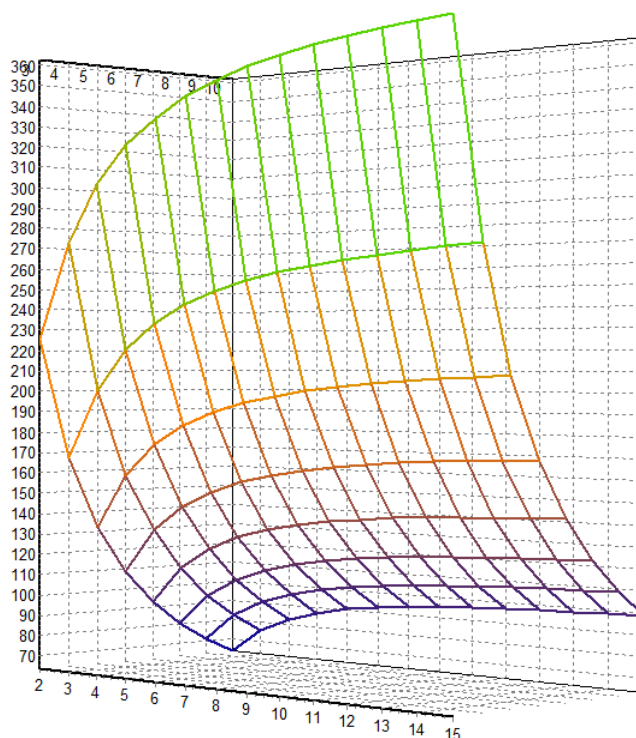


Рис. 3. 3-D зависимость продолжительности безводного периода эксплуатации от длины перфорационного канала

Полученная в результате вычисления поверхность на рис. 3 демонстрирует зависимость периода безводной эксплуатации от двух факторов, от плотности перфорации и от радиуса контура питания. Как мы видим из рис.7 максимальные значения продолжительности безводного периода эксплуатации находятся в области, соответствующей наименьшему радиусу питания и наибольшей длине перфорационного канала.

В данной работе был рассмотрен процесс конусообразования, а также методика определения безводного периода при разработке нефтяного пласта с наличием подошвенной воды. На основании анализа различных методик расчета был составлен алгоритм по уточненной методике А.П. Телкова. По составленному алгоритму был разработан программный продукт, позволяющий рассчитывать безводный период эксплуатации несовершенной скважины и строить двухмерные и трехмерные графические зависимости между ключевыми величинами. На процесс конусообразования влияют достаточное количество различных факторов. Например, влияние фильтрационно-емкостных свойств пласта и проницаемости призабойной зоны, что было показано графическими зависимостями от параметров перфорации – более глубокая перфорация по результатам вычислительного эксперимента приводит к увеличению безводного периода эксплуатации.

Таким образом, в данной работе была освещена проблематика процесса конусообразования и проведен анализ расчета основных параметров данного процесса.

Литература:

1. Телков А.П., Стеглянин Ю.И. Образование конусов воды при добыче нефти и газа. – М.: Недра, 1965. – 205 с.
2. Телков А.П. Подземная гидрогазодинамика. – Уфа: Башиздат, 1974. – 224 с.
3. Телков А.П., Грачёв С.И. Гидромеханика пласта применительно к прикладным задачам разработки нефтяных и газовых месторождений: учебное пособие. В 2 ч. Ч. II – Тюмень: ТюмГНГУ, 2009. – 352 с.

РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ ПРОРЫВА НЕФТИ ИЗ ОТОРОЧКИ К ЗАБОЮ ГАЗОВОЙ СКВАЖИНЫ ПРИ ОПЕРЕЖАЮЩЕЙ РАЗРАБОТКЕ ГАЗОВОЙ ШАПКИ

Ж.М. Колев, Е.А. Ещеркина, Е.А. Петелина
Россия, г. Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет
jackkolev@gmail.com

Анализ разработки нефтяных, газовых и нефтегазовых залежей с верхним газом и подошвенной водой показал, что конусообразование является, в ряде случаев, основной причиной обводнения и загазования нефтяных (газовых) скважин. Поэтому глубокое исследование процессов продвижения подошвенных вод и верхнего газа, деформации поверхности раздела фаз в пласте (конусообразования), особенностей и закономерностей обводнения пластов и скважин, а также изучение природных факторов, способствующих увеличению безводного и безгазового периодов эксплуатации и технологических условий разработки залежей являются одной из актуальных проблем нефтегазовой отрасли.

Решение проблемы создания эффективных алгоритмов и программных комплексов, в которых реализованы основные методы расчета наиболее используемых показателей разработки нефтегазового месторождения являются весьма значимыми в настоящее время.

Существует методика расчета времени прорыва нефти из оторочки к забою газовой скважины при опережающей разработке газовой шапки. Для линейного закона фильтрации газа формулы для τ_0 , t_0 , D , A , используемые в работах [1, 2], будут справедливы, если в них заменить параметры для воды на параметры для нефти, а параметры для нефти на параметры для газа. Тогда расчетные формулы принимают вид:

$$\tau_0 = \frac{K_r K_H^*(\sigma_\phi) \Delta \rho \bar{\mu} h_r t_0 g}{m_0 \mu_r (K-1) R_0^2}; \Delta \rho = \rho_H - \rho_r; \bar{\mu} = \frac{\mu}{\mu_H}; \quad (1)$$

$$q = \frac{G}{G_0}; G_0 = \frac{2\pi K_r \Delta \rho h_0^2 \alpha \rho_{ат} \bar{P}}{\mu_H \left[\bar{\mu} + \frac{K_r^*(\sigma_\phi)}{K_H^*(\sigma_\phi)} \right] (1+n) P_{ат}}; \quad (2)$$

$$C_H = \frac{K_H^*(\sigma_\Phi)\rho_H g}{\mu_H \alpha^{*2}}; C_\Gamma = \frac{K_\Gamma^*(\sigma_\Phi)\rho_\Gamma g}{\mu_\Gamma \alpha^{*2}}; C_0 = \frac{K_\Gamma^*(\sigma_\Phi)\rho_\Gamma g}{\mu_\Gamma \alpha^{*2}} \quad (3)$$

$$\alpha = \frac{z_{CT} T_{CT}}{z(\bar{P}) T_{пл}}; n = \frac{C_v}{C_p}; \rho_0 = \frac{R_0}{\alpha^* h_\Gamma}; \quad (4)$$

$$K = \frac{C_H}{C_0} + \frac{C_\Gamma}{C_0} \quad (5)$$

где G – весовой дебит газовой скважины;
 K_H^*, K_Γ^* – коэффициенты относительных фазовых проницаемостей для нефти и газа соответственно;
 σ_Φ, σ_0 – насыщенность газом на фронте вытеснения и содержание связанной воды соответственно;
 C_v, C_p – удельные теплоемкости газа при постоянном объеме и давлении;
 $\bar{P}$ – средневзвешенное давление в газовой шапке;
 $\rho_{ат}$ – плотность газа в поверхностных условиях;
 m_0 – эффективная пористость газонасыщенного пласта.

При квадратичном законе фильтрации газа приведенные расчетные формулы для определения времени прорыва нефти к забою остаются справедливыми, в них изменяются только выражения для D и τ_0 :

$$D = \frac{K(AQ + BQ^2)}{2\bar{P}_{cp}\rho_H h_\Gamma g \frac{C_H}{C_0}} + 1, \quad (6)$$

$$\tau_0 = \frac{P_{ат}\rho_H t_0 g C_H}{\rho_{ат}\bar{P} n h_\Gamma (K-1)}; \bar{h} = \frac{b}{h_\Gamma}. \quad (7)$$

Алгоритм расчета времени прорыва нефти из оторочки к забою газовой скважины при опережающей разработке газовой шапки по уточненной методике:

Вводим исходные данные: Плотность газа, ρ_v , кг/м³, Плотность нефти, ρ_n , кг/м³, Вязкость газа, μ_v , Па·с, Вязкость нефти, μ_n , Па·с, Проницаемость по горизонтали, K_Γ , Д, Толщина пласта, h , м, ОФП нефти на фронте вытеснения, $K_H^*(\sigma_\Phi)$, ОФП нефти в зоне вытеснения, $K_H^*(\sigma_0)$, ОФП газа на фронте вытеснения, $K_\Gamma^*(\sigma_\Phi)$, ОФП газа в зоне вытеснения, $K_\Gamma^*(\sigma_0)$, Дебит газа, Q , млн. м³/сут, Радиус контура питания, R_0 , м, Радиус скважины, r_c , м, Относительное вскрытие пласта, $\bar{h}$, д.ед., Анизотропия пласта, χ , Пористость, m , д.ед.

Если скважина перфорирована вводим параметры перфорации: длина перфорационного канала, m , Радиус перфорационного отверстия, m , отв./пог.м.

Рассчитываем разность плотностей по формуле

$$\Delta\rho = \rho_n - \rho_\Gamma,$$

Находим отношение вязкостей по формуле

$$\mu = \frac{\mu_\Gamma}{\mu_n},$$

Вычисляем параметр размещения скважины по формуле

$$\rho_0 = \frac{R_0}{\chi h},$$

Определяем параметры C_H , C_r и C_0 по формулам

$$C_H = \frac{K_H^*(\sigma_\phi)\rho_H g}{\mu_H \chi^2}; \quad C_r = \frac{K_r^*(\sigma_\phi)\rho_r g}{\mu_r \chi^2}; \quad C_0 = \frac{K_r^*(\sigma_0)\rho_r g}{\mu_r \chi^2},$$

Определяем параметр Q_0 по формуле

$$Q_0 = \frac{2\pi\Delta\rho K_r h^2 g}{\left(\mu + \frac{K_r^*(\sigma_\phi)}{K_H^*(\sigma_\phi)}\right)} \mu_H,$$

Находим параметр q по формуле

$$q = \frac{Q}{Q_0},$$

Рассчитываем добавочное фильтрационное сопротивление C_0 по формуле

$$C_0 = \frac{1}{h} \left(\ln \frac{4r_c}{l_0} + \frac{1}{ml_0} \ln \frac{1}{2\pi r_0 m} \right)$$

Рассчитываем добавочное фильтрационное сопротивление C_1 по формулам

$$C_1 = \frac{h_0}{b} \left[\left(\frac{h_0}{r_c} \right)^{1-j} - 1 \right] : (1-j) - \ln \frac{h_0}{r_c},$$

$$j = \sqrt{1 + \frac{lg \frac{h_0}{b}}{lg \frac{h_0}{r_c}}},$$

Находим параметр D по формуле

$$D = q \left(\ln \frac{R_0}{r_c} + S \right) - 1,$$

Вычисляем параметр K по формуле

$$K = \frac{C_H}{C_0} + \frac{C_r}{C_0},$$

Рассчитываем параметр A по формуле

$$A = \frac{1 - K\bar{h}}{K - 1},$$

Определяем безразмерное время по формуле

$$\tau_0 = \frac{1}{\rho_0^2} \left((1 - \bar{h}) + (A + D) \ln \frac{D - \bar{h}}{D - 1} \right),$$

Рассчитываем размерное время безводного периода эксплуатации несовершенной скважины по формуле

$$t_0 = \frac{\tau_0 m \mu_r (K - 1) R_0^2}{K_r K_n^* (\sigma_\phi) \Delta \rho m h g}$$

Данный алгоритм программно реализован в среде программирования Borland Delphi 7. Разработанный программный продукт включает в себя следующие возможности:

- Расчет времени прорыва нефти к забою газовой скважины при опережающей разработке газовой шапки,
- Вывод всех промежуточных результатов расчета,
- Построение графических зависимостей от множества изменяемых параметров,
- Построение трехмерных графических зависимостей.

Вычислительный блок «Расчет времени прорыва нефти из оторочки к забою газовой скважины при опережающей разработке газовой шапки по уточненной методике» представлен на рис. 1.

The screenshot shows a software interface for calculating the time of oil breakthrough. It features a table of input parameters on the left and a control panel on the right.

Параметр	Значение
Плотность газа, ρ_g , кг/м ³	0,192
Плотность нефти, ρ_n , кг/м ³	850
Вязкость газа, μ_g , Па*с	0,000015
Вязкость нефти, μ_n , Па*с	0,005
Проницаемость по горизонтали, Кг, Д	0,5
Толщина пласта, h , м	10
ОФП нефти на фронте вытеснения, $K_n^*(\sigma_\phi)$	0,18
ОФП нефти в зоне вытеснения, $K_n^*(\sigma_0)$	0,72
ОФП газа на фронте вытеснения, $K_g^*(\sigma_\phi)$	0,18
ОФП газа в зоне вытеснения, $K_g^*(\sigma_0)$	0,72
Дебит газа, Q , млн. м ³ /сут	1,18
Радиус контура питания, R_0 , м	500
Радиус скважины, r_c , м	0,1
Относительное вскрытие пласта, h , д.ед.	0,5
Анизотропия пласта, χ	1
Пористость, m , д.ед.	0,2

Additional controls and parameters on the right:

- ☒ Перфорированная скважина
- Параметры перфорации:
 - Длина перфорационного канала, м: 0,3456
 - Радиус перфорационного отверстия, м: 0,00635
 - Плотность перфорации, отв./пог.м: 3
- Buttons: **Расчет**, **График**
- Зависимости безводного периода эксплуатации от:
 - ☐ Дебита
 - ☒ Радиуса контура питания
 - ☐ Радиуса скважины
 - ☐ Относительного вскрытия
 - ☐ Радиуса перфорационного отверстия
 - ☐ Длины перфорационного канала
 - ☐ Плотности перфорации
- 3D График

Рис. 1. Вычислительный блок «Расчет времени прорыва нефти из оторочки к забою газовой скважины при опережающей разработке газовой шапки по уточненной методике»

При помощи разработанного программного продукта был произведён расчёт и получены зависимости от ряда показателей. В данной работе представлены зависимости времени до прорыва нефти из оторочки от плотности перфорационных отверстий и 3D зависимости времени до прорыва нефти из оторочки от дебита и вскрытия пласта в графическом трёхмерном и двухмерном виде.

На рис.2 показана зависимость времени до прорыва нефти из оторочки от плотности перфорационных отверстий. Как мы видим из графика, малая плотность перфорации имеет критическое значение для процесса конусообразования. При малой плотности зависимость очень ярко выражена, а затем, по мере увеличения плотности, становится менее выраженной. Зависимость рассмотрена для разных значений плотности газа, чем плотнее газ, тем меньшее время до прорыва нефти требуется.

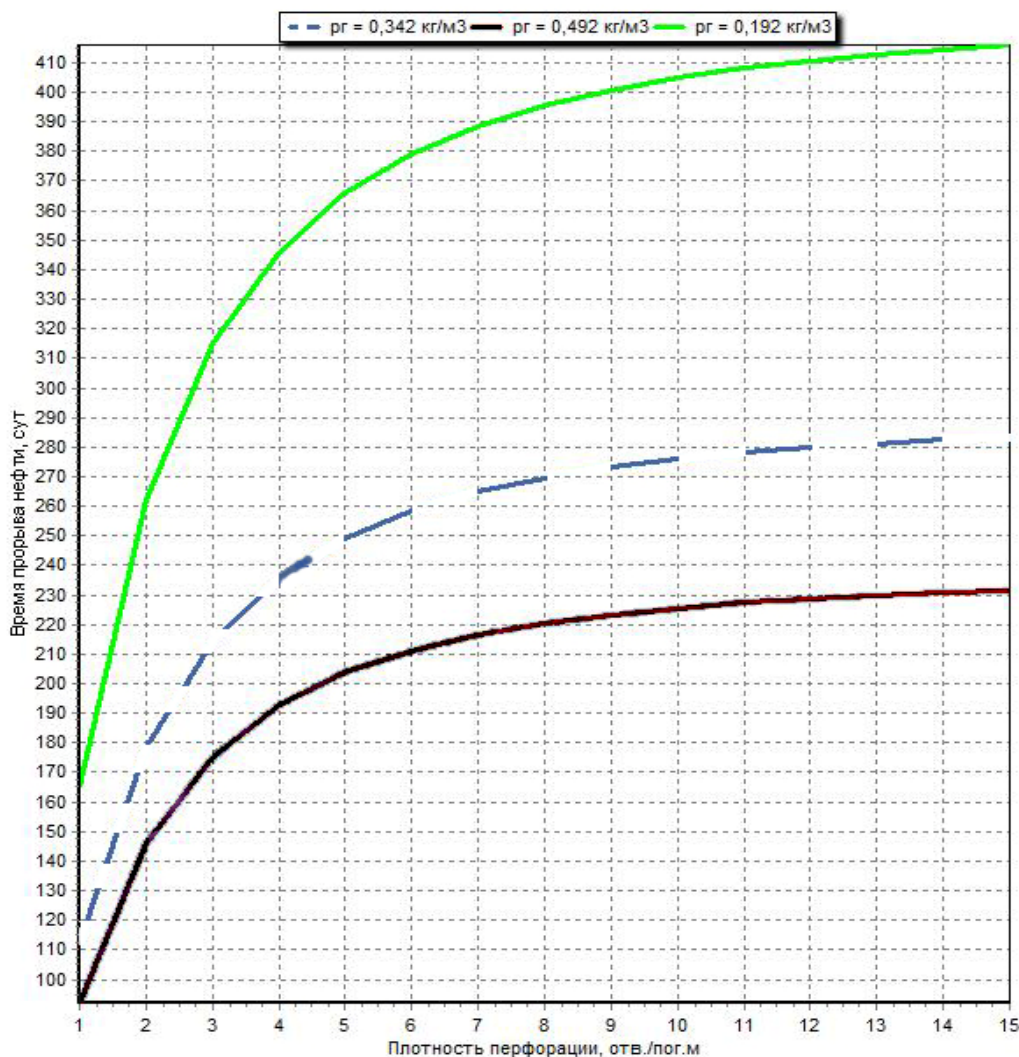


Рис.2. Зависимость времени до прорыва нефти из оторочки от плотности перфорационных отверстий

На рис. 3 показана трехмерная зависимость времени до прорыва нефти из оторочки от дебита и вскрытия пласта. Данная зависимость позволяет оценить насколько будут разниться показатели времени до прорыва нефти из оторочки – от 50 до 900 суток при разных дебитах и величинах вскрытия. Максимальные значения безнефтяного прериода находятся в области минимальных значений дебита и относительного вскрытия. Минимальные находятся в противоположной области, а также в области, где относительное вскрытие стремится к единице.

Зависимость времени прорыва нефти, сут (Z) от дебита газа, $10^5 \cdot \text{м}^3/\text{сут}$ (X) и вскрытия пласта, % (Y)

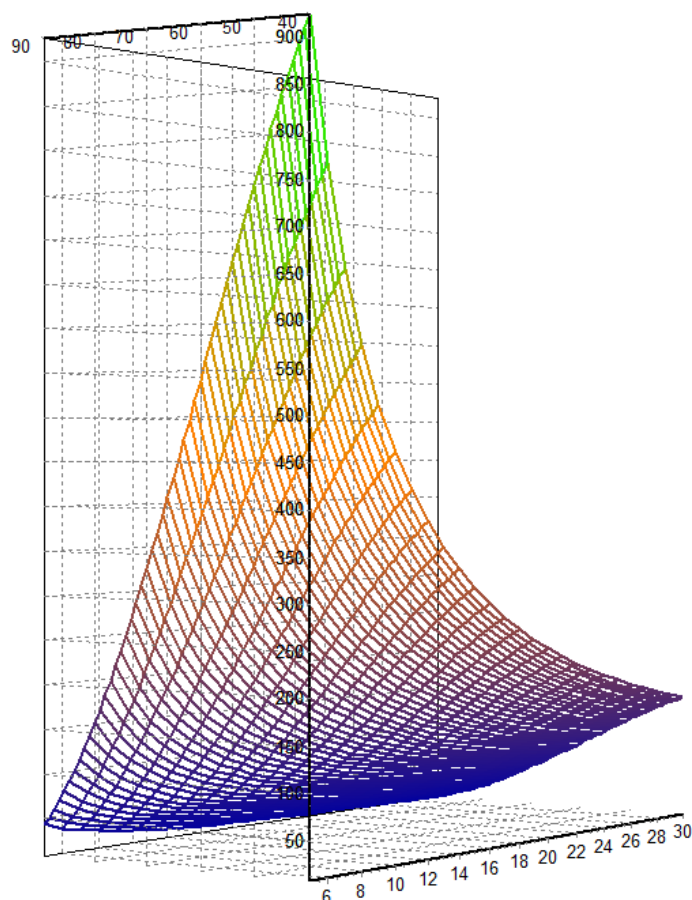


Рис. 3. 3-D зависимость времени до прорыва нефти из оторочки от дебита и вскрытия пласта

В данной работе был рассмотрен процесс конусообразования, а также методика расчёта времени прорыва нефти из оторочки к забою газовой скважины при опережающей разработке газовой шапки. На основании анализа различных методик расчета была составлен алгоритм по уточненной методике А.П. Телкова. По составленному алгоритму был разработан программный продукт, позволяющий рассчитывать время прорыва нефти из оторочки к забою газовой скважины и строить двухмерные и трехмерные графические зависимости между ключевыми величинами. Интерпретация результатов вычислительного эксперимента позволила сделать ряд важных выводов. Главным фактором, влияющим на процесс конусообразования, является дебит добывающей скважины – больший дебит приводит к ускорению процесса образования конуса. Таким образом, выбор оптимального дебита добывающей скважины, это главный способ контроля за процессом конусообразования. Немаловажным показателем является относительное вскрытие пласта, а также свойства самих пластовых флюидов.

Таким образом, в данной работе была освещена проблематика процесса конусообразования и проведен анализ расчета основных параметров данного процесса.

Литература:

1. Телков А.П., Стеклянин Ю.И. Образование конусов воды при добыче нефти и газа. – М.: Недра, 1965. – 205 с.
2. Телков А.П. Подземная гидрогазодинамика. – Уфа: Башиздат, 1974. – 224 с.
3. Телков А.П., Грачёв С.И. Гидромеханика пласта применительно к прикладным задачам разработки нефтяных и газовых месторождений: учебное пособие. В 2 ч. Ч. II – Тюмень: ТюмГНГУ, 2009. – 352 с.

ПРИМЕНЕНИЕ КОГНИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ СЕРВИСОМ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

В.А. Корчагин, В.Н. Красовский
Россия, г.Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет
waxwork@nt.ru

Указом Президента РФ от 7 июля 2011 года, утвержден перечень критических технологий Российской Федерации. Среди прочих технологий, в этот перечень вошли технологии интеллектуальных систем управления на транспорте, и когнитивные технологии [1].

В публикациях, касающихся современных аппаратно–программных средств, для различного рода вычислений, все чаще встречаются словосочетания когнитивные технологии (с англ. "cognitive technology") и когнитивные системы (с англ. "cognitive system").

Когнитивные технологии "имитируют" мыслительную деятельность человека. Они, как правило, основаны на моделях с нечеткой логикой (*fuzzy logic*) и на нейронных сетях (*neural networks*).

Искусственные нейронные сети (ИНС) – математические модели, а также их программные или аппаратные реализации, построенные по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей – сетей нервных клеток живого организма. Это понятие возникло при изучении процессов, протекающих в мозге, и при попытке смоделировать эти процессы. Первой такой попыткой были нейронные сети Маккалока и Питтса [2][3].

В настоящее время, ИНС проектируется в автономно работающем программном обеспечении, которое способно обрабатывать многомерные входные данные в режиме реального времени. Таким образом, благодаря различным алгоритмам обучения, сеть адаптируют под решение определенного ряда задач:

- задачи прогнозирования (обобщенно–регрессионная нейронная сеть) – сеть обучается предсказывать одну из переменных, используя другие. Разница между предсказанием и измерением используется, например, чтобы отличить исправно работающий двигатель от неисправного. Например, используя ИНС, мы можем с высокой степенью точности обнаружить ошибки датчика абсолютного давления впускного коллектора (V_s) и клапана системы рециркуляции отработавших газов (V_a). Во впускном коллекторе двигателя, схематически изображенном на рис. 1, скорость массового расхода воздуха (V_i), рециркуляция отработавших газов (V_a), обороты

двигателя (V_o) и абсолютное давление (V_s) связаны уравнением динамики первого порядка:

$$dV_s / dt = F(V_i, V_o, V_a, V_s) \quad (1)$$

Во многих транспортных средствах датчики измеряют данные переменные. Благодаря взаимосвязи этих переменных и фиксации их изменений во времени, мы можем выявлять неисправности датчиков. Таким образом, к примеру, контролируя переменную V_s , мы способны с высокой точностью обнаруживать ошибки в переменной V_a [4].

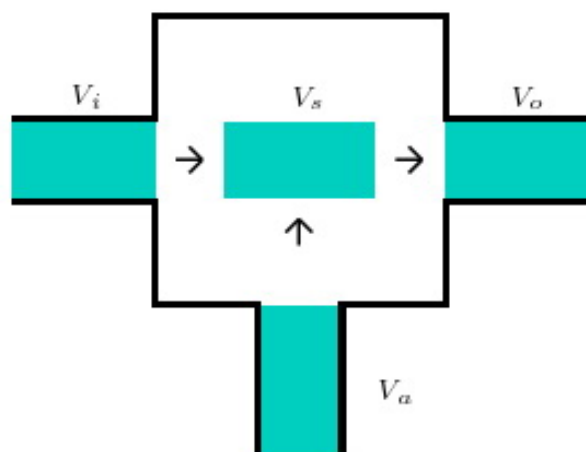


Рис. 1. Схема циркуляции потоков в двигателе

- задачи классификации (например, нейронная сеть Кохонена) – формализованные задачи, в которых имеются множество объектов, разбитые на классы по ряду общих признаков. Например, распределение агрегатов автомобилей и специальной нефтегазопромысловой техники (СНГПТ), поступивших в ремонтный фонд, по классам, в зависимости от результатов предремонтного диагностирования и типов выявленных дефектов (признаковое описание).
- задачи кластерного анализа – задачи разбиения объектов на подмножества (кластеры). В отличие от задачи классификации, в кластерном анализе не используется признаковое описание объектов, т.к. цель заключается в выявлении групп однородных объектов, сходных между собой и резко отличающихся друг от друга.
- задачи управления. Сюда входит использование адаптивных систем управления, которое заключается в систематизации средств сбора сведений о контролируемом объекте и воздействии на него с целью достижения определенных результатов. Например, для оптимизации ресурсов и снижения затрат на ТО и ремонт автомобилей в условиях автотранспортного предприятия, использование системы комплексного управления основными фондами – ЕАМ – это прикладное программное обеспечение управления основными фондами предприятия в рамках стратегии ЕАМ [5]. Его применение ориентировано на сокращение затрат на техническое обслуживание, ремонт и материально–техническое обеспечение без снижения уровня надёжности, либо повышение производственных параметров без увеличения затрат. ЕАМ–системы позволяют согласованно управлять следующими процессами [6]:
 - техническое обслуживание и ремонт;
 - материально–техническое снабжение;
 - управление складскими запасами

- управление финансами, качеством и трудовыми ресурсами в части технического обслуживания, ремонтов и материально-технического обеспечения.
- прочие задачи.

Таким образом, применение когнитивных технологий на предприятиях автомобильного транспорта и СНГПТ позволяет комплексно решать задачи оптимизации распределения ресурсов, классификации объектов ремонта и сбора данных, задачи прогнозирования, а также, задачи организации предприятия в целом.

Литература:

1. Указ Президента РФ от 7 июля 2011 г. № 899 «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники и перечня критических технологий Российской Федерации»
2. Мак-Каллок У. С., Питтс В. Логическое исчисление идей, относящихся к нервной активности // В сб.: «Автоматы» под ред. К. Э. Шеннона и Дж. Маккарти. — М.: Изд-во иностр. лит., 1956.
3. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс] Искусственная нейронная сеть. Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org> свободный.
4. Dong D. W., Hopfield J. J., Unnikrishnan P. Neural Networks for Engine Fault Diagnostics. — Pasadena, CA 91125, Computation and Neural Systems California Institute of Technology
5. ČSN IEC 60300-3-11, Management spolehlivosti. Část 3-11: Návod na použití – Údržba zaměřená na bezporuchovost
6. Стандарт PAS 55 — Британский институт стандартов.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА УТИЛИЗАЦИИ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА В СИСТЕМЕ ПРОМЫСЛОВОГО СБОРА НЕФТИ

В. Е. Костин, В. Г. Логачев
*Россия, г. Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет*
kostin@tsogu.ru

В настоящее время ежегодно во всем мире сжигается колоссальный объем попутного нефтяного газа (ПНГ). На прошедшем 28 июня 2006 года в Москве международном Круглом столе его оценили в 110 млрд. куб. м. Однако расчетный объем ежегодного сжигания ПНГ на основании спутниковых данных составил в 2006 году 162 млрд. куб. м. для всего мира и 50 млрд. куб. м. для России в частности. В 2010 году расчетный объем на основании спутниковых данных для России снизился до 35,2 млрд. куб. м., однако Россия продолжает занимать первое место по сжиганию ПНГ в мире далеко опережая остальные страны (второе место занимает Нигерия с объемом сожженного в 2010 г. ПНГ 15,2 млрд. куб. м.) [1]. Сжигание ПНГ на факельных установках приводит к значительным выбросам твердых загрязняющих веществ и ухудшению экологической обстановки. Кроме этого сжигание ПНГ ведет и к экономическим потерям.

Основным фактором нерационального использования ПНГ является нахождение большинства нефтегазовых месторождений в отдалении от населенных

пунктов и магистральных газопроводов (либо отсутствует доступа к ним), что делает невозможным транспортировку ПНГ и прямое использование тепловой энергии, выделяющейся при сжигании ПНГ, в жилищно-коммунальном хозяйстве.

Наиболее экономически эффективным решением проблемы утилизации является использование ПНГ в энергетике в системах промышленного сбора и подготовки нефти. Это позволяет не только улучшить экологическую ситуацию, но и решить проблему энергоснабжения промыслов нефтяных компаний (пример утилизации ПНГ с выработкой электроэнергии приведен на рисунке 1).

Наиболее распространенными способами утилизации ПНГ с выработкой электрической энергии на месторождении в настоящее время является использование газопоршневых или газотурбинных электростанций. Однако большинства газопоршневых электростанций при утилизации ПНГ не работают на своих расчетных режимах. Указанные проблемы возникают вследствие того, что газопоршневые электростанции по конструкционным материалам и условиям теплообмена рассчитаны для работы на топливном газе низшей теплотворной способностью не более 34-36 МДж/куб. м. Попутный газ имеет низшую теплоту сгорания: 42-60 МДж/куб. м, в зависимости от компонентного состава.

Газотурбинные установки (ГТУ) отличаются меньшей требовательностью к очистке топлива, однако электрическая мощность ГТУ сопоставима с производимой ей тепловой энергией. В большинстве случаев в качестве рабочей турбины ГТУ применяется авиационная турбина, требующая большой мощности. При снижении мощности ГТУ также падает и КПД. Все эти особенности газотурбинных установок делают невозможным их использование для утилизации попутного нефтяного газа на малых месторождениях, в удалении от населенных пунктов, [2,3].

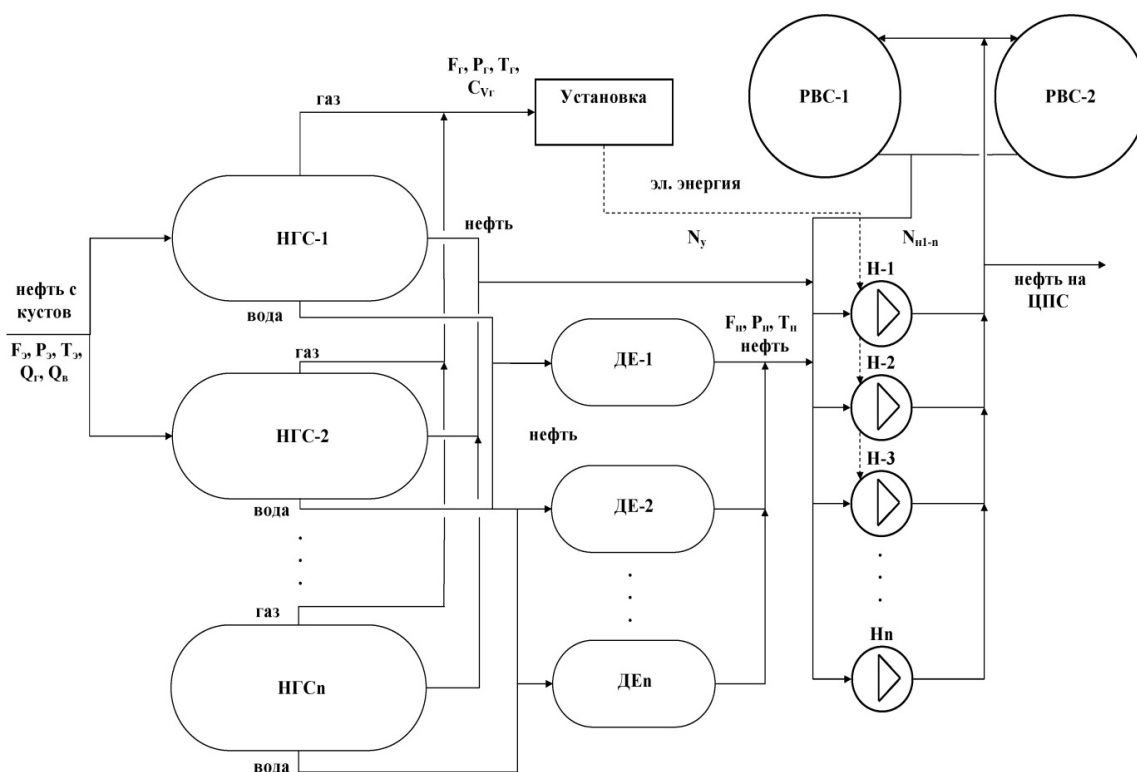


Рис. 1. Структурная схема утилизации ПНГ в системе промышленного сбора нефти

Таким образом, способ утилизации ПНГ с выработкой электрической энергии в системах промыслового сбора и подготовки нефти должен соответствовать следующим требованиям:

- использование ПНГ без предварительной очистки;
- отсутствие необходимости в системе охлаждения или утилизации значительной части тепла;
- возможность применения для использования различных (малых или больших) объемов ПНГ.

Указанным требованиям соответствует разработанный способ преобразования тепловой энергии [4], который включает следующие операции:

- политропное сжатие рабочего тела;
- накопление рабочего тела в ресивере;
- изохорный нагрев рабочего тела в теплообменном резервуаре;
- истечение рабочего тела с расширением и совершением полезной работы.

На рисунке 2 представлено изображение принципиальной схемы установки для реализации предложенного способа с одним теплообменным резервуаром, (которых может быть несколько), где: 1 – компрессор, 2 – ресивер, 3 – теплообменный резервуар (ТОР), 4 – преобразователь кинетической энергии (например, турбина), 5 – электрогенератор.

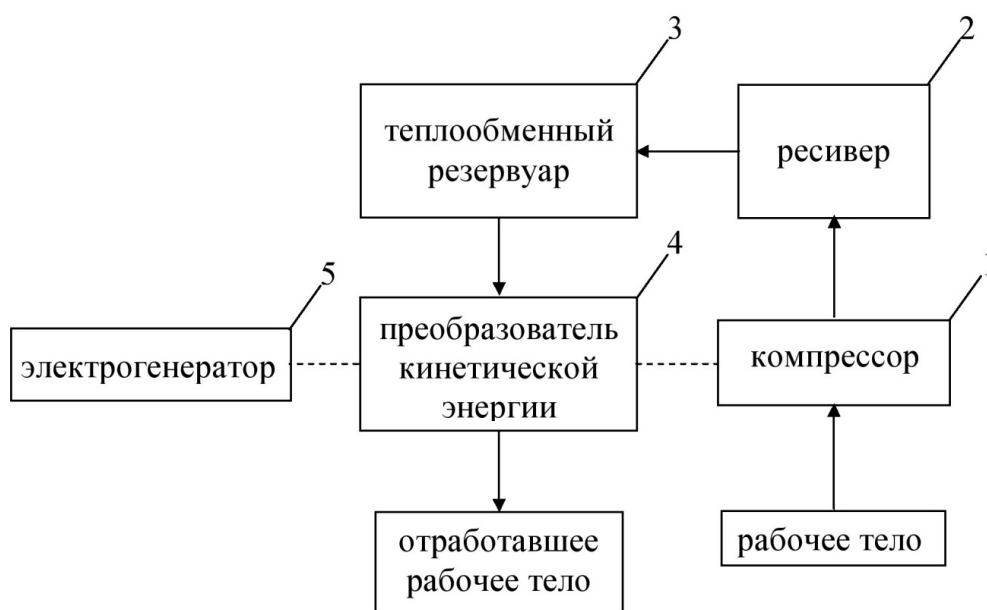


Рис. 2. Структурная схема установки

Для определения оптимальных параметров установки, реализующей способ преобразования тепловой энергии, выделяемой при сжигании ПНГ используется имитационная математическая модель, структура модели указана на рисунке 3.

На рисунке 3 приняты следующие обозначения переменных:

P – давление; T – температура; N – мощность; A – работа; G – массовый расход; Q – теплота; v – скорость; M – механический момент; w – угловая скорость вращения

вала турбины; f – площадь сечения; k – показатель адиабаты; m – масса; V – объем (кроме V_k – объемный расход компрессора); α, β, φ – вычисляемые коэффициенты;

и индексов:

atm – значение, соответствующее атмосферному; k – значение, характеризующее компрессор; r – значение, характеризующее ресивер; $c(n)$ – значение, характеризующее (n -ый) теплообменный резервуар; q – общая теплота; rt – значение, характеризующее РТ; t – значение, характеризующее турбину; eg – значение, характеризующее электрогенератор; $orderin$, $orderout$ – порядок наполнения и истечения РТ в (из) TOP соответственно.

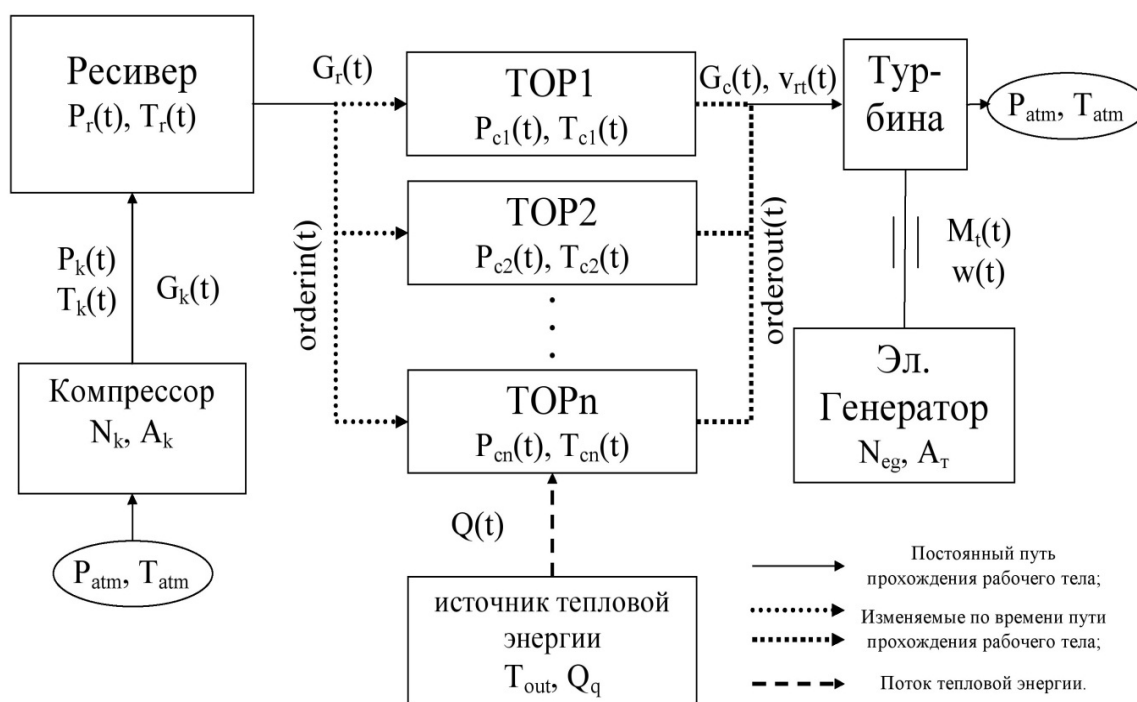


Рис. 3. Структурная схема энергетической установки с переменными состояниями рабочего тела

Используемые в моделировании параметры T_{out} и Q_q вычисляются на основании данных об объеме и составе ПНГ, которые могут изменяться не только от месторождения к месторождению, но и во время эксплуатации одного месторождения.

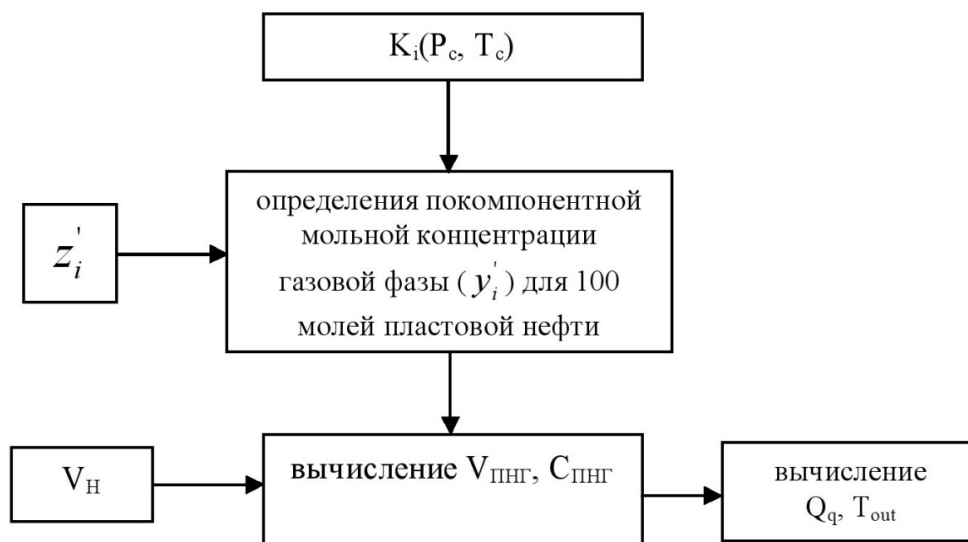
Для расчёта объема и состава ПНГ используется метод определения покомпонентной мольной концентрации газовой фазы (y'_i) для пластовой нефти (рисунок 4) путем итерационного решения уравнения (1):

$$y'_i = \frac{z'_i \cdot K_i}{1 + (K_i - 1) \cdot N'} \quad (1)$$

где: z'_i – мольная доля i -го компонента в пластовой нефти;

K_i – константы фазового состояния, зависящие от давления сепарации (P_c) и температуры сепарации (T_c);

N' – мольная доля отгона.



V_H – объем пластовой нефти; $V_{\text{ПНГ}}$ – объем ПНГ; $C_{\text{ПНГ}}$ – теплотворная способность ПНГ

Рис. 4. Структурная схема вычисления параметров ПНГ

Литература:

1. Кутепова Е.А., Книжников А.Ю., Кочи К.В. Проблемы и перспективы использования попутного нефтяного газа в России: ежегодный обзор. вып. 3. – М.: WWF-Россия, КПИМГ, 2011. – 43 с.
2. Костин В.Е., Логачев В.Г. Проблема использования нефтяного попутного газа и перспективы ее решения. Проблемы инновационного развития нефтегазовой индустрии": Научно-практическая конференция, - Алматы: КБТУ, 2007 г.
3. Костин В. Е., Логачев В. Г. Анализ структуры получения электрической энергии из попутного нефтяного газа. Известия высших учебных заведений. Нефть и газ № 1 2011 г. Издательство ТюмГНГУ 2011.
4. Логачев В.Г., Костин В.Е., Логачев С.В., Логачев И.В. RU 2 355 900 C2, F02C 1/00. Способ преобразования тепловой энергии. опубл. 20.05.2009, Бюл. № 14.
5. Фоминых О.В., Леонтьев С.А. Метод расчета газосодержания. Территория нефтегаз. – 2010. – № 10.

СПОСОБЫ БОРЬБЫ С ОБРАЗОВАНИЕМ ПЕСЧАНЫХ ПРОБОК НА ЗАБОЯХ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

А.И. Мамчистова, А.В. Ожгибесова
 Россия, г.Тюмень, Тюменский государственный
 нефтегазовый университет
 666alex999@mail.ru
 Shinigami666@list.ru

Истощение мировых запасов нефти и газа заставляет более внимательно относиться к возможности освоения слабосцементированных залежей углеводородов, и в первую очередь залежей, приуроченных к верхнеаптсеноманскому нефтегазовому комплексу.

Одним из резервов увеличения добычи нефти и газа является разведка и разработка газонефтяных залежей, сложенных слабосцементированными коллекторами. В процессе эксплуатации продуктивных пластов, сложенных из рыхлых и слабосцементированных песчаников, вместе с жидкостью и газом к забою скважины поступает значительное количество песка, которое с течением времени накапливается на забое. В результате образуется пробка. Наличие на забое такого рода образований препятствует притоку флюида в скважину.

Выделяют сплошные или забойные пробки, состоящие из сплошного столба песка, и патронные – из перемежающихся столбов песка, жидкости или газа. Кроме того, существуют еще ползучие пробки, чистка которых затруднена из-за непрерывного поступления песка к забою в результате устранения ранее имеющейся пробки.

В общем комплексе мероприятий, производимых на промыслах для определения правильного технологического режима эксплуатации скважин, важное место занимают работы, связанные с поддержанием технического состояния забоев скважин, свободных от песчаных пробок. Время необходимое для проведения ремонтных работ по очистке забоя скважин занимает почти половину от всего времени, необходимого для капитального ремонта скважин. Вследствие чего, проведение мероприятий, позволяющих ускорить процесс ликвидации пробок на забоях скважин, является весьма актуальным вопросом. С целью предотвращения пескопроявления были созданы разнообразные барьеры между пластом и скважиной, препятствующие притоку флюида в скважину.

Образование песчаных пробок на забое и засоренияпризабойной зоны пласта (ПЗП) при эксплуатации газовых и газоконденсатных месторождений зависит от множества факторов, которые способствуют образованию песчаных пробок на забоях скважины:

- 1) допущения вблизи скважины слишком больших скоростей фильтрации- увеличение скоростей фильтрации и недостаточные скорости подъема жидкости в стволе скважины. В результате основная масса песка оседает на забое, постепенно перекрывая фильтровую зону дляпритока жидкости в скважину;
- 2) влияние бурового раствора на цементирующий материал, скрепляющий зерна песка;
- 3) ударные нагрузки на ПЗП при кумулятивной перфорации;
- 4) темпы отбора флюидов. Однако, пробка может и не образоваться, если скорость флюида в подъемных трубах будет выше критической ((равной скорости падения песчаного материала в жидкости под действием силы тяжести);
- 5) изменения рабочего давления и дебита скважины (снижение рабочего давления с одновременным сокращением дебита свидетельствует об образовании песчаной пробки на забое скважины; резкое повышение рабочего давления и сокращение подачи жидкости указывает на возможность образования песчаной пробки непосредственно в подъемных трубах или же на засорение песком выкидной линии);
- 6) диаметр и глубина спуска фонтанных труб, характера изменения продуктивного перфорированного интервала;
- 7) величина депрессии на пласт;
- 8) физико-химические свойства поступающей к забою скважины жидкостей (незначительное содержание воды в продукции скважины, в особенности, когда насосно-компрессорные трубы погружены до верхних отверстий фильтра или несколько выше их);
- 9) остановки в работе скважин.

Наличие пробок на забоях влечет снижение продуктивности скважин и не позволяет поддерживать темпы отбора флюида на должном уровне.

Проблема с песчаными пробками решается на всех этапах эксплуатации скважины – от начального вскрытия, освоения и эксплуатации скважины до окончания выработки пласта.

Газ имеет значительно более низкую вязкость, чем вода или, тем более, тяжелая, смолистая нефть. Газовый пласт, сложенный слобосцементированными песчаниками, может быть подвержен более значительным депрессиям, поэтому в процессе разработки газового месторождения по мере отбора газа происходит стягивание контура водоносности или подъем подошвенной воды, благодаря чему вода подтягивается к эксплуатационной газовой скважине и, в конце концов, поступает на забой. Если песчаник сцементирован глинистым или известковым материалом, то вода по мере поступления в скважину постепенно вымывает этот материал, способствуя разрушению пласта даже при более низких депрессиях.

На практике полностью предотвратить вынос песка из ПЗП в ствол скважины невозможно. Спустя некоторое время песок будет накапливаться в стволе, образуя песчаную пробку.

Вынос песка из пласта приводит к нарушению устойчивости пород в ПЗП, к обвалу пород и, как следствие, к деформациям эксплуатационных колонн и нередко к выходу из строя скважин. Избежать разрушения пород позволит уменьшение дебита до определенного допустимого уровня, при этом будет наблюдаться уменьшение скорости фильтрации, депрессии и, как следствие, напряжения в породе. Однако в условиях слабосцементированных пород эксплуатация скважин при таких режимах нередко оказывается экономически нерентабельной. Поэтому в основном на практике применяют различные забойные фильтры или осуществляют крепление пород в ПЗП.

Удаление пробки с забоя скважины требует трудоемких ремонтных работ, что связано с потерями газа. При выявлении причин пескопроявлений при заканчивании эксплуатации скважин, а также влияния песчаной пробки на забой скважины было установлено, что пескопроявления могут играть и положительную роль, например, при эксплуатации продуктивных малопроницаемых пластов небольшой толщины, когда вынос песка и частичек разрушенных пород приводит даже к увеличению проницаемости ПЗП и дебита скважины.

Методы эксплуатации газовых и газоконденсатных пескопроявляющих скважин можно условно разделить на две группы:

- 1) эксплуатация скважин с выносом песка на поверхность. Эта группа методов характеризуется применением различных технико-технологических решений по обеспечению очистки ПЗП пласта.
- 2) эксплуатация скважин с ограничением (предотвращением) выноса песка из пласта. Эти методы борьбы с пескообразованиями являются более эффективными. В зависимости от плотности и величины пробки, состояния скважины и характеристики пласта применяемые методы условно делят на три группы:
 - химические методы, основанные на закачке в пласт веществ, впоследствии твердеющих и цементирующих песок;
 - механические методы, предполагающие создание искусственных перемычек, предотвращающих доступ песка в скважину;
 - комбинированные методы, предполагающие использование механических фильтров и химическое закрепление зерен песка.

Химические методы основаны на искусственном закреплении пород в ПЗП смолами, цементом с соответствующими наполнителями, пластмассами и др. При этом коллекторские свойства пласта не должны ухудшаться. К химическим методам относится закачка в пласт различных составов на основе минеральновязущих средств, полимеров, фенольных смол, но все они, как правило, прошли лишь лабораторные испытания.

Химические методы слабосцементированных пород различаются по способу отверждения вязущего вещества.

Выделяют:

1. Однокомпонентные составы, технология которых заключается в нагнетание в обрабатываемый интервал вязущего вещества совместно с катализатором, в предположении, что химическая реакция произойдет под воздействием какого-либо из факторов (время, температура, и др.).
2. Многокомпонентный способ крепления, в основе которого лежит раздельное нагнетание технологических жидкостей в обрабатываемый интервал.

Существующие химические методы борьбы с выносом песка из-за небольшой длительности действия во времени не всегда эффективны. Кроме того, если вынос песка прекращается на определенный срок, то вынос воды продолжается, хотя и в меньших количествах.

Поэтому предпочтение отдается механическим способам предотвращения выноса песка, поскольку они обеспечивают прогнозируемую техническую политику и удовлетворяют требованиям безопасности.

К данному способу предупреждения выноса песка в ствол скважины относятся:

- установка на забое скважины противопесочных фильтров различной конструкции;
- чистка желонкой – проведение циклов спуска желонки на забой скважины и подъема ее на поверхность с освобождением от выносимого песка;
- промывка - разрушение и вынос на поверхность пробки, промывочной жидкостью, циркулирующей в системе спущенных до пробки промывочных труб и затрубного пространства. По мере того, как ствол скважины очищается от пробки, колонну промывочных труб наращивают и опускают в скважину;
- очистка сжатым воздухом (аналогична промывке скважин);
- разбуривание трубобуром или ротором - механическое разрушение пробки. Этот способ применяют при особо твердых и крепких, сильносцементированных пробках, которые невозможно ликвидировать чисткой или промывкой.

Наиболее широко применяются гравийно-намывные фильтры. Задержание пластового песка в фильтрах такой конструкции осуществляется в слое пористой среды, образованной гравийной набивкой между каркасом фильтра и эксплуатационной колонной. Использование таких фильтров позволяет предупреждать проникновение песка в обсыпку путем задерживания частиц по внешнему контуру, а также задерживание наиболее крупных фракций песка по внешнему контуру обсыпки и внутри неё.

Чистку пробок желонками рекомендуется проводить в скважинах малой глубины при неплотной и невысокой пробки, при негерметичной эксплуатационной колонне. Так как сам по себе процесс чистки скважин желонкой является весьма

трудоемким, предпочтение во всех случаях, когда это возможно, отдается ликвидации пробки промывкой.

В настоящее время также часто применяют прямую и обратную промывки песчаных пробок. Незначительное распространение на промыслах получили комбинированная и непрерывная промывки.

Прямая промывка

При прямой промывке скважин промывочную жидкость нагнетают в скважину через промывочные трубы, спущенные до пробки, выходя из них, промывочная жидкость разрушает пробку и выносит ее по кольцевому пространству между эксплуатационной колонной и промывочными трубами на дневную поверхность.

Прямая промывка требует большого количества промывочной жидкости, что связано со значительным повышением давления на выкиде.

Обратная промывка

В ряде случаев скорости восходящей струи промывочной жидкости при прямой промывке оказываются настолько незначительными, что не обеспечивают выноса на поверхность крупных частиц песка. В этом случае применяют обратную промывку.

При использовании этого метода промывочная жидкость поступает в кольцевое пространство между эксплуатационной колонной и промывочными трубами, через которые вместе с жидкостью на поверхность выносятся размытая порода.

Обратной промывкой обычно широко пользуются при ликвидации пробок, сложенных из рыхлых песков. Такая промывка обеспечивают вынос на поверхность более крупных фракций песка.

Однако иногда нет возможности использовать этот способ. В таких случаях применяют струйные аппараты, позволяющие производить промывку без давления на пласт со скоростью, почти равной скорости обычной промывки.

Комбинированная и непрерывная промывки

При комбинированном способе промывки используются преимущества как прямой, так и обратной промывок, а именно: для размыва пробки промывочную жидкость нагнетают в промывочные трубы и для быстрого выноса размытой части песка на дневную поверхность переключением кранов на устье скважины нагнетают промывочную жидкость в кольцевое пространство. После выноса песка этот процесс повторяют до тех пор, пока не будет ликвидирована вся пробка в скважине. Комбинированный способ промывки применяют в случаях особо плотной пробки.

Существует еще и другой способ непрерывной промывки, проводимый с применением специальных муфт с шарнирным клапаном, при помощи которых движение промывочной жидкости на время наращивания очередного колена труб совершенно не прерывается.

Опыт показывает, что промывка водой песчаных пробок в скважинах, дающих безводную нефть или нефть с незначительным количеством воды, в ряде случаев приводит к резкому снижению проницаемости призабойной зоны скважин.

Ликвидация песчаных пробок сжатым воздухом

Этот способ рекомендуется в поглощающих скважинах с низким уровнем жидкости. Очистку пробок сжатым воздухом можно производить как в вертикальных, так и в наклонных скважинах, эксплуатируемых компрессорным и глубинонасосными способами, в которых особенно часты пробкообразования. Схема оборудования устья скважины аналогична схеме оборудования для обратной промывки. Несколько отличается лишь воздухоподводящая линия.

Способ очистки сжатым воздухом дает возможность очищать скважину от песка, находящегося ниже фильтра, что увеличивает межремонтный период скважины и способствует росту добычи нефти. Кроме того, значительно ускоряется процесс самой очистки скважины от пробки.

Литература:

1. Басарыгин Ю.М., Зинченко И.А. Теория и практика предупреждения осложнений и ремонта скважин при их строительстве и эксплуатации; справочное издание. – М.: Недра, 2000. – 414 с.
2. Клещенко И.И., Зозуля Г.П. Теория и практика ремонтно-изоляционных работ в нефтяных и газовых скважинах. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2009. – 24с.
3. Мадера Р.С. Комплексная механизация подземного ремонта нефтяных скважин. – М.: Гостоптехиздат, 1956. – 239 с.
4. Гасумов Р.А. Проведение капитального ремонта в скважинах на месторождениях Крайнего Севера, предотвращающего образование песчаных пробок и разрушение призабойной зоны пласта: обзорная информация. – М.: ИРЦ Газпром, 2004. – 109 с.
5. Борьба с выносом песка: обзор заруб литры / ЦНИИТЭнефтегаз; сост. Никишина Л.А.; пер. Мартос В.Н., Раковский Н.Л. – М.: ЦНИИТЭнефтегаз, 1965. – 48 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ СКВАЖИН ПРИ ОБРАЗОВАНИИ НА ЗАБОЕ ПЕСЧАНОЙ ПРОБКИ

*А.И. Мамчистова, Е.А. Петелина
Россия, Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет
666alexa999@mail.ru
Jen91@mail.ru*

При разработке газовых и газоконденсатных месторождений период падающей добычи, как правило, сопровождается осложнениями в работе скважин. Наиболее частые из них: накопление воды на забое скважин, образование песчано-глинистых пробок, снижение скорости потока флюида, разрушение призабойной зоны, деформация эксплуатационных колонн и др.

Снижение производительности скважин в результате образования песчаных пробок не только изменяет технологический режим работы скважин, но и в целом влияет на основные показатели разработки месторождения. Образующиеся на забое скважины песчано-глинистые пробки, постепенно перекрывают интервал перфорации и уменьшают вскрываемую эффективную толщину пласта, что существенно влияет на снижение дебита газа.

После неоднократного проведения ремонтов по удалению из скважины песчаных пробок ускоряется разрушение призабойной зоны с интенсивным выносом песка в скважину, в результате скважины выбывают из действующего фонда.

Для расчета оптимального режима необходимо вычислить дебит, при котором будет обеспечиваться вынос жидкости с забоя скважины, так называемый минимальный дебит скважины до самозадавливания. При этом необходимо учитывать изменение свойств газа и жидкости в зависимости от изменения давления и температуры. При падении давления на устье скважины и снижении температуры газа скорость потока может оказаться недостаточной для подъема жидкости по стволу скважины.

Эксплуатация скважины является безопасной, если давление, время его падения и восстановления, а также дебит за равные промежутки времени не увеличиваются. В случае возрастания этих параметров следует выяснить причины их появления и принять меры по устранению.

Следующим шагом является определение максимально-допустимого дебита газа. Значение данного дебита определяется в результате проведения газодинамических исследований – дебит скважины при проведении газодинамических исследований, при котором обеспечивается максимально допустимая депрессия на пласт и максимально допустимое наличие механических примесей принимается за максимально допустимый дебит скважины.

Определяется рабочий дебит скважины в диапазоне минимально и максимально допустимого дебита на скважине. В случае, когда значение максимально допустимого дебита газа ниже, но не менее чем на 50 %, необходимо рассмотреть возможность эксплуатации скважины с применением поверхностно-активных веществ или периодическими продувками в атмосферу, иначе следует приостановить работу скважины.

Таким образом, если при выборе технологического режима дебит окажется выше минимально допустимого, то существует большая вероятность образования песчаной пробки и/или самозадавливания скважины.

Основными задачами, решаемыми при эксплуатации газовых скважин с пескопроявлениями на забое, с одной стороны, являются предотвращение образования песчаных пробок за счет ограничения дебита скважин; с другой стороны, выбор такого дебита скважины, при котором обеспечивался бы вынос частиц песка с забоя, на поверхность, к устью скважины.

Если снижение дебита скважины для предотвращения образования песчаных пробок окажется намного меньше потенциального дебита скважины, то необходимо решать вопрос о защите призабойной зоны скважины от попадания песка и образования песчаных пробок с сохранением высокого дебита скважины.

Литература:

1. Гасумов Р.А., Гейхман М.Г. Проведение капитального ремонта в скважинах месторождений Крайнего Севера, предотвращающего образование песчаных пробок и разрушение призабойной зоны пласта. – Москва, 2004. – С. 3-12.
2. Крылов Г.В., Лапердин А.Н., Маслов В.Н. Совершенствование методов геологического изучения, анализа и проектирования разработки газовых месторождений севера Западной Сибири. – Новосибирск: Издательство сибирского отделения Российской академии наук, 2005. – С. 24-25

ПРИМЕНЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В БУРЕНИИ

*А.С. Пичуев
Россия, г. Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет
akasnick@rambler.ru*

Для построения математических моделей, устанавливающих связь $y=f(x)$ в бурении, используют методы корреляционно-регрессионного анализа.

Корреляционный анализ является одним из методов статистического анализа взаимосвязи нескольких признаков. Он определяется как метод, применяемый тогда, когда данные наблюдения можно считать случайными и выбранными из генеральной совокупности, распределенной по многомерному нормальному закону. Основная задача корреляционного анализа (являющаяся основной и в регрессионном анализе) состоит в оценке уравнения регрессии.

Корреляция – это статистическая зависимость между случайными величинами, не имеющими строго функционального характера, при которой изменение одной из случайных величин приводит к изменению математического ожидания другой.

Корреляция делится на несколько видов:

Парная корреляция – связь между двумя признаками (результативным и факторным или двумя факторными).

Частная корреляция – зависимость между результативным и одним факторным признаками при фиксированном значении других факторных признаков.

Множественная корреляция – зависимость результативного и двух или более факторных признаков, включенных в исследование.

Корреляционный анализ имеет своей задачей количественное определение тесноты связи между двумя признаками (при парной связи) и между результативным признаком и множеством факторных признаков (при многофакторной связи).

Теснота связи количественно выражается величиной коэффициентов корреляции. Коэффициенты корреляции, представляя количественную характеристику тесноты связи между признаками, дают возможность определить «полезность» факторных признаков при построении уравнений множественной регрессии. Величина коэффициентов корреляции служит также оценкой соответствия уравнению регрессии выявленным причинно-следственным связям.

Корреляция и регрессия тесно связаны между собой: первая оценивает силу (тесноту) статистической связи, вторая исследует ее форму. И корреляция, и регрессия служат для установления соотношений между явлениями и для определения наличия или отсутствия связи между ними.

Для построения уравнения регрессии прочности цементного камня при испытании на изгиб на основе метода, описанного в книге А.Х. Мирзаджанзаде, С.А. Ширинзаде [1] был создан алгоритм и программно реализован в объектно-ориентированной среде разработки Borland Delphi.

Для расчетов использовались результаты экспериментов по изучению прочности цементного камня двухсуточной прочности y (в Па) при испытании на изгиб в зависимости от содержания песка x_1 (в %), содержания воды x_2 (в %) в тампонажном растворе и температуры твердения x_3 (в °C) (табл. 1).

Таблица 1

y	x_1	x_2	x_3
40	40	35	63,6
60	40	35	50,6
40	60	35	39,3
60	50	35	37,6
40	40	45	57,1
60	40	45	54,7
40	50	45	37,3
60	50	45	47,7

Для получения искомого уравнения регрессии необходимо выполнить следующую последовательность действий:

В многомерном случае, т. е. при $x(x_1, x_2, \dots, x_n)$, для построения уравнения регрессии линейного типа вычисляют коэффициенты корреляции y и $x_1, x_2, \dots, x_n$, а также коэффициенты взаимной корреляции факторов по формулам:

$$r_{yx_i} = \frac{1}{(N-1)\sigma_y\sigma_{x_i}} \sum_{j=1}^N (y_i - \bar{y})(x_{ij} - \bar{x}_j); \quad (1)$$

$$r_{x_i x_p} = \frac{1}{(N-1)\sigma_{x_j}\sigma_{x_i}} \sum_{j=1}^N (x_{ij} - \bar{x}_j)(x_{pj} - \bar{x}_p),$$

где x_{ij} и x_{pi} – значения j -го и p -го факторов в i -ом наблюдении;

$\bar{x}_j$ и $\bar{x}_p$ – среднее значение j -го и p -го факторов в выборке.

Далее оцениваются коэффициенты корреляции на основании критерия

$$\theta_r = \frac{|r_{yx_j}|}{1 - \sigma_r}; \quad \theta_r = \frac{|r_{x_j x_p}|}{1 - \sigma_r}; \quad (2)$$

$$\sigma_r = \frac{1 - r_{yx_j}^2}{\sqrt{N}}; \quad \sigma_r = \frac{1 - r_{x_j x_p}^2}{\sqrt{N}}. \quad (3)$$

Вычисленные значения нормированных коэффициентов корреляции сводятся в корреляционную таблицу (табл. 2).

Таблица 2

Факторы	y	x_1	x_2	...	x_k	Среднее значение	Среднеквадратическое отклонение
y	1	r_{yx_1}	r_{yx_2}	...	r_{yx_k}	$\bar{y}$	σ_y
x_1	r_{yx_1}	1	$r_{x_1 x_2}$	...	$r_{x_1 x_k}$	$\bar{x}_1$	σ_{x_1}
x_2	r_{yx_2}	$r_{x_1 x_2}$	1	...	$r_{x_2 x_k}$	$\bar{x}_2$	σ_{x_2}
...	...	...	...	...	...	...	...
x_k	r_{yx_k}	$r_{x_1 x_k}$	$r_{x_2 x_k}$	...	1	$\bar{x}_k$	σ_{x_k}

Вычисление коэффициентов в уравнении линейной регрессии вида

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_kx_k, \quad (4)$$

сводится к решению системы линейных уравнений относительно a_k ($k = 1..n$)

$$\begin{aligned} \sigma_y r_{yx_1} &= a_1 \sigma_{x_1} + a_2 r_{x_1x_2} \sigma_{x_2} + \dots + a_k r_{x_1x_k} \sigma_{x_k}; \\ \sigma_y r_{yx_2} &= a_1 r_{x_1x_2} \sigma_{x_1} + a_2 \sigma_{x_2} + \dots + a_k r_{x_2x_k} \sigma_{x_k}; \\ &\dots \\ \sigma_y r_{yx_k} &= a_1 r_{x_1x_k} \sigma_{x_1} + a_2 r_{x_2x_k} \sigma_{x_2} + \dots + a_k \sigma_{x_k}. \end{aligned} \quad (5)$$

Коэффициент a_0 вычисляется по формуле

$$a_0 = \bar{y} - \sum_{j=1}^k a_j \bar{x}_j, \quad (6)$$

где k – число переменных.

Корреляционная матрица на основании данных табл. 1 имеет следующий вид (табл. 3). В данной таблице использован пример учета парного произведения x_j , x_p в виде нового фиктивного фактора $x_4 = x_1x_2$, $x_5 = x_1x_3$ и $x_6 = x_2x_3$, который оказывается часто весьма полезным.

Таблица 3

	y	x_1	x_2	x_3	$x_4 = x_1x_2$	$x_5 = x_1x_3$	$x_6 = x_2x_3$	Среднее значение	Сред. кв. откл-е
y	1,143	-0,104	-0,997	0,089	-0,537	-0,004	-0,581	48,49	9,181
x_1	-0,104	1,143	0	0	0,994	0,964	0	50	10
x_2	-0,997	0	1,143	0	0,552	0	0,757	45	5
x_3	0,089	0	0	1,143	0	0,602	0,851	40	5
x_1x_2	-0,537	0,994	0,552	0	1,143	0,839	0,366	2250	517,204
x_1x_3	-0,004	0,964	0	0,602	0,839	1,143	0,449	2000	474,342
x_2x_3	-0,581	0	0,757	0,851	0,366	0,449	1,143	1800	302,076

Рассчитанные коэффициенты системы уравнений приведены в таблице 4.

Таблица 4

k	$\sigma_y r_{yx_k}$	$\sigma_{x_1} r_{x_1x_k}$	$\sigma_{x_2} r_{x_2x_k}$	$\sigma_{x_3} r_{x_3x_k}$	$\sigma_{x_4} r_{x_4x_k}$	$\sigma_{x_5} r_{x_5x_k}$	$\sigma_{x_6} r_{x_6x_k}$
1	-0,957	11,429	0	0	514,286	457,143	0
2	-9,157	0	5,714	0	285,714	0	228,571
3	0,814	0	0	5,714	0	285,714	257,143
4	-4,926	9,944	2,762	0	591,090	397,743	110,484
5	-0,036	9,637	0	3,012	433,684	542,105	135,526
6	-5,332	0	3,783	4,256	189,167	212,813	345,230

Решив систему уравнений методом Гаусса получаем искомые коэффициенты:

$$a_1 = -5,1; a_2 = -6,7; a_3 = -5,1; a_4 = 0,06; a_5 = 0,057; a_6 = 0,053.$$

Рассчитаем коэффициент a_0 по формуле 5: $a_0 = 462,65$.

Таким образом искомое уравнение регрессии имеет вид:

$$y = 462,65 - 5,1x_1 - 6,7x_2 - 5,1x_3 + 0,06x_1x_2 + 0,057x_1x_3 + 0,053x_2x_3$$

В таблице 5 приведено сравнение фактической прочности цементного камня и прочности, рассчитанной по уравнению регрессии.

Таблица 5

Фактические значения	Значения, рассчитанные по уравнению регрессии
63,6	63,787
50,6	50,412
39,3	39,113
37,6	37,788
57,1	56,914
54,7	54,888
37,3	37,488
47,7	47,513

Необходимо отметить, что добавление в модель новых фиктивных факторов $x_4 = x_1x_2$, $x_5 = x_1x_3$ и $x_6 = x_2x_3$ положительно отразилось на точности аппроксимации. При отсутствии фиктивных факторов средняя ошибка аппроксимации составила 7,3%, при добавлении одного фактора – 6%, двух факторов – 2,8%. Добавление же третьего фиктивного фактора снижает среднюю ошибку аппроксимации до 0,4%, что позволяет судить о высокой степени точности и отсутствии необходимости улучшения модели.

Таким образом, можно с уверенностью утверждать, что построение линейного уравнения регрессии по вышеизложенной методике можно успешно применять при исследовании параметров бурения, имеющих линейную зависимость.

Литература:

1. Мирзаджанзаде А.Х., Ширинзаде С.А. Повышение эффективности и качества бурения глубоких скважин. – М.: Недра, 1986. – 278 с.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

В.С. Погорелов

Россия, г. Тюмень, Тюменский государственный университет

pogorelov@mail.ru

Одной из проблем определения эффективности внедрения информационных систем является выбор методики оценки. В классической литературе, посвященной

вопросу оценки эффективности, она рассчитывается как отношение эффекта к затратам.

Затраты – совокупные затраты на приобретение, установку и конфигурирование, сопровождение и поддержку, а также затраты связанные с простоем оборудования во время технического обслуживания или устранения неисправностей.

Эффект – эффект, достигаемый при внедрении ИС. Однако из-за специфики использования, определить прямой эффект от их внедрения (во временных или финансовых показателях) затруднительно. Вследствие этого возникает задача выбора метода оценки, все множество которых можно разделить на 4 типа:

Затратные методы. Оценка производится не на основе измерения конечного продукта или результата, а на основе затраченных ресурсов или сил.

Методы оценки прямого результата. Методика оценивает прямой измеримый результат, например, снижение стоимости владения, повышение функциональности системы, снижение трудозатрат или появление побочного продукта основного производства.

Методы, основанные на оценке идеальности процесса. Такие методики базируются на статических или динамических сравнительных алгоритмах. Базовым показателем выбирается объект рассматриваемой системы, тогда идеальной считается информационная система с лучшими для отрасли показателями затрат на единицу выхода. Популярны также подходы на базе сравнения с альтернативным решением.

Квалиметрические подходы. Такие методики комплексно рассматривают информационную систему, организуют ее измерение и обрабатывают полученные результаты статистическими, социологическими и/или экспертными методами.

Затратные методы оценки

Котловой метод. Метод основан на определении соотношения объемов вложений в информационную систему, включая внедрение и сопровождение, с размерами предприятия и направлениями его бизнеса. Часто данное соотношение задается в виде максимально-допустимого объема вложений по отношению к годовому обороту компании, например не более 1% для небольших компаний и не более 3% для крупных.

Метод функциональной точки. Данный метод используется для приблизительной оценки стоимости создания и внедрения информационной системы в зависимости от требований пользователя. Каждое такое требование оценивается как по шкале трудности (легкие, средние и трудные), так и по шкале важности для пользователя. Требования представляются в виде вектора (функциональной точки) в многомерном пространстве. Далее в соответствии с гипотезой «компактности» предполагается, что чем ближе функциональные точки проектов друг к другу в пространстве требований, тем их параметры, включая и эффективность, более схожи. Соответственно в базе ранее внедренных проектов находится такой, чья функциональная точка ближе всего находится к проектируемой ИС, и предполагается, что их эффективности максимально близки.

Total cost of ownership (ТСО – совокупная стоимость владения). Данный метод предполагает количественную оценку на внедрение и сопровождение информационной системы. Модель ТСО позволяет разобраться в структуре расходов, связанных с ИС, и открывает широкие перспективы для их сокращения, также способствует выявлению текущих проблем, обеспечивает постоянную обратную связь в управлении затратами.

Методы оценки прямого результата

Потребительский индекс (Customer index). Этот метод предполагает оценку результатов внедрения ИС в виде совокупности индексов, отражающих положительные изменения в работе компании (увеличение доходов, снижение затрат, увеличение оборотов, увеличение клиентской базы и т.п.).

Applied information economics (AIE – прикладная информационная экономика) – методика аналогична потребительскому индексу, но в отличие от нее также предполагает оценку различных субъективных показателей, например, простота работы с системой, удовлетворенность клиентов и т.п.

Economic value sourced (EVS – источник экономической стоимости). Представляет собой оценку того, какую пользу ИС приносит компании при её использовании, оценивается по четырем показателям: увеличение доходов, повышение производительности труда, сокращение времени выпуска продуктов, снижение рисков.

Economic value added (EVA – экономическая добавленная стоимость). Данная методика предполагает определение эффекта как фактическую прибыль от использования ПО, которая равна чистой операционной прибыли за минусом стоимости капитала. Применительно к ИТ проектам EVA означает, что:

- при использовании капитала в ИТ проектах, необходимо учитывать его стоимость, за него необходимо платить также, как и за труд работников;
- предполагается, что ИТ-специалисты продают свои услуги другим подразделениям по рыночным расценкам.

Это позволяет рассматривать ИТ как центр прибыли, а не затрат, при этом четко отображая, как увеличиваются доходы.

Методики, основанные на идеальности процесса

Данные методы основаны на сравнении результатов внедрения ИС с уже существующими хорошими (идеальными) примерами. И предполагается, чем ближе мы приближаемся к этим примерам, тем выше эффективность внедряемой ИС. К таким методам относятся:

Среднеотраслевые результаты. В этом случае оценка результативности внедрения ИС проводится по сравнению со средними отраслевыми результатами. Эти результаты обычно приводятся в открытых публикациях и маркетинговых материалах.

Gartner Measurement (Гартнер-измерение). Согласно этому методу эффективность определяет, насколько данная информационная система соответствует нуждам пользователя. При этом ориентирование идет не только на внутренние возможности системы, но и на субъективное мнение клиентов и объективные данные различных вариантов внедрения. Для этого качественно оцениваются такие критерии как время, затраченное на настройку системы, реализованные функциональные возможности, среднее число пользователей на один сервер, среднее и пиковое число транзакций в единицу времени, стоимость одной транзакции, среднее и пиковое время отклика системы, используемые методы обучения, стоимость инфраструктуры информационной системы на одного пользователя. На основе такого исследования оценивается конкретный вариант внедрения, при этом он сравнивается с другими (ранее внедренными) и на основе анализа даются рекомендации по улучшению работы информационной системы, подбору оптимальной конфигурации ПО, по наиболее эффективным для данного клиента методикам обучения, по интеграции информационных систем с другими системами заказчика.

Return of investment (ROI – возвратность инвестиций). Суть методики заключается в выборе для компании типового проекта, оптимального по показателю сроков возврата инвестиций.

Квалиметрические методы

Total economic impact (TEI – модель совокупного экономического эффекта). В качестве затратной компоненты данного метода используется модель ТСО, а эффект рассчитывается на основе следующих факторов:

Преимущества. Сравнение вариантов организации труда существующей и в прогнозируемой информационной системе (как было – как будет). Оценка различий и сопоставление результатов с целями проекта позволяет определить преимущества или недостатки новой информационной системы.

Гибкость. Гибкость информационной системы оценивается с точки зрения ее расширяемости, а также ее адаптируемости к новым условиям. Одним из гарантов гибкости является использование стандартизированных и унифицированных решений, а также продуманная архитектура информационной системы.

Риск. Подразумевается вероятность финансовых потерь при инвестировании в ИТ.

Balanced scorecard (BSC – сбалансированная система показателей). Это система стратегического управления организацией на основе измерения и оценки ее эффективности через использование комплексной функции, включающей набор показателей, учитывающих все аспекты деятельности компании (финансовые, маркетинговые и т.д.). К таким показателям обычно относят:

- критические факторы успеха (Critical Factors of Success, CFS) – стратегические показатели: финансы, клиенты, внутренние бизнес-процессы, обучение и рост;
- ключевые показатели эффективности (Key performance indicators, KPI), включая достигнутые результаты деятельности компании.

Состав и количество сбалансированных показателей определяются исходя из специфики каждой компании.

Выбор метода оценки эффективности информационной системы

При выборе метода оценки эффективности общесистемного и офисного ПО необходимо учитывать следующие факторы:

- Оценка, как эффекта, так и затратной компоненты эффективности; возможность определения эффекта применительно к общесистемному и офисному ПО; (возможность оценки финансовых и временных показателей, таких как производительность труда, снижение себестоимости продукции и т.п.)
- возможность определения показателей без проведения глубокого обследования бизнес-процессов организации (данное обследование является очень затратным и трудоемким. И как правило необходимо лишь для специализированного программного обеспечения);
- универсальность методики – определяется универсальностью параметров и силе их влияния (при изменении) на алгоритм расчета.

Выводы

Только два метода оценки соответствуют всем перечисленным факторам: это Gartner Measurement и TEI.

Особенность использования метода Gartner Measurement для оценки эффективности, является необходимость в большой и подробной базе данных (БД) ранее проведенных инсталляций. Что делает его использование весьма затруднительным.

Что касается метода ТЕІ, то его использование для оценки эффективности не нуждается в наличие большой БД, а использование модели ТСО в качестве затратной компоненты данного метода позволяет полностью разобраться в структуре расходов связанных с ПО. Эффект рассчитывается на основе дополнительных факторов, которые позволяют определить преимущества или недостатки новой информационной системы, оценить гибкость новой ИС, а так же учесть возможные финансовые риски при внедрении новой ИС. Все это позволяет получить достаточно точную оценку и делает метод ТЕІ оптимальным для расчета эффективности информационных систем.

Литература:

1. Избачков Ю.С., Петров В.Н. Информационные системы. 2-е изд. – Спб.: Питер, 2006. – 656 с.
2. Мейор Т. Методологии оценки ИТ. Директор ИС, 2002, № 9.
3. Мейор Т. Как оценить преимущества ИТ. Директор ИС, 2001. № 1.
4. Волков И., Денисов А. Оценка эффективности информационных систем: Понятие эффективности, современные методы оценки. ibm.com
5. Ласточкин Ю.В., Ицкович И.И. Анализ соответствия цены и качества продукции в информационной экономике. Журнал "Экономика и производство", 2001, № 4.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЭКСПЕРТНОГО СРАВНЕНИЯ ОДНОТИПНЫХ ОБЪЕКТОВ

А.Н. Пушкарёв

**Россия, г. Тюмень, ФГБОУ ВПО «Тюменский
государственный университет»
pushkarevalex@yandex.ru**

Распространенной задачей, которая встречается во многих областях человеческой деятельности, является принятие решения о выборе из множества родственных объектов некоторого одного, отличающегося совокупностью параметров с наилучшим набором значений. Человека или программу, осуществляющую принятие решения по данному вопросу, называют экспертом. Как следствие, возникает проблема прогнозирования результатов сравнения на основании имеющихся данных об однотипных объектах, из множества которых планируется осуществлять выбор, а также с учетом сведений о предпочтениях экспертов. Рассмотрим подход, предоставляющий возможность математически моделировать сравнение экспертами объектов, принадлежащих к одному классу.

Процесс сравнения однотипных объектов экспертом может рассматриваться как последовательность вероятностных переходов от одного свойства, присущего объектам данного класса, к другому. Представим некоторый абстрактный объект

рассматриваемого типа в виде совокупности из n характеристик. В ходе процесса сравнения подобных объектов эксперт осуществляет последовательные переходы между характеристиками. Обозначим через P_{ij} вероятность перехода от изучения i -й характеристики объекта к изучению его j -го свойства. Эта вероятность будет зависеть от степени значимости j -го свойства для эксперта. Процесс такого блуждания закончится в тот момент, когда эксперт решит отдать предпочтение некоторому объекту из множества сравниваемых. Таким образом, сравнение однотипных объектов принимает форму марковского случайного процесса [1]. В каждый момент времени процесс может находиться в одном состоянии из пространства состояний:

$$S = \{S_1, S_2, \dots, S_i, \dots, S_n, O_1, \dots, O_j, \dots, O_m\},$$

где n – количество характеристик, учитываемых при сравнении однотипных объектов;

S_i – состояние, соответствующее рассмотрению i -й характеристики экспертом;

O_j – состояние, соответствующее принятию экспертом решения о выборе j -го исследуемого объекта.

Из условий задачи следует, что вероятность P_{ii} остаться в состоянии S_i вследствие одношагового перехода будет равна 0. В то же время, попав в одно из состояний O_j , процесс при каждом последующем переходе будет оставаться в нем. Следовательно, можно сделать вывод, что марковская цепь, описывающая последовательность принятия решения экспертом касательно выбора одного из однотипных объектов, является поглощающей.

Что касается вероятности P_{ij} перехода процесса из состояния S_i в состояние S_j , а также вероятности P_{ij} перехода процесса из состояния S_i в поглощающее состояние O_j , то эти величины могут быть рассчитаны на основании экспертных оценок значимости и степени реализованности характеристик по каждому из сравниваемых объектов.

В рамках предлагаемого подхода становится возможным создание различных моделей процесса сравнения экспертом однотипных объектов. Представителем данного класса математических моделей является модель беглого сравнения объектов. Согласно ей, вероятность того, что процесс начнется с рассмотрения i -й характеристики объектов одного класса, будет определяться значимостью данной характеристики для эксперта. При этом на каждом шаге эксперт стоит перед выбором: либо продолжить изучение свойств объектов, либо прийти к решению о выборе в пользу одного из сравниваемых объектов.

Вероятность того, что эксперт после рассмотрения i -го свойства у каждого из сравниваемых объектов, отдаст предпочтение j -му объекту, будет равна:

$$p_{ij} = W_i \cdot C_{ji},$$

где W_i – оценка значимости i -й характеристики у объектов данного типа, лежащая в промежутке $[0; 1]$;

C_{ji} – нормированная оценка степени реализованности i -й характеристики у j -го сравниваемого объекта, лежащая в промежутке $[0; 1]$.

Нормирование оценки степени реализованности i -й характеристики у j -й сравниваемого объекта, осуществляется по формуле:

$$C_{ji} = \frac{Z_{ji}}{\sum_{k=1}^m Z_{ki}}, \quad (1)$$

где Z_{ji} – оценка степени реализованности i -й характеристики у j -го сравниваемого объекта, лежащая в промежутке $[0; 1]$;
 m – количество сравниваемых объектов данного класса.

Также возможен случай, когда эксперт, не удовлетворившись изучением текущего свойства однотипных объектов, перейдет к рассмотрению другой их характеристики. Вероятность перехода от сравнения объектов рассматриваемого класса по их i -му свойству к исследованию их j -й характеристики будет зависеть от значимости последней:

$$p_{ij} = \begin{cases} W_j, & i \neq j \\ 0, & i = j \end{cases}$$

Используя аппарат теории марковских цепей, можно получить оценки параметров моделируемого процесса, наиболее важными из которых являются вероятности предпочтения экспертом каждого из сравниваемых однотипных объектов [2]. Данные величины представляются в виде вектора:

$$p = v \cdot N \cdot R, \quad (2)$$

где $v = (W_1, W_2, \dots, W_i, \dots, W_n)$ – начальный вектор вероятностей для состояний S_i ;

N – фундаментальная матрица рассматриваемого марковского процесса;

R – матрица вероятностей переходов из неустойчивых состояний S_i в поглощающие состояния O_j .

В j -м элементе вектора p будет содержаться значение вероятности p_j того, что эксперт отдаст предпочтение j -му объекту из множества сравниваемых.

Модель беглого сравнения однотипных объектов предполагает возможность беспорядочного перехода между характеристиками, что бывает в случае, когда эксперту не важна последовательность исследования свойств объектов. Недостатком этой модели является то, что она не учитывает вероятностные вклады ранее изученных характеристик объектов рассматриваемого класса в принятие экспертом окончательного решения. Данный недостаток устранен в модели методичного сравнения однотипных объектов, которая предполагает, что исследование характеристик объектов происходит в порядке убывания их важности для эксперта. Начав процесс изучения объектов рассматриваемого класса с рассмотрения самой значимой их

характеристики, эксперт принимает решение либо изучить следующее (менее значимое) их свойство, либо прийти к решению о выборе в пользу одного из сравниваемых объектов.

Вероятность того, что эксперт после рассмотрения i -го свойства сравниваемых однотипных объектов, отдаст предпочтение j -му объекту, будет равна:

$$p_{ij} = \sum_{k=1}^i W_k \cdot C_{jk}.$$

Нормирование оценки степени реализованности k -й характеристики у j -го сравниваемого объекта осуществляется по формуле (1), приведенной для модели беглого сравнения однотипных объектов.

Вероятность рассмотрения экспертом следующего по значимости свойства у объектов данного класса будет определяться суммарной значимостью еще не изученных характеристик:

$$p_{i+1} = \sum_{k=i+1}^n W_k.$$

Как следует из условий моделируемого процесса, вероятности перехода между остальными парами характеристик равны 0.

Вектор оценок вероятностей того, что эксперт отдаст предпочтение j -му объекту из множества сравниваемых, определяется по формуле (2), используемой в модели беглого сравнения однотипных объектов. Следует отметить, что для модели методичного сравнения объектов начальный вектор вероятностей для состояний S_i будет иметь вид $v = (1, 0, 0, \dots, 0)$, поскольку сравнение объектов эксперт начинает с наиболее значимой для него характеристики.

Литература:

1. Кемени Дж., Снелл Дж. Конечные цепи Маркова. – М: Наука, 1970. – 272 с.
2. Тернер Д. Вероятность, статистика и исследование операций. – М: Статистика, 1976. – 431 с.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В СИСТЕМЕ CERVART

В. И. Серкова
*Россия, Ухта, Ухтинский государственный
технический университет
info@ugtu.net*

Геолого–гидродинамическая модель объекта разработки является основой работы интеллектуальной системы Cervart и задача построения модели прежде всего ориентирована на потребности самой системы. Внешний вид этой модели

отличается от традиционного, но она и предназначена не для визуального анализа, а для компьютерного. Всякая модель представляет собой материализацию определенных идей и с этой точки зрения идеи официальной версии уже в значительной степени реализованы или реализуются. Чтобы получить какие то новые идеи относительно разработки объекта нужен нетрадиционный подход и новый вариант модели. Такой вариант реализован в системе Cervart.

Основная задача проектирования разработки заключается в том, чтобы предвидеть сколько нефти и за какой срок можно добыть из конкретной залежи. Геолого-гидродинамическая модель в этом процессе является не целью, а средством, поэтому эффективность ее следует оценивать не по визуальным изображениям, а по тому насколько весом ее вклад в решение основной задачи. Специалист в своей работе оперирует с графической информацией и для человека это наиболее эффективно. Но компьютер работает только с числами и компьютерные методы всегда имеют информационно-статистический характер, а основные параметры статистики это среднее и дисперсия, для информатики – разнообразие. Главное качество модели – это насколько она может дифференцировать между собой области расположения скважин и неважно в какой форме реализована эта дифференциация. Можно дифференцировать скважины по объему текущих запасов нефти в их окрестности, а можно по вероятности того, что в окрестности имеется нефть. Основная проблема большинства геологических и гидродинамических моделей заключается в излишней детерминированности. Значение какого либо параметра приписанное ячейке задано жестко. В то же время всякий геолог понимает приблизительность любых геологических знаний и на практике оперирует более размытыми нечеткими параметрами такими как «большая или малая толщина пласта». Практики знают, что любая новая скважина даже в плотно разбуренной зоне обычно корректирует представления о строении этой зоны. Жестко проведенный контур нефтеносности как бы делает бесперспективной всю законтурную область, но нередки случаи когда скважины, пробуренные в этой зоне дают нефть. Модель можно представить как некий сложный критерий, который также не является полностью надежным как и всякий другой. В ней есть положительные моменты и неизбежный информационный шум. Аналитическая система Cervart использует положительные моменты, стараясь по возможности избавиться от шума.

Если модель используется специалистом, то он сам неформальным образом оценивает степень доверия к различным ее элементам и эта оценка доверия постоянно присутствует в его работе. Соответственно и в компьютерной модели кроме самого значения какого либо геологического параметра должна присутствовать и оценка его достоверности. Это достигается тем, что параметры заменяются нечетко - логическими «функциями принадлежности».

Например, если жестко заданы кровля и подошва пласта, то все точки лежащие за их пределами номинально пласту не принадлежат. Но часто невозможно однозначно определить эти границы либо в силу изменчивого характера разреза, либо по причине низкого качества каротажа. Но можно вместо жестко заданных границ ввести глубину середины пласта, что является более надежным параметром, чем его границы и функцию принадлежности точки к пласту колокообразного вида.

Функция может иметь разную степень наклона в зонах границ пласта, тем более крутую, чем более надежно установлены границы. Сам вид функции может быть разным в зависимости от конкретной задачи. Мы применяем функции на основе сигмиды и гиперболического тангенса.

Другой момент – сами значения геологических параметров. Точное их указание часто не соответствует способу мышления геолога, где эти параметры обычно понимаются в контексте общего набора значений. Например, понятия «высоко» и «низко» проницаемый коллектор привязаны к конкретному объекту – к средней проницаемости его коллекторов. Сами границы этих категорий определены нечетко, каждый специалист имеет свои значения. Абсолютные значения не имеют смысла. Важны относительные – здесь больше, там меньше. Для компьютерного анализа абсолютные значения также не имеют смысла. Их можно заменить функцией принадлежности другого вида (рис.1), которая показывает вероятность того, что значение параметра больше нуля. При этом в параметре содержится не только его конкретное значение, но и его положение в общем множестве значений.

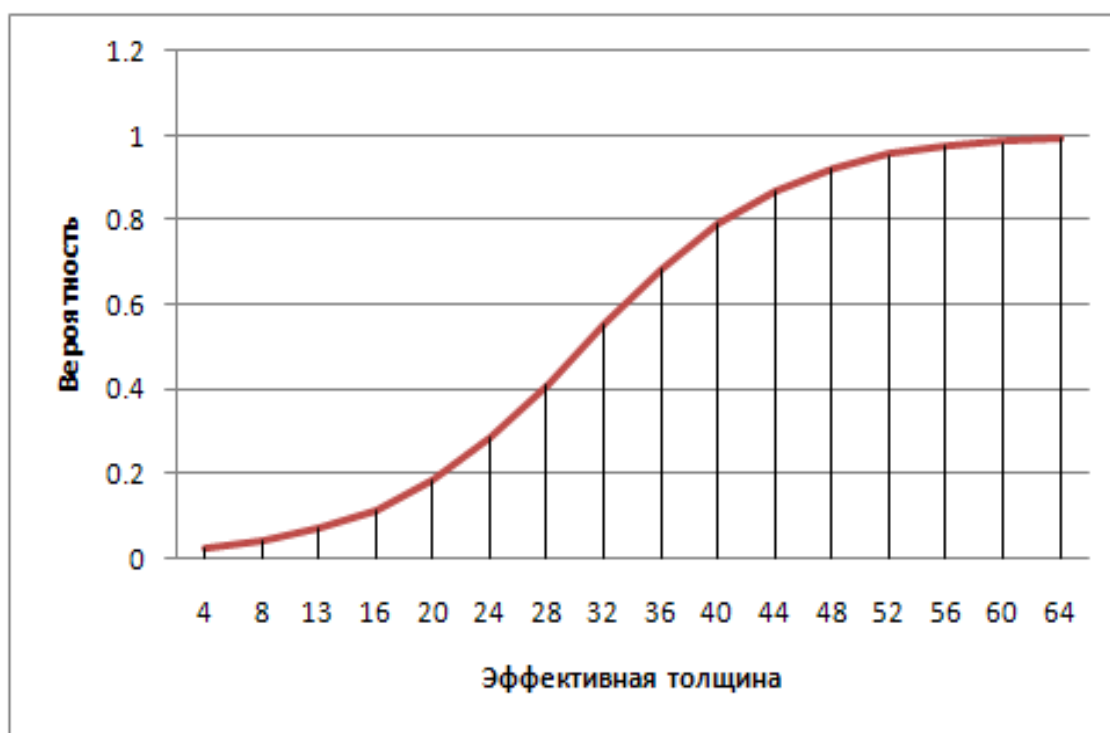


Рис.1. Функция эффективной толщины

Преимущество такого представления заключается в том, что оно делает разные параметры сравнимыми и позволяет производить над ними математические преобразования. Так например эффективная толщина пласта – 10 м и нефтенасыщенность 60% сами по себе ничего не говорят и никак не сопоставимы. Их нельзя, например сложить. Но представленные в виде значений функций принадлежности параметры становятся сопоставимыми. Например один из них может иметь значение 0.6, а другой 0.8. Это не просто два числа, над которыми можно проводить различные операции, но такое представление на самом деле больше соответствует представлению геолога. Значение толщины 10 м. он видит в контексте того, что минимальные толщины пласта около 5 м, а максимальные – 20 м и следовательно это немного ниже среднего – не совсем плохо, но и не слишком хорошо.

Самого по себе представления параметров в нечетко-логической форме еще недостаточно. Необходима еще и нечетко-логическая система операций над ними.

Все подобные вычисления в системе Delphor реализованы с помощью множества простых нейронных сетей, обученных на фактических значениях. Преимущество такого представления заключается в том, что каждая операция выполняется в контексте всего множества элементов системы пласта и содержит в себе не только конкретные значения параметров в точке, но и общую закономерность их соотношения в пласте в целом. Тем самым удается в некоторой степени подавить информационный шум. В исходных данных иногда содержатся экстремальные значения параметров, и такие значения всегда менее надежны, чем значения близкие к средним. Выбрасывать их было бы неправильно ведь в принципе такие значения могут быть. Нечетко–логический аппарат позволяет их сохранить, но в то же время снизить их влияние на конечный результат. Это небольшие преимущества, но конечный результат расчета суммируется из множества таких мелких, почти неуловимых преимуществ.

Существует мнение, что полностью автоматически модель построить невозможно и всегда необходимо участие специалиста. Но только для того, чтобы придать модели сходство с официальной версией. Если такая задача не стоит, а предполагается использовать модель для практических целей, то не следует придавать большого значения ее внешнему виду. Важна ее эффективность при расчете конечной цели системы – прогноза состояния разработки. В этом смысле автоматическое компьютерное построение модели просто отражает исходную информацию в форме модели. Все недостатки модели в данном случае означают недостаток исходной информации и эти недостатки можно исправить если получить лучшую информацию. Сам по себе компьютер информации не создает и в отличие от человека не может эффективно работать при недостатке информации.

Специалист на основе своего опыта и интуиции может построить модель без точного соответствия исходной информации и возможно в каких то случаях это будет лучшая модель, чем чисто компьютерная. Но такую модель невозможно потом использовать для компьютерного прогноза. Геолог волевым образом изменяя какие-то параметры в сторону меньших противоречий не может изменить весь набор параметров, чтобы сохранить их взаимоотношения, поскольку это и невозможно сделать вручную. В результате измененные им параметры противоречат тем, которые он не изменял и информационный шум вместо того чтобы уменьшится только возрастает.

Поэтому если в дальнейшем предполагается использовать модель для компьютерного использования, то необходимо ее строить полностью автоматически, чтобы не вносить дополнительный шум в данные. Именно так строится геолого-гидродинамическая модель в системе Delphor [1].

Наибольшую сложность представляет собой расчет модели в не разбуренных зонах или в зонах, где по скважинам отсутствуют данные ГИС. Обычно если по скважине отсутствуют данные она просто исключается из построения и таким образом все точки все параметры модели интерполированные. Возможно этого достаточно в том случае когда построение модели является конечной целью работы, но для расчета в дальнейшем по этой скважине прогноза ее работы желательно иметь более информативные параметры. Для этого система Cervart использует методы восстановления данных с помощью нейронных сетей и входных данных, получаемых со структурных поверхностей, построенных по данным сейсморазведки. Чем больше имеется таких поверхностей, тем лучше может быть результат восстановления данных.

Для Усинского месторождения имеются всего три сейсмических поверхности достаточно сильно сглаженных позволяет добиться хорошего уровня восстановления данных. Необходимость этого есть так как из 1316 скважин, пробуренных на месторождении примерно по 40% отсутствуют РИГИсы. Часть скважин не полностью вскрыла пермо–карбоновую толщу. В то же время для расчета гидродинамической модели важно знать строение не только нефтенасыщенной, но и водоносной части пласта.

Дополнительную сложность представляет большая мощность пермо–карбоновой толщи, сопоставимой с расстояниями между скважинами. Такую толщу невозможно представить как один объект для поиска зависимостей и восстановления недостающих данных. Ведь при этом предполагается, что пласт представляет собой единую систему. Для решения этого вопроса пермо–карбоновая толща подразделялась на 9 самостоятельных объектов, согласно выделяемым стратиграфическим пачкам и по каждому объекту строилась самостоятельная геологическая модель с определением своих частных зависимостей. Затем эти модели суммировались и по суммарной геологической модели уже строилась гидродинамическая модель. Такой метод позволяет избежать усреднения и в целом повышает информативность модели. Конечно он требует большего расчетного времени, но этот вопрос решается за счет распараллеливания расчетов. Модели строятся практически одновременно.

При построении модели основная задача состоит в том, чтобы максимально использовать исходную информацию. По работам последнего года по пермо–карбонной залежи появилась дополнительная информация в виде новых стратиграфических разбивок по работам И.С.Гутмана. В связи с этим был пересмотрен механизм расчета геологической модели. С целью максимально выявить особенности геологического строения каждой пачки в разрезе залежи расчет геологической модели стал проходить в два этапа. На первом этапе рассчитывались отдельные геологические модели для каждой пачки разреза, а на втором эти субмодели суммировались в единую геологическую модель, по которой уже строилась гидродинамическая модель.

Всего было выделено девять пачек и соответственно сформированы и соответственно рассчитаны девять самостоятельных геологических моделей в таких границах

Данные проверялись методами статистики и нечеткой логики. Основная задача этого этапа выявить явно ошибочные данные. Например, в истории добычи иногда встречаются дебиты завышенные на порядок. Иногда это просто механическая ошибка, а иногда занижено время работы. Процент таких ошибок невелик, но они повлияют на конкретные скважины

В то же время нет смысла тщательно проверять и отбрасывать ошибочные данные. Прежде всего потому, что на их место нужно что-то поставить, а это может быть только различным образом взвешенное среднее, которое в конечном счете менее информативно чем даже ошибочные данные. Система сама в процессе дальнейшего анализа минимизирует значимость этих данных.

Все понимают, что геолого-промысловая информация сильно зашумлена и есть мнение, что компьютерные методы в таких условиях не могут дать хорошего результата. Это было бы так если бы зашумление имело чисто случайный характер и нормальное распределение. Но это не так. Шум вносился двумя путями, либо по каким-то политическим соображениям и в этом случае данные несут в себе информацию об этих соображениях. С другой стороны из-за технических проблем в базу

могли заноситься вместо реальных замеров – предполагаемые, но эти предположения делались специалистами на основе лучшего знания ситуации, чем ее знаем мы. Геолог промысла имеет намного больше информации, чем попадает в базу. Он близко наблюдает работу скважин, поэтому его предположения на самом деле достаточно информативны. Они представляют собой обобщение, в то время как точечные замеры в достаточной степени случайны и их никогда нет в достаточном количестве, чтобы получить подобное обобщение. В частности по пермо-карбоновой залежи мало прямых замеров дебитов жидкости, поэтому в значительной степени информация по истории добычи это обобщение специалистов промысла. Но это обобщение не случайно, а базируется на результатах непосредственного наблюдения скважины, которых нет в базе, поэтому оно косвенно информативно.

В принципе нечетко–логическая модель может использовать любой параметр соответствующим образом нормированный. Они увеличивают разнообразие, позволяющее различать объекты между собой. В частности данные по типизации пород использовались для восстановления структуры разреза в скважинах, где отсутствуют РИГИсы и не выделены проницаемые прослои. В этих случаях проницаемые прослои выделяются с помощью нейронной сети по комплексу структурных параметров и параметру вероятности доли коллектора, взятого с нейрогрида. Параметр по типизации разреза был использован для обучения этой нейросети.

С другой стороны здесь использовались материалы детальной корреляции, которые выделяют до 40 прослоев в пермо–карбоновой толще. Восстановление структуры разреза и выделение проницаемых пластов осуществляется на основе вероятностной оценки наличия коллектора в данной точке пласта по данным окрестных скважин, в которых имелись РИГИСы. Нейросетевые карты в ходе настоящего проекта стали развитием функции нейрогридов. Нейрогриды первоначально предназначались для построения модели в не разбуренных зонах. Это наиболее сложная проблема при построении любой модели, так как обычно разбуренная область ограничивается контуром нефтеносности. Но законтурные области также важны для построения гидродинамической модели, а кроме того могут быть перспективные участки за пределами разбуренной области и надо как то оценить их перспективы. Для картирования краевых зон модели часто применяются стохастические методы, но можно использовать зависимости, которые содержатся в информации сейсмических поверхностей.

Однако функции нейрогридов удалось расширить до картирование областей между скважинами. Раньше это была просто интерполяция. Теперь межскважинные области строятся с использованием данных сейсморазведки, поэтому они стали более разнообразными и информативными.

Нейросетевые карты имеют шаг сетки 50 м, как и прочие карты модели и строятся с использованием нейронных сетей в узлах нейрогридов. Значение параметра в каждом узле нейросетевой карты строится по сейсмическим данным в этом узле, «пропущенным» через нейронные сети в трех ближайших узлах нейрогрида.

Литература:

1. Соломатин Г.И., Захарян А.З., Ошкарин Н.И. Прогнозирование работы скважин с помощью искусственных нейронных сетей. // Нефтяное хозяйство № 10, 2002 г., С. 92-98.

НЕРАЗРУШАЮЩАЯ ОБЪЕМНАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ПЕРИОДИЧЕСКИ ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ ВО ВРЕМЕНИ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

А.А. Жильников, В.И. Жулев
Россия, г. Рязань, Рязанский государственный
радиотехнический университет
iiit@rgrtu.ryazan.ru

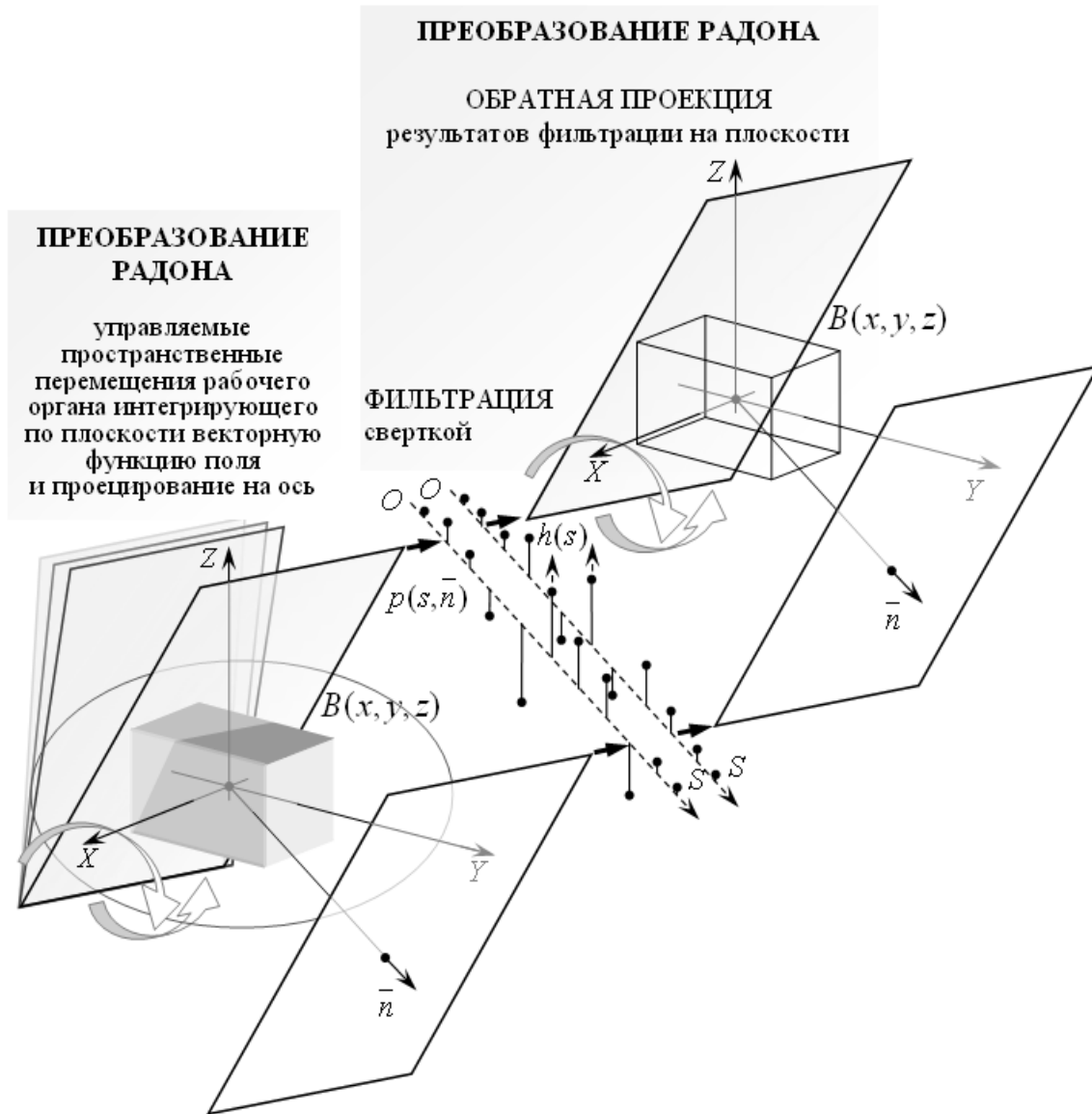
В данной работе предлагается оригинальный способ неразрушающей объемной регистрации значений векторной функции магнитной индукции в каждой точке неоднородно распределенного в пространстве и периодически изменяющегося во времени магнитного поля (МП), основанный на использовании индукционного метода измерения, учитывающего необходимое условие периодичности поля во времени [1]. Благодаря этому условию МП точно повторяет свои мгновенные состояния через одинаковые промежутки времени, равные периоду. При этом продолжительность измерения одного мгновенного объемного состояния уже не ограничена по времени длительностью интервала дискретизации, поскольку регистрировать состояние можно, осуществляя измерения в пространстве через интервалы времени, кратные периоду. И, несмотря на то, что измерения значительно разнесены по времени, все они будут производиться для какого-то одного мгновенного состояния на периоде.

Распределения векторной функции магнитной индукции в пространстве получают посредством применения алгоритма реконструкции к исходным проекционным данным, полученным в ходе управляемого пространственного перемещения измерительного органа в заданном объеме измерения.

В предложенном способе используется измерительный орган, представляющий собой плоский контур, привязанный к декартовой системе координат (X, Y, Z) , но в метрике сферических координат. Данный контур реализован в виде катушки индуктивности, причем его размеры задаются таким образом, чтобы независимо от его положения в объеме измерения исходная векторная функция поля достаточно быстро убывала на границах этого контура. Измерения с помощью контура возможны либо путем его перемещения в рабочем пространстве, либо за счет изменения МП во времени. Таким образом, в обоих случаях в соответствии с законом электромагнитной индукции в контуре наводится э.д.с.

В ходе управляемого пространственного перемещения измерительного органа реализуется способ параллельного формирования исходных проекционных данных $p(s, \bar{n})$ функции магнитной индукции $B(x, y, z)$, для которого плоским контуром совершаются поступательно-поворотные движения и регистрируются наводимые в нем э.д.с. Движение предполагает чередование дискретных параллельных перемещений в направлении оси OS вектора нормали $\bar{n}$ измерительного органа и поворотов направления этих перемещений, задаваемых зенитным θ и азимутальным α углами в метрике сферических координат. Далее дискретные параллельные перемещения

многократно повторяются под разными углами, причем для зенитного угла в интервале от 0 до $1/2\pi$, а для азимутального угла в интервале от 0 до π (см. рис.).



Необходимые исходные проекционные данные для алгоритма реконструкции декартовых компонент распределения векторной функции магнитной индукции, в объеме измерения в декартовой системе координат, получают посредством тригонометрических преобразований. После чего к исходным проекционным данным применяют обратное преобразование Радона, основанное на их свертке, осуществляющей фильтрацию с использованием свертывающей функции $h(s)$, являющейся обратным Фурье-преобразованием квадрата частоты пространственного спектра. Благодаря этому реконструируются декартовы компоненты распределения векторной функции магнитной индукции в измеряемом пространстве [2].

Таким образом, в данной работе предложенный способ позволяет получить в местах, недоступных для механического проникновения, в объеме измерения

распределения компонент векторной функции магнитной индукции неоднородно распределенного в пространстве и периодически изменяющегося во времени магнитного поля. Эти компоненты реконструированы посредством применения обратного преобразования Радона к измеренным проекциям магнитного потока, полученным путем управляемого пространственного перемещения рабочего органа, интегрирующего по плоскости векторную функцию поля.

Литература

1. Жильников А.А., Жильников Т.А. Способ неразрушающего объемного измерения векторной функции магнитной индукции неоднородно распределенного в пространстве и периодически изменяющегося во времени магнитного поля // Межвузовский сборник научных трудов «Информационные технологии в научных исследованиях». – Рязань: РГРТУ, 2012. С. 61–68.
2. Клюев В.В. Рентгенотехника. Справочник в 2-х книгах. Кн. 2. М.: «Машиностроение», 1998. С.319–326.

СЕКЦИЯ 3.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

ЭКОНОМИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНЫЕ АСУТП ДОБЫЧИ И ТРАНСПОРТА НЕФТИ И ГАЗА

А.П. Веревкин

*Россия, г. Уфа, Уфимский государственный
нефтяной технический университет*

apverevkin@mail.ru

Статья содержит изложение представлений автора в отношении двух проблем:

1. Оценка проблематики и круга задач по разработке АСУТП и АСУП на предприятиях ТЭК, перспективных с точки зрения экономической эффективности и обеспечивающих развитие отечественной научно-производственной базы в области автоматизации технологических процессов и производств;
2. Пути решения задач (по п. 1) применительно к производствам отрасли в целом и для процессов добычи и транспорта нефти и газа в частности.

ПРОБЛЕМАТИКА ЗАДАЧ РАЗРАБОТКИ АСУТП И АСУП

1. При оценке эффективности систем управления производственными системами в качестве основных используются оценки качества и степени успешности решения двух главных задач:

- улучшение качества процесса сбора, обработки и использования информации для целей управления. Источниками повышения технико-экономической эффективности являются энерго- и ресурсосберегающие технологии управления, повышение качества продукции, снижение запасов качества продукции. При этом расчет эффективности должен учитывать такие показатели как стоимость проектирования и реализации задачи, удобство и оперативность взаимодействия обслуживающего персонала и программно-технической части системы, другие показатели социально-эргономического типа;
- обеспечение безопасности производства. Источниками повышения эффективности в этом случае являются: повышение безопасности в аспектах гуманитарной, экологической и экономической составляющих до допустимых уровней риска за счет использования диагностических процедур выявления и парирования отказов и мониторинга процессов, повышение надежности

системы управления и системы обеспечения безопасности. Оценка эффективности может проводиться по изменению величины ущерба аварий после введения мероприятий по повышению безопасности.

2. Существующие стандарты нефтегазодобывающих и нефтеперерабатывающих предприятий в части автоматизации нормируют главным образом жизненно важные характеристики и технологические параметры, на основе которых обеспечивается безопасность эксплуатации и минимально допустимая управляемость производственных объектов. Практически не затрагиваются вопросы оптимизации процессов управления и обеспечения безопасности (ОБ) производства на основе технико-экономических и экономических показателей (ПЭЭ).

Необходимым условием при расчете ПЭЭ, практически всегда, является возможность получения и использования для управления информацией о показателях технической эффективности (ПТЭ). К ПТЭ относятся: показатели качества (ПК) продуктов, удельные затраты, качество процессов управления, потребительские характеристики – надежность, безопасность.

Конечной целью при разработке информационно-управляющих систем является достижение заданных показателей технической эффективности (ПТЭ) и (или) оптимальных ПЭЭ.

Таким образом, можно утверждать, что существует необходимость, как правило, получать по моделям и использовать при управлении и диагностике состояния оборудования и процесса в целом триады показателей: технологических параметров, ПТЭ и ПЭЭ.

Считается бесспорным, что экономически эффективные проекты в области автоматизации связаны в первую очередь с решением «продвинутых» задач – APC-задач (Advanced Process Control & Optimization) или по другой терминологии задач «усовершенствованного управления» – CCS-задач (Continuous Control Solutions). Часто используется терминология «интеллектуальные», «умные» технологии.

Для уровня производства это:

- а) обеспечение основного свойства интегрированных АСУ – оперативности и доступности информации для разнообразного использования (с учетом уровня прав пользователя);
- б) оперативного расчета ПТЭ и, возможно, ПЭЭ (вплоть до отдельного агрегата) для целей управления и ОБ;
- в) моделирование процессов для целей оптимизации управления и разработки систем поддержки принятия решений;
- г) диагностики неисправностей и защиты от их последствий, мониторинг состояния оборудования и внешней среды, прогнозирование развития производственных ситуаций и состояния оборудования;
- д) для предприятия в целом – это автоматизация бизнес-процессов, основанная на системах поддержки принятия решений (СППР) для всех подразделений предприятия.

Как следует из литературных данных [1, 2] экономический эффект решения задач оперативного управления производством по ПЭЭ обычно составляет от 3-5% до 8-10%.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ (АРС) ЗАДАЧИ ДОБЫЧИ, ПЕРВИЧНОЙ ПОДГОТОВКИ И ТРАНСПОРТА НЕФТИ И ГАЗА

1. *Добыча и подготовка нефти*

- методы и системы снижения обводненности скважинной продукции и оптимизации удельного энергопотребления в процессах добычи нефти, в частности, путем динамически изменяющегося отбора скважинной продукции (со стороны добывающих скважин), оптимизации отборов на сетке скважин;
- методы и системы максимизации добычи нефти с месторождения за счет оперативного управления системой ППД и отбором скважинной продукции с кустов (стабилизация пластового давления, депрессий и динамических уровней);
- методы и системы оперативного управления процессами подготовки нефти по заданной обводненности товарной нефти в резервуарной и блочной (без-резервуарной) технологиях подготовки нефти и оптимизация ПЭЭ подготовки нефти;
- методы и системы оперативного управления по ПК нефтепродуктов и ПЭЭ для процессов первичной и вторичной переработки нефти и газа;
- автоматическая (интеллектуальная) координация работы и управление агрегатами установок поддержания пластового давления, КНС, ДНС, УПСВ с учетом технологических ограничений, динамики изменения состояния и ресурса оборудования;

2. *Перекачка нефти и нефтепродуктов*

- оптимизация удельных энергозатрат при последовательно-параллельной перекачке нефтепродуктов с учетом технологических ограничений в рамках НПС;
- оперативная оптимизация и реализация режимов перекачки по системе нефти и продуктопроводов;

3. *Диагностика и мониторинг в процессах добычи и перекачки нефти и газа*

- методы и системы диагностики состояния элементов автоматизированного технологического комплекса и защиты от последствий отказов;
- модели и методы динамической адаптации характеристик контроллеров нижнего уровня (регуляторов) АСУТП к нестационарности и нелинейности объектов;
- методы и системы диагностики несанкционированных проникновений и контроля утечек углеводородов из магистральных трубопроводов, в том числе разработанных для трубопроводного транспорта, для гидрантных систем централизованной заправки самолетов;
- методы и системы диагностики и прогноза состояния технологических аппаратов и трубопроводов;
- разработка тренажеров-имитаторов автоматизированных технологических комплексов, включая переходные режимы;

4. *Добыча газа*

- методы и системы поддержания давления на устьях скважин с учетом технологических ограничений;
- методы подготовки газа на основе оперативного управления ПК;
- методы и системы управления АВО;

5. *Методики количественной оценки эффективности*

- от внедрения систем управления по ПТЭ;
- от оптимизации показателей ПЭЭ;
- от внедрения новых программно-технических средств; оценка уровня автоматизации в технико-экономических категориях.

ПУТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Перечисленные задачи можно разбить на три группы:

Группа 1. АРС-задачи, относимые к штатному управлению (СУ). В основном – это задачи оперативного управления по ПТЭ и ПЭЭ.

Для решения этого класса задач необходимо разрабатывать:

- модели для расчета (оценки) ПТЭ и ПЭЭ;
- системы сбора и обработки информации (с проверкой на достоверность, корректировкой недостоверной информации, получением прогнозной информации) о технологических параметрах;
- методы и алгоритмы многоуровневого управления (с учетом большой размерности объектов по входам-выходам, их многосвязностью, территориальной распределенностью, наличием фактора неопределенности, нелинейности, нестационарности и т.д.);

Группа 2. АРС-задачи диагностики исправности оборудования, защиты от последствий неисправностей, мониторинга технологических процессов, внешней среды, прогнозирования развития аварийных ситуаций и парирования аварийных ситуаций.

Для решения этого класса задач необходимо разрабатывать:

- алгоритмы диагностики внезапных аппаратных отказов и защиты от последствий отказов на аппаратно-программном уровне контроллеров нижнего уровня (приближение «интеллекта» к полевому оборудованию) путем широкого использования прогнозных моделей, разработки «виртуальных» датчиков;

Группа 3. Задачи технико-экономического обоснования (ТЭО) проектов АРС-систем, оценки уровня готовности производственной инфраструктуры к внедрению АРС-систем.

Как видно, все три группы задач предполагают и принципиально базируются на использовании НИОКР и даже фундаментальных исследований.

Очевидно, что решение поставленной проблемы не может носить ведомственный характер, поскольку деятельность большинства предприятий узконаправлена. Позволить себе заниматься и производственными и научными задачами, НИОКР по перспективным направлениям могут себе позволить только очень крупные

компаний, да и они стремятся к объединению возможностей в целях завоевания и удержания рынков (пример – объединение компаний SHELL GLOBAL SOLUTION с компанией YOKOGAWA ELECTRIC CORPORATION).

В связи с изложенным ФГБОУ «УГНТУ», ОАО «Нефтеавтоматика», Институт нефтехимпереработки Республики Башкортостан, г. Уфа были предприняты шаги по интеграции научных и производственных потенциалов организаций, а именно, организованы базовые кафедры «Интеллектуальная нефтеавтоматика» (на базе ОАО «Нефтеавтоматика») и «Автоматика и электроэнергетика» (на базе ИНХП РБ).

Основными задачами, которые намерены решать перечисленные организации в рамках работы базовых кафедр являются:

- разработка новых, патентно-значимых методов и способов создания ПТС для автоматизации производств отрасли;
- использование и адаптация существующих разработок для целей внедрения достижений науки в производство;
- сохранение и развитие научно-педагогических кадров ВУЗов;
- повышение конкурентоспособности предприятий – участников интеграционных объединений, наработки в перспективных направлениях для сохранения и развития предприятий.

В целом, эта работа направлена на то, чтобы отечественная наука, образование и производство в области автоматизации и управления производствами ТЭК соответствовали потребностям глобальной экономики сегодняшнего дня.

Литература:

1. Ахметов С.А., Ишмияров М.Х., Веревкин А.П., Докучаев Е.С., Малышев Ю.М. Технология, экономика и автоматизация процессов переработки нефти и газа. – М.: Химия, 2005. – 736 с.
2. Справочник современных АСУ ТП // Нефть, газ и нефтехимия за рубежом. – 1987. – № 3. – С. 87-125.

ИНФОРМАЦИЯ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ СБОРА ДАННЫХ И КОНТРОЛЯ УПРАВЛЕНИЯ

С.В. Воробьева, О.В. Смирнов
Россия, г. Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет
svorobeva@mail.ru

Сбор, передача, преобразование и вычисление информации [1], определяющие устранение энтропии систем, связаны с безотказностью и успешностью функционирования автоматизированных систем управления технологическими процессами – АСУ ТП. В [2] возможностью регистрации и накопления в базах данных индивидуальной режимной информации о работе оборудования обосновывается оптимизм при развитии методов имитационного моделирования.

Можно выделить следующие принципы управления: сбор данных, управление в режиме советчика оператора, супервизорное управление и непосредственно цифровое управление – НЦУ. В [1] предлагается аналитическая система оперативного управления с функцией поддержки принятия решений.

К особенностям структур управления при реализации принципа сбора данных можно отнести присоединение системы к процессу, способом выбранным инженером-технологом. Интересующие инженера-технолога переменные преобразуются в цифровую форму, воспринимаемую системой ввода, и помещаются в запоминающее устройство. Величины на этом этапе являются цифровыми величинами напряжения, гарантируемого датчиками. Эти величины по соответствующим формулам преобразуются в технические единицы.

Результаты вычислений регистрируются устройством вывода АСУ для последующего использования. Тип вывода зависит от требуемой частоты измерения и числа переменных. Величины, которые обязательно должны использоваться в дальнейших вычислениях, обычно фиксируются.

Главной целью сбора данных является изучение процесса при различных условиях, что позволяет построить и уточнить математическую модель процесса, которым нужно управлять. Сбор данных почти не оказывает прямого воздействия на процесс; в нем отражается осторожный подход к внедрению методов управления, основанный на применении вычислительной техники. Даже после внедрения самых сложных методов управления с использованием АСУ, сбор данных для целей анализа и уточнения модели почти всегда включается как одна из задач вычислительной машины.

Следующим по сложности режимом является работа системы как советчика оператора. Вычислительная машина при этом работает в разомкнутом контуре и выходы системы не связаны с органами, управляющими процессом. Управляющее воздействие фактически осуществляется оператором, получающим информацию от ЭВМ. Через заданные промежутки времени (обычно один раз в 5-10 мин) выбранные входные параметры через аналого-цифровой преобразователь схемы цифрового входа поступают в АСУ в цифровой форме. Эти величины, если нужно, переводятся в технические единицы и используются в модели управления процессом. Из вычислений по модели определяются воздействия, необходимые для приближения модели к оптимуму. Оператор управляет процессом, изменяя уставки регуляторов или выполняя другие действия в соответствии с рекомендациями АСУ.

В режиме супервизорного управления АСУ используется в замкнутом контуре и уставки регуляторов могут задаваться непосредственно ею. Задача режима супервизорного управления - поддержание процесса вблизи оптимальной рабочей точки путем оперативного воздействия на него. Поскольку контур АСУ ТП замкнут, функция оператора сводится к наблюдению: его вмешательство требуется лишь в аварийных ситуациях.

В режиме непосредственного цифрового управления – НЦУ информация, используемая для приведения в действие управляющих органов, поступает непосредственно от АСУ.

Некоторые внедряемые АСУ являются комбинацией систем НЦУ и супервизорного управления, одно из преимуществ которой состоит в том, что информация, собираемая от контуров регулирования, может быть использована для других производственных расчетов, например, для сведения материального баланса,

учета результатов биотестового контроля воды для оптимизации режимов ее электрообработки и др.

Результаты внедрения информационных технологий, как составляющих систем управления, показывают, что эффективность энергосбережения при использовании их в электроэнергетике в перспективе может составить более 30%.

Часть исследования выполнена при финансовой поддержке департамента образования и науки Тюменской области.

Литература:

1. Хохрин С.А., Кузяков О.Н. Структура аналитической информационной системы оперативного управления // Известия вузов. Нефть и газ. – 2012.-№ 3. – С. 116-123.
2. Соловьев И.Г., Портнягин А.Л. Вычислительная технология моделирования процессов ремонтно-технического обслуживания скважинных систем // Известия вузов. Нефть и газ. – 2004. – № 3. – С. 30-37.

АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СИСТЕМЫ ПЧ-АД ОТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЕЕ ПРОЦЕССОВ

П.В. Кочнев, А.Л. Портнягин, О.А. Лысова
Россия, г. Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет

Эффективность разработки нефтяных месторождений определяется не только их геологическими свойствами, но и правильным выбором системы поддержания пластового давления (ППД), призванной искусственным образом компенсировать расход потенциальной энергии продуктивных пластов.

Насосные станции для законтурного и внутриконтурного заводнения являются весьма энергоемкими установками. В нефтяных районах Российской Федерации, где большое число скважин находится в режиме фонтанной эксплуатации, расход электроэнергии на закачку воды в пласт превышает 60% общего расхода электроэнергии на добычу нефти [1].

Поэтому особенно важным является применение во всех отраслях промышленности энергосберегающих технологий.

В данном случае для электропривода основных насосов кустовой насосной станции (КНС), в качестве энергосберегающей, выбрана система преобразователь частоты – асинхронный электродвигатель (ПЧ - АД). Рассматриваемая КНС построена по схеме параллельной работы четырех центробежных насосных агрегатов. Согласно [2], с точки зрения технико-экономических показателей, наиболее целесообразным является применение двух регулируемых насосов. В процессе функционирования системы ППД, технологические уставки (давление и подача) насосов могут меняться в зависимости от конкретных требований, а именно:

- может работать один насос, двигатель которого питается от ПЧ;
- далее вводится в работу второй насос, двигатель которого питается от второго ПЧ;

- затем, по технологической надобности, может ввестись в работу третий насос; при этом, предварительно, двигатель одного из регулируемых насосов отключается от ПЧ, преобразователь подключается к третьему АД, производится его частотный пуск и последний АД остается подключенным к ПЧ.

Однако необходимо отметить, что при любых переключениях производится установка не нагрузок и скоростей АД, а требуемого давления или подачи. При этом вполне возможна ситуация, когда, для обеспечения требуемого давления на выходе КНС один из АД работает при повышенных величине и частоте напряжения питания, а второй – при пониженных их значениях.

В процессе функционирования электропривод насосов КНС должен иметь максимально возможные энергетические показатели.

Поэтому целью данной работы является исследование зависимостей $\cos\varphi$ и КПД (σ) от параметров процессов системы ПЧ–АД, а именно – от нагрузки, скорости и частоты напряжения питания АД.

Расчеты, проведенные на математической модели при вентиляторном моменте нагрузки и соответствующем законе регулирования величины и частоты напряжения питания показали, что $\cos\varphi$ не зависит от частоты напряжения питания обмотки статора, определяется только абсолютным скольжением и при изменении относительной частоты α от нуля до 1,5 изменяется примерно на 4–5% [3].

Относительной частоты α от нуля до 1,5 α_n изменяется примерно на 4–5%.

Известно, что КПД электрической машины определяется величиной ее потерь в процессе работы. Потери ΔP складываются из переменных V , зависящих от нагрузки, и постоянных K .

Переменные потери складываются из потерь V_p в меди ротора и потерь V_c в меди статора. Согласно [3] относительные потери V_p^* и V_c^* определяются как

$$V_p^* = \frac{M_n \omega_{0n}}{\Delta P_n} \left(\frac{\omega^*}{\omega_n^*} \right)^2 (\omega_0^* - \omega^*), \quad (1)$$

где ΔP_n – номинальные общие потери;

ω_{0n} – скорость идеального холостого хода АД при номинальной частоте напряжения питания;

- знаком (*) отмечены относительные величины, где базовыми значениями являются: для относительных потерь – ΔP_n ; для ω – ω_{0n} ; для моментов M – M_n .

$$V_c^* = \frac{V_{cn}^* R_l}{R_2} \left(\frac{\omega^*}{\omega_n^*} \right)^2, \quad (2)$$

где V_{cn}^* – относительные номинальные потери в меди статора.

Постоянные потери складываются из механических потерь K_m , потерь K_{cc} в стали статора, потерь K_{cp} в стали ротора и потерь K_{tm} от тока I_m намагничивания.

Так как при частотном регулировании, как указывалось выше, скольжение остается постоянным и небольшим по величине ($\sim 0,04$), то потерями в стали ротора в этом случае можно пренебречь [3].

Потери от тока намагничивания определяются следующим образом [3]:

$$K_{mm} = 3I_{\mu}^2 R_I. \quad (3)$$

Так как при частотном регулировании АД работает исключительно на линейных участках механических характеристик, то магнитный поток его и ток намагничивания остаются постоянными. Следовательно, и потери от тока намагничивания постоянны в рабочем диапазоне регулирования.

Принимая во внимание все выше изложенное можно сделать вывод, что постоянные потери в процессе регулирования равны

$$K = K_M + K_{cc}; \quad (4)$$

$$K_M^* = K_{MH}^* \left(\frac{\omega^*}{\omega_H^*} \right)^2; \quad (5)$$

$$K_{cc}^* = K_{cch}^* (U^*)^2 \alpha^{1,3}, \quad (6)$$

где K_{MH} , K_{cch} – механические потери и потери в стали статора при номинальном режиме.

При вентиляторном моменте нагрузки частотное регулирование проводится по закону

$$U^* = \alpha^2. \quad (7)$$

Следовательно, (6) можно представить, как:

$$K_{cc}^* = K_{cch}^* \alpha^{5,3} \quad (8)$$

Из анализа (1), (2), (7), (8) можно сделать вывод, что изменяющиеся в процессе регулирования потери преимущественно определяются величинами частоты α напряжения питания и скорости АД.

Для определения характера изменения потерь различного типа на рис.1а, 1б, 1в и 1г приведены кривые зависимости V_p^* , $V_c^* \frac{1}{V_{cH}^*}$, $K_M^* \frac{1}{K_{MH}^*}$ от скорости ω АД и $K_{cc}^* \frac{1}{K_{cch}^*}$ от α соответственно. Кривые построены для наиболее типичного диапазона регулирования частоты от 40 Гц ($\alpha = 0,8$) до 60 Гц ($\alpha = 1,2$).

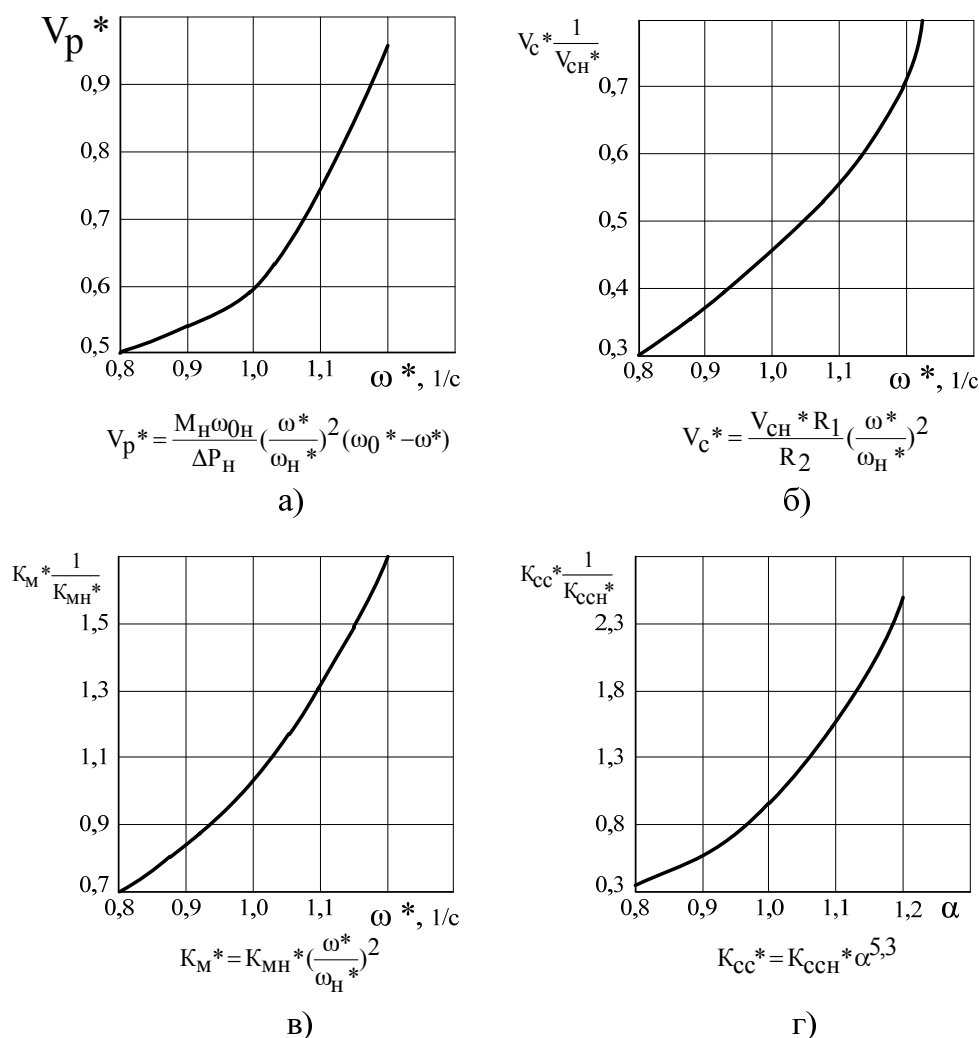


Рис. 1. Кривые зависимости относительных потерь АД от его скорости

На основании анализа кривых рис.1 составлена формализованная таблица (табл.1), из которой видно, что с увеличением скорости АД и частоты его напряжения питания увеличиваются все, изменяющиеся в процессе регулирования потери мощности. Причем, в зонах повышенных частот (при ω^* от единицы до 1,2) ускорение приращения потерь больше, чем в зоне пониженных частот (при ω^* от единицы до 0,8).

Таблица 1

Показатели изменения потерь мощности АД в процессе регулирования его скорости

Наименование потерь Диапазон изм. ω	V_p^*	V_c^*/V_{ch}^*	K_{cc}^*/K_{cch}^*	K_M^*/K_{MH}^*
При увеличении ω от 0,8 до 1	Увеличиваются на 17%	Увеличиваются на 36%	Увеличиваются на 63%	Увеличиваются на 44%
При снижении ω от 1,2 до 1	Уменьшаются на 58%	Уменьшаются на 70%	Уменьшаются на 163%	Уменьшаются на 66%
Снижение потерь в процессе выравнивания скоростей	41%	34%	100%	22%

На основании проделанной работы можно сделать следующий вывод: для минимизации мощности потерь является целесообразным выравнивание скоростей двух регулируемых АД. При этом уменьшение мощности потерь у АД, чья скорость снижается, будет большим, чем увеличение потерь у АД, скорость которого повышается.

Литература:

1. *Меньшов Б.Г., Суд И.И.* Электрификация предприятий нефтяной и газовой промышленности: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1984. – 416 с.
2. *Ниссенбаум И.А., Фрайштетер В.П., Хацкелевич И.Г.* Энергоэффективное управление производительностью нефтепромысловой насосной станции // Нефтяное хозяйство.- 2010. – № 6. – С110-114.
3. *Соколовский Г.Г.* Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: Учеб. для вузов / Г.Г. Соколовский. – М.: Академия, 2006. – 265 с.

КОРРОЗИЯ РЕЗЕРВУАРОВ

Х.Н. Музипов, И.В. Дианов
Россия, г.Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет
halim46@mail.ru
dianov82@mail.ru

Коррозия резервуаров вертикальных стальных (РВС) резко сокращает эксплуатационную надежность резервуаров и оборудования, снижает срок их службы, вызывает разрушение отдельных элементов конструкций и может приводить к потерям хранимого нефтепродукта и авариям.

К основным методам защиты внутренних поверхностей стальных резервуаров с нефтью и нефтепродуктами от коррозии относят нанесение лакокрасочных и металлизационных покрытий, применение электрохимической катодной защиты, а также использование ингибиторов коррозии.

Выбор того или иного метода защиты определяется скоростью коррозии, условиями эксплуатации, видом нефтепродукта и технико-экономическими показателями.

При выборе лакокрасочного покрытия соблюдают условие, чтобы оно не влияло на качество нефтепродукта, обладало стойкостью к воздействию воды и атмосферного воздуха в условиях эксплуатации резервуара. Лакокрасочное покрытие должно обладать адгезией грунтовок к металлу резервуара и совместимостью грунтовок и эмалей. Это покрытие должно удовлетворять требованиям электростатической искробезопасности.

Как показывает опыт эксплуатации резервуаров, применение электрохимической катодной защиты не всегда эффективно из-за некачественного заземления, а порой из-за нарушений требований электрохимзащиты.

В результате этих нарушений возникают блуждающие токи на площадке с резервуарами и наведение неравномерного потенциала на стенках РВС.

Научно-инженерным центром «Надежность и ресурс больших систем машин» Уральского отделения РАН в свое время проводились измерения наведенного потенциала в резервуарном парке №- управления магистральных нефтепроводов.

Измерение величины и направления блуждающих токов на площадке с резервуарами, определение возможного источника блуждающего тока

Измерения разности потенциалов (U_1 и U_2) проводились в соответствии с двумя мультиметрами Флуке (внутреннее сопротивление 10 Мом) с помощью четырех неполяризующихся медно-сульфатных электродов сравнения, которые входят в комплектацию лаборатории катодной защиты фирмы Hagenuk KMT.

Схема расположения электродов (1, 2, 3, 4) и мультиметров (U_1 и U_2) относительно резервуаров представлена на рис. 1. Расстояние между электродами (1 и 2, 3 и 4) по 100 метров. Показания приборов снимались каждые 20 секунд в течение 15 минут в разное время суток, а именно: в 10-00, 11-00, 16-00, 17-00 час.

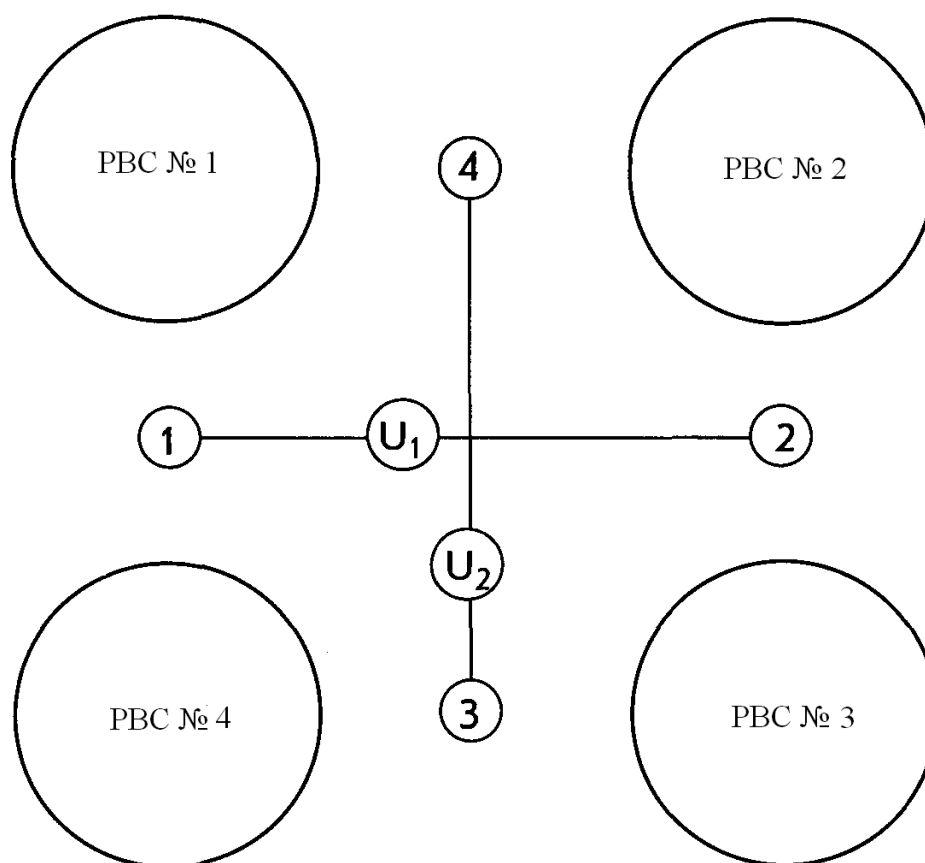


Рис. 3. Схема расположения электродов сравнения при определении блуждающих токов

Измерение разности потенциалов “земля - земля” показало, что величина потенциала U_1 колеблется в пределах от 0,024 В до 0,032 В, а U_2 – в пределах от 0,068 В до 0,077 В. Такие колебания потенциалов (0,008 В и 0,009 В) указывают на отсутствие на нефтеперекачивающей станции источников блуждающих токов.

Незначительное изменение разности потенциалов по величине возможно связано с наличием большой массы трубопроводов, проходящих рядом с резервуарами и подсоединенных к магистральным нефтепроводам без изолирующих фланцев.

Измерение удельного сопротивления грунта

Измерение удельного сопротивления грунта производилось около каждого резервуара измерителем заземления М-416 по методу четырех электродов. Для этого использовались стальные электроды из комплекта лаборатории катодной защиты фирмы Hagenuk КМТ. Электроды устанавливались рядом с контрольно-измерительными колонками (КИК) для привязки места измерения относительно резервуаров. Расстояние между электродами составляло 2 метра. Удельное сопротивление грунта определялось по формуле:

$$P = 2\pi a R,$$

где R – показание прибора, Ом;

a – расстояние между двумя соседними электродами, м.

Результаты измерений приведены в табл. 1.

Таблица 1

Удельное сопротивление грунта

№ резервуара	Место измерения	Показания прибора, Ом	Удельное сопротивление грунта, Ом×м
1	КИК2	13	163
2	КИК3	20	251
3	КИК4	18	226
4	КИК4	6	75

Измерение удельного сопротивления грунтов показало их низкую коррозионную активность ($\rho > 100$ Ом×м). Удельное сопротивление $\rho < 100$ Ом×м около РВС-4 можно объяснить возможным наличием воды в грунте в этом месте.

Измерение разности потенциалов “резервуар-земля”

Измерение разности потенциалов проводилось мультиметром Флуке с использованием неполяризующегося медно-сульфатного электрода сравнения из комплектации лаборатории катодной защиты фирмы Hagenuk КМТ.

Величина потенциала измерялась на всех КИКах резервуаров, а также через каждые 10÷20 м по их периметру. Медно-сульфатные электроды устанавливались на расстоянии 4÷10 м от резервуаров для каждой точки измерения по двум направлениям: направление 0 – по нормали к поверхности резервуара; направление 1 – под углом 45° к нормали в направлении движения часовой стрелки (рис.2).

За начальную точку отсчета при измерениях потенциалов принимали КИК 1 для каждого резервуара (рис. 2). Результаты замеров по РВС-3 представлены в табл. 2.

Результаты расчетов представлены в таблице 8.

Измерение разности потенциалов проводили при включенных и отключенных средства ЗХЗ, при этом на станциях катодной защиты были установлены следующие показатели:

СКЗ – 1 $I=18A$; $U=35B$;

СКЗ – 2; $I=15A$; $U=33B$.

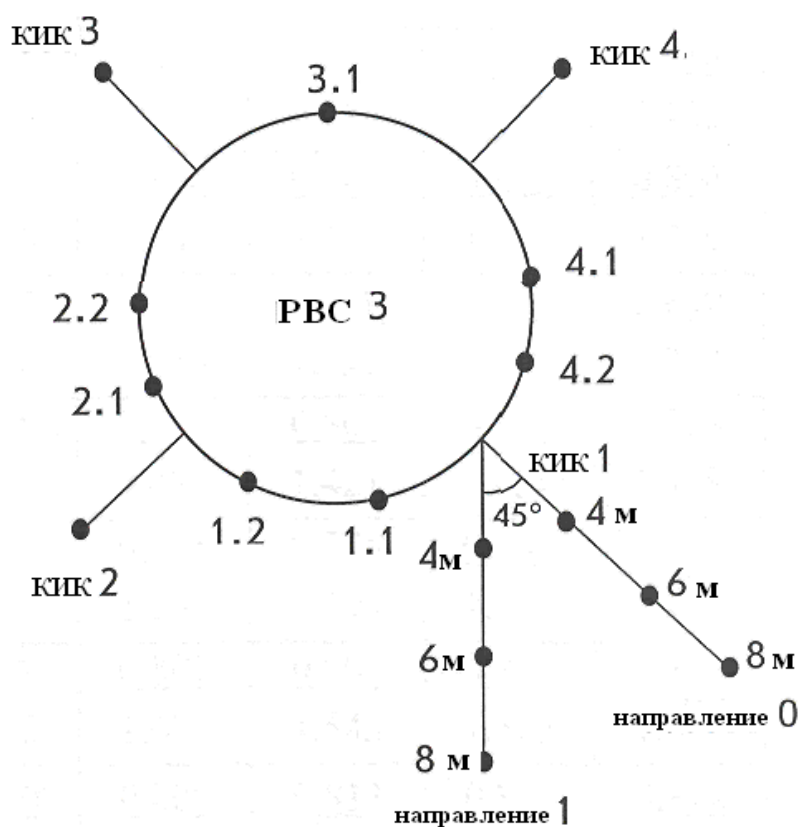


Рис. 4. Расположение точек замера потенциала "резервуар-земля"

Таблица 2

Результаты измерения разности потенциалов* "резервуар-земля", В (резервуар № 3)

№ точки	Точка измерения	Расстояния от начальной точки по периметру резервуара, м	Расстояние от резервуара, м					
			Направление 0**			Направление 1**		
			4	6	8	4	6	8
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	КИК1	0	$\frac{0.652}{0.768}$	$\frac{0.634}{0.733}$	$\frac{0.646}{0.852}$	$\frac{0.643}{0.762}$	$\frac{0.672}{0.770}$	$\frac{0.655}{0.867}$
2	1.1	11	$\frac{0.695}{0.983}$	$\frac{0.676}{0.982}$	$\frac{0.667}{1.002}$	$\frac{0.660}{0.944}$	$\frac{0.663}{0.980}$	$\frac{0.673}{0.994}$
3	1.2	22	$\frac{0.678}{1.005}$	$\frac{0.684}{1.018}$	$\frac{0.682}{1.058}$	$\frac{0.697}{1.013}$	$\frac{0.697}{1.035}$	$\frac{0.696}{1.069}$
4	КИК2	38	$\frac{0.783}{0.975}$	$\frac{0.783}{1.050}$	$\frac{0.747}{1.082}$	$\frac{0.730}{0.986}$	$\frac{0.730}{1.008}$	$\frac{0.741}{1.047}$
5	2.1	49	$\frac{0.688}{0.954}$	$\frac{0.717}{0.976}$	$\frac{0.720}{1.032}$	$\frac{0.692}{0.920}$	$\frac{0.703}{0.983}$	$\frac{0.723}{1.032}$
6	2.2	60	$\frac{0.700}{0.945}$	$\frac{0.718}{1.026}$	$\frac{0.732}{1.054}$	$\frac{0.706}{0.890}$	$\frac{0.728}{1.002}$	$\frac{0.733}{1.052}$
7	КИК3	82	$\frac{0.622}{0.837}$	$\frac{0.756}{1.061}$	$\frac{0.751}{1.094}$	$\frac{0.724}{0.983}$	$\frac{0.736}{1.027}$	$\frac{0.749}{1.051}$
8	3.1	93	$\frac{0.701}{0.888}$	$\frac{0.735}{0.902}$	$\frac{0.743}{0.953}$	$\frac{0.702}{0.891}$	$\frac{0.723}{0.921}$	$\frac{0.731}{0.959}$

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	КИК4	102	$\frac{0.720}{0,847}$	$\frac{0.729}{0,965}$	$\frac{0.752}{1,023}$	$\frac{0.710}{0,886}$	$\frac{0.701}{0,964}$	$\frac{0.736}{0,994}$
10	41	126	$\frac{0.619}{0,829}$	$\frac{0.695}{0,838}$	$\frac{0.703}{0,884}$	$\frac{0.622}{0,819}$	$\frac{0.701}{0,824}$	$\frac{0.712}{0,876}$
11	4.2	137	$\frac{0.698}{0,812}$	$\frac{0.682}{0,873}$	$\frac{0.676}{0,882}$	$\frac{0.653}{0,818}$	$\frac{0.665}{0,865}$	$\frac{0.654}{0,866}$

* в числителе разность потенциалов при выключенных СКЗ, в знаменателе – при включенных СКЗ.

** направление 0 – по нормали к резервуару, направление 1 – под углом 45° к нормали (рис. 4).

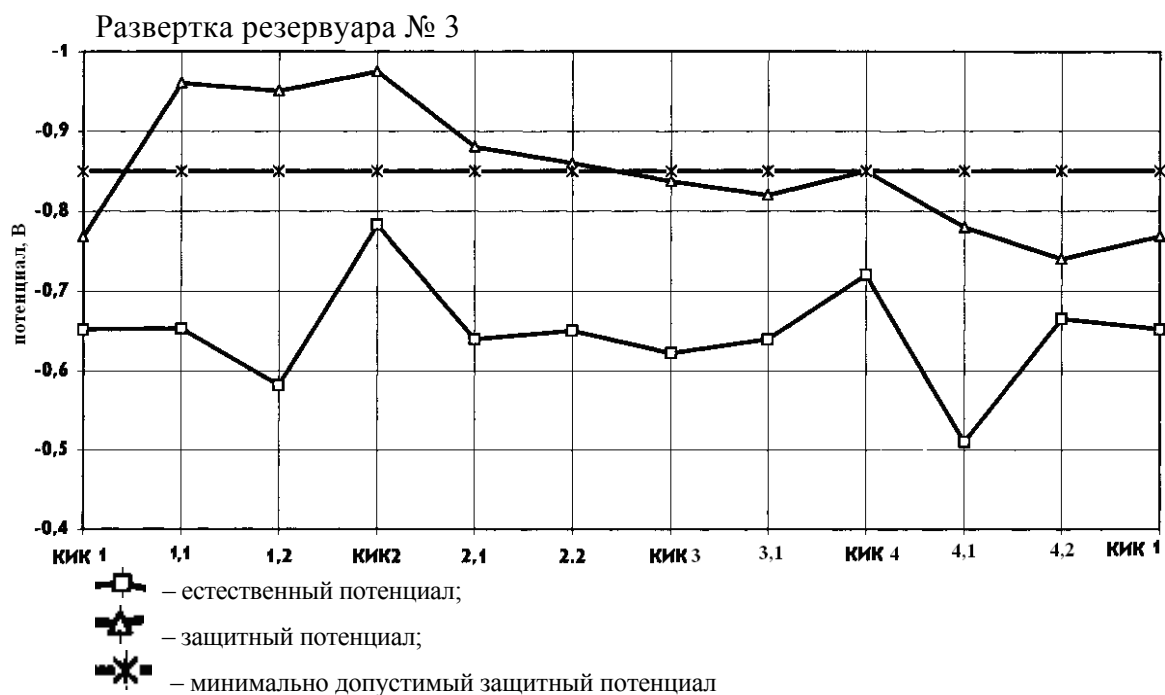


Рис. 5. Естественный и защитный потенциал на РВС № 3

Обработка данных измерений разности потенциалов "резервуар - земля" показывает, что распределение потенциала по периметру резервуара неравномерно (рис. 5).

Различная величина потенциала по периметру резервуара приводит, возможно, к неравномерному распределению потенциала внутри РВС. Таким образом, на внутренней поверхности могут возникать анодные и катодные участки, между которыми будет протекать через подтоварную воду, ток.

Так как резервуар заземлен, то происходит релаксация заряда на заземленные конструкции резервуара.

Необходимо отметить, что процесс релаксации заряда усилен конструктивными особенностями РВС. Днище РВС примыкает к первому поясу с внутренней стороны под углом менее 90°, т.е. под острым углом.

Известно, что если проводник имеет острые части, то плотность электрических зарядов на них возрастает. Вследствие этого, во внутренней полости РВС в районе уторного уголка будет самая максимальная скорость в сочетании с подтоварной водой электрохимическая коррозия.

Для снижения скорости коррозии нижнего пояса РВС, авторы работы считают, что это возможно вероятно с уменьшением величины зарядов вносимых в РВС, а это можно достичь заземлением всех подсоединенных к нему коммуникаций. Эксплуатационный персонал в противовес этому, наоборот, замыканием фланцевого соединения входящего трубопровода, увеличивает количество зарядов вносимого в РВС.

Литература:

1. РД 39-30-114-78 Правила технической эксплуатации магистральных нефтепроводов.
2. Антропов Л.И. Теоретическая электрохимия. – М.: Высшая школа, 1975. – 568 с.
3. Дизенко Е.И., Новоселов В.Ф., Тугунов П.И. и др. Противокоррозионная защита трубопроводов и резервуаров. – М.: Недра, 1978. – 200с.
4. Конев А.В. Противокоррозионная защита магистральных трубопроводов и промышленных объектов: Учебно-практическое пособие по вопросам теории и расчета. / А.В. Конев, Л.М. Маркова, В.А. Иванов, В.В. Новоселов и др. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2003. – 211 с.

СТАТИЧЕСКАЯ ЗАРЯДКА НЕФТИ

Х.Н. Музипов, И.В. Дианов
Россия, г.Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет
halim46@mail.ru, dianov82@mail.ru

Статическая зарядка нефти стала резко проявляться примерно с 70-х – 80-х годов, когда начали возрастать объемы перекачки и соответственно скорости. На рис. 2 показана технологическая цепочка транспортировки нефти.

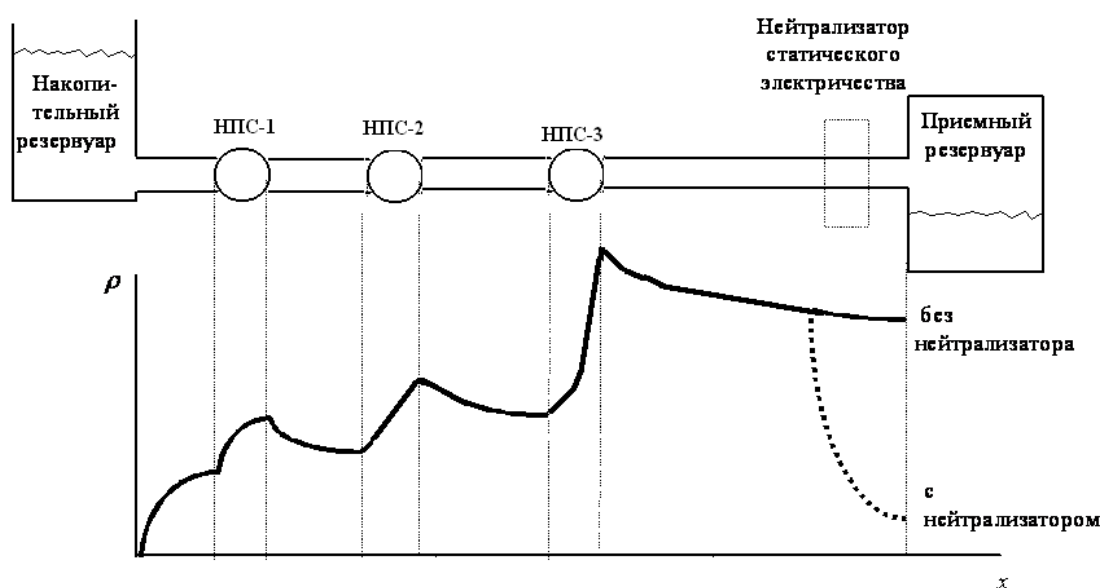


Рис. 6. Нарастание плотности заряда в нефти при прохождении по трубопроводу

Наращение плотности заряда в нефти происходит в технологических устройствах, где осуществляется контакт нефти с материалами, приводящим к ее зарядке, и где увеличивается скорость течения нефти. Спад заряда наблюдается при движении нефти по заземленным трубопроводам.

При движении нефти по технологическому тракту вплоть до приемного резервуара опасности от накопления заряда статического электричества практически нет, так как воздушных промежутков в аппаратах здесь нет и нет возможности возникновения электрического пробоя в газе. Иная ситуация существует в приемном резервуаре, где обязательно наличие газового пространства над поверхностью нефти.

Заряд, накапливаемый в приемном резервуаре, можно определить из условия его увеличения за счет втекания в резервуар заряженной нефти с учетом релаксации (стекания) заряда на заземленные конструкции резервуара:

$$\left. \frac{dQ}{dt} \right|_{\text{общ}} = \left. \frac{dQ}{dt} \right|_{\text{EX}} + \left. \frac{dQ}{dt} \right|_{\text{релакс}} \quad (1)$$

Здесь релаксация заряда происходит по экспоненциальной зависимости:

$$Q(t) = Q_0 e^{\frac{-t}{\tau}} \quad (2)$$

Где $\tau = \varepsilon \varepsilon_0 / \gamma_v$ – постоянная времени релаксации, а ε и γ – соответственно относительная диэлектрическая проницаемость и проводимость нефти.

Отсюда:

$$\left. \frac{dQ}{dt} \right|_{\text{релакс}} = - \frac{Q_0}{\tau e^{\frac{-t}{\tau}}} = - \frac{Q}{\tau}. \quad (3)$$

Перепишем исходное уравнение, учитывая, что $dQ/dt|_{\text{EX}} = I_{\text{EX}}$, где I_{EX} – ток зарядов статического электричества на входе в резервуар.

$$\left. \frac{dQ}{dt} \right|_{\text{общ}} = I_{\text{EX}} - \frac{Q}{\tau}. \quad (4)$$

Решением дифференциального уравнения является:

$$Q = I_{\text{EX}} \tau \left(1 - e^{\frac{-t}{\tau}} \right). \quad (5)$$

На рис. 4 приведены зависимости изменения плотности и суммарного объемного заряда нефти в приемном резервуаре.

Для уменьшения заряда, накапливаемого в приемном резервуаре, есть два метода:

- Снижение постоянной времени релаксации (τ) путем добавления в нефть специальных присадок, увеличивающих ее проводимость.
- Уменьшение заряда, находящегося в приемном резервуаре (нейтрализаторы статического электричества).

Естественно, что при больших объемах перекачки нефти первый метод экономически невыгоден, т.е. более предпочтителен второй метод (рис. 1).

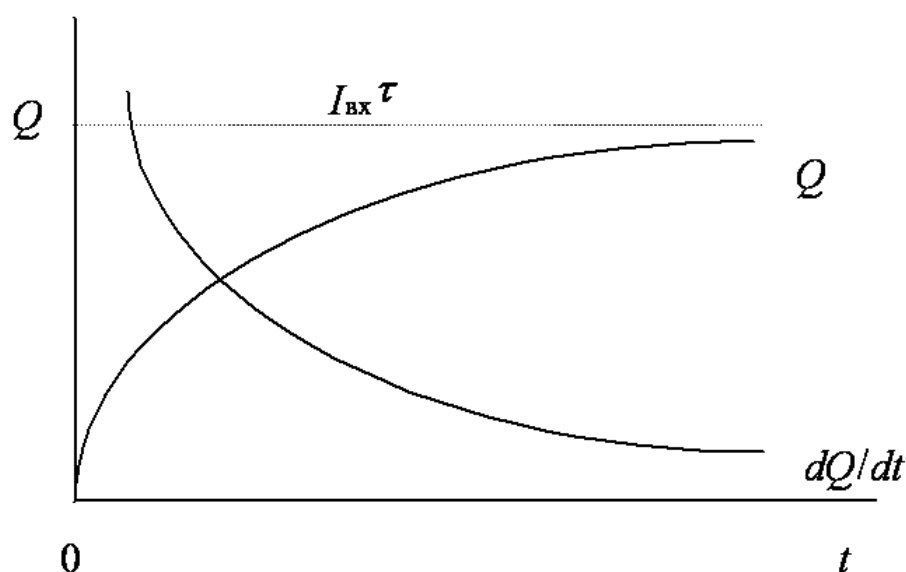


Рис. 7. Зависимости изменения плотности и суммарного объемного заряда нефти в приемном резервуаре

Вокруг электродов, имеющих форму игл, в результате процессов ионизации образуются области с повышенным содержанием ионов, имеющих заряд противоположного знака избыточному заряду нефти (в нашем случае положительных ионов). В результате рекомбинации отрицательных и положительных ионов избыточный заряд нефти уменьшается.

Но конструкция нейтрализатора статического электричества (рис. 1) имеет недостатки:

- конструкция разрушается при попадании на нее предметов оставленных при ремонтах трубопровода (электроды, арматура...);
- создает сужение отходами при очистке внутренней полости трубопровода.

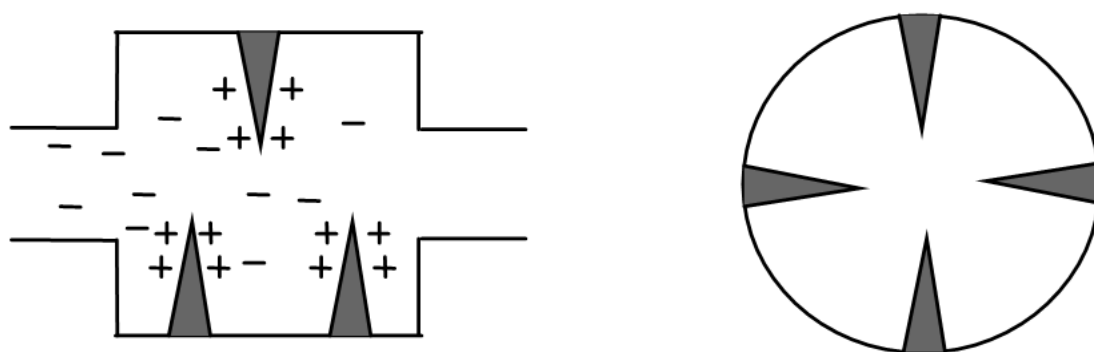


Рис. 8. Схема нейтрализатора статического электричества

На практике в качестве нейтрализатора статического электричества применяют изолирующее фланцевое соединение трубопровода на входе в резервуарный парк.

При перекачке на фланцевом соединении создается большая разность потенциалов и возникает вероятность электрического пробоя. Для предотвращения

электрического пробоя на фланцевом соединении эксплуатационный персонал замыкает электропроводной перемычкой оба фланца, тем самым уравнивая потенциалы.

Вследствие этого весь заряд потока нефти втекает в резервуар.

Заряд нефти, поступающей в резервуар, распределен по объему неравномерно. Это связано с релаксацией заряда на заземленные стенки конструкции. Поэтому, чем дальше рассматриваемый объем нефти от стенки резервуара, тем больше заряд в объеме. Кроме того, на поверхности нефти заряд релаксирует медленнее (особенно при приближении уровня к кровле резервуара) в связи с влиянием большой величины емкости между поверхностью нефти и кровлей.

Это означает, что на поверхности нефти в наиболее удаленной точке от стенок резервуара накапливается большой заряд, который создает электрическое поле между этой точкой поверхности нефти и заземленными стенками резервуара. По мере накопления заряда растет напряженность электрического поля вплоть до значения равного величине, при которой начинается разряд, который в конечном счете может воспламенить пары нефти.

Кроме перечисленных источников электрического поля также являются различные электрические приборы, установленные на кровле резервуара без изолирующих фланцевых соединений.

Литература:

1. РД 39-30-114-78 Правила технической эксплуатации магистральных нефтепроводов.
2. Антропов Л.И. Теоретическая электрохимия. // Л.И. Антропов // – М.: Высшая школа, 1975. – 568 с.
3. Дизенко Е.И. // Е.И. Дизенко, В.Ф. Новоселов, П.И. Тузунов и др. // Противокоррозионная защита трубопроводов и резервуаров. – М.: Недра, 1978. – 200 с.
4. Конев А.В. Противокоррозионная защита магистральных трубопроводов и промышленных объектов: Учебно-практическое пособие по вопросам теории и расчета. / А.В. Конев, Л.М. Маркова, В.А. Иванов, В.В. Новоселов и др. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2003. – 211 с.

СПОСОБ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОТЛОЖЕНИЯ ПАРАФИНА НА СТЕНКАХ НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫХ ТРУБ

Х.Н. Музипов, Ю.А. Савиных
Россия, г. Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет
halim46@mail.ru
yurij-savinykh@yandex.ru

Развитие технологии и техники борьбы с парафинообразованием имеет длительную историю. Сегодня, как и много десятилетий тому назад нефтяники для борьбы с парафинообразованием используют следующие методы: тепловые, физические, химические [1], механические и применение покрытий.

На отдельных месторождениях в качестве экспериментальных проводятся работы по применению вибрационных и магнитных способов.

Перечисленные методы с небольшими изменениями, а иногда и без них, применяются в скважинах с различными способами эксплуатации.

Тепловые методы основаны на способности парафина плавиться при температурах выше 50°C и стекать с нагретой поверхности. Для создания необходимой температуры требуется специальный источник тепла, который может быть помещен непосредственно в зону отложений, или необходимо вырабатывать теплосодержащий агент на устье скважины.

В настоящее время используют технологии с применением горячей нефти или воды в качестве теплоносителя, острого пара; электропечей наземного и скважинного исполнения; электродепарафинизаторов (индукционных подогревателей), осуществляющих подогрев в скважине; реагентов, при взаимодействии которых протекают экзотермические реакции [2].

Данные методы имеют определенные недостатки. Так использование в качестве теплоносителя горячей нефти, воды или острого пара влечет за собой прогрев участка НКТ от устья скважины до зоны образования парафина, т. е. на этом участке происходят потери энергии теплоносителя. Для обеспечения температуры в зоне образования парафина более 50°C возникает необходимость нагрева теплоносителя в 3-4 раза больше требуемой для расплава парафина. При таком способе требуется остановка скважины. Этот метод является высокзатратным и энергоемким с низким к.п.д.

Для создания необходимой температуры непосредственно в зоне отложений парафина требуется специальный источник тепла, который может быть помещен непосредственно в эту зону. Для этих целей используются индукционные подогреватели.

Конструкция индукционных подогревателей предполагает применение токов высокой частоты (ТВЧ) для прогрева стенки НКТ. Это создается с помощью катушки индуктивности установленной в зоне отложений парафина. Генератор ТВЧ устанавливается на устье скважины. Метод не электробезопасен и требует тщательной электрической изоляции источника ТВЧ от металлических конструкций скважины.

Авторами работы [3] предлагается установить керамические или миканитовые кольцевые проточные нагреватели (рис. 9) на наружную поверхность НКТ в зоне отложений парафина. Кольцевые нагреватели идеально подходят для нагрева трубок и цилиндров. Керамические кольцевые нагреватели имеют большую удельную мощность для обогрева, поэтому они могут использоваться при более высоких температурах.

Посадочный диаметр колец: 25 – 1000 мм. Ширина: 15 – 300 мм.

Допустимая удельная нагрузка: до $4,5 \text{ Вт/см}^2$ (миканитовая изоляция), до 8 Вт/см^2 (керамическая изоляция).

Рабочая температура: до 350°C (миканитовая изоляция), до 600°C (керамическая изоляция).

Технология изготовления позволяет снизить расход энергии на 30%, значительно увеличить срок эксплуатации нагревателя.

Принцип теплопередачи: от нагревательного элемента к обогреваемой поверхности НКТ тепло передается контактным способом.

Нагревательный элемент: проволока или лента из высокорезистивного сплава.

Материал изоляции: миканит или керамика.

В нагревателях с изоляцией из миканита резистивная лента (1) обматывается вокруг сердечника (2) требуемой формы и укладывается в корпус из нержавеющей стали (3). Между сердечником и корпусом прокладывается слой миканита (4), что

обеспечивает полную электроизоляцию нагревателя. Затем нагревателю придается цилиндрическая форма и устанавливается электрический ввод (5). Надежный контакт нагревателя с обогреваемой поверхностью НКТ обеспечивает хомут (6) с установленными на нем стяжными винтами.



Рис. 9. Кольцевой нагреватель

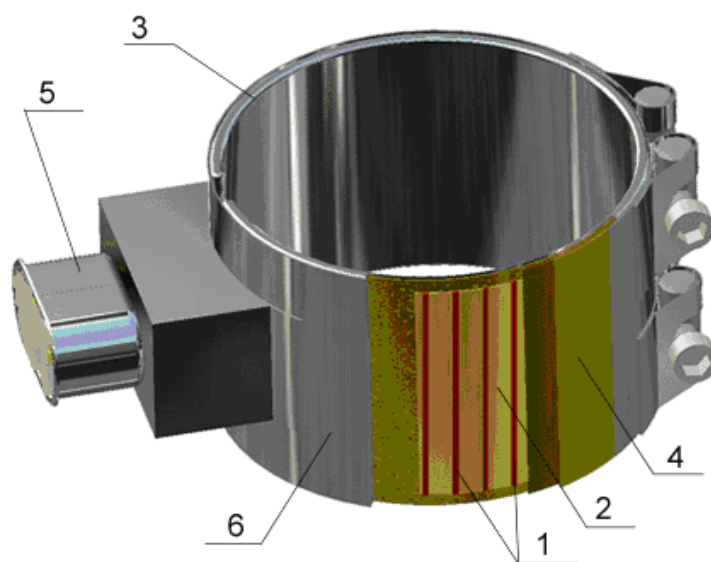


Рис. 10. Конструкция кольцевого нагревателя

1. Резистивная лента; 2. Сердечник; 3. Корпус из нержавеющей стали;
4. Слой миканита; 5. Электрический ввод; 6. Хомут

В нагревателях с изоляцией из керамики предварительно навитая спираль из резистивной проволоки (1) укладывается в каналы керамических изоляторов (2).

Набор керамических изоляторов со спиралью внутри укладывается в хомут из нержавеющей стали (3). Для сокращения теплопотерь между хомутом и керамикой прокладывается слой теплоизолятора (4). Затем нагревателю придается цилиндрическая форма и устанавливается электрический ввод (5).

Управление нагревом возможно по программе, обеспечивающей периодическую подачу электроэнергии с помощью контроллера.

Литература:

1. Савиных Ю.А. Инновационная техника и технология бурения и добычи нефти: учеб. Пособие /Ю.А.Савиных, Х.Н. Музипов. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2009. – С.71-72.
2. Басарыгин Ю.М. Технология капитального и подземного ремонта нефтяных и газовых скважин: учеб. для вузов /Ю.М.Басарыгин, А.И.Булатов, Ю.М. Проселков. – Краснодар: «Сов. Кубань» 2002. С. 341-348.
3. Патент № 22450117 РФ, С1. Способ нагрева газожидкостной смеси в скважине для предотвращения отложений парафина на стенках насосно-компрессорных труб / Х.Н. Музипов, Ю.А. Савиных. Заявлено 01.10.2010; Оpubл. 10.05.2012, Бюл. № 13.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ АСИНХРОННОГО САМОВОЗБУЖДАЮЩЕГОСЯ ГЕНЕРАТОРА С ДВУМЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ОБМОТКАМИ НА СТАТОРЕ В СОСТАВЕ УСТАНОВКИ ПО УТИЛИЗАЦИИ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА

*Д.Н. Паутов, А.Д. Новосельцев
Россия, г. Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет
novoseltsev.a.d.@gmail.com*

При разработке и эксплуатации новых месторождений обеспечение бесперебойной подачи электроэнергии к ним является основной задачей для нефтедобывающих компаний.

Существует несколько способов обеспечения месторождений электроэнергией: строительство новых линий электропередач (ЛЭП), применение автономных электростанций.

Строительство ЛЭП до новых месторождений в связи с их удаленностью от центров электропитания нерентабельно. Это связано также и с существующим дефицитом мощностей от действующих электростанций и возможными потерями при транспорте электроэнергии по линиям передач.

Наиболее энергоэффективным способом электроснабжения удаленных месторождений является применение автономных электростанций, максимально приближенных к нагрузкам с целью минимизации потерь при передаче электроэнергии. В качестве автономных электростанций возможно применение дизель-генераторных, газотурбинных или газопоршневых установок.

Дизель-генераторные установки (ДГУ) в качестве автономных источников электроэнергии не нашли широкого применения в связи с их низкой энергоэффективностью. Это обусловлено большими расходами на закупку и транспортировку дизельного топлива, что довольно затруднительно в условиях крайнего Севера.

В настоящее время широко применяются газотурбинные установки. В зависимости от модификации эти установки могут работать на нескольких видах топлива: нефть или попутный нефтяной газ (ПНГ). Компания ТНК-Уват на своих месторождениях используют автономные генерирующие установки, работающие на сырой нефти и дизельном топливе. Использование данного способа подразумевает нерациональное использование ценного сырья – нефти [1].

Газотурбинные и газопоршневые установки, работающие на ПНГ, требовательны к качеству и чистоте топлива, причем для очистки газа применяются достаточно технологичные и дорогостоящие установки, что приводит к удорожанию единицы энергии, вырабатываемой на подобных станциях.

Для повышения энергоэффективности автономных электростанций перспективным следует признать способ преобразования тепловой энергии полученной от сжигания ПНГ в установке [2], в электрическую. При использовании данного способа не требуется дополнительного оборудования для очистки газа, что позволяет уменьшить стоимость вырабатываемой единицы энергии.

Согласно постановления правительства РФ от 8 января 2009 г. N 7 "О мерах по стимулированию сокращения загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках" в целях предотвращения загрязнения атмосферного воздуха выбросами вредных (загрязняющих) веществ и сокращения эмиссии парниковых газов, образующихся при сжигании попутного нефтяного газа, установлен целевой показатель сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках на 2012 год и последующие годы в размере не более 5 процентов от объема добытого попутного нефтяного газа [3]. Использование способа преобразования тепловой энергии в электрическую предполагает полезную утилизацию ПНГ, что позволяет достичь установленного уровня утилизации 95 процентов [3].

В качестве электрогенератора в составе установки по утилизации ПНГ целесообразно, с точки зрения энергоэффективности, применение асинхронного самовозбуждающегося генератора с двумя распределенными обмотками на статоре с улучшенными тепловыми характеристиками [4]. Отличительной особенностью его конструкции является то, что в пакете статора выполнены дополнительные аксиальные каналы, позволяющие уложить в них основную обмотку, а в основные пазы – обмотку возбуждения. Это приводит к тому, что пазовые и лобные части основной и дополнительной обмоток оказываются разнесенными в пространстве, что в свою очередь способствует их более интенсивному охлаждению. Эта конструктивная особенность позволяет снизить тепловые перенапряжения, возникающие вследствие нагрева обмоток, и увеличить мощность без увеличения габаритов, тем самым повышается энергоэффективность генератора.

Таким образом, применение асинхронного самовозбуждающегося генератора с двумя распределенными обмотками на статоре в составе установки по утилизации ПНГ является перспективным решением для реализации автономных электростанций.

Литература:

1. Ильин, А.В. Перспективы применения генерирующего оборудования на сырой нефти на автономных месторождениях / А.В. Ильин // Новые технологии – нефтегазовому региону: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – 2012. – Т. 1. – С. 245-246.

2. Пат. RU 2355900, МПК F 02 C1/00. Способ преобразования тепловой энергии / С.В. Логачев, В.Г. Логачев, И.В. Логачев, В.Е. Костин. - № 2007108133; заявл. 05.03.2007; опубл. 10.09.2008, Бюл. 14.
3. Новосельцев, А.Д. Проблемы утилизации попутного нефтяного газа и пути их решения / А.Д. Новосельцев, Д.Н. Паутов // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе: материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов. – 2011. – С. 77-80.
4. Пат. RU 2393098, МПК B23K 9/00, H02K 17/00, H02K 3/48. Асинхронный сварочный генератор с двумя распределенными обмотками на статоре для ручной дуговой сварки с улучшенными тепловыми характеристиками / С.И. Кицис, Д.Н. Паутов. – 2008147534/02; заявл. 01.12.2008; опубл. 20.06.2010, Бюл. 17.

СХЕМНОЕ РЕШЕНИЕ СВАРОЧНОГО АСИНХРОННОГО САМОВОЗБУЖДАЮЩЕГОСЯ ГЕНЕРАТОРА ПОНИЖЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ С ДВУМЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ОБМОТКАМИ НА СТАТОРЕ

*Д.Н. Паутов
Россия, г. Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет
pautov_dn@mail.ru*

К настоящему времени асинхронные самовозбуждающиеся генераторы (АСГ) с конденсаторным возбуждением находят самое разнообразное применение. Это связано с известными достоинствами асинхронных машин – технологичностью, простотой конструкции, отсутствием контактов, надежностью, простотой эксплуатации. Во всех случаях одиночных постоянных нагрузок применение этих генераторов наиболее целесообразно.

Основной недостаток АСГ – возможность срыва самовозбуждения при закорачивании к настоящему времени преодолен путем укладки на статор двух распределенных обмоток вместо одной, благодаря чему разделяются функция емкостного возбуждения генератора и функция питания нагрузки и соответственно устраняется взаимное влияние двух процессов. В особенности это техническое решение оказывается полезным при реализации сварочного генератора на базе асинхронного генератора с конденсаторным возбуждением, т.к. в момент контакта сварочного электрода с деталью возникает опасность срыва самовозбуждения.

Первый подобный генератор был предложен немецкими инженерами Э. Юлке и Ю. Дасселем в 1986 году [1]. Этот генератор имел обычный короткозамкнутый ротор в виде беличьей клетки и две трехфазные обмотки на статоре 8 (рис. 1). Причем нагрузка в виде сварочной дуги подключалась к первой обмотке 1, выполнявшей функции нагрузочной, через трехфазный мостовой выпрямитель 3, на выходе которого последовательно с выводами 9 нагрузки был включен сглаживающий дроссель 4. Вторая обмотка выполняла роль обмотки возбуждения 2 и к ней были подключены электрические емкости (конденсаторы) 6, причем дополнительные отпайки 7 на этой обмотке позволяли также использовать ее для питания относительно маломощных потребителей переменного тока. Последняя особенность, хотя и расширяла область

применения генератора, в тоже время являлась и его недостатком, так как требовала повышенной емкости конденсаторов и приводила к тому, что в режиме холостого хода намагничивающий ток оказывался больше номинального в несколько раз.

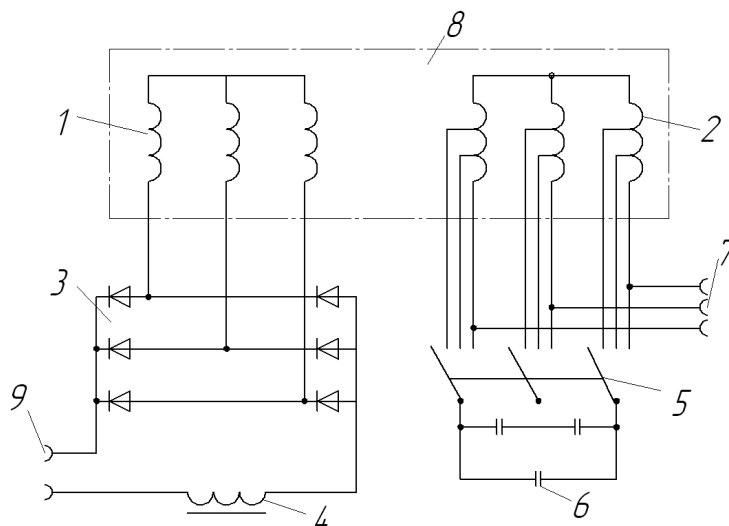


Рис.1. Схема двухобмоточного сварочного генератора Юргена и Дасселя

В качестве наиболее совершенного решения следует признать предложенный асинхронный сварочный генератор (рис. 2), содержащий две трехфазные обмотки на статоре, одна из которых использовалась в качестве обмотки возбуждения 1 и соединялась с батареей конденсаторов возбуждения 4, а другая служила рабочей обмоткой 2 и подключалась через выпрямитель 7 к сварочному электроду 8 [1]. При этом параллельно выпрямителю на обмотку включались также шунтирующие конденсаторы 6, а конец рабочей обмотки подсоединялся к батарее компаундирующих конденсаторов 5.

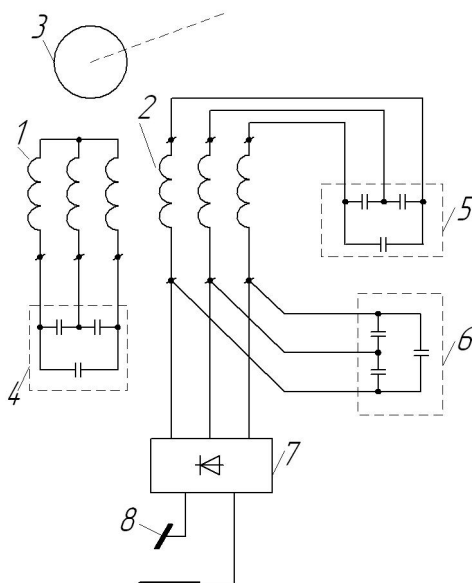


Рис.2. Схема сварочного генератора на базе асинхронной машины с конденсаторным возбуждением с двумя обмотками на статоре

Остаточный магнетизм, при вращении ротора приводным двигателем 3, наводит ЭДС в статорных обмотках. Вследствие действия данной ЭДС происходит заряд конденсаторов возбуждения и последующий их разряд на обмотку возбуждения, что в свою очередь вызывает увеличение ЭДС и данные действия неоднократно повторяются, т.е. возникает процесс конденсаторного возбуждения данного генератора. Данный процесс прекращается при насыщении магнитной системы генератора. В обмотках возбуждения и рабочей возникают напряжения пропорциональные числу витков в соответствующей обмотке и емкости конденсаторов возбуждения. Во время контакта сварочного электрода со свариваемой деталью сопротивление нагрузки уменьшается практически до нуля и как следствие, напряжение рабочей обмотки уменьшается, а ток возрастает вплоть до тока короткого замыкания. Увеличение тока нагрузки сопровождается увеличением реактивной мощности компаундирующих конденсаторов и вследствие данного фактора, сварочный генератор не теряет возбуждения и устойчиво работает при коротких замыканиях. В момент разрыва сварочной дуги энергия компаундирующих конденсаторов рассеивается по цепи, созданной шунтирующими конденсаторами.

Этот генератор имел значительно более простую конструкцию статора, меньшие электрические потери и повышенный к.п.д. за счет использования компаундирующих конденсаторов. Для достижения максимальной магнитной связи между обмотками и тем самым достижения максимального использования потока возбуждения, создаваемого обмоткой возбуждения в каждый паз сварочного асинхронного самовозбуждающегося генератора с двумя распределенными обмотками на статоре уложены вначале обмотка возбуждения, а затем рабочая обмотка [2].

Еще одним недостатком самовозбуждающегося асинхронного сварочного генератора (САСГ) при применении асинхронной машины стандартной конструкции является излишне высокий уровень напряжения холостого хода генератора при необходимости получения достаточно больших сварочных токов и соответственно излишне высокий уровень напряжения сварки. Эти недостатки связаны с излишней крутизной характеристики холостого хода (кривой намагничивания) серийной асинхронной машины, которая в свою очередь определяется относительно низким магнитным сопротивлением магнитопровода стандартной асинхронной машины. Последнее связано со стремлением получить более высокие удельные массогабаритные показатели асинхронной машины в двигательном режиме.

Снижение напряжения САСГ с двумя распределенными обмотками на статоре осуществляется путем увеличения магнитного сопротивления магнитопровода генератора, и снижения, тем самым, крутизны кривой намагничивания. Для снижения напряжения САСГ с двумя распределенными обмотками на статоре путем увеличения магнитного сопротивления магнитопровода генератора в пакете статора асинхронного генератора выполнены дополнительные аксиальные каналы [3].

Благодаря созданию в спинке статора дополнительных аксиальных каналов 2 круглой формы (рис. 3), достигается увеличение магнитного сопротивления магнитопровода машины:

$$Z_m = \frac{\sum F_i}{\Phi},$$

где Φ – магнитный поток в машине, Вб;

$$\sum F_i = F_{\delta} + F_c + F_{z1} + F_{a.k.} + F_{z2} + F_p, \text{ Ампер-витки;}$$

F_{δ} – МДС(магнитодвижущая сила) воздушного зазора; F_c – МДС спинки статора; F_{z1} – МДС зубцов статора; $F_{a.к.}$ – МДС дополнительных аксиальных каналов в пакете статора; F_{z2} – МДС зубцов ротора; F_p – МДС ротора.

Общая МДС машины увеличивается за счет необходимости преодоления рабочим магнитным потоком машины зоны дополнительных аксиальных каналов. Кроме того, высота H спинки статора 1 уменьшается до величины h (рис. 3), а МДС $\sum F_i$ – увеличивается за счет появления составляющей $F_{a.к.}$ и уменьшения площади поперечного сечения спинки статора.

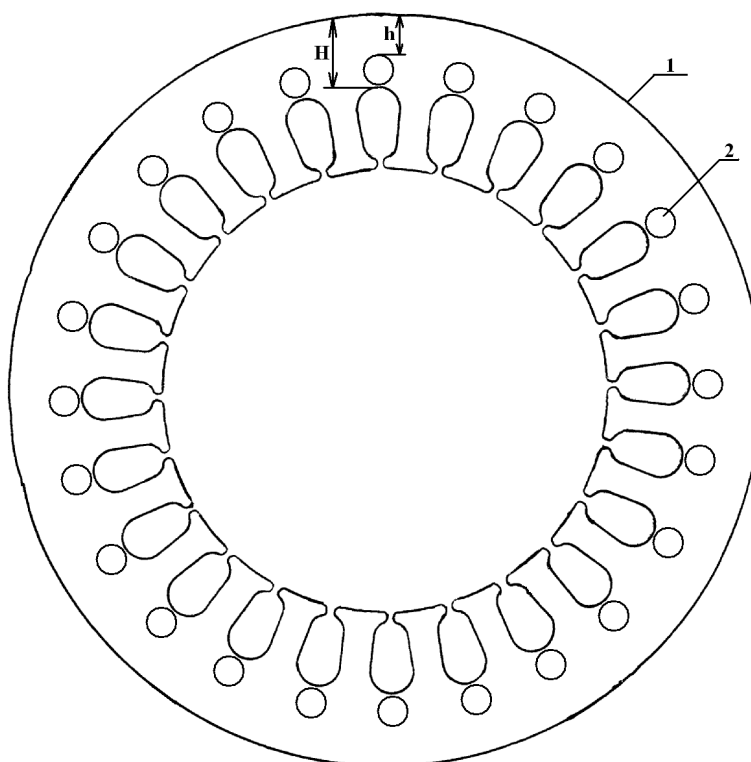


Рис. 3. Пакет статора асинхронной машины с увеличенным магнитным сопротивлением магнитопровода

Литература:

1. Паутов, Д.Н. Анализ схем сварочных генераторов на базе асинхронной машины с конденсаторным возбуждением / Д.Н. Паутов // Вестник кибернетики. – 2006. – № 5. – С. 34-39.
2. Пат. 2315420 RU, МПК H02P9/38. Способ стабилизации сварочного тока при ручной дуговой электросварке и сварочный генератор для его осуществления / С.И. Кицис, Д.Н. Паутов, С.А. Мусихин. – № 2006120229/09; заявл. 08.06.2006; опубл. 20.01.2008, Бюл. 2.
3. Пат. 88482 RU, МПК H02K17/42. Асинхронный сварочный генератор пониженного напряжения для ручной дуговой сварки / С.И. Кицис, Д.Н. Паутов. – № 2008112452/22; заявл. 31.03.2008; опубл. 10.11.2009, Бюл. 31.

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИН

*Д.Ф. Абдуллин, Ф.Ф. Хусаинов, М.И. Хакимьянов
Россия, г. Уфа, Уфимский государственный
нефтяной технический университет
hakimyanovmi@gmail.com*

В современных условиях чрезвычайно возросли требования по уровню автоматизации и информационного обеспечения всех технологических процессов при добыче углеводородного сырья. Для выполнения этих требований необходимо осуществлять непрерывный дистанционный мониторинг большого количества технологических параметров на каждой нефтегазодобывающей скважине. Каждый куст скважин необходимо оснащать целым рядом датчиков и системами телеметрии для непрерывного мониторинга целого ряда технологических параметров.

Такой подход позволяет выявлять отклонения от нормы технологических параметров в реальном времени и этим предотвращать аварии, разливы нефти, а также минимизировать их последствия. С другой стороны, необходимо непрерывно измерять потребляемую электроприводами электроэнергию, чтобы контролировать ее потребление и не допускать перерасхода.

Чтобы осуществлять слежение за работой скважин дистанционно, на них необходимо установить ряд датчиков. Причем состав датчиков будет зависеть от типа скважинного насоса (штанговый глубинный насос (ШГН), электроцентробежный насос (ЭЦН), винтовой насос (ВН)), от особенностей данного месторождения (глубина залегания пласта, высоковязкая или высокообводненная продукция), а также от требований нефтедобывающей компании (необходимость измерения дебита и потребления электроэнергии каждой отдельной скважины).

Схема установки технологических датчиков на скважине, эксплуатируемой ШГН, представлена на рисунке 1. Скважины должны содержать датчики давления 1 и температуры на устье 2, давления в затрубном пространстве 3 и, в идеальном случае, датчик расхода добываемой жидкости 4. Однако на практике установка расходомера на каждой скважине оказывается слишком дорогостоящей, поэтому используется периодическое подключение выкидного коллектора каждой скважины к групповой замерной установке.

Скважина с ШГН дополнительно должна оснащаться датчиками динамометрирования (датчиками усилия на штоке 5 и положения 6) и ваттметрирования 7 [1]. В некоторых нефтегазодобывающих предприятиях парк станков-качалок очень сильно изношен, поэтому требуется оснащение установок дополнительными датчиками защиты: индикаторами состояния подшипника балансира 8, срыва шатуна 9, уровня масла в редукторе 10, крена установки 11, перегрева сальникового узла 12.

Одним из важнейших параметров, контролируемых при глубиннонасосной добыче нефти, является динамический уровень жидкости в скважине. В последнее время появились автоматизированные эхолоты, позволяющие без участия человека

производить измерения уровня. Эхолот 13 монтируется на устьевой арматуре и производит измерения с заданной периодичностью.

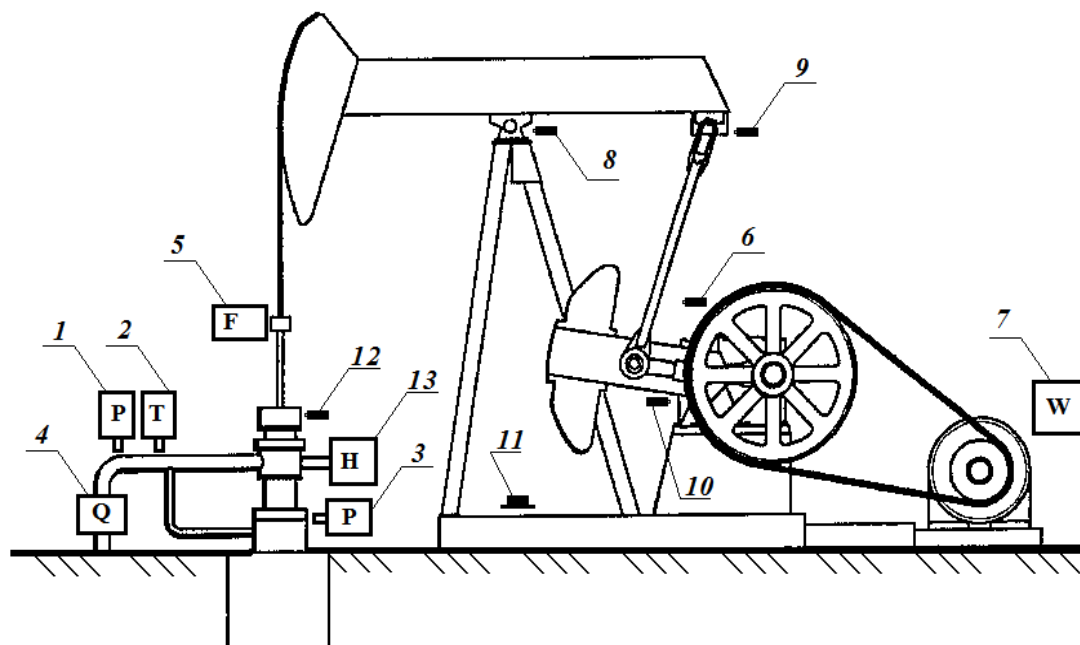


Рис. 1. Схема установки технологических датчиков на скважине, эксплуатируемой ШГН:

- 1 – датчик устьевое давления; 2 – датчик температуры на устье;
 3 – датчик затрубного давления; 4 – расходомер; 5 – датчик усилия для динамометрирования;
 6 – датчик положения для динамометрирования; 7 – датчики ваттметрирования;
 8 – индикатор состояния подшипника балансира; 9 – индикатор срыва шатуна;
 10 – датчик уровня масла в редукторе; 11 – датчик крена установки;
 12 – датчик перегрева сальникового узла; 13 – эхолот

При эксплуатации скважины при помощи ЭЦН производится контроль глубинных параметров. С этой целью в скважину (рисунок 2) опускается блок погружной телеметрии 10, измеряющий такие параметры как давление и температуру жидкости на приеме насоса, температуру статорной обмотки погружного электродвигателя, уровень вибрации, напряжение на клеммах погружного двигателя. В последнее время делаются попытки измерения расхода жидкости при помощи специально установленной турбинки в нижней части блока погружной телеметрии. Передача телеметрической информации на поверхность осуществляется по двум жилам трехфазного силового кабеля 6 посредством наложения частотно-модулированного сигнала. В станции управления 13 информационный сигнал отфильтровывается и декодируется. На устье скважины также устанавливаются датчики давления 1 и температуры на устье 2, затрубного давления 3, могут быть установлены расходомер 4 и эхолот 11. Блок ваттметрирования 12 производит контроль электрических параметров установки ЭЦН.

Следует отметить, что блоки погружной телеметрии начали разрабатываться и внедряться относительно недавно, и пока не способны обеспечивать длительное время работы из-за тяжелых условий эксплуатации: высоких температур и давлений, вибрации, агрессивной среды.

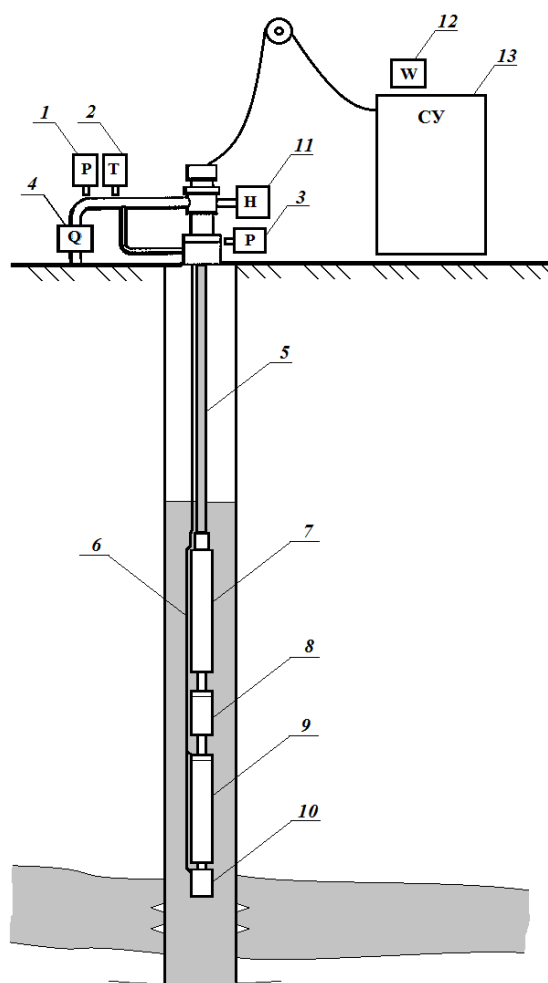


Рис.2. Схема установки технологических датчиков на скважине, эксплуатируемой ЭЦН:

- 1 – датчик устьевых давления; 2 – датчик температуры на устье; 3 – датчик затрубного давления;
 4 – расходомер; 5 – колонна насосно-компрессорных труб; 6 – силовой кабель; 7 – ЭЦН;
 8 – блок гидрозащиты; 9 – погружной электродвигатель; 10 – блок погружной телеметрии;
 11 – эхолот; 12 – датчики ваттметрирования; 13 – станция управления

Использование ВН является одним из новых и чрезвычайно перспективных способов механизированной добычи нефти. Доля скважин с ВН в настоящее время невелика, но быстро увеличивается. Главным образом используются установки с поверхностным приводом, в которых двигатель с редуктором установлены на устье скважины, а вращение передается насосу через колонну штанг.

Винтовые насосы эффективно использовать для добычи высоковязких нефтей, а также тогда, когда скважинная жидкость имеет механические и абразивные примеси. При этом обеспечивается более высокий коэффициент полезного действия по сравнению с другими типами насосов – до 60...75% [2].

Устьевая арматура скважины с ВН (рисунок 3) должна оснащаться датчиками давления 1 и температуры на устье 2, затрубного давления 3, также может быть оборудована расходомером 4 и эхолотом 13. Потребление двигателем 6 электроэнергии контролируется при помощи блока датчиков ваттметрирования 5. Для скважин с ВН может быть установлен защитный датчик 10, измеряющий вес колонны штанг 8.

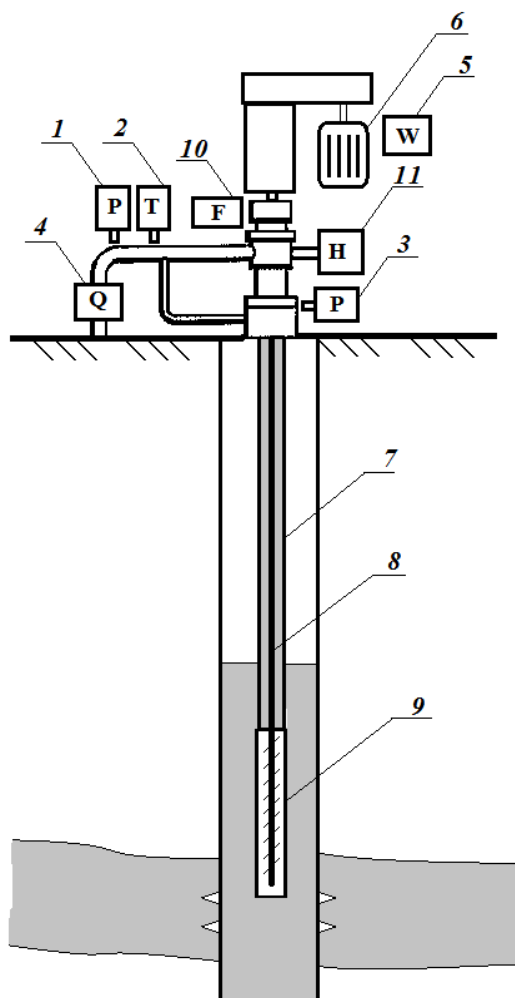


Рис.3. Схема установки технологических датчиков на скважине, эксплуатируемой ВН:

- 1 – датчик устьевое давления; 2 – датчик температуры на устье; 3 – датчик затрубного давления;
 4 – расходомер; 5 – датчики ваттметрирования; 6 – электродвигатель;
 7 – колонна насосно-компрессорных труб; 8 – колонна штанг; 9 – ВН;
 10 – датчик усилия, контролирующий вес колонны; 11 – эхолот

Для передачи данных на диспетчерский пункт, а также дистанционного управления электроприводами насосов используются системы телемеханизации на основе скважинных контроллеров с передатчиками (проводными, радио или сотовыми модемами). Так на скважинах месторождения Кумколь система телемеханизации скважин построена с использованием контроллеров SIEMENS SIMATIC S7-314C-2PTR, коммуникационных процессоров CP341 и радиомодемов MDS Trans Net с направленной антенной. Для измерения температуры используются датчики температуры Siemens Sitrans T, а давления - Siemens Sitrans P DSIII.

На диспетчерском пункте установлен контроллер SIEMENS SIMATIC CPU315-2DP для опроса и сбора данных с удаленных станций, коммутационный процессор CP341 и радиомодем MDS Trans Net-900 с круговыми антеннами.

Программное обеспечение АРМ диспетчерского пункта - SCADA iFIX iClient Developer с опцией iFIX Desktop. На рисунке 4 показан экран программы АРМ диспетчерского пункта для скважины с ВН.

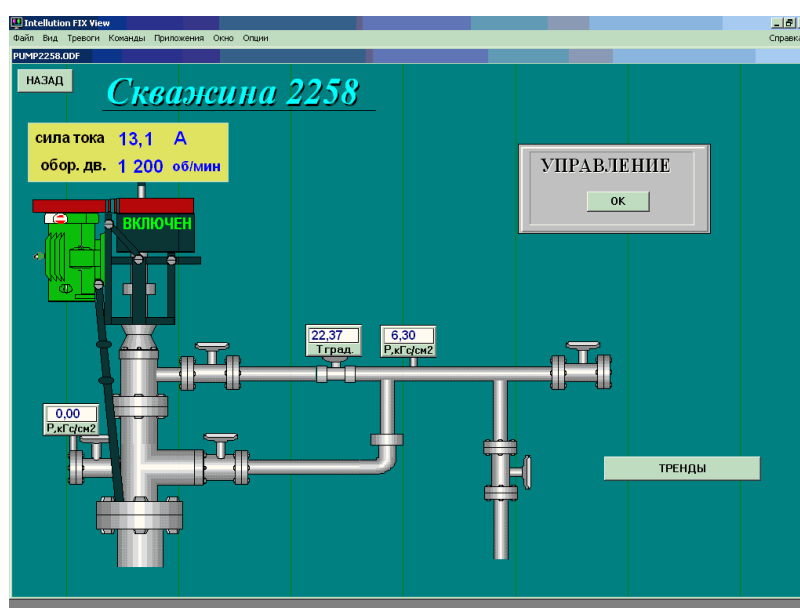


Рис.4. Экран программы АРМ диспетчерского пункта SCADA iFIX iClient Developer для скважины с ВН

Таким образом, современные системы телемеханизации скважин позволяют контролировать работу нефтедобывающих скважин дистанционно в автоматическом режиме. Такой контроль обеспечивает своевременное обнаружение неполадок оборудования, отклонения режимов, предотвращает аварийные повреждения, разливы нефти, сокращает простои и увеличивает межремонтный период скважин.

Литература:

1. Тахаутдинов Ш.Ф. и др. Обработка практических динамограмм на ПЭВМ.- Казань: Новое Знание, 1997. – 76 с.
2. Мищенко И.Т. Скважинная добыча нефти: Учебное пособие для вузов. – М.: ФГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2003. – 816 с.

РЕСУРСОЭФФЕКТИВНЫЕ МОДЕЛИ В ИССЛЕДОВАНИИ ПРОБЛЕМ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ТРАНСПОРТА ВЯЗКИХ СРЕД С НЕОДНОРОДНОЙ АНИЗОТРОПНОЙ ТУРБУЛЕНТНОСТЬЮ ПО ТРУБОПРОВОДАМ СО СЛОЖНОЙ ГРАНИЦЕЙ

С.Н. Харламов^{1,2}, Р.А. Альгинов²
Россия, г.Томск, Национальный исследовательский
Томский государственный университет¹,
Национальный исследовательский
Томский политехнический университет²
harson@mail.tsu.ru

Введение. В силу своей существенной металлоемкости трубопроводный транспорт во всем мире требует существенных финансовых затрат, как капитальных

при строительстве и реконструкции, так и эксплуатационных для поддержания оборудования в регламентном состоянии. Вследствие этого на фоне старения трубопроводного парка во всем мире, росте угроз окружающей среде все больше внимания уделяется методам математического и численного моделирования процессов функционирования аппаратов и систем, обеспечивающих транспорт реологически сложных сред по каналам, построению гибких ресурсоэффективных моделей течения и тепломассопереноса, поиску решений, позволяющих максимально полно использовать пропускную способность трубопроводов и продлить их безаварийную эксплуатацию. В трубопроводах со сложной границей области движения поток отличается существенной анизотропией в уровне пульсаций теплогидродинамических величин. Поэтому достаточно полный и детальный анализ структуры транспортируемой среды можно получить в рамках многомерных статистических моделей турбулентности второго порядка для компонент полного тензора напряжений Рейнольдса и компонент удельного вектора турбулентного потока скалярной субстанции (тепла и массы). А также К-теорий турбулентности, включающих двухпараметрические тепловые и динамические модели турбулентности типа k- ϵ , k- τ , k- ω , k-L. Такие модели и методы их реализации в особых областях течения (отрыв, присоединение, ускорение, ламинаризация, вращение и т.д.) позволяют проникнуть в суть зарождения процессов вихреобразования, переноса импульса, тепла и массы. В условиях низкой и умеренной интенсивности пульсаций скорости они способны успешно предсказывать сложные сдвиговые течения, находящиеся в условиях гидравлического кризиса. Понимание механизмов перераспределения энергии в условиях пространственной деформации вязкого потока будет способствовать выработке и принятию эффективных решений по управлению течением, снижению аварийности, повышению эффективности функционирования трубопроводных систем в нефтегазовой промышленности, водо- и теплоснабжении [1, 2].

Работа посвящена демонстрации возможностей детального и эффективного (с точки зрения вычислительных затрат) моделирования турбулентных течений, анализу закономерностей и механизмов процессов переноса в сложных сдвиговых присоединяющихся / разделяющихся потоках в трубопроводах с сочленениями. Численное исследование течений проводится на основе оригинальных и редкоиспользуемых в практике прикладных расчетов схем замыканий второго порядка для определения коэффициентов молярного переноса импульса, тепла и массы. Причем прогноз зон напряженного состояния трубопровода, предсказание развивающейся турбулентной структуры в узлах и соединениях Т-формы выполняется по низкорейнольдсовым версиям указанных моделей турбулентности. Расчетами проанализированы и установлены ряд эффектов, сопровождающих движение, а также демонстрируются достоинства программного комплекса, включающего оригинальный численный алгоритм для описания гидродинамики и теплообмена во внутренних системах с переменной по длине границей области движения.

Постановка задачи. Рассматриваются стационарные турбулентные и околопереходные течения несжимаемых и слабосжимаемых капельных и газообразных ньютоновских вязких сред в каналах, трубах и фитингах в условиях осевой симметрии и отсутствии массовых сил. Теплообмен в системе определяется умеренными тепловыми потоками, локализованными на стенке трубопровода. В пристеночной части разогреву потока могут способствовать диссипативные механизмы. Учитывается переменный характер теплофизических свойств рабочей среды, которая подчиняется условиям совершенного газа. В таких условиях система определяющих

уравнений, описывающая течение и теплообмен в трубопроводе включает: полные динамические уравнения Рейнольдса; уравнение состояния, неразрывности, энергии и в цилиндрической системе координат имеет следующий вид [1,2]:

$$\frac{\partial}{\partial x}(\rho U) + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r}(r \rho V) = 0; \quad (1)$$

$$U \frac{\partial U}{\partial x} + V \frac{\partial U}{\partial r} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\nu \frac{\partial U}{\partial x} \right) + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \nu \frac{\partial U}{\partial r} \right) - \left[\frac{\partial \overline{u'^2}}{\partial x} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r \overline{u'v'}) \right]; \quad (2)$$

$$U \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial r} - \frac{W^2}{r} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial r} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\nu \frac{\partial V}{\partial x} \right) + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \nu \frac{\partial V}{\partial r} \right) - \nu \frac{V}{r^2} - \left[\frac{\partial \overline{u'v'}}{\partial x} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r \overline{v'^2}) - \frac{\overline{w'^2}}{r} \right]; \quad (3)$$

$$U \frac{\partial W}{\partial x} + V \frac{\partial W}{\partial r} + \frac{VW}{r} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\nu \frac{\partial W}{\partial x} \right) + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \nu \frac{\partial W}{\partial r} \right) - \nu \frac{W}{r^2} - \left[\frac{\partial \overline{u'w'}}{\partial x} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r \overline{v'w'}) + \frac{\overline{v'w'}}{r} \right]; \quad (4)$$

$$U \frac{\partial T}{\partial x} + V \frac{\partial T}{\partial r} = \frac{1}{\rho c_p} \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \lambda \frac{\partial T}{\partial r} \right) \right] - \left(\frac{\partial \overline{u't'}}{\partial x} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r \overline{v't'}) \right) + \Phi_\mu; \quad (5)$$

$$p = \rho RT, \quad (6)$$

где Φ_μ – диссипативная функция Рэлея. Остальные обозначения – общепринятые.

Модель турбулентности. Замыкание системы (1) – (6) выполнялось с привлечением статистических моделей второго порядка для нахождения компонент тензора напряжений Рейнольдса $\overline{u_i u_j}$ и удельных турбулентных потоков тепла $\overline{u_i t'}$ [4-6]. В частности, использовались модифицированные двухпараметрические динамические модели турбулентности: стандартная двухпараметрическая k-ε модель Джонса-Лаундера [1] и оригинальная двухпараметрическая k-L модель, замыкание которой для внутренних течений было выполнено в работе [2].

Модель турбулентности для напряжений и потоков скалярной субстанции полно представлена в [1, 2]. Она включает опорную базу из двухпараметрических динамических k-L (7, 8) и k-ε (7, 9) и имеет вид транспортных уравнений, представленных Харламовым С.Н., Лаундером Б., Глушко Г.С. [1,2]:

$$u_j \frac{\partial k}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\nu + c_k f_\mu \overline{u_i' u_j'} \frac{L}{\sqrt{k}} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] - \overline{u_i' u_j'} \frac{\partial u_i}{\partial x_j} - \varepsilon - \Phi; \quad (7)$$

$$u_j \frac{\partial L}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\nu + c_L f_\mu \overline{u_i' u_j'} \frac{L}{\sqrt{k}} \right) \frac{\partial L}{\partial x_j} \right] - c_1 f_1 \overline{u_i' u_j'} \frac{\partial u_i}{\partial x_j} - \varepsilon_L + E. \quad (8)$$

$$u_j \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\nu + c_\varepsilon f_\mu \overline{u_i' u_j'} \frac{\varepsilon}{k} \right) \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} \right] - c_1 f_1 \overline{u_i' u_j'} \frac{\varepsilon}{k} \frac{\partial u_i}{\partial x_j} - c_2 f_2 \frac{\varepsilon^2}{k} + E. \quad (9)$$

Здесь под k , L , ε понимаются соответственно кинетическая энергия, интегральный масштаб энергосодержащих вихрей.

Граничные условия. На входе задавались однородные поля искомых величин, на выходе – «мягкие» граничные условия. На стенке трубопровода: условия прилипания для динамических характеристик потока – равенство нулю осредненных

и пульсационных полей скорости; отсутствия одноточечных корреляционных смешанных моментов пульсаций скорости и температуры, а также постоянная величина плотности удельного теплового потока. На оси: условия симметрии для искомых величин. Детали численного алгоритма подробно описаны в [1,2].

Результаты расчета и их анализ. Расчетной моделью был выбран равнопроходный тройник 108х8 мм по ГОСТ 17376-2001. «Шейка» тройника – место присоединения бокового патрубка к основной магистрали - представлялась скруглением с радиусами от 5 мм (согласно ГОСТ). Данный типоразмер был выбран вследствие распространенности трубопроводов диаметра 108 (114) мм при обустройстве нефтегазовых месторождений. К тройнику добавлялись прямые участки протяженностью 160 внутренних диаметров – 15 м – для установления «тонких» параметров турбулентности. В качестве рабочей средой рассматривались маловязкие и средневязкие нефти, для которых с определенными допусками справедливо ньютоновское приближение.

Некоторые результаты численного моделирования для тройника в режимах $Re=3 \cdot 10^3 - 10^4$ представлены на рис. 1-3. Направление потока представлено слева направо, в патрубке тройника происходит отделение потока. Согласно рис. 1-3 зоны наибольшей интенсификации движения возникают в точке отрыва потока на «шейке» тройника и на поверхности патрубка, на которую набегают поток, на противоположной же стенке образуется зона медленного течения. На шейке тройника поток значительно ускоряется, отрывается от магистрали и ударяется о патрубок. Анализ профилей скорости по линиям, параллельным оси магистрали тройника, показывает нарушение осевой симметрии потока при приближении к зоне отрыва потока с последующим восстановлением на осесимметричный режим на выходе из тройника. В области перераспределения потока нарушение осевой симметрии происходит следующим образом: на линиях тока, лежащих по отношению к патрубку за осью магистрали, наблюдается плавное изменение расхода. В то же время на близких к патрубку линиях наблюдается рост осевой скорости с последующим ее резким спадом при прохождении оси тройника до экстремальных значений и восстановлением до значений, соответствующих осесимметричному режиму. Также обращает на себя внимание распределение радиальной скорости в тройнике: оно существенно асимметрично по отношению к оси тройника и достигает максимальных значений в области набегающего потока на стенку тройника.

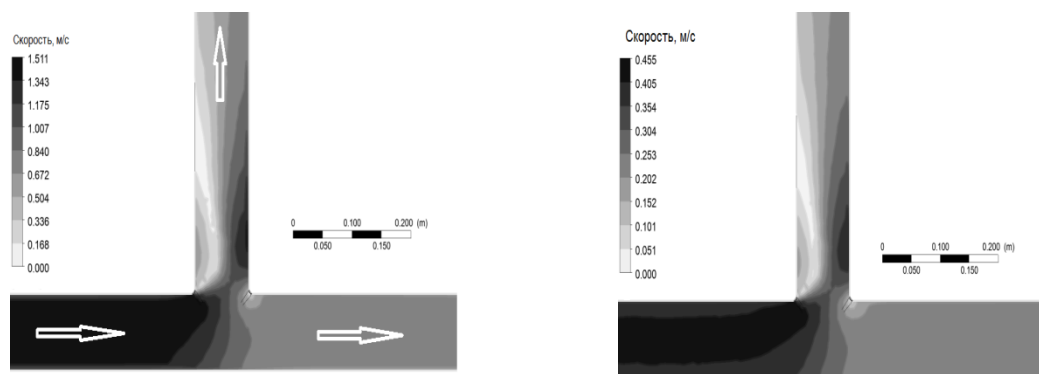


Рис. 1. Распределение скоростей течения для турбулентного $Re = 10000$ (слева) и околупереходного $Re = 3000$ (справа) режимов

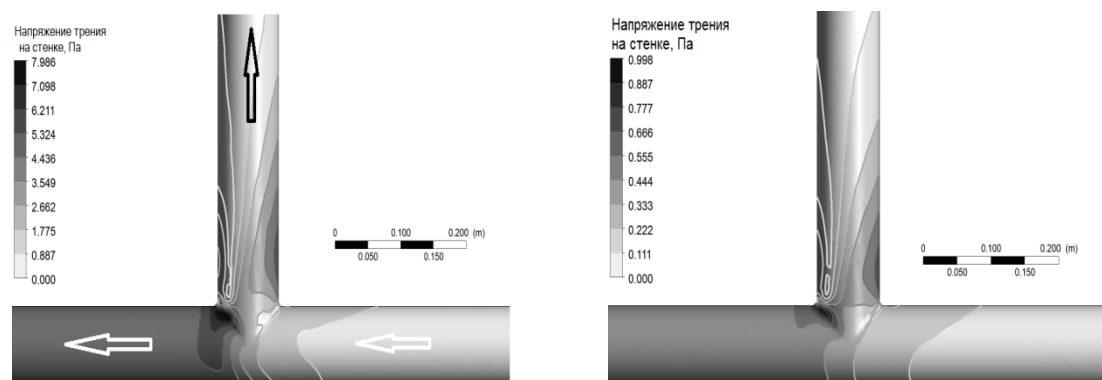


Рис. 2. Напряжение трения на стенке тройника для турбулентного $Re = 10000$ (слева) и околопереходного $Re = 3000$ (справа) режимов

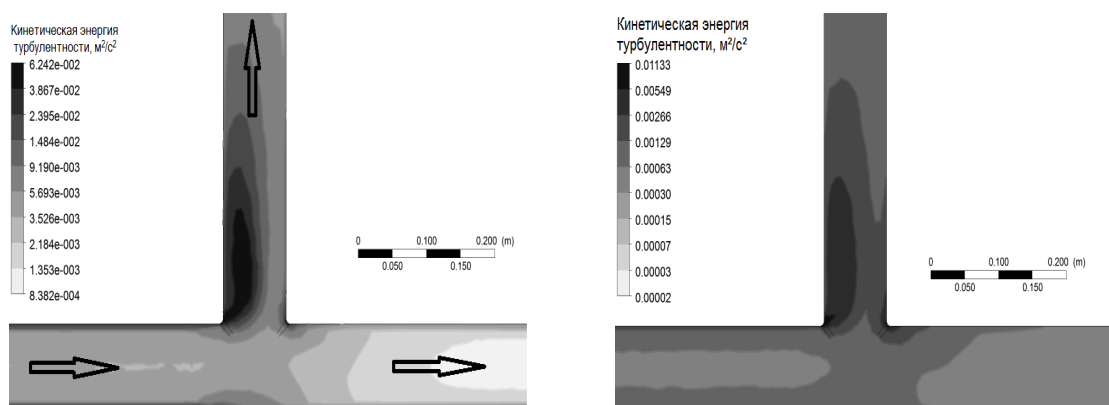


Рис. 3. Кинетическая энергия турбулентности для турбулентного $Re = 10000$ (слева) и околопереходного $Re = 3000$ (справа) режимов

Расчеты показывают, что в режимах отрыва потока имеются зоны потенциального риска - шейка тройника и начальная область бокового патрубка, на которую приходится сварной шов, присоединяющий к тройнику трубу. Однако при увеличении радиуса скругления «шейки» тройника интенсивность отрывного течения уменьшается, что способствует снижению динамической нагрузки на патрубок.

Анализ установившегося течения на выходе из системы показывает, что разделение потока в тройнике происходит неравномерно: расход по магистрали существенно (до двух раз) превышает расход по боковому патрубку. Полученный результат легко объясняется распределением параметров турбулентного течения (см. рис. 2,3). В патрубке образуется турбулентный вихрь, создающий дополнительное гидравлическое сопротивление протеканию жидкости в боковую линию. Расчеты на других режимах течения – ламинарном и турбулентном $Re=5 \cdot 10^4$, 10^5 , $5 \cdot 10^5$, 10^6 , с разными входными параметрами для турбулентных характеристик $Tu=0.1 \div 20\%$, а также на различных геометриях (тройники $108 \times 8-89 \times 6$, $108 \times 8-57 \times 5,5$) показывают те же закономерности перераспределения основных характеристик течения.

Расчеты позволяют сформулировать некоторые практические предложения для решения проблем энергоэффективности транспорта сложных систем по трубопроводу. В указанных процессах целесообразно удлинение бокового патрубка

отвода за пределы рециркуляционной зоны, а также максимизация радиуса скругления шейки. Это позволит не только увеличить надежность детали, но также уменьшить ее гидравлическое сопротивление. Представленные результаты также иллюстрируют известный из практики факт меньшей надежности тройниковых соединений по сравнению с тройниками. Объяснение, как можно видеть, заключается в отрыве течения (поскольку тройниковое соединение не имеет скругления) и интенсивном динамическом ударе на стенку патрубка. В данном случае может быть рекомендована минимизация использования тройниковых соединений и предпочтительное использование тройников заводского изготовления.

Литература:

1. *Kharlamov S.N. Mathematical Modelling of Thermo- and Hydrodynamical Processes in Pipelines.* – Rome, Italy: Publishing House “Tonta”, 2010. – 263 p.
2. *Kharlamov S.N. Hydrodynamics, Theory and Model: Actual Problems of Hydrodynamics at Internal not Isothermal Flows in Fields of Mass Forces.* – Intech. Croatia, 2012. – 307 p.

О ВЫБОРЕ НПС ДЛЯ УСТАНОВКИ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА¹

В.А. Шабанов, З.Х. Павлова
*Россия, г. Уфа, Уфимский государственный
нефтяной технический университет*
ShabanovVA1@yandex.ru

Магистральные нефтепроводы для перекачки нефти делятся на технологические участки, разделенные резервуарами. Технологический участок магистрального нефтепровода содержит до шести нефтеперекачивающих станций (НПС). На каждой НПС в работе может быть до трех магистральных насосов (МН). На каждом МН всех НПС устанавливать частотно-регулируемый электропривод (ЧРЭП) не целесообразно как по экономическим соображениям, так и с точки зрения обеспечения всех режимов перекачки [1] и требуемого диапазона регулирования [2, 3]. В статье рассматриваются ограничения на частоту вращения МН, которые необходимо учитывать при выборе НПС технологического участка для установки ЧРЭП МН.

Основная задача частотного регулирования – обеспечивать заданную производительность трубопровода при выполнении ограничений по напорам и подпорам. При системе перекачки из насоса в насос технологический режим перекачки описывается уравнением баланса напоров [4]. При использовании ЧРЭП на одном из МН, решая уравнение баланса напоров относительно частоты вращения регулируемого насоса, можно найти зависимость производительности трубопровода от частоты вращения в виде:

$$Q = \sqrt[2-m]{\frac{a_p \cdot \nu^2 + A}{b_p + B}}, \quad (1)$$

где

$$A = a_{\Pi} + \sum_{i=1}^{n-1} a_i - \Delta z - h_{\text{ост}}; \quad (2)$$

$$B = 1,02 fL + \left[\frac{b_{\Pi}}{m_{\Pi}^{2-m}} \right] + \sum_{i=1}^{n-1} b_i, \quad (3)$$

где a_{Π} , b_{Π} , a_i , b_i – коэффициенты напорных характеристик подпорного и магистрального насосов;
 n – число работающих магистральных насосов;
 m_{Π} – число работающих подпорных насосов;
 Δz – разность геодезических отметок по концам технологического участка;
 $h_{\text{ост}}$ – остаточный напор в конце технологического участка;
 m – коэффициент режим перекачки.

Выражение (1) позволяет определить производительность трубопровода при известной частоте вращения регулируемого МН. Для обеспечения требуемого значения производительности Q на одной или нескольких НПС необходимо установить ЧРЭП МН. При выборе НПС, на которых целесообразна установка ЧРЭП, необходимо учитывать ограничения по напорам и подпорам, свойства частотного регулирования МН, а также должен соблюдаться принцип экономичности. При этом выбор НПС, на которых целесообразно установить ЧРЭП, должен производиться с учетом следующих ограничений.

Ограничение 1. При выборе НПС для установки ЧРЭП необходимо учитывать ограничения по минимальным подпорам на входе НПС и максимальным напорам на выходе НПС [4]. Величины напоров $H_{\Pi i}$ и подпоров ΔH_i перекачивающих станций должны удовлетворять условиям:

$$H_{\Pi i} \leq H_{\max i}; \Delta H_i \geq \Delta H_{\min i}, \quad (4)$$

где $H_{\max i}$, $\Delta H_{\min i}$ – разрешенные значения напоров и подпоров i -й НПС.

Напоры и подпоры, входящие в выражение (4) могут быть определены по следующим выражениям. Подпор на входе $i+1$ станции

$$\Delta H_{i+1} = H_{\Pi i} - H_{i, i+1},$$

где $H_{i, i+1}$, – потери напора между i -й и $i+1$ -й станциями.

Напор на выходе i -й станции

$$H_{\Pi i} = \Delta H_i + H_{\text{СТ} i},$$

где $H_{\text{СТ}}$ – напор, создаваемый насосами i -й станции.

Ограничение 2. Необходимо учитывать ограничения, накладываемые наличием перевальных точек на топографическом профиле трассы нефтепровода. Величины напоров $H_{\Pi i}$ в местах расположения возможных перевальных точек должны удовлетворять условию [4]:

$$H_{\Pi i} \geq h_{\Pi i}, \quad (5)$$

где h_{Π} – геодезическая отметка i -й перевальной точки на трассе нефтепровода.

Ограничения (4) и (5) на напоры и подпоры могут быть преобразованы в ограничения на допустимые частоты вращения МН.

Ограничение 3. Необходимо учитывать, что регулирование частоты вращения МН ограничено не только неравенствами (4) и (5), но и особенностями технологии перекачки нефти по магистральным нефтепроводам. При этом рабочий диапазон изменения частоты вращения МН ограничен снизу минимально допустимой частотой. При снижении частоты вращения МН ниже некоторого минимально допустимого значения, открывается обратный клапан в обвязке насоса. При этом насос «выключается» из процесса перекачки и перестает влиять на производительность трубопровода.

Нижний предел частоты вращения может быть найден из уравнения [2]:

$$v_{\min} = \sqrt{\frac{b \cdot Q^{2-m}}{a}}, \quad (6)$$

где Q – производительность трубопровода при отключенном регулируемом насосе.

Ограничение 4. На каждой НПС в работе может быть до трех МН. При этом может потребоваться регулирование частоты вращения двух МН.

Решая (1) относительно частоты вращения насоса, находим

$$v^2 = \frac{(b_p + B_1) \cdot Q^{2-m} - A_1}{a_p}. \quad (7)$$

Если частота вращения насоса по (7) получается меньше минимально допустимой по (6), то требуется установка двух регулируемых МН.

При двух частотно-регулируемых МН уравнение баланса напоров будет

$$a_{p1} \cdot v_1^2 + a_{p2} \cdot v_2^2 - (b_{p1} + b_{p2}) \cdot Q^{2-m} + A_2 - B_2 Q^{2-m} = 0, \quad (8)$$

где a_{p1} ; a_{p2} ; b_{p1} и b_{p2} – коэффициенты напорной характеристики регулируемых насосов;

A_2 и B_2 – коэффициенты уравнения баланса напоров при двух отключенных МН.

Выражение (8) позволяет определить требуемую частоту вращения одного из регулируемых насоса при известной частоте другого регулируемого насоса. Причем частота вращения каждого из МН не должна быть ниже минимально допустимого значения по (6).

Перечисленные ограничения используются при выборе НПС для установки ЧРЭП в каждом отдельно взятом режиме работы нефтепровода. В течение года плановая и фактическая производительности изменяются. При этом число режимов может быть несколько десятков и даже сотен. Поэтому окончательный выбор НПС, на которых целесообразна установка ЧРЭП, должен определяться на основе оптимизационных расчетов.

¹ При подготовке статьи использованы результаты исследований, выполненных при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ.

Литература:

1. Шабанов В.А., Кабаргина О.В. Определение диапазонов регулирования скорости вращения магистральных насосных агрегатов // Электротехнические комплексы и системы: Межвузовский научный сборник; Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа: УГАТУ. – 2009. – С. 145-150.
2. Шабанов В.А., Кабаргина О.В. Определение нижней границы диапазона частотного регулирования электродвигателей магистральных насосов // Электронный научный журнал "Нефтегазовое дело". – 2010. – http://www.ogbus.ru/authors/Shabanov/Shabanov_3.pdf – 8 с.
3. Шабанов В.А., Кабаргина О.В. О частотном управлении высоковольтными двигателями нефтеперекачивающих станций // Электропривод, электротехнологии и электрооборудование предприятий: Сборник научных трудов III Всероссийской научно-технической конференции (с международным участием) / редкол.: В.А. Шабанов и др.– Уфа: ИД «Чурагул». – 2011. – С. 14-21.
4. Нечваль А.М. Основные задачи при проектировании и эксплуатации магистральных нефтепроводов: Учебное пособие. – Уфа: Изд-во УГНТУ. – 2005. – 81 с.

СЕКЦИЯ 4.

ПРОГРАММНОЕ И АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ СИНХРОНИЗАЦИИ ДАННЫХ И МЕТОДАХ ИХ РЕШЕНИЯ

*М.В. Аксенов
Россия, г. Тюмень, Тюменский
государственный университет
aksenov364@gmail.com*

С ростом вычислительных мощностей, увеличиваются также и требования к программному обеспечению — крупные компании стремятся сократить время и расходы на обработку информации путем создания новых информационных систем. Объемы данных, которые при этом должны храниться и обрабатываться, растут очень быстро, поэтому становится актуальной проблема их несогласованности, несмотря на семантическую идентичность. Для принятия рациональных решений специалистам на предприятии необходимо видеть полную картину происходящего, а значит, данные в различных источниках должны быть актуальны, и необходимо решать проблему синхронизации их между системами с различной структурой. В рамках статьи внимание заостряется на следующих четырех проблемах, которые необходимо разрешить при создании системы синхронизации данных:

Разнородность источников данных.

Неравноправность источников данных.

Отказы аппаратного обеспечения.

Географическая распределенность системы.

Под *разнородностью* источников данных понимается не только наличие разных способов представления одного и того же бизнес объекта, но и различных наборов атрибутов для этих объектов. Это обусловлено тем, что для каждой конкретной задачи одни и те же объекты реального мира были рассмотрены разработчиками с различных точек зрения. Таким образом, принимается за данность необходимость создания документов, которые будут регламентировать единое представление объектов для всех источников данных и набор правил трансформации в объекты каждого другого источника. Фактически каждому источнику данных для каждого бизнес-объекта в соответствие ставится преобразование $F: X \rightarrow U$, где X — объект источника, а U — объект мастер-хранилища, при этом преобразования не имеют одного типа — любое из них может быть как инъективным, так и сюръективным или биективным.

Под *неравноправностью* источников данных понимается наличие «уровней доверия» к источнику. Дело в том, что разрешение конфликтов при условии равноправия всех источников данных — до вольно специфическая задача, поскольку во внимание принимается только очень ограниченный критерий — время последнего обновления объекта. Для некоторых задач этого достаточно, но, например, для синхронизации сложных геологических систем — нет, поскольку данные, которые получены в результате геолого-геофизической интерпретации (и которые могут быть «пробой пера»), не должны сразу сохраняться в основное хранилище и распространяться в другие системы.

Отказ аппаратного обеспечения также должен учитываться, поскольку может не просто отрезать часть источников данных от всех остальных — он может разрушить механизмы синхронизации для всех систем, а значит необходимо минимизировать вероятность отказа системы, например, путем дублирования компонентов и добавления резервного управления или перезапуска вышедших из строя узлов, как на аппаратном так и на программном уровне. Для большинства систем установка недорогих резервных серверов и использование программной отказоустойчивости обойдутся намного дешевле, нежели использование дорогого аппаратного обеспечения.

Географическая распределенность системы тесно сопряжена с предыдущей проблемой, так как увеличивается сложность инфра структуры и вместе с тем вероятность отказа, но если рассматривать эту проблему с точки зрения производительности, то на данный момент между важными источниками данных скорость сетевых соединений достаточна и постоянно увеличивается, поэтому эта проблема в рамках данной статьи не рассматривается подробно.

0.1 Примеры систем синхронизации

Для того, чтобы создать систему синхронизации, которая будет удовлетворять самым важным требованиям системы, необходимо рассмотреть существующие подходы и выяснить их достоинства и недостатки. Далее будет рассмотрено несколько различных типов систем и их особенности.

0.1.1 Прямая синхронизация

Прямая синхронизация представляет собой полный граф $|V, E|$, где каждый источник является узлом из множества V , а ребро E — направление синхронизации. Основным преимуществом является простота реализации на начальном этапе, поскольку мощность множества объектов каждого источника невелика, а поэтому разработка и внедрение такой системы будут достаточно быстрыми. Но недостатки этого решения вытекают из его преимущества:

количество реализации модулей передачи данных вычисляется формулой $G = E * (E - 1)$, где G — количество модулей, E — количество различных источников данных, что для всего 8 источников дает уже 56 различных модулей в худшем случае. Для большинства систем это неприемлемо из-за неоправданно высоких трудозатрат.

Потеря производительности на узлах обусловлена тем, что каждый источник данных должен иметь полную информацию обо всех других источниках, имеющих-ся в системе.

Сложность реализации, если источники данных различного типа (например, РСУБД и ФСУБД).

Очевидным примером такой синхронизации между двумя РСУБД будет разработка триггеров на обновление данных в каждой из них и соединение систем посредством database links. Это решение вызывает также проблему изменения модели данных источника (триггеры), а это чревато выходом из строя всей системы после перехода на новую версию [2].

0.1.2 Синхронизация с использованием единого хранилища

Очевидным улучшением предыдущей системы синхронизации является добавление единого хранилища и общих представления бизнес-объектов, то есть некоторый аналог промежуточного программного обеспечения [1]. Это позволит уменьшить связность системы и для каждого источника данных реализовать только два интерфейса — отправки объекта в хранилище и получение нового объекта из хранилища, то есть реализовать биективное преобразование $F: X_i \leftrightarrow U_i$, где X_i — источник данных, а $U_i \subseteq U$ — подмножество бизнес-объектов мастер-хранилища из множества всех бизнес объектов U . Таким образом, количество модулей для реализации будет равным $G = E * 2$, что, соответственно, позволит существенно сэкономить время. Помимо этого устраняется недостаток, связанный со сложностью реализации — в каждом модуле идет передача между мастер-хранилищем и одним источником, также уменьшается и нагрузка на узлы, поскольку связь устанавливается всего между двумя точками.

0.1.3 Распределенная система синхронизации

Следующим улучшением системы синхронизации будет добавление узлов для отказоустойчивости. Удобным решением в случае распределенной системы является система отправки сообщений, а программное обеспечение такого типа называется message-oriented middleware [3]. Структура такой системы предусматривает наличие очередей сообщений для каждого узла, а также выделенных очередей сообщений для мастер-хранилища. Введение дополнительных очередей достаточно дешево (необходимо учитывать, что не все изменения будут попадать в эти очереди), и это позволит продолжить работу системы в случае отказа каких-то узлов. Также введение очередей позволит проводить оптимизации на уровне сообщений — в случае, если запись вносится об одном и том же объекте или нескольких однотипных объектах система может выполнить его за один кумулятивный API-вызов или SQL-запрос. Дополнительной оптимизацией также может служить проверка объектов на идентичность по косвенным признакам, что позволит уменьшить количество дублей в источнике и основном хранилище.

Алгоритм синхронизации в такой системе в общем виде можно представить следующим образом:

- Узел, на котором произошло изменение значимых данных, перехватывает его и отправляет в общую очередь сообщений, которое включает в себя информацию об источнике данных (уровень приоритета данных, адрес, важность обновления), информацию о бизнес-объекте (тип объекта, значимые поля).

Узел синхронизации сравнивает информацию об узле с имеющимся набором объектов в основном хранилище и разрешает возникший конфликт следующим образом:

- Если в хранилище нет элемента с заданным идентификатором, то объект добавляется в хранилище вне зависимости от приоритета узла-источника.

- Если в хранилище уже есть элемент, то проверяется необходимость добавлять его в хранилище данных (эвристики, наборы правил или приоритеты).
- Если объект удален из хранилища с наивысшим приоритетом, то информация об удалении распространяется на все узлы. Сам объект помечается удаленным, но изменения сохраняются в хранилище синхронизации.

История изменений хранится в отдельном журнале с возможностью восстановления в случае обнаружения нарушения целостности данных (отдельные алгоритмы).

Важной особенностью этой системы является то, что запись данных выполняется не из хранилища напрямую, а с использованием служб синхронизации на каждом из узлов.

Недостатками прямой синхронизации с очередью сообщений являются:

1. Высокая вероятность отказа, если связь с очередью сообщений будет разорвана (решается добавлением дополнительных очередей и автоматического поиска очереди в сети).
2. Достаточно высокая сложность системы для разработчиков.

Обнаружение новых источников

В системах синхронизации недопустим останов процесса — даже если один из участков системы оказался изолированным, то необходимо накапливать совершившиеся изменения и затем обновлять изолированные стоки. В этой части системы также необходимо проверять не меняются ли одинаковые объекты, поскольку в этом случае можно будет обновлять запись единожды, а это уменьшит объем трафика, который будет передаваться по сети и сэкономит вычислительные мощности (если сам процесс поиска конфликтов достаточно дешев — этому исследованию будет посвящена отдельная статья). Поскольку в случае реализации такого сценария будет разработана система обнаружения стоков, то будет вполне логичным создать систему обнаружения новых источников данных. Стандартным способом для такой системы будет рассылка широковещательных сообщений по сети, и в случае получения положительного ответа, регистрации источника в сети.

2. Заключение

В рамках данной статьи были рассмотрены самые общие подходы к синхронизации данных в корпоративной среде. Для более подробного изучения было принято решение выбрать схему синхронизации с очередями сообщений. Для получения экспериментальных данных будет создан прототип подобной системы и экспериментальные результаты станут темой для отдельной статьи.

Литература:

1. Philip A. Bernstein, Middleware: a model for distributed system services, Commun. ACM 39 (1996), no. 2, 86–98.
2. Brian Keating, Challenges involved in multimaster replication, 2001.
3. Peter R. Pietzuch and Sumeer Bhola, Congestion control in a reliable scalable messageoriented middleware, Proceedings of the ACM/IFIP/USENIX 2003 International Conference on Middleware (New York, NY, USA), Middleware '03, SpringerVerlag New York, Inc., 2003, pp. 202–221.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ

О.Б. Безрукова

Россия, г. Сургут, ОАО «Сургутнефтегаз»

Olehka2002@rambler.ru

Современное эффективное управление бизнес-процессами предприятий нефтегазодобывающей отрасли основано на применении новейших информационных технологий.

Сегодня уже сложно представить работу современного нефтегазодобывающего предприятия без набора современных комплексных информационных систем или отдельных специализированных программных продуктов различной направленности, функционирование которых оказывает прямое влияние на развитие бизнеса, на своевременность и качество принимаемых решений. Учет и отчетность в бухгалтерии и налогах, управление персоналом, ведение учета производственных процессов, учет затрат предприятия и многое, многое другое.

Жизненный цикл любой информационной системы включает в себя, как правило, стратегическое планирование, анализ, проектирование, реализацию (разработка и тестирование), внедрение и эксплуатацию. Данная статья посвящена более детальному рассмотрению процессов тестирования программных продуктов при внедрении информационных систем на предприятиях нефтегазодобывающей отрасли.

На этапе анализа и разработки требований к информационной системе определяется владелец и участники технологии. Для опытной эксплуатации выбирается несколько участников из всего числа, которую проводят с целью определения фактических значений количественных и качественных характеристик информационной системы и готовности персонала к работе в условиях функционирования, определения фактической эффективности, корректировке (при необходимости) документации. Проходит так называемое комплексное тестирование и апробация программного обеспечения в рамках внедряемой информационной системы. По результатам опытной эксплуатации происходит тиражирование и сдача в промышленную эксплуатацию.

Для предприятий нефтегазодобывающей отрасли характерно организационное распределение по направлениям деятельности – разделение на структурные подразделения по видам производств. В состав нефтегазодобывающего предприятия может входить до пятидесяти и более территориально рассредоточенных структурных подразделений различных видов деятельности (геология, бурение, нефтедобыча, переработка и транспортировка нефти и газа, обслуживающие производства, транспортное обеспечение и многое другое). В такой ситуации внедрение информационной системы на сквозной бизнес-процесс имеет ряд сложностей. Это и большой объем участников технологии, это и связь со смежными технологиями, а так же сложность унификации технологии для всех ее участников ввиду специфики производства.

Для проведения опытной эксплуатации определяется ряд критериев, по которым выбираются участники технологии. Как правило, в зависимости от внедряемой информационной системы, это либо ряд структурных подразделений одного вида деятельности, либо ряд структурных подразделений различных видов производств, объединенных совокупностью определенных признаков. Такой подход во многом

удобен, но имеет существенный недостаток - риск на этапе тиражирования информационной системы по всем структурным подразделениям различных видов производств – неучтенные особенности бизнес-процессов структурных подразделений различных видов производств, что в свою очередь может привести к незапланированным затратам на доработку, тестирование, а возможно и существенной модификации ранее созданного программного обеспечения. На этапе анализа и описания бизнес-процесса технологии с привлечением ее владельца очень сложно учесть все тонкости и особенности.

Возникает вопрос: как снизить вероятность появления риска? Предлагается на этапе опытной эксплуатации привлекать всех участников технологии (кроме самих участников опытной эксплуатации) в качестве участников процесса тестирования для объективной оценки качества программного обеспечения внедряемой информационной системы. Для этого потребуется настройка отдельной тестовой системы с актуальной копией продуктивных данных на период проведения опытной эксплуатации, а так же четкая организация работ по проведению самого процесса тестирования, взаимодействие всех участников в режиме on-line (рисунок 1).

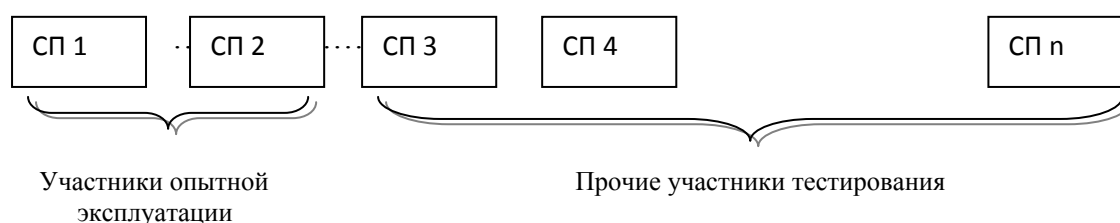


Рис. 1. Определение участников процесса тестирования при внедрении информационной системы

Для организации процессов тестирования предлагается ряд различных методик и программных продуктов. Все же ведущую роль в вопросах тестирования играют определение методологии и организационная составляющая, а роль в выборе того или иного продукта для автоматизации задач тестирования вторична и определяется уже в зависимости от целей и специфики проекта, существующих предпочтений заказчика и бюджета.

Рассмотрим подробно сам процесс тестирования как этап жизненного цикла информационной системы, а так же методики проведения и управления тестированием.

Тестирование – как процедура обнаружения дефектов (ошибок) программного обеспечения, до его промышленного использования, - заключается в последовательном пошаговом выполнении тестовых случаев для сравнения ожидаемого результата с планируемым. Данный процесс лежит в составе отладки программного обеспечения и является наиболее трудоемким.

Трудоемкость такой работы связана с количеством самих ошибок, в связи с чем, необходимо выделить основные причины их появления:

- неудовлетворительное организационное, методическое и техническое обеспечение всего процесса разработки;
- сжатые сроки исполнения проекта;
- сложность проекта, большое число требований и их изменений по ходу работы;
- недостаточная квалификация разработчиков.

Следовательно, можно выделить две основные проблемы тестирования – методологические и организационные, от которых зависит качество самого тестирования.

Как показывает практика довольно сложно просчитать и проработать все мелочи и тонкости на первых этапах – определение целей системы, проектирование и разработка, которые растягиваются во времени, нарушая установленный график, однако дату запуска, как правило, не сдвигают. В такой ситуации, сокращается время, отведенное на тестирование, что в свою очередь увеличивает риски, связанные с появлением ошибок на стадиях запуска и эксплуатации. Это может породить ряд проблем, так как стоимость исправления ошибок на последующих этапах жизненного цикла информационных систем возрастаеткратно.

Взаимодействие участников тестирования при внедрении информационной системы, позволяет охватить наибольший объем тонкостей и особенностей бизнес-процесса, что дает возможность выполнить анализ для принятия своевременного решения по изменению программного обеспечения с целью унификации технологии для всех участников с учетом специфики производства. Результатом чего является уменьшение числа ошибок на последующих этапах жизненного цикла информационных систем.

Для управления тестированием с привлечением большого числа участников как вариант предлагается использование программного продукта компании Hewlett-Packard – Quality Center. С его помощью осуществляется управление требованиями, планирование выполнения ручных и автоматических тестов, выполнение тестов и контроль результатов, управление дефектами, автоматическое создание необходимой документации и поддержка процесса управления качеством. Эффективное использование текст-активов обеспечивает сокращение времени и, соответственно, стоимости тестирования информационной системы.

В применении к разработке приложений SAP решение Quality Center от компании HP обладает одним ключевым преимуществом перед другими системами: приложение HP Quality Center тесно интегрировано с программой SAP Solution Manager. Взаимодействие осуществляется на всех этапах – от создания проекта и до его закрытия и выпуска финального релиза продукта. Таким образом, специалисты избавлены от выполнения двойной работы, что экономит много времени. SAP Solution Manager, в свою очередь, позволяет разработчикам применять некоторые продукты SAP-тестирования – все это заметно упрощает и ускоряет процесс создания продукта.

Раннее обнаружение ошибок означает меньшее число переработок, следовательно, и сокращение затрат, а грамотно организованный процесс тестирования на этапе основной разработки первоначального релиза обеспечит успешное тестирование и в дальнейшем.

Таким образом, рассмотренный процесс тестирования программного обеспечения при внедрении информационной системы позволяет выявить и проанализировать ошибки на ранних стадиях, унифицировать технологию для всех ее участников с учетом специфики видов производств и снизить риски возникновения незапланированных затрат на последующих этапах эксплуатации.

Литература:

1. Научно-технический вестник Роснефть 2-2007.
2. Интернет-ресурс. Журнал «Information Security». Раздел новостей -17.05.2006.
3. Интернет-ресурс <http://ru.wikipedia.org>

4. Интернет-ресурс <http://old.cio-world.ru>
5. Интернет-ресурс <http://www.rosneft.ru>
6. Интернет-ресурс <http://www.docload.ru>

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ВЕБ-СЕРВИС ДЛЯ ОБРАБОТКИ ВИДЕОРЯДА

А.М. Воробьев
Россия, Тюмень, Тюменский
государственный университет
artandvor@gmail.com

В наше время эффективное управление процессами невозможно без информационных технологий. Существует множество локальных программ, используемых для решения тех или иных задач предприятия, однако все большие обороты набирает формат предоставления услуг в формате веб-сервисов. Доступное для пользователя программное обеспечение через унифицированные протоколы и интерфейсы ориентировано на работу через сеть Интернет.

Логичным и вполне ожидаемым следствием популяризации веб-сервисов стало внедрение идей о предоставлении услуг видеонаблюдения через всемирную сеть. Процесс модернизации идей и концептов систем видеонаблюдения выявил давно существующие недостатки дизайна подобных систем, неточности, которые использовали разработчики решений для максимизации своей выгоды.

Видеосервер — это устройство или программный комплекс, предназначенные для работы в составе системы видеонаблюдения и передачи видеопотока по компьютерной сети или записи на жесткий диск или другой цифровой носитель информации.

IP-видеокамеры — это камеры видеонаблюдения, имеющие встроенный веб-сервер, сетевой интерфейс и подключаемые непосредственно к сети Ethernet. Видеосерверы оцифровывают аналоговое видеоизображение и передают его через IP-сети, предоставляя возможность удаленного просмотра видео в реальном времени по локальной сети или Интернету.

На смену аналоговым системам видеонаблюдения и системам с DVR приходит технология IP-видеонаблюдения посредством IP-камер. При этом, для нужд видеонаблюдения используются существующие сети TCP/IP Ethernet, что позволяет унифицировать сетевую инфраструктуру и избежать затрат на прокладку отдельных кабелей для видеокамер.

IP-системы имеют целый ряд преимуществ перед традиционными аналоговыми системами.

Системы видеонаблюдения на основе IP соединяются через CAT-5 или беспроводные системы связи, кабели, которые уже имеются во многих зданиях. Использование «витой пары» также означает отсутствие отдельного проводного соединения, необходимого для передачи на видеокамеру управляющих сигналов и подачи питающего напряжения.

Оборудование систем IP-видеонаблюдения основано на открытых стандартах, что позволяет использовать оборудование различных производителей в одной системе видеонаблюдения.

Современные IP-системы используют формат сжатия видео H.264 (MPEG-4 Part10), который позволяет более эффективно использовать сеть, по сравнению с форматом MJPEG или MPEG-4.

Для получения видео из внешних источников видеосервер использует мультимедийный фреймворк GStreamer, обладающий богатыми возможностями по захвату видео, его перекодированию и преобразованию «на лету» с широким спектром поддерживаемых форматов и кодеков.

С точки зрения настройки видеосервера взаимодействие с GStreamer сводится к заданию конвейеров обработки, определяющих источник видео и последовательность преобразований. Конвейеры состоят из отдельных элементов, каждый из которых выполняет некоторую операцию над видеопотоком. Конвейеры описываются с использованием синтаксиса, принимаемого утилитой `gst-launch`.

С помощью конвейеров `gststreamer` можно выполнять полный набор операций по захвату, перекодированию и преобразованию видео. Конвейер `gststreamer` — это цепочка элементов, каждый из которых выполняет некоторую операцию над видеопотоком.

Синтаксис описания конвейеров в файлах конфигурации видеосервера совпадает с синтаксисом, описанным в документации `gst-launch`. С помощью `gst-launch` можно запустить простейший конвейер, выводящий на экран настроечную таблицу цветов: `gst-launch videotestsrc ! autovideosink`. Этот конвейер состоит из двух элементов. Элемент `videotestsrc` генерирует видеопоток (настроечную таблицу), а `autovideosink` отображает видео на экране в отдельном окне.

С помощью оптимального конвейера видеозахвата `gststreamer` возможно принимать и обрабатывать видеопоток с IP-камеры и перенаправлять в любую точку существующей сетевой инфраструктуры.

Литература:

1. Вlado Демьяновски CCTV. Библия видеонаблюдения. — М.: ООО «Ай-Эс-Эс Пресс», 2006. С. 480.
2. Герман Кругль. Профессиональное видеонаблюдение. Практика и технологии аналогового и цифрового CCTV. — М.: "Секьюрити Фокус", 2010. С. 640.

РАЗРАБОТКИ КОМПАНИИ METSO AUTOMATION В ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПРОВОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

А.В. Найденов, К.С. Евдокимов
Россия, г. Санкт-Петербург, ЗАО «Метсо автоматизация»
konstantin.evdokimov@metso.com

Беспроводные технологии становятся практически повседневным делом в бытовой сфере, проникновение в сферу управления и автоматизации технологических процессов происходит гораздо медленнее, но весьма уверенно. Беспроводные технологии связи все чаще начинают использовать не только для сбора данных

и мониторинга, но и для контроля и управления удаленным объектом или для предоставления доступа удаленным пользователям к сети АСУТП.

Основным «двигателем» беспроводных технологий в сфере АСУТП является экономическая составляющая, так как в разы уменьшаются расходы на кабельную продукцию и оборудование. На данный момент развития беспроводных технологий, не приходится говорить о полном замещении стандартной архитектуры систем АСУТП, с традиционной технологией доступа по физическим линиям. Но системы с беспроводным доступом могут стать весомым дополнением к системам с проводным доступом.

Применение беспроводных технологий в автоматизации способно решить множество серьезных проблем, которые с традиционной технологией были нерешаемыми.

Крупные «игроки» рынка систем DCS давно осознали большие перспективы промышленного применения беспроводных технологий и практически все имеют свои разработки в этой сфере.

Финская компания Metso Automation имеет большой опыт в разработке систем управления с беспроводными технологиями связи и положительные отзывы Заказчиков при внедрении данных систем на производстве.

Создавая систему беспроводного доступа к сети АСУТП Metso DNA (Metso DNA Remote Connection) компания Metso Automation преследовала основную цель: создать простое и экономически эффективное решение, позволяющее Заказчику использовать любой доступный коммерческий широко используемый метод соединения – Internet, GPRS или 3G, а также возможные будущие решения.

Основными требованиями при разработке были:

- оправданное по затратам соединение между основной системой АСУТП Metso DNA и малыми, сильно распределенными по территории, подсистемами Metso DNA;
- предложения по мониторингу и рапортированию с использованием мобильных устройств;
- удаленный доступ к системе Metso DNA с любого PC;
- безопасность;
- простота создания и использования.

Предпосылками для разработки данной системы послужила необходимость решения проблемы по объединению распределенных систем управления в одну центральную диспетчерскую. Первыми объектами для внедрения данной системы были системы водоочистных станций и ветровые электростанции.

Кабельные линии для удаленных подсистем с небольшим количеством сигналов ввода\вывода были экономически неэффективны, но при этом была необходимость использования данных с удаленных подсистем в общей системе управления.

Новое решение Metso DNA Remote Connection дало следующие преимущества при решении данных проблем:

- легкое расширение и «наращивание» удаленных подсистем;
- включение удаленных систем в общую системную шину Metso DNA;
- уход от зависимости доступности сетевого подключения (проводной, беспроводной).

Основная сфера применения технологии Metso DNA Remote Connection:

- один или более центральных пультов управления в системе АСУТП;

- одна или более удаленная подсистема (удаленные подсистемы могут так же строится на линейке малых контроллеров от Metso Automation – ACN SR1).

Наиболее востребована технология Metso DNA Remote Connection может быть на следующих объектах:

- насосные станции;
- водоочистные сооружения;
- компрессорные станции;
- системы с большим территориальным распределением.

Краткий обзор системы Metso DNA Remote Connection. Существует три основных продукта, разработанных на основе данной технологии:

- DNA ESB – Networked Remote Sites
служит для соединения удаленных и распределенных подсистем в одну сеть Metso DNA;
- DNA ESB R – Remote access
удаленный доступ к системе автоматизации;
- DNA ESB M – Monitoring and reporting server
возможность использования СМС информирования об аварийных ситуациях на объекте.

Metso DNA Remote Connection

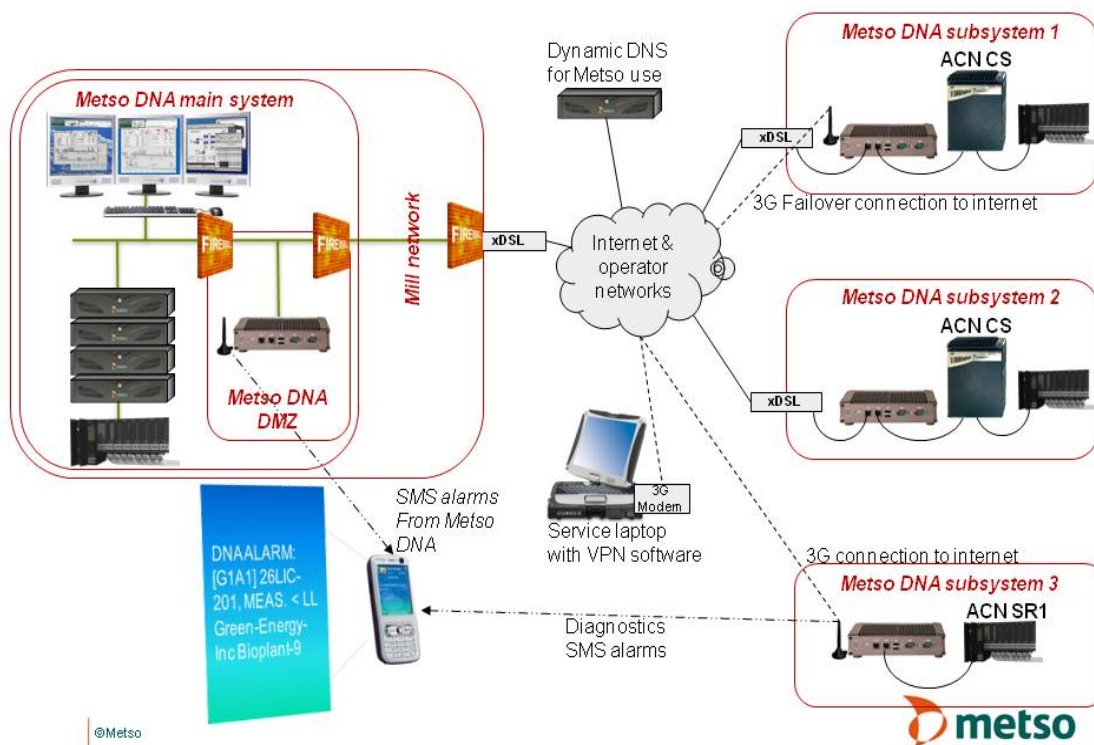


Рис. 1. Концепция технологии Metso DNA Remote Connection

Примером внедрения технологии Metso DNA Remote Connection может послужить объединенная система АСУТП на предприятии Gasum в Финляндии (для справки, Gasum – финское предприятие, занимающееся транспортировкой

природного газа. Gasum отвечает за эксплуатацию, техническое обслуживание и расширение газопровода в Финляндии. На данный момент, газопровод газотранспортной сети насчитывает 1190 км в длину и более 190 пунктов доставки газа).

При строительстве установки по производству сжиженного природного газа в городе Порву стояла задача по использованию безлюдной технологии обслуживания установки с управлением из центральной диспетчерской расположенной в городе Коуволы на удалении более 90 км от данного объекта.

Решением данной задачи послужило применение технологии Metso DNA Remote Connection, позволившее объединить системы объектов Порву и Коуволы через интернет, что дало возможность управления, контроля и анализа системы АСУТП удаленного объекта.

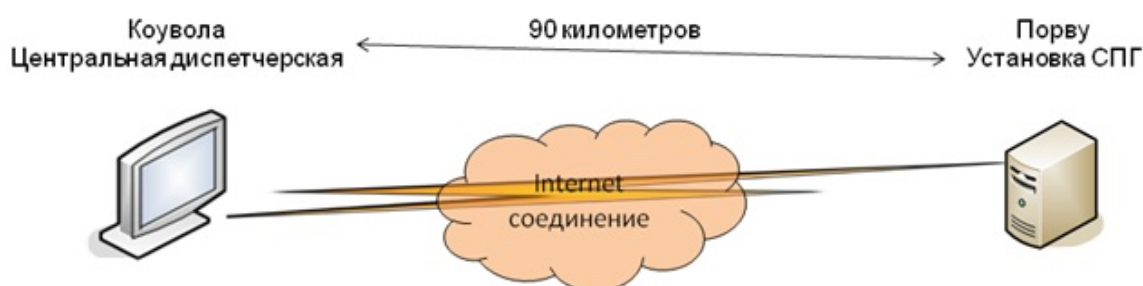


Рис. 2. Схематичное соединение двух систем

В заключении можно сказать, что данные технологии находят все более и более широкое применение в системах АСУТП. На данный момент компанией Metso Automation прорабатывается вариант использования технологии Metso DNA Remote Connection при построении системы АСУТП одного из российских Заказчиков в нефтегазовом секторе.

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМНЫХ ПРИНЦИПОВ АНАЛИЗА ФИЗИКО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ И СИСТЕМНОЙ ИНВЕРСИИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СРЕДЫ ФИЗИКО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

*С. Г. Куделин, М.И. Барабанов, А.И. Кобрунов
Россия, г.Ухта, Ухтинский государственный
технический университет
skudelin@ugtu.net*

Качественное изменение уровня эффективности геологоразведочных работ (ГРР) и повышение интерпретационных возможностей может быть достигнуто на пути применения методов системного анализа геолого-геофизических данных и системной организации технологий и программного обеспечения создания и поддержки физико-геологических моделей (ФГМ) на основе методов геофизической инверсии. Применение это на современном этапе требует качественного улучшения методов моделирования геолого-геофизической среды и интерпретации данных.

На данный момент существует множество информационных и моделирующих систем, автоматизирующих и поддерживающих процессы обработки и интерпретации данных геофизических исследований, а также построения геологических моделей среды. Тем не менее, как отмечают в своих работах В.Н.Страхов, А.Б.Макалкин, Е.А.Рогожин, В.С. Сафронов, А. А. Никитин, А. П. Зубарев и др., проблема достоверности результатов геофизических исследований и сейчас является актуальной для нефтегазопромысловой геофизики. Это связано как с качеством измерений, исследований и обработки данных, так и с природой обратной задачи геофизики.

Одна из важнейших задач системного подхода в геофизике и геологии — разработка системных принципов анализа комплекса геолого-геофизических данных и организация на их основе технологического и программного обеспечения, поддерживающего интегрированную интерпретацию данных на основе геофизической инверсии.

Разрабатываемые в рамках интегрированной среды [1] программные модули (рис. 1) призваны обеспечить работоспособность созданных вычислительных схем и алгоритмов интегрированной инверсии на современном технологическом уровне. Для построения и поддержки актуальности моделей сложнопостроенных сред, позволяющих корректировать и взаимно увязывать изменения распределённых параметров литосферы, была создана пилотная версия программного редактора физико-геологических моделей «GeoVIP». Редактор служит для построения моделей физико-геологических сред и поддержки их актуальности за счёт взаимной увязки данных и корректировки геолого-геофизических моделей на основе оптимальных решений обратной задачи [2].

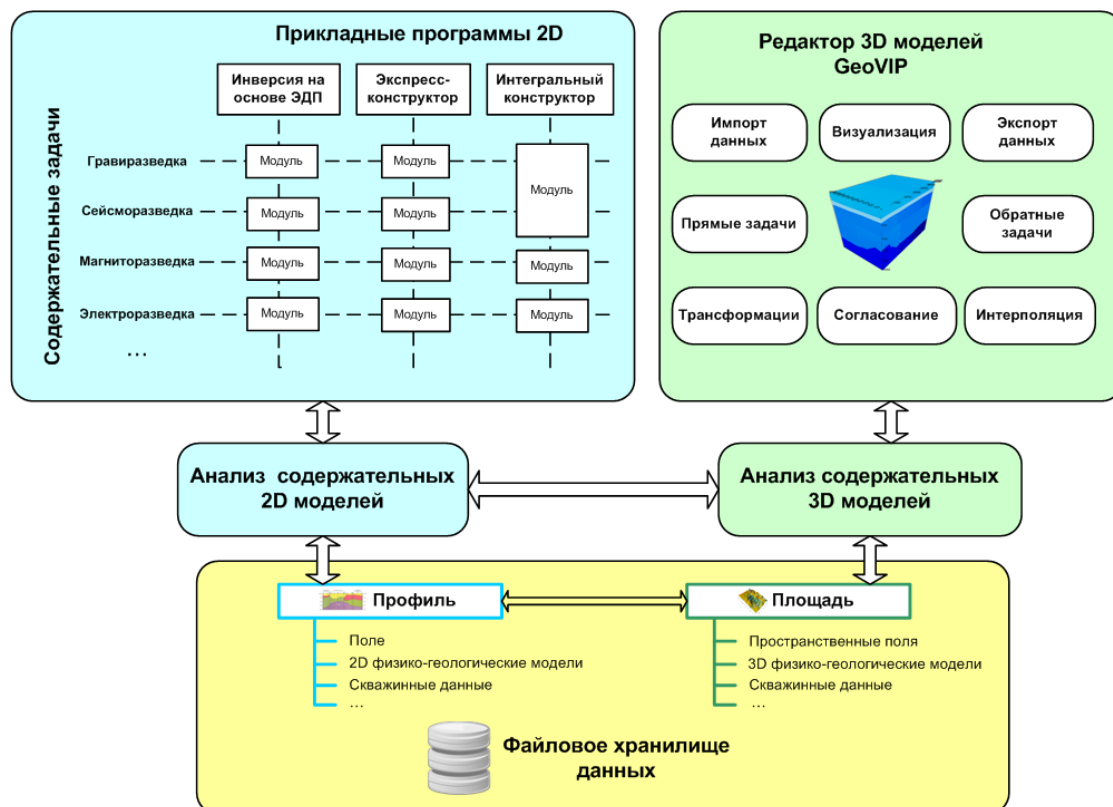


Рис. 1. Интегрированная среда физико-геологического моделирования

На данный момент комплекс программ был апробирован на нескольких моделях перспективных на нефтегазоносность структур Баренцевоморского и Карского регионов, были получены объемные структурно-плотностные модели месторождений (рис. 2).

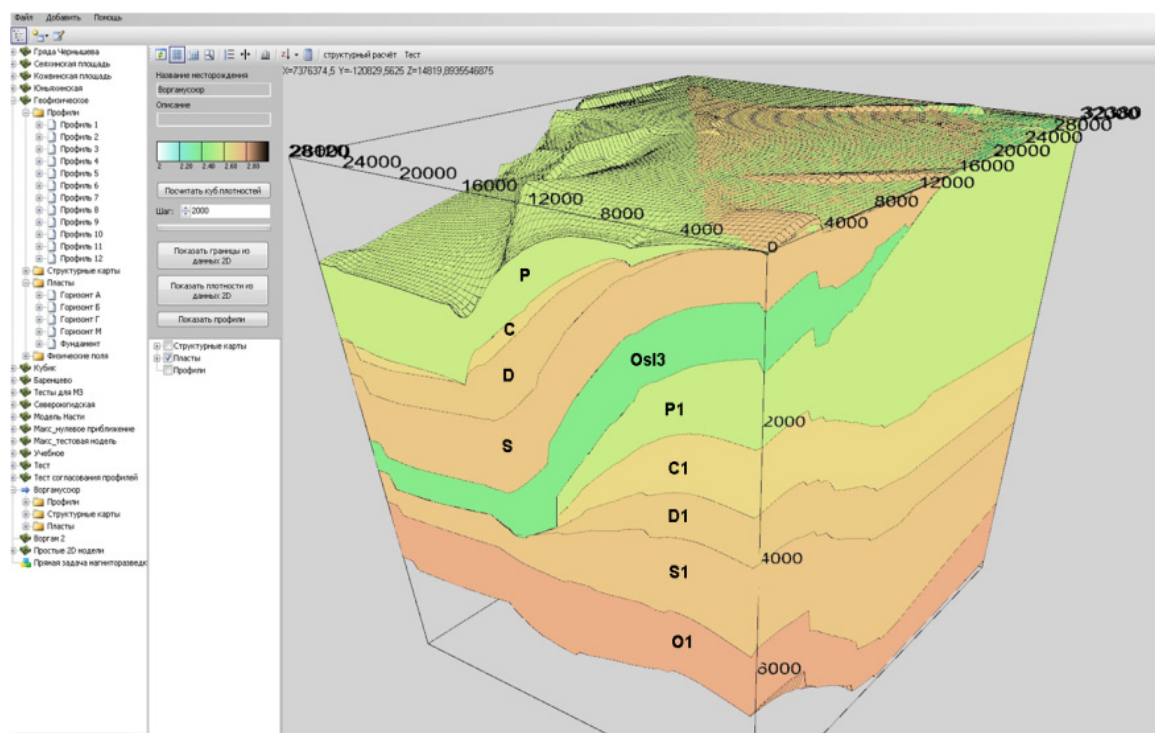


Рис. 2. Экспериментальная модель Воргамусюрской структуры гряды Чернышева

Работы над проектом продолжаются, планируется создание и подключение модулей сейсмического и скважинного моделирования, включения в программный комплекс разрабатываемых алгоритмов инверсной интерполяции и улучшение геологического и геодинамического моделирования, а также алгоритмов согласования параметров моделей.

Работа выполняется при поддержке: Федеральной целевой программы "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России 2009-2013 г."; Совета по грантам президента РФ.

Литература:

1. Кобрунов А.И., Барабанов М.И., Куделин С. Г. Интегрированная среда физико-геологического моделирования на основе инверсии геофизических полей // 39-ая сессия Международного семинара им. Д. Г. Успенского «Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей» (30 января-2 февраля 2011 г.): Материалы семинара. – Воронеж, 2012. – С. 152-154.
2. Кобрунов, А.И. Математические основы теории интерпретации геофизических данных [Текст]: учеб. пособие / А.И. Кобрунов. — Ухта: УГТУ, 2007.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕЛЕКТОРА В СХЕМЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА В КОЛОННЕ РЕГЕНЕРАЦИИ АМИНА

Н. И. Магда

*Казахстан, г. Алматы, ЗАО «Казахстанско-Британский
Технический Университет»
ni.magda@gmail.com*

Необходимость в оптимизации средств контроля технологических процессов в нефтегазовой отрасли, и, в частности, в газопереработке, продиктована внедрением и соблюдением все более строгих стандартов качества готовой продукции, стандартов безопасности производства, и экологических нормативов. Использование средств контроля, которые могли бы наиболее эффективно и продуманно отвечать на возмущения и сбои в технологическом процессе, приводя регулируемый параметр в норму, не вызывая при этом нарушения в смежных параметрах, становится все более актуальным. Одним из таких приемов является использование селекторного блока в логике управления [1,2].

Селектор в автоматизированных системах управления технологическими процессами представляет собой логический блок, сконфигурированный для получения и выбора одного из двух или более выходных сигналов регуляторов – пропорциональных (П), пропорционально-интегральных (ПИ), или пропорционально-интегрально-дифференциальных (ПИД), которые поступают в селекторный блок. Назначение селекторного блока заключается в выборе и дальнейшем перенаправлении на исполнительный элемент контура управления выходного сигнала того регулятора, который в данный момент является наиболее критическим для процесса. В англоязычной терминологии этот подход известен, как "override control", дословно "перехват управления". На схемах трубопроводов и КИПиА селектор обычно обозначается как ">", в случае селектора высокого значения, и "<" в случае селектора низкого значения. Селекторы высокого и низкого значения изображены на рисунках 1 и 2, соответственно. Выходным сигналом данного селектора будет являться наибольшее значение из нескольких входных. Выходным сигналом данного селектора будет являться наименьшее значение из нескольких входных [3].

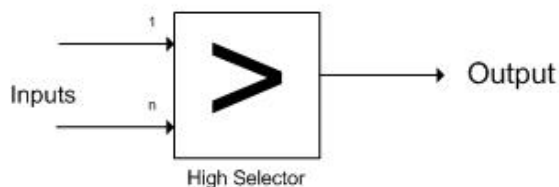


Рис.1. Селектор высокого значения

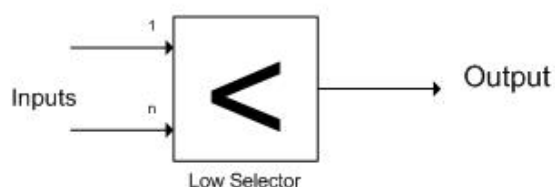


Рис.2. Селектор низкого значения

Каким именно критерием выбора будет обладать тот или иной селектор определяется конкретными характеристиками технологического процесса и задачами его регулирования.

В настоящее время предлагается использование селектора в логике управления дистилляционной колонной – регенераторе амина, на одном из действующих нефтегазовых предприятий Республики Казахстан. Регенератор амина является частью установки аминовой очистки газа от кислых компонентов, таких как сероводород и диоксид углерода.

Колонна регенерации амина представляет собой вертикальный сосуд, снабженный тарелками и насадками внутри, для создания адекватной поверхности контакта фаз. 4 вертикальных ребойлера с подачей пара в качестве греющего агента жестко закреплены в нижней части колонны и обеспечивают отпарку насыщенного амина. В верхней части предусмотрена секция насадок и контур циркуляции флегмы.

Процесс протекает следующим образом. Насыщенный амин, выходя из испарительной емкости, по двум линиям поступает в трубное пространство кожухотрубных теплообменников рекуперативного типа для предварительного нагрева, который осуществляется путем подачи горячего регенерированного амина из куба колонны через насос в межтрубное пространство этих теплообменников.

Попав в колонну, насыщенный амин стекает по тарелкам вниз, противоточно контактируя с горячими парами воды, кислого газа и амина, которые поднимаются из куба колонны. Происходит насыщение этих двух потоков одинаковыми компонентами. Дойдя до последней тарелки, насыщенный амин сливается в куб колонны, откуда часть его поступает в ребойлер для полной отпарки, и горячие пары разделенных компонентов поднимаются вверх и повторяется процесс противоточного контакта. Секция насадок в верхней части предназначена для орошения кислой водой выходящего газа с целью отделения водяных паров. При нормальном протекании процесса колонна обеспечивает снижение молярного насыщения амина до 0.013 моль/моль. Схема входящих и выходящих потоков, а также логика управления представлены ниже на рисунке 3.

Проектная философия регулирования (на рисунке 3 эти регуляторы отмечены желтым цветом) колонны основана на том, что для отпарки 1 объема насыщенного амина с известным молярным насыщением и фиксированным давлением в колонне требуется некое определенное количество энергии. В данном случае это выражается, как 0.144 кг пара на 1 литр амина. Для того чтобы выдерживалось это соотношение, предусмотрена следующая логика управления.

На каждой из линий подачи насыщенного амина в колонну предусмотрены контуры регулирования расхода. Каждый контур состоит из расходомера, преобразователя сигнала, регулятора и исполнительного элемента (регулирующего клапана). Оба этих регулятора работают в каскаде от мастер-регулятора, который контролирует уровень в испарительной емкости, и задает необходимую уставку этим вторичным регуляторам, в зависимости от скорости наполнения емкости.

На каждой из линий подачи пара в ребойлеры предусмотрены контуры регулирования расхода пара. Каждый контур состоит из расходомера, преобразователя сигнала, регулятора и исполнительного элемента (регулирующего клапана).

Третьим элементом в логике является блок расчета соотношения расходов, в который поступают сигналы от расходомеров амина и пара, и который автоматически настраивает расход подачи пара для контроля соотношения.

Расход циркуляции флегмы, ее температуры, а также давление в колонне контролируется отдельными регуляторами.

регулятора. Когда сигнал от дополнительного регулятора давления становится ниже, чем сигнал от основного регулятора температуры, первый "перехватывает" управление подачей пара с помощью селектора, чтобы не допустить повышения давления в колонне.

У оператора есть возможность переключаться между двумя контурами.

Таким образом, конфигурирование второго контура управления позволяет иметь в наличии резервную систему, на случай сбоя основной. Она может также применяться в случае, если входной теплообменник теряет свою мощность в результате уменьшения коэффициента теплопередачи, и контроль соотношения расходов подачи пара и амина не будет эффективен. Использование второй переменной - давления - при регулировании с помощью селектора позволяет эксплуатировать колонну в безопасных пределах по давлению.

Литература:

1. Erikson K.T., Hedrick J.L. Plant-wide Process Control. ISBN: 0-475-17835-7, 2009. – 560 с.
2. Ахметов С.А., Ишмияров М.Х., Вережки А.П., Докучаев Е.С., Малышев Ю.М. Технологии, экономика и автоматизация процессов переработки нефти и газа. - М.: Химия, 2005. – 736 с.
3. Spitzer D.W. Advanced regulatory control: Applications and Techniques. – Momentum press, 2009. – 158 с.

МОДУЛЬ ГЕНЕРАЦИИ ТЕСТОВЫХ ОТКЛИКОВ КОЖНО-ГАЛЬВАНИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ И КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ОПЕРАТОРА

А.Н. Варнавский, М.Б. Каплан
Россия, г. Рязань, Рязанский государственный
радиотехнический университет
kaplan.m.b@iibmt.rsreu.ru

Задачей автоматизированной системы диагностики и контроля состояния оператора является оперативный сбор данных об операторе в реальном масштабе времени, с последующей обработкой и анализом. Конечным итогом системы является определение степени усталости или уровня утомления на основе объективной информации, получаемой посредством регистрации кожно-гальванической реакции. Сложность системы [1] определяет необходимость выполнения этапов предварительной настройки и тестирования, в ходе которых необходимо выполнить проверку работоспособности системы в случае регистрации различного вида сигналов кожно-гальванической реакции. Для формирования тестовых сигналов разработан программный модуль генерации тестовых откликов кожно-гальванической

реакции. Указанный модуль формирует последовательности значений, описывающие процесс изменения сопротивления кожного покрова оператора во времени. При построении модели конечный сигнал $s_r(t)$ на заданном интервале времени представлялся как результат суперпозиций сигналов $s_{J,k}(t)$, описывающих отдельные скачки сопротивления:

$$s_r(t) = R_0 - \sum_{k=1}^n s_{J,k}(t),$$

где k – номер скачка сопротивления,
 n – количество скачков сопротивления,
 R_0 – начальное значение сопротивления.

В качестве модели отдельного скачка сопротивления был выбран треугольный импульс, описываемый следующим соотношением:

$$s_{J,k}(t) = \begin{cases} 0, t \leq d_k \\ \frac{a_k(t-d_k)}{w_k m_k}, d_k \leq t \leq w_k m_k + d_k \\ \frac{a_k(w_k - t + d_k)}{w_k(1-m_k)}, w_k m_k + d_k \leq t \leq w_k + d_k \\ 0, w_k + d_k \leq t \end{cases},$$

где w_k – ширина импульса k ,
 m_k – коэффициент асимметрии k ,
 a_k – амплитуда импульса k ,
 d_k – задержка по оси времени импульса k .

Учет работы системы с дискретными моментами времени, позволил выполнить замену $s_{J,k}(t) \rightarrow s_{J,k,t_i}$. При этом в общем случае текущий момент времени t_i стал определяться соотношением

$$t_i = i\Delta t,$$

где i – номер момента времени,
 Δt – шаг дискретизации по оси времени.

В среде LabVIEW [2] был разработан виртуальный прибор «Модуль генерации тестовых откликов кожно-гальванической реакции», формирующий последовательности, имитирующие изменения электрокожного сопротивления во времени (рис. 1). В качестве базовой функции использовался генератор треугольного импульса Triangle Pattern VI.

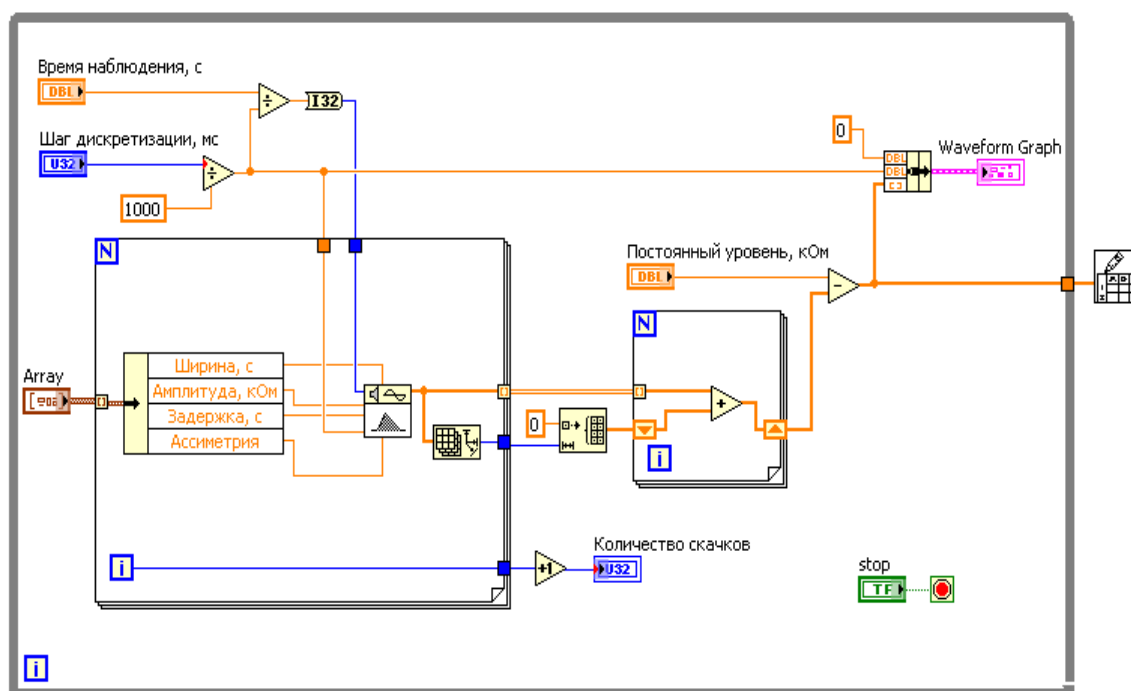


Рис. 1. Блок-диаграмма виртуального прибора

Основными действиями алгоритма указанного виртуальный прибор являются:

1. Задание размера последовательности.
2. Генерация отдельного треугольного импульса.
3. Вычисление результирующей последовательности.
4. Отображение результирующей последовательности.
5. Запись результирующей последовательности в файл.

Выполнение первого этапа сводится к вычислению количества отсчетов формируемой последовательности путем деления заданного времени наблюдения на шаг дискретизации по оси времени. Второй этап выполняется многократно в цикле, где на каждой итерации формируется последовательность, описывающая отдельный треугольный импульс. Для каждого треугольного импульса задаются собственные значения амплитуды, задержки относительно начала координат, ширина (длительность), коэффициент асимметрии. На третьем этапе выполняется сложение сформированных последовательностей отдельных треугольных импульсов. Запись массива, содержащего результирующую последовательность, осуществляется в текстовый файл.

Созданный инструмент «Модуль генерации тестовых откликов кожно-гальванической реакции» позволил эффективно выполнить тестирование и настройку системы, провести отладку алгоритмов обработки и анализа автоматизированной системы диагностики и контроля состояния оператора. На рис. 2 показаны окна осциллограмм автоматизированной системы диагностики и контроля состояния оператора, на которых отображены сигналы, снятый с человека (рис. 2, а), и сформированные «Модулем генерации тестовых откликов кожно-гальванической реакции» (рис. 2, б). Фактическое отличие сигналов связано, с наличием сетевой помехи 50 Гц в реальном сигнале.

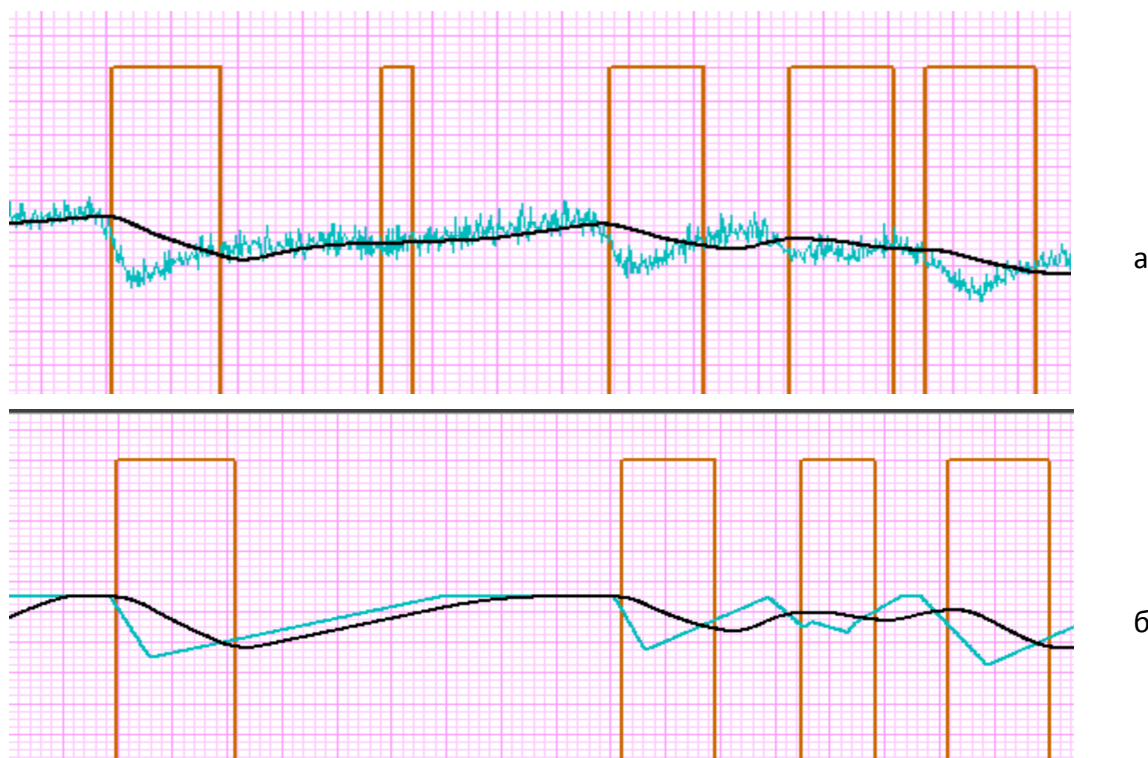


Рис. 2. Окна осциллограмм автоматизированной системы диагностики и контроля состояния оператора, отображающие информацию об изменениях электрокожного сопротивления во времени: а – реальный сигнал, б – смоделированный сигнал

Литература:

1. Каплан М.Б., Набатчикова Л.П., Стрелков Н.Н. Опыт тестирования устройства мониторинга электродермальной активности // «Биотехнические медицинские и экологические системы и комплексы (Биомедсистемы – 2011)»: материалы XXIV ВНТК. – Рязань: РГРТУ, 2012. – С. 108-113.
2. Абрамов А.М., Жулев В.И., Каплан М.Б., Мальченко С.И. LABVIEW: Начальный уровень 1. Часть 1. – Рязань, Редакционно-издательский центр Р

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ СОСТОЯНИЙ РЕДУЦИРОВАННЫХ ПРОСТРАНСТВЕННО-РАСПРЕДЕЛЕННЫХ МОДЕЛЕЙ ЛОКАЛЬНЫХ УЧАСТКОВ НЕФТЯНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

Р.В. Распопов, И.Г. Соловьев

**Россия, г. Тюмень, Тюменский государственный нефтегазовый университет
romanraspopov@gmail.com**

Современные подходы в моделировании нефтяных пластов ориентированы на применение в масштабе целого месторождения или его больших участков, а также довольно продолжительный период эксплуатации месторождения и предполагают принятие решений на основе постоянно действующих геолого-технологических моделей (ПДГТМ), которые являются обязательной частью проекта разработки любого месторождения [1].

Однако текущие тенденции в области совершенствования технологий нефтедобычи направлены на создание моделей, методов и алгоритмов реального времени, приближенных к эксплуатационному уровню, ориентированных на принятие оперативных решений на основе постоянно обновляющихся промысловых данных [2].

Технологии реального времени требуют минимизации сложности математического описания модели, сокращения ее размерности с сохранением физических свойств описания. Необходимо создавать редуцированные модели сложных систем, которые, с одной стороны, соответствуют законам сохранения, а с другой, их можно надежно оценивать по данным натурных наблюдений в реальном времени. Предельный уровень упрощения цифровой модели локального участка нефтяного коллектора соответствует зонально площадной структуре, когда к каждой скважине приурочена одна зона (конечный элемент модели), сопрягаемая с другими зонами и характеризующая осредненными переменными состояния (давление и дебит) и параметрами (фильтрационными свойствами пласта) [3].

Вопрос о правилах оценки осредненного давления по информации о забойном давлении и дебите скважины представляет собой отдельную задачу, которая рассматривалась в [4]. В данной работе рассмотрена технология редуцирования пространственно-распределенной модели локального участка нефтяного коллектора (ЛУНК), позволяющая получить упрощенную модель, поведение которой эквивалентно поведению исходной детальной модели, а также рассматривается адекватность упрощенных моделей, полученных агрегированием на основе геометрического образа сетки скважин.

Проведем анализ равновесных состояний двух огрубленных моделей, которые имеют разные правила построения. Первая («физическая») – на основе обрисовки пространственных образов укрупненных зон с введением средних давлений и соответствующих уравнений гидродинамического баланса. Вторая («редуцированная») – на основе перехода от моделей детального описания поля давлений к моделям осредненных переменных для выделенных пространственных зон. При конструировании моделей использовались: закон Дарси для фронтальной фильтрации, формула Дюпюи для радиальной фильтрации и закон объемного баланса.

На рис. 1-а представлен геометрический образ ЛУНК с 7-точечной сеткой расположения скважин.

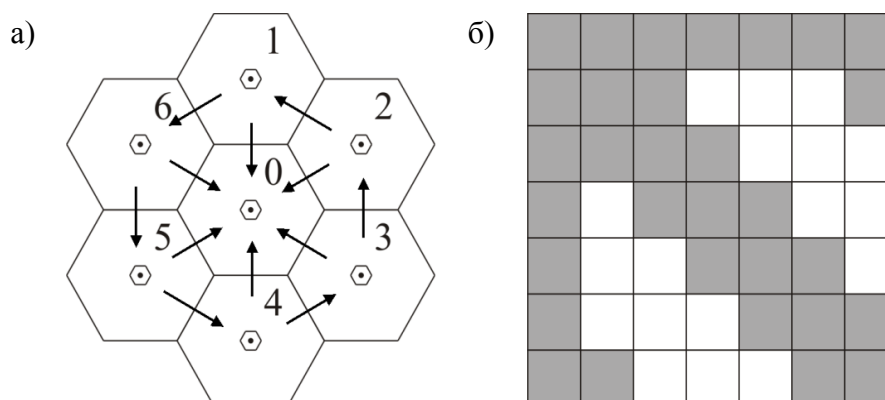


Рис. 1. Геометрический образ физической модели (а) и структура матрицы W (б).

Крупные шестигранники представляют зоны с осредненными параметрами давления, малые шестигранники соответствуют скважинам, стрелками изображены

условные направления перетоков между зонами, которые определяются выражением $q_{ij} = w_{ij}(p_j - p_i)$, где p_i – среднее давление в i -й зоне, w_{ij} – коэффициенты гидропроводности, приведенные к линиям контакта между зонами.

Математическое описание физической модели:

$$\begin{cases} w_{z0}(\bar{p}_0 - p_{z0}) = q_0 \\ \dots \\ w_{z6}(\bar{p}_6 - p_{z6}) = q_6 \\ \begin{cases} -w_{z0}(\bar{p}_0 - p_{z0}) + w_{01}(\bar{p}_1 - \bar{p}_0) + \dots + w_{06}(\bar{p}_6 - \bar{p}_0) = 0 \\ -w_{z1}(\bar{p}_1 - p_{z1}) + w_{10}(\bar{p}_0 - \bar{p}_1) + w_{12}(\bar{p}_2 - \bar{p}_1) + w_{16}(\bar{p}_6 - \bar{p}_1) + \\ + 3w_{1k}(p_{k1} - \bar{p}_1) = 0 \\ \dots \\ -w_{z6}(\bar{p}_6 - p_{z6}) + w_{60}(\bar{p}_0 - \bar{p}_6) + w_{65}(\bar{p}_5 - \bar{p}_6) + w_{61}(\bar{p}_1 - \bar{p}_6) + \\ + 3w_{6k}(p_{k6} - \bar{p}_6) = 0 \end{cases} \end{cases}, \quad (6)$$

где w_{zi} – коэффициенты гидропроводности переходов «скважина-зона», w_{ij} – коэффициенты гидропроводности между i -й и j -й зонами, p_{zi} – давления в забоях скважин, $\bar{p}_i$ – среднезональные давления, p_k – краевые давления на контуре питания, q_i – отбор или нагнетание жидкости в скважинах. Коэффициенты гидропроводности вычисляются на основе заданных свойств пород, жидкости и геометрии модели:

для радиального притока в скважины $w_{zi} = \frac{2\pi k h}{\mu \ln(R_k/r_c)}$, где k – проницаемость породы, h – мощность пласта, μ – вязкость жидкости, R_k – радиус контура питания, т.е. половина радиуса зоны, r_c – радиус скважины; для фронтальной фильтрации между зонами $w_{ij} = \frac{k S}{\mu L}$, где S – площадь границы между зонами, L –

расстояние между центрами зон.

Введем векторы состояния $\mathbf{p}'_z = [p_{z0} \dots p_{z6}]$, $\mathbf{\bar{p}}' = [\bar{p}_0 \dots \bar{p}_6]$, $\mathbf{q} = [q_0 \dots q_6]$, $\mathbf{p}_k = [p_{k0} \dots p_{k6}]$, тогда физическая модель (6) будет так описываться в матричном виде

$$\begin{cases} W'_z(\mathbf{\bar{p}}' - \mathbf{p}'_z) = \mathbf{q} \\ W'_z \mathbf{\bar{p}}' = W'_z \mathbf{p}'_z + W'_k \mathbf{p}_k \end{cases}. \quad (7)$$

Структура матрицы W' (рис. 1-б) отражает свойства взаимовлияния зон, пустые клетки означают отсутствие взаимовлияния.

Рассмотрим упрощенную модель второго типа – «редуцированную», которая получается сокращением размерности детальной модели (рис. 2-а).

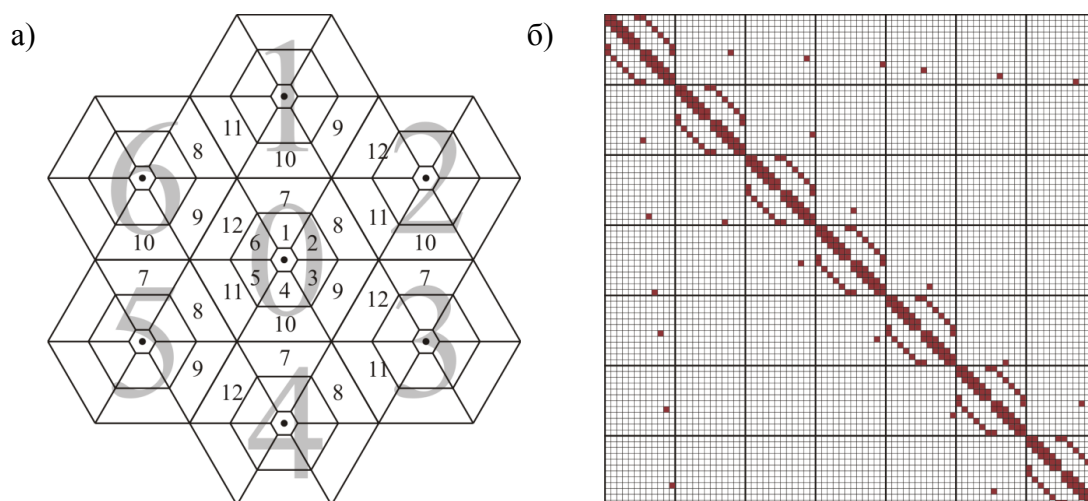


Рис. 2. Геометрический образ детальной 7-зонной модели ЛУНК (а).
Вид матрицы связей B_1 внутри зон и между зонами детальной модели (б)

Корректность вывода сохраняется для моделей произвольной детальности, что подтверждается вычислительными экспериментами. Для простоты рассматривается пример, когда каждая зона ЛУНК представлена только двумя «кольцами», состоящими из шести конечных элементов, и центральным элементом-скважиной.

Если, согласно рис. 2, обозначить p_{zi} как давления в забоях скважин и ввести векторы $\mathbf{p}_i = [p_{i1} \dots p_{i12}]$ (давления в элементах i -й зоны), $\mathbf{p}_k = [p_{k0} \dots p_{k11}]$ (краевые давления), $\mathbf{w}_i = [w_{i0,i1} \dots w_{i0,i12}]$ (коэффициенты гидропроводности между скважиной и элементами i -й зоны), то математическое описание детальной модели, состоящее из 91 уравнения, может быть представлено в матричном виде:

$$\begin{cases} -w_0 p_{z0} + \mathbf{w}_0^T \mathbf{p}_0 = q_0 \\ \mathbf{w}_0 p_{z0} - W_{00} \mathbf{p}_0 + W_{01} \mathbf{p}_1 + \dots + W_{06} \mathbf{p}_6 = 0 \\ \begin{cases} -w_1 p_{z1} + \mathbf{w}_1^T \mathbf{p}_1 = q_1 \\ \mathbf{w}_1 p_{z1} - W_{11} \mathbf{p}_1 + W_{10} \mathbf{p}_0 + W_{12} \mathbf{p}_2 + W_{16} \mathbf{p}_6 + \mathbf{w}_{k1} p_{k1} = 0 \end{cases} \\ \dots \\ \begin{cases} -w_6 p_{z6} + \mathbf{w}_6^T \mathbf{p}_6 = q_6 \\ \mathbf{w}_6 p_{z6} - W_{66} \mathbf{p}_6 + W_{60} \mathbf{p}_0 + W_{61} \mathbf{p}_1 + W_{65} \mathbf{p}_5 + \mathbf{w}_{k6} p_{k6} = 0 \end{cases} \end{cases}, \quad (8)$$

где W_{ij} – матрица коэффициентов гидропроводности (матрица связи) элементов i -й и j -й зон.

В полном векторе давлений выделим две составляющие: вектор забойных давлений $\mathbf{p}_z$ и вектор давлений в остальных конечных элементах $\tilde{\mathbf{p}}$. Для этого в (8) соберем отдельно первые уравнения в каждой подсистеме (уравнения скважин)

и отдельно вторые уравнения (для остальных элементов), тогда (8) можно представить в виде

$$\begin{cases} -W_0 \mathbf{p}_z + W_E \tilde{\mathbf{p}} = \mathbf{q} \\ B_1 \tilde{\mathbf{p}} = B_2 \mathbf{p}_z + B_3 \mathbf{p}_k \end{cases}, \quad (9)$$

откуда

$$\tilde{\mathbf{p}} = A_1 \mathbf{p}_z + A_2 \mathbf{p}_k,$$

где $A_1 = B_1^{-1} B_2$, $A_2 = B_1^{-1} B_3$, матрица B_1 для модели с двумя кольцами элементов имеет вид, представленный на рис. 2-б.

Полученное выражение для давлений $\tilde{\mathbf{p}}$ позволяет перейти к осредненным переменным путем суммирования давлений во всех элементах зоны (за исключением забойных) и деления на их количество. Формально такое правило осреднения можно записать следующим образом:

$$\bar{\mathbf{p}} = E_1 \tilde{\mathbf{p}}, \quad (10)$$

$$E_1 = \frac{1}{6n} \begin{bmatrix} 1111\dots & 0000\dots & \dots & 0000\dots \\ 0000\dots & 1111\dots & \dots & 0000\dots \\ \dots & \dots & \dots & 0000\dots \\ 0000\dots & 0000\dots & 0000\dots & 1111\dots \end{bmatrix},$$

где n – число колец в зоне;

$6n$ – число элементов в каждом диагональном блоке матрицы E_1 .

С учетом (9) и (10) получили систему уравнений редуцированной модели

$$\begin{cases} \mathbf{p}_z = A_3 \mathbf{q} + A_4 \mathbf{p}_k \\ \bar{\mathbf{p}} = C_1 \mathbf{p}_z + C_2 \mathbf{p}_k \end{cases} \quad (11)$$

где $A_3 = (W_E A_1 - W_0)^{-1}$, $A_4 = -(W_E A_1 - W_0)^{-1} W_E A_2$, $C_1 = E_1 A_1$, $C_2 = E_1 A_2$.

Редуцированная модель (11) состоит из 14 уравнений (7 для забойных давлений и 7 для осредненных давлений в зонах), что значительно меньше по сравнению с размерностью исходной системы (91 уравнение). Однако математически редуцированная модель не наследует физические свойства взаимовлияния зон, они оказываются скрытыми в матрицах C_1 и C_2 . Полученный результат можно преобразовать к виду физической модели (7), в результате можно записать

$$\begin{cases} W_z (\bar{\mathbf{p}} - \mathbf{p}_z) = \mathbf{q} \\ W \bar{\mathbf{p}} = W_z \mathbf{p}_z + W_k \mathbf{p}_k \end{cases}, \quad (12)$$

где $W_z = ((C_1 - I) A_3)^{-1}$, $W = W_z C_1^{-1}$, $W_k = W_z C_1^{-1} C_2$.

Такая форма редуцированной модели не только сохраняет корректность математического описания, но и наследует физические свойства исходной модели.

Экспериментальный анализ математического описания двух моделей (физической и редуцированной) показал, что матрицы W^* из (7) и W из (12) не идентичны (табл. 3). В отличие от «чистой» матрицы W^* , связывающей только сопряженные зоны, матрица W содержит слабые связи и с теми зонами, с которыми не имеет контакта.

Таблица 4

Матрицы гидропроводности в физической и редуцированной моделях

Физическая модель, W^*							Редуцированная модель, W						
-54,67	6,87	6,87	6,87	6,87	6,87	6,87	-38,78	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03
6,87	-54,67	6,87	0	0	0	6,87	5,03	-45,11	4,71	-0,36	-0,32	-0,36	4,71
6,87	6,87	-54,67	6,87	0	0	0	5,03	4,71	-45,11	4,71	-0,36	-0,32	-0,36
6,87	0	6,87	-54,67	6,87	0	0	5,03	-0,36	4,71	-45,11	4,71	-0,36	-0,32
6,87	0	0	6,87	-54,67	6,87	0	5,03	-0,32	-0,36	4,71	-45,11	4,71	-0,36
6,87	0	0	0	6,87	-54,67	6,87	5,03	-0,36	-0,32	-0,36	4,71	-45,11	4,71
6,87	6,87	0	0	0	6,87	-54,67	5,03	4,71	-0,36	-0,32	-0,36	4,71	-45,11

Графики (рис. 3) показывают, что поведение физической и редуцированной моделей различаются, и что второй тип моделей более корректно воспроизводит поведение детальной исходной модели.

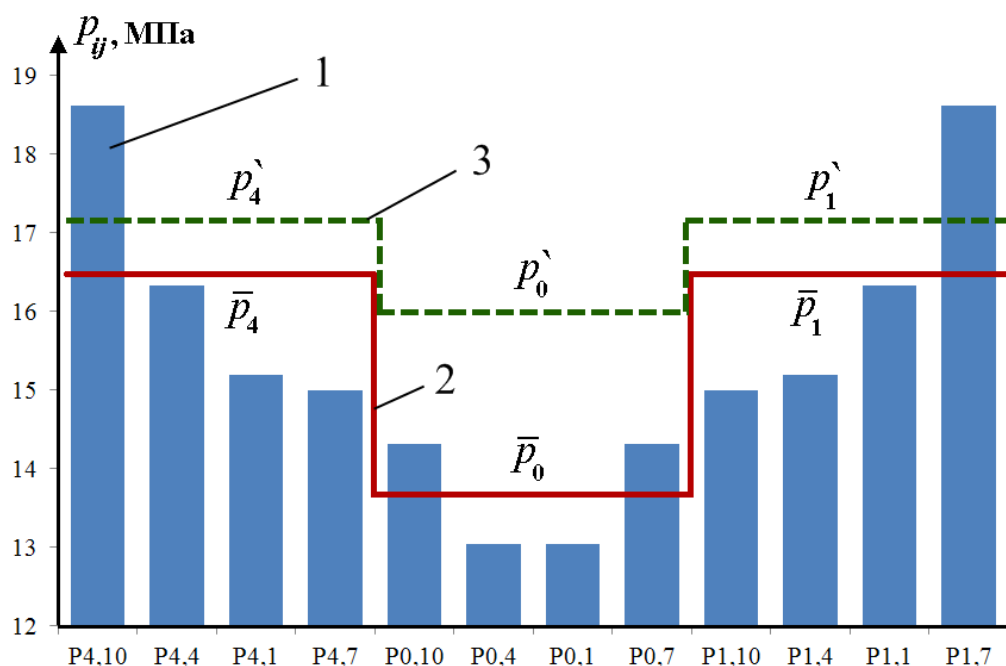


Рис. 3. Распределение давления в сечении $p_4 - p_0 - p_1$ локального участка коллектора
 Модели: 1 – детальная, 2 – редуцированная, 3 – физическая

Полученные результаты позволяют сделать ряд выводов:

1. Применение физической модели может повлечь значительные отклонения в результатах моделирования поведения участка коллектора в равновесном состоянии.
2. Параметры физической модели нельзя рассматривать как истинные при решении задачи идентификации.
3. Технология получения редуцированной модели позволила сократить размерность исходной системы уравнений, сохранив при этом физические свойства взаимовлияния зон и идентичность поведения детальной и огрубленной моделей, что подтверждается вычислительными экспериментами.

Литература

1. Регламент по созданию постоянно действующих геолого-технологических моделей нефтяных и газовых месторождений: РД 153-39.0-047-00 утв. 10.03.2000 Минтопэнерго России Приказ 67. введ в действие с 10.03.2000. М.: МинТопЭнерго, 2000. 127 с.
2. Соловьёв И.Г. Иерархия адаптивных технологий нефтедобычи реального времени // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2008. – № 2. – С. 20-28.
3. Ведерникова Ю.А., Соловьёв И.Г. Оценивание локальных гидродинамических характеристик нефтяных коллекторов // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2005. – №12. – С. 16-20.
4. Распопов Р.В., Соловьёв И.Г. Технология контроля среднезонального давления в задаче оценивания фильтрационно-емкостных параметров локальных участков нефтяных коллекторов // Известия вузов. Горный журнал. №7, 2011. – С. 51-56.

СЕКЦИЯ 5.

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ ГРУППЫ 230100 «ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА»

*Ж.В. Арушанян, Т.Н. Косыгина
Россия, Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет
etoiale@yandex.ru*

В условиях информатизации российского общества происходит не только ускорение научно-технического прогресса, интеллектуализация всех видов человеческой деятельности, но и создание качественно новой информационной среды, обеспечивающей развитие творческого потенциала индивида.

Поэтому одной из важнейших проблем, решаемых в учебных заведениях, является процесс эффективного использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), рассматриваемый в Концепции Федеральной целевой программы развития образования на 2011-2015 годы как фактор повышения качества обучения.

Подготовка будущего специалиста в области информационных технологий направлена на вооружение его основными компетенциями, позволяющими творчески и разносторонне решать профессиональные задачи, самостоятельно организовывать собственную деятельность, осуществлять разработку программного продукта, использовать ИКТ в профессиональной деятельности.

В понятии ИКТ объединены способы передачи информации с целью повышения ее эффективности, основанные на широком использовании уникальных возможностей компьютерной техники.

Применение ИКТ в процессе обучения осуществляется нами с целью:

- реализации возможностей программных средств учебного назначения в качестве средств обучения, объектов изучения, средств управления, средств коммуникации, средств обработки информации;
- интеграции возможности сенсорики, средств регистрации и измерения физических величин;
- активизации мыслительной деятельности студентов и повышения мотивации к учебной деятельности.

Применение ИКТ в качестве средств обучения позволяет студентам осуществлять регистрацию, сбор, накопление информации об изучаемых процессах;

создавать и исследовать их модели; визуализировать закономерности процессов; автоматизировать обработку результатов эксперимента; управлять объектами реальной действительности. Такая организация исследовательской деятельности (как индивидуальной, так и групповой) «подводит» студента к самостоятельному «открытию» закономерностей изучаемых процессов, способствует актуализации процесса усвоения основ наук, развитию интеллектуального потенциала, творческих способностей.

Увлеченные такой работой студенты быстро адаптируются к готовым учебным и прикладным программам и с желанием участвуют в их создании сами. Поэтому в качестве заданий для самостоятельной работы студентов преподавателями предлагается разработка программных продуктов. Для разработки программ студенты должны не только хорошо знать программный материал, но и уметь его структурировать и визуализировать. Подобная работа побуждает студентов к изучению дисциплины во время аудиторной и внеаудиторной работы, а так же к самостоятельному приобретению знаний. Роль преподавателя при этом заключается в консультировании студентов при отборе и структурировании рабочего материала, а также в осуществлении контрольных функций.

Разрабатываемые студентами программные продукты можно подразделить на следующие виды и использовать на различных этапах занятия:

1. Электронные тетради (рис. 1). Содержат программу курса дисциплины, теоретический и практический материал, примеры и задания для самостоятельной работы. Такие тетради используются нами на всех этапах занятия (как при актуализации знаний, так и при изучении и закреплении учебного материала) и при организации самостоятельной работы студентов.

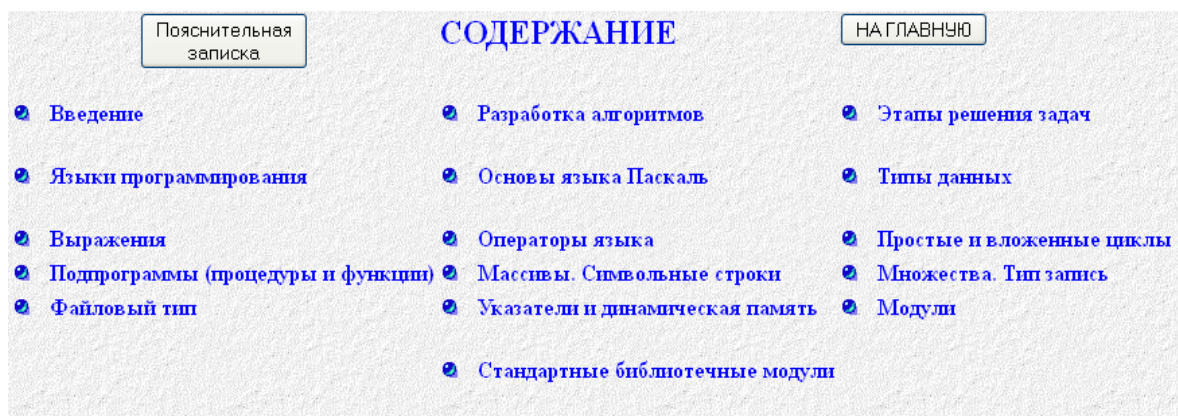


Рис. 1. Электронная тетрадь

2. Мультимедийное сопровождение лекций активно применяется преподавателями при изучении нового материала (рис. 2). Мультимедийная презентация позволяет визуализировать процесс обучения. Каждый слайд может содержать различные формы представления информации (текст, таблицы, диаграммы, изображения, звук, видео), а также включать анимацию появления объектов на слайде и анимацию смены слайдов.

Кроме того, презентации могут использоваться для создания разного рода раздаточных материалов.

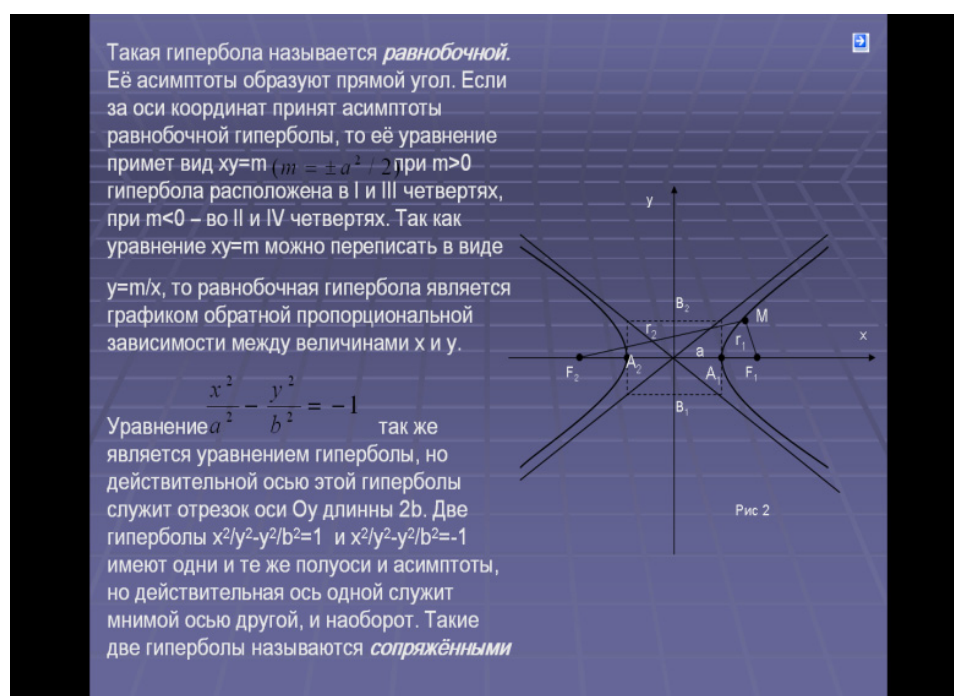


Рис. 2. Мультимедийная презентация

3. Моделирующие программы используются в качестве наглядных пособий и средств сбора информации на лабораторных работах, на этапах изучения и закрепления нового материала (рис. 3). Причем, такие программы предусматривают систему допуска к лабораторным работам, представляющую собой перечень вопросов (заданий), на которые студент должен дать ответ перед выполнением того или иного задания.



Рис. 3. Тест на проверку знаний по английскому языку

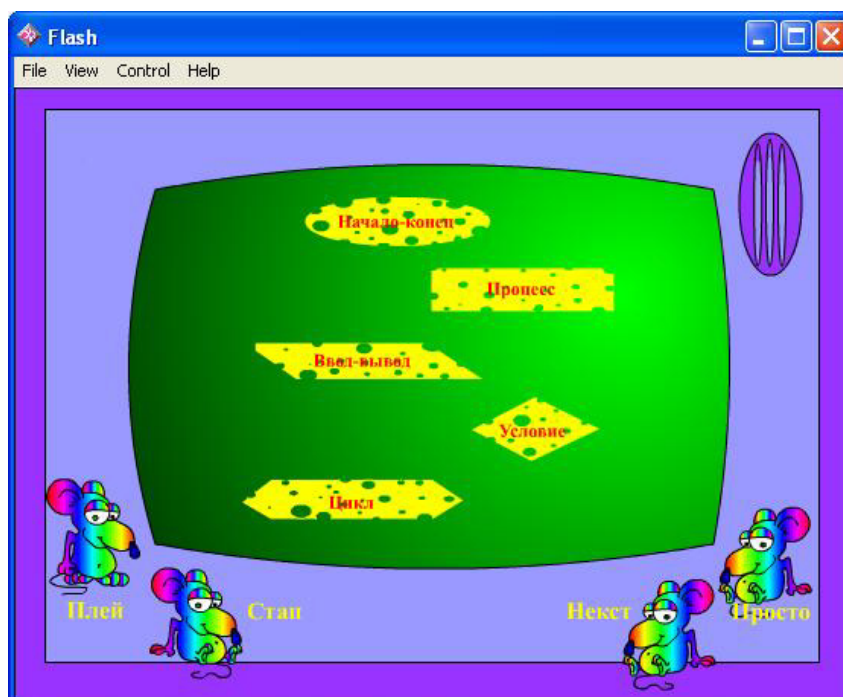


Рис. 4. Программа моделирования блок - схем

4. Электронные тесты для осуществления текущего контроля знаний применяются на этапе проверки знаний (рис. 5). Такие тесты используются и как тренировочные, позволяющие закреплять знания и умения, а также осуществлять самоконтроль в любое время и в любой точке доступа к сети Интернет.

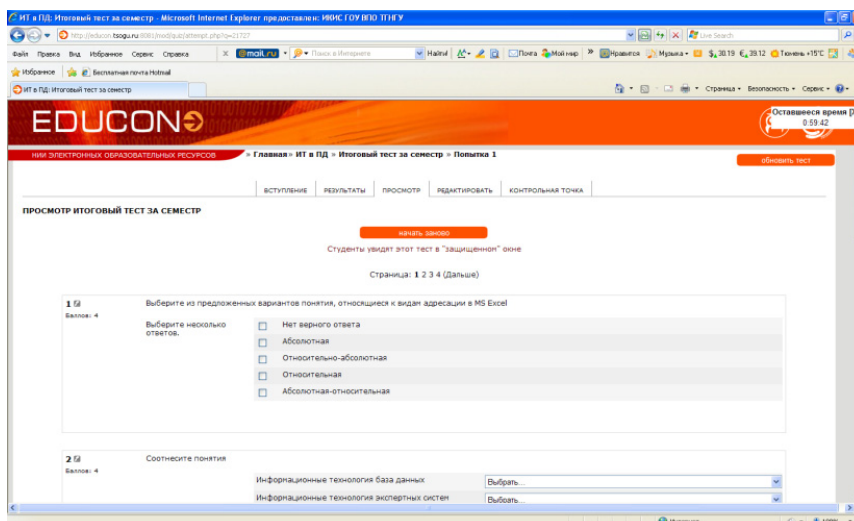


Рис. 5. Тестирование по дисциплинам с системе поддержки учебного процесса Educon

Нами выявлено, что использование средств ИКТ в процессе обучения позволяет:

1. Повышать учебную мотивацию и уровень знаний студентов;
2. Развивать творческий потенциал студента через разнообразные формы обучения;
3. Формировать самостоятельность студентов.

ТЕХНОЛОГИИ ДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ГЕОФИЗИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

М.И. Барабанов, А.И. Кобрунов
Россия, г. Ухта, Ухтинский государственный
технический университет
mbarabanov@ugtu.net

В настоящее время крайне актуален вопрос создания эффективных компьютерных тренажёров, позволяющих моделировать различные производственные ситуации в виртуальной среде. В случае обучения геофизиков-интерпретаторов роль таких тренажёров играют системы моделирования геологических структур, позволяющие решать прямые задачи для различных методов разведки.

Стандартные методы моделирования геолого-геофизических сред как правило позволяют оценить значения различных параметров только после полного описания модели среды и задания всех её параметров. Однако мощность современных компьютеров давно позволяет проводить решение большей части типов прямых задач в геофизике почти моментально. Это даёт возможность создавать инструменты моделирования, позволяющие оценивать характер изменения наблюдаемых геофизических параметров при каждом изменении начальной модели и наглядно демонстрировать эффекты эквивалентности. Подобная возможность на сегодняшний день не предоставляется ни одним из широко распространённых программных продуктов, используемых для обучения студентов-геофизиков, однако возможность создания подобных инструментов (моментальное обновление графического представления результатов некоторых расчётов) присутствует в некоторых системах математического моделирования (в частности – Wolfram Mathematica, в которой для этих целей используется оператор «manipulate»). Удобство использования этого инструмента в средах мат. моделирования подтолкнуло к идее создания узкоспециализированного инструмента для динамического анализа геофизических данных.

В настоящее время на кафедре геоинформационных систем УГТУ в качестве эксперимента в учебный процесс внедряется система экспресс-моделирования гравиметрических структурно-аппроксимационных моделей PlayGround (интерфейс представлен на рис. 1), позволяющая в интуитивной форме создавать структурные модели профилей, наполненные значениями параметра, а также добавлять аномалии различных форм: прямоугольная и эллиптическая призмы, полубесконечные уступы. Одновременно с модификацией модели студент видит гравитационное поле от её текущего представления. Это позволяет визуально оценить гравитационный эффект различных геологических структур и характер изменения поля при различных изменениях в модели.

Главной задачей при создании такого тренажёра видится создание максимально простой и удобной системы взаимодействия с конечным пользователем, которая в конечном счёте должна стать прозрачной, что позволит сосредоточиться исключительно на оценке влияния того, или иного изменения модели на получаемый результат.

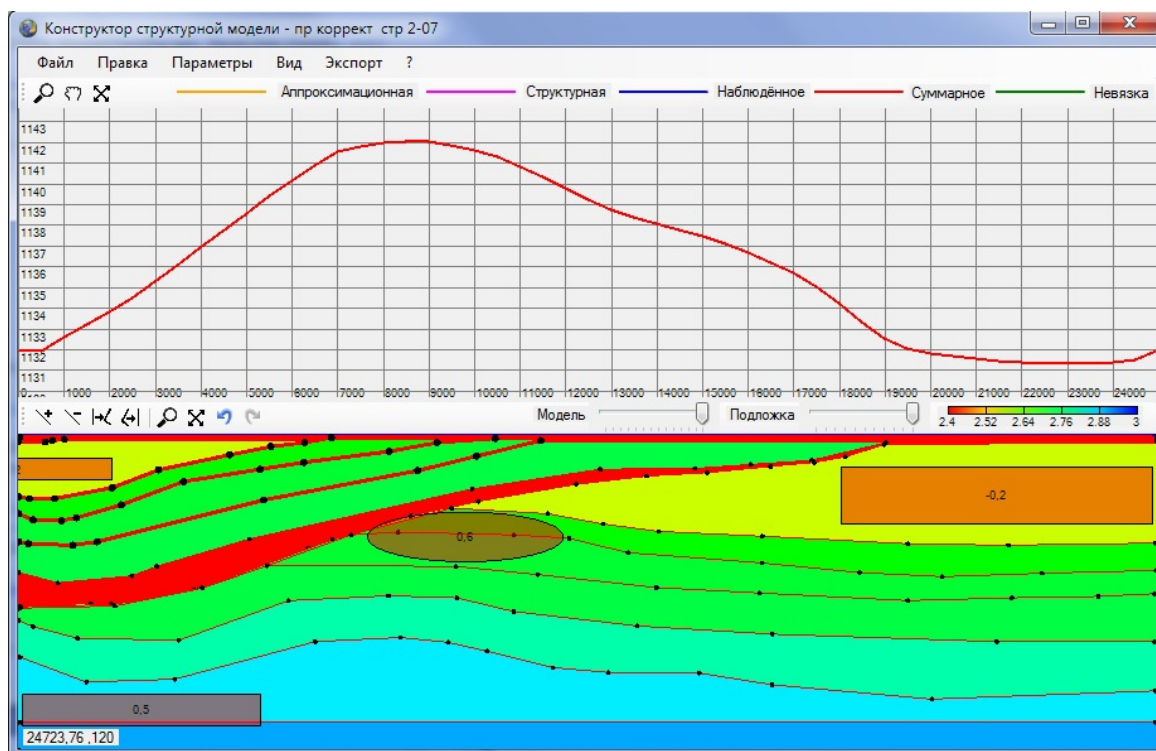


Рис. 4. Интерфейс динамического конструктора структурно-аппроксимационных моделей среды PlayGround

Дальнейшим развитием этого направления является создание аналогичных инструментов для других задач геофизики, таких как электрический каротаж, инструмент моделирования которого в настоящее время проходит этап тестирования и доработки, задачи сейсмо- и магниторазведки.

ИНТЕРАКТИВНАЯ ЛЕКЦИЯ

В.Н. Баранов
*Россия, г. Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет
baranov@tsogu.ru*

Интерактивная модель лекции своей целью ставит организацию комфортных условий обучения, при которых все обучающиеся активно взаимодействуют между собой. Именно использование этой модели обучения говорит об инновационной деятельности преподавателя [1]. Организация интерактивного обучения предполагает моделирование жизненных ситуаций, использование ролевых игр, общее решение вопросов на основании анализа обстоятельств и ситуации, проникновение информационных потоков в сознание, вызывающих его активную деятельность [2]. Однако, в структуру урока преподавателем обычно включаются только элементы интерактивной модели обучения, не позволяющие сделать весь урок необычным,

более интересным и насыщенным. Так известно, что при пассивном и несколько менее при активном методах обучения (схема 1 и схема 2) внимание студентов начинает ослабевать через 15 минут от начала лекции, а через 45 минут студент начинает забывать информацию, прослушанную в начале лекции [3].

Схема 1 (пассивный метод)

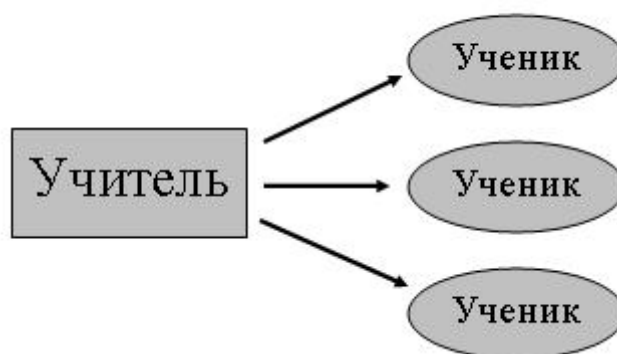


Схема 2 (активный метод)

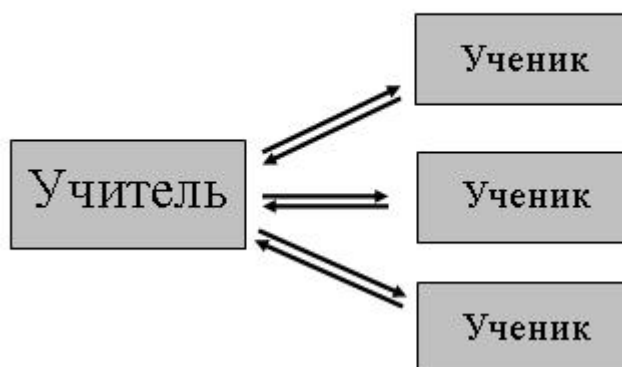
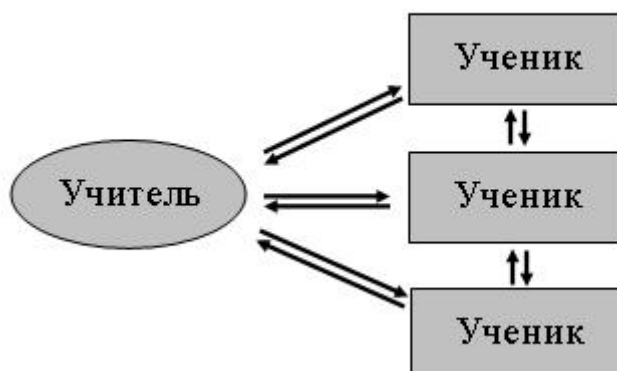


Схема 3 (интерактивный метод)



Поэтому актуально проведение преподавателями интерактивных лекционных занятий (схема 3), особенно у студентов, обучающихся по направлению подготовки дипломированного специалиста «Биомедицинская техника» и по направлению подготовки бакалавров «Биотехнические системы и технологии», предполагающих

изучение материала связанного и с техникой и медициной, что усложняет освоение материала.

На кафедре кибернетических систем при проведении лекций по дисциплинам «Диагностическая аппаратура», «Автоматизация медико-биологических систем и комплексов», «Автоматизированные системы в здравоохранении», «Биотелеметрия и телемедицина», «Методы и системы анализа медицинских изображений», «Лазерные измерительные приборы и системы», «Обслуживание и ремонт медицинской техники», «Сетевые технологии в медицине» при чтении интерактивных лекций ставились следующие целевые ориентации: активизация индивидуальных умственных процессов у студентов; возбуждение у студентов внутреннего диалога; обеспечение понимания информации, являющейся предметом обмена; индивидуализация педагогического взаимодействия; вывод учащегося на позицию субъекта обучения; достижение двусторонней связи при обмене информацией между студентами, формирование у студентов самостоятельного мнения по изучаемому материалу.

Задачами преподавания в интерактивной технологии лекций являлись поддержка, облегчение, направление и помощь процессу обмена медико-технической информацией: выявление многообразия точек зрения; обращение к личному опыту участников; поддержка активности участников; соединение теории и практики; взаимообогащение опыта участников; облегчение восприятия, усвоения, взаимопонимания участников; поощрение творчества участников. Студенты учились размышлять, анализировать, оценивать собственные действия, дискутировать, аргументировать, делать выбор, принимать решения, работать в составе команды.

В начале занятия применялись различные разминки, которые привлекали внимание студентов, позволяли включиться в активное участие в совместной деятельности. После разминки внимание студентов акцентировалось на вопросах, подлежащих изучению на данном занятии. При изучении темы преподавателем предлагалось изучение материала с использованием различных интерактивных методов. Это могли быть: презентации, брейн - ринг, круглый стол, диалоги, интервью, дискуссии, кейс – стадии, кроссворды, тесты. Заканчивалась интерактивная лекция обратной связью в форме эссе, таблиц, свободного письма. С помощью обратной связи обязательно в письменной форме преподавателем выявлялся уровень усвоения студентами изучаемого материала. Письменные работы студентов, проводимые в конце каждой лекции, собирались в портфолио. Портфолио – это доказательство того, как студент работал в течение всего семестра. Портфолио обычно содержит опорные лекции, глоссарий, доклады студентов, рефераты, эссе, задачи и кроссворды, которые составил студент.

Ниже приводится пример интерактивной лекции: вводная часть; занятая разминка; объявление темы лекции; основная часть; представление вопросов, которые необходимо изучить; постановка практической проблемы, которую предстоит разобрать; предложение для изучения текста лекции; работа студентов в парах; подготовка студентами по лекционному материалу 3-4 вопросов; задание студентами друг другу по очереди по 3-4 вопроса. Также эффективна работа студентов в группах, составление тестов, дискуссии, ответы на вопросы преподавателя. Была необходима, при проведении лекций, и активная обратная связь.

Таким образом, при интерактивном методе преподавания, исключалось традиционное прочтение лекции. Студенты работали во время всего занятия, и преподаватель имел возможность оценить работу каждого студента.

Литература:

1. Кузнецов М.В. Интерактивная лекция, как методическая среда для комбинирования коммуникативно-речевых умений // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. 2011. № 8. – С. 202-211.
2. Леонова М.О. Лекционный метод преподавания. Интерактивные лекции // Вестник КАСУ. 2008.-№2.- С. 153-155.
3. Ступина С.Б. Технологии интерактивного обучения в высшей школе: Учебно-методическое пособие. – Саратов: Издательский центр «Наука», 2009. – 52с.

ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ ТЕХНИЧЕСКИХ КАДРОВ ДЛЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

В.Н. Баранов, С.И. Квашина, О.Н. Кузяков
Россия, г. Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет
baranov@tsogu.ru

Современные достижения медицины, телекоммуникаций и информатики позволили создать единую информационно-коммуникативную систему, позволяющую облегчить деятельность медицинского персонала, полно и своевременно информировать пациентов, осуществить доставку высококвалифицированных медицинских услуг пациенту вне зависимости от расстояния. Она необходима для проведения медицинских видеоконференций, ведения учебной деятельности (лекции, семинары, групповые занятия, научные дискуссии, обсуждения), обмена информацией организационно-методического свойства [1,2].

Одним из препятствий на пути распространения информационных технологий в Тюменской области, мы бы назвали недостаточную готовность и умение врачей пользоваться компьютерной техникой. Большинство врачей не готовы работать с компьютерами и иногда не видят в них необходимости. На самом же деле, в современных условиях, использование информационных медицинских технологий является необходимым шагом развития здравоохранения, когда к консультации нескольких врачей подключается и новый участник – сверхмощная электронная диагностическая система [3]. Поэтому ближайшими помощниками для медицинского персонала и других работников сферы здравоохранения становятся инженеры - выпускники кафедры кибернетических систем ИКИС, ТюмГНГУ. Инженер по направлению подготовки дипломированного специалиста “Биомедицинская техника” в соответствии с требованиями “Квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и других служащих”, утвержденного Постановлением Минтруда России от 21.08.98, №37 может занимать непосредственно после окончания вуза следующие должности: инженер; инженер-конструктор; инженер-лаборант; инженер-электроник, инженер по ремонту, инженер по подготовке производства, инженер по комплектации оборудования; инженер по охране окружающей среды и прочие. Наши выпускники активно играют на рынке информационных технологий здравоохранения. Они являются разработчиками аппаратуры,

программного обеспечения, технологий, стандартов, услуг по ремонту и сопровождению телемедицинских и других информационных комплексов, сетей, центров. Базой для такой деятельности является высокопрофессиональная подготовка ведущими профессорами докторами, кандидатами технических и медицинских наук по дисциплинам: 1 курс – «Инженерная и компьютерная графика», «Информатика»; 2 курс – «Электротехника»; 3 курс – «Электроника и микропроцессорная техника», «Моделирование биологических процессов и систем», «Технические методы диагностических исследований и лечебных воздействий»; 4 курс – «Телекоммуникационные системы передачи и обработки информации», «Методы обработки биомедицинских сигналов и данных»; «Управление в биологических и медицинских системах», «Медицинские приборы, аппараты, системы и комплексы», «Системный анализ и принятие решений», «Компьютерная обработка изображений», «Компьютерные технологии в медико-биологических исследованиях», «Автоматизация обработки экспериментальных данных», «Конструирование и техника производства приборов и аппаратов», «Диагностическая аппаратура», «Автоматизация медико-биологических систем и комплексов», «Автоматизированные системы в здравоохранении», «Проектирование программного обеспечения», «Биотелеметрия и телемедицина»; 5 курс «Методы и системы анализа медицинских изображений», «Теория биотехнических систем», «Лазерные измерительные приборы и системы», «Узлы и элементы медицинской техники», «Обслуживание и ремонт медицинской техники», «Сетевые технологии в медицине». В связи с переходом ТюмГНГУ на Болонскую систему обучения студентов, предусматривающую двухуровневые ступени образовательного процесса (бакалавриат и магистратуру), повышаются требования к образовательному процессу как к будущим бакалаврам, так и магистрам. Особое внимание уделяется более тесной связи с практическим здравоохранением. Из года в год повышается потребность в выпускниках кафедры Кибернетических систем. За 10 лет работы кафедры в области подготовки инженеров по специальностям 200401.65 «Биотехнические и медицинские аппараты и системы», 200402.65 «Инженерное дело в медико-биологической практике» успешно защитили дипломы около 100 выпускников (рис.1).



Рис.1. Защита дипломных проектов

С 2011 года в ТюмГНГУ функционирует бакалавриат по направлению подготовки 201000.63 – БСТб «Биотехнические системы и технологии». Бакалавр, согласно ФГОС, утвержденному Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 декабря 2009 г. N 806, готовится к следующим видам профессиональной деятельности: проектно-конструкторской; производственно-технологической; научно-исследовательской; организационно-управленческой; монтажно-наладочной и сервисно-эксплуатационной.

В средних учебных образовательных учреждениях (школах, колледжах и гимназиях) активно ведется просветительская работа среди учащихся с ознакомлением сущности нашей востребованной, предприятиями здравоохранения и медицинской техники, специальности.

Заинтересованность в наших выпускниках выразили: ФГБУ «Федеральный центр нейрохирургии», медицинский информационно-аналитический центр Тюменской области (МИАЦ), радиологический центр Тюменского областного онкологического диспансера, ГБУЗ ТО «ОКБ №1», ГБУЗ ТО «ОКБ №2», ГБУЗ ТО «Перинатальный центр» г. Тюмени, ОАО «Медико-санитарная часть «Нефтяник», Социально-оздоровительный центр граждан пожилого возраста и инвалидов «Красная гвоздика», ООО «Альфаполимед», ЕДС-групп, ООО «Мединтел», ООО «Нилта», Центр микрохирургии глаза «ВИЗУС-1».

Литература:

1. Гук М.Н. Аппаратные средства локальных сетей. Энциклопедия – СПб: Издательство «Питер», 2005. – 576 с.
2. Сабанов В.И., Голубев А.Н., Комина Е.Р. Информационные системы в здравоохранении. М.: Издательство «Феникс», 2007. – 233 с.
3. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Сетевые операционные системы. М.: 2007. – 544 с.

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ИНЖЕНЕРНОМУ ОБРАЗОВАНИЮ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТРЕНАЖЕРОВ-ИМИТАТОРОВ РАБОТЫ С КОЛТЮБИНГОВОЙ УСТАНОВКОЙ

***А.А. Земляной, В.А. Долгушин, Г.П. Зозуля
Россия, г.Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет
aazemlyanov@yandex.ru***

Для страны, стремящейся к инновационной экономике, большое значение имеет развитие системы инновационного инженерного образования. Поэтому сегодня в высшей школе наступил важный этап становления системы инновационного образования – этап поиска перспективных моделей подготовки и переподготовки специалистов, который бы стимулировал достижение того эффекта, который в действительности ожидается при переходе от экономики с сырьевой направленностью к экономике инновационного типа.

Отсюда объективно необходимым условием дальнейшего развития нефтяной и газовой промышленности России является создание высокоэффективных

инновационных технологий. А создать такие технологии под силу только специалистам высокой квалификации, основа образования которых закладывается в вузе.

В последние годы динамично развивается рынок нефтегазового сервиса. Причиной столь устойчивого роста являются и расширение спектра выполняемых работ, и использование современных технических средств, в том числе и колтюбинга, который пользуется все большей популярностью за счет своих неоспоримых преимуществ, по сравнению с традиционными технологиями [1].

К преимуществам технологий с использованием установок с гибкой трубой (ГТ) можно отнести:

- возможность проведения работ без глушения скважины, что очень важно с точки зрения сохранения коллекторских свойств пласта;
- сокращение времени, затрачиваемого на спускоподъемные операции (СПО), за счет отсутствия необходимости свинчивания/развинчивания труб;
- большая степень адаптивности колтюбинговых технологий к усложняющимся условиям, особенно при работе в горизонтальных участках скважин, где использование традиционных технологий попросту невозможно.

С каждым годом, колтюбинг проникая в различные секторы нефтегазовой индустрии, все больше и больше расширяет поле своей деятельности. Количество используемых колтюбинговых установок в мире за последние десятилетия значительно возросло и составило 1881 единицу (по состоянию на март 2011 года), что на 1120 больше, чем в 1999 году. Таким образом, можно констатировать, что в среднем ежегодный прирост их составлял 5%. Растет количество установок на вооружении как нефтегазодобывающих, так и сервисных компаний (рис. 1). В России рост шел значительно быстрее, чем в среднем по миру, а число производимых с их помощью скважино-операций: с менее чем 1 тыс. в год – до более чем 10 тыс. После проведения I Всероссийской конференции по колтюбинговым технологиям в марте 1998 года количество агрегатов с гибкими трубами в российском ТЭК более чем утроилось. Так по состоянию на 03.2011 их количество составляло 182 установки, что на 31 установку больше, чем в 2008 году [2].

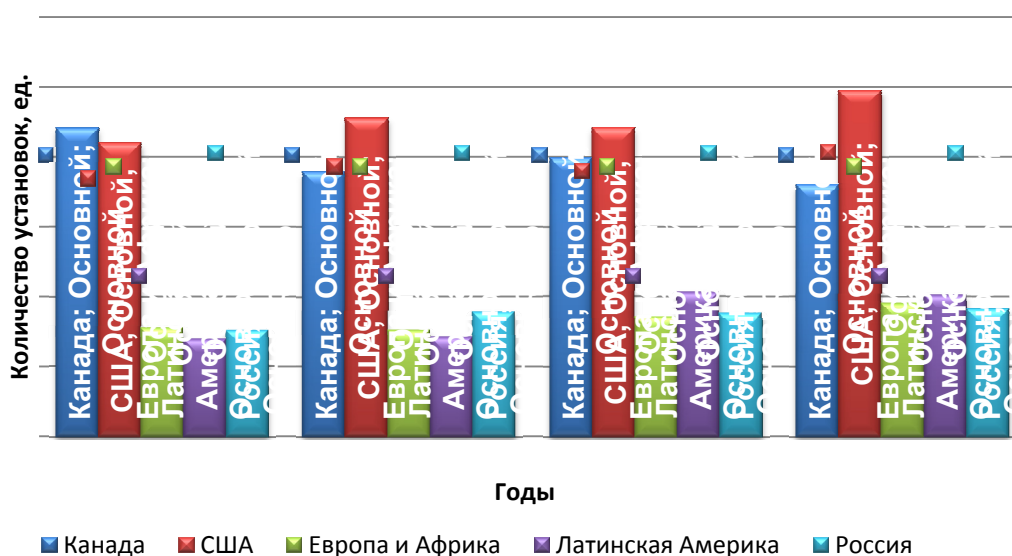


Рис. 1. Динамика изменения количества используемых колтюбинговых установок в мире

Высокий уровень требований к качеству ремонтных работ в скважинах предопределяет необходимость выполнения их высококвалифицированными рабочими и инженерными кадрами, прошедшими специализированную целевую подготовку [3]. Обычно, персонал нефтяного месторождения достигает их профессионального уровня тяжелой работой и практическим опытом. Однако, в современной промышленности, практический опыт не может идти в ногу с разработками колтюбинговых услуг. Из-за неизмеримых расходов связанных с осложнениями в работе, возникающими вследствие человеческих ошибок или некомпетентности, необходимо, чтобы персонал получил надлежащую тренировку для поднятия их знаний и навыков на необходимый уровень. Для этого необходимо выводить на качественно новый уровень систему подготовки специалистов, с использованием современных технических устройств и средств визуализации.

Одним из наиболее эффективных методов обучения производственного персонала является применение компьютерных тренажеров-имитаторов. Преимущества, связанные с компьютерной симуляцией, хорошо зарекомендовали себя в авиационной, химической и очистной промышленности. Имитатор колтюбинговой установки служит для той же цели что и летный имитатор в аэроиндустрии. Он представляет собой компьютерный комплекс программных продуктов, позволяющий каждому студенту управлять процессом ремонта скважины с использованием колтюбинговой установки и самому принимать решения, от которых будет зависеть результат работ. В программе представлен комплекс технологических операций, включающий расстановку спецтехники на кусте (рис. 2а), монтаж колтюбинговой установки на устье скважины (рис. 2б), а также сложные внутрискважинные операции (рис. 2в), регламентируемые классификатором ремонтных работ. Таким образом студенты имеют возможность провести полный цикл ремонта скважины, попутно ознакомившись с нормативной документацией, в условиях приближенных к реальным. Кроме того тренажер предусматривает возникновение в процессе ремонта различных осложнений, ликвидация которых потребует от студентов нестандартного мышления и применения глубоких профессиональных знаний.

Надлежащая тренировочная программа в сочетании с использованием колтюбинговых симуляторов может значительно снизить время, необходимое на подготовку компетентного рабочего персонала. Меняя навыки, чаще всего приобретаемые при каждодневной работе на скважинах, на безопасное обучение в условиях специально оборудованного помещения, опытный персонал может быть подготовлен без нахождения на опасном производственном объекте.

Ключевым моментом в любом тренинговом методе является точная оценка потребностей персонала и прогрессии в отношении развиваемых компетенций. Метод, основанный на опыте, фокусируется на поведении личности в различных ситуациях, в соответствии со спецификой её деятельности, с целью оценки приобретаемого опыта, стремления к развитию и установления прогресса в отношении развиваемых профессиональных компетенций.

Программы обучения персонала, основанные на компетенциях, быстро становятся методом развития карьеры, так как они позволяют рабочим активно участвовать в процессе их собственного личностного роста. Такой подход к развитию карьеры требует, чтобы личность достигала уровня компетентности, в соответствии со специфическими стандартами и критериями, характерными для их трудовой деятельности, до того момента как он буде подлежать продвижению на этот уровень.

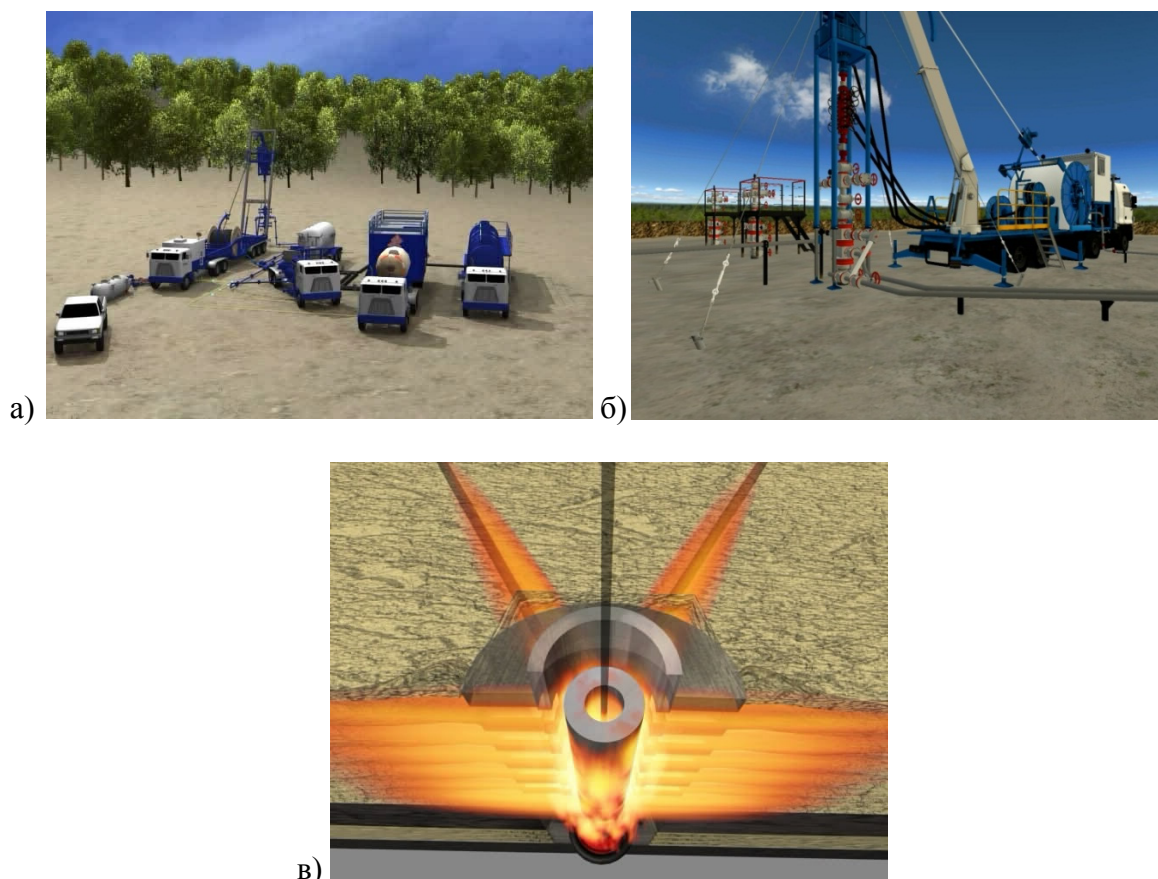


Рис.2. Возможности колтюбингового тренажера

Использование компьютеризированных колтюбинговых симуляторов – это метод быстрого ускорения уровня компетенций колтюбингового персонала. В первую очередь это возможно благодаря тому, что студент подвергается большому количеству рабочих ситуаций, включая ситуации экстренного реагирования, что дает необходимый опыт и практически наработанные навыки для принятия правильного решения в нестандартной ситуации.

Возможность операторов оценить поведенческие реакции студентов в ситуациях высокого стресса обеспечивает ценный метод оценки компетенции. С другой стороны, персонал, который повторно находится в этих ситуациях становится более уверенным в своих действиях. Возможность помещения персонала в ситуации такого типа без риска для других или риска дорогим оборудованием может быть достигнута только в компьютерных имитациях.

Литература:

1. Листак М.В. Комплексный подход к ремонту газовых скважин с помощью колтюбинговых технологий / М.В. Листак, Е.К. Зозуля, Ж.С. Попова, Н.С. Норицина, А.В. Кустышев // Нефть и газ. – 2007. – № 6. – С.13-18.
2. Земляной А.А. Возможности и перспективы колтюбинга в нефтегазовом сервисе России / А.А. Земляной, В.А. Долгушин, Д.А. Шаталов, М.В. Листак, Г.П. Зозуля, А.В. Кустышев // Coiled tubing times. – 2012. – № 40. – С.12-20.

3. Зозуля Г.П., Листак М.В., Кустышев А.В. Проблемы и перспективы колтюбинговых технологий в газодобывающей отрасли. Обз.информ. Сер. Разработка газовых и газоконденсатных месторождений. М.: ИРЦ Газпром, 2007. – 81 с.

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ ПРИ ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ ПО ПРОБЛЕМАМ НЕФТЕГАЗОВЫХ РЕГИОНОВ КРИОЛИТОЗОНЫ ЯНАО

*С.И. Квашнина, Н.Л. Мамаева
Россия, г. Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет
mamaeva.natali2011@mail.ru*

Одной из основных проблем в образовательном процессе является обучение студентов по проблемам нефтегазовых регионов криолитозоны северных территорий. От того, сколь успешно организм человека приспосабливается к непрерывно меняющимся условиям среды, зависит его здоровье. Особое значение эта проблема приобретает при проживании в экстремальных климатогеографических условиях, к которым относятся районы Крайнего Севера. Воздействие на человека суровых климатогеографических факторов усугубляется наличием неблагоприятных техногенных нагрузок. Это связано со стремительным техническим освоением сырьевых ресурсов северных территорий, которые часто наносят местной экосистеме трудновосполнимый ущерб [Агаджанян Н.А., 2001; Хайруллина Н.Г., Балюк Н.А., 2007].

Учитывая все это, поиск новых информационных подходов при обучении студенческой молодежи по проблемам криолитозоны Крайнего Севера, является **актуальным**.

В связи с этим **целью работы** явилось изучение различных информационных технологий в образовании студентов, влияющих на состояние здоровья малочисленных народов Севера в различных геокриологических зонах Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО).

Материал и методы исследования. В статистическую обработку вошли данные официальных документов по состоянию здоровья 2986 коренных жителей, из них поселков Самбург – 1174 человек и Тарко-Сале - 1812 человек. Также сбор материала проводился экспедиционным методом на севере Тюменской области в 1999-2002 гг., в естественных условиях существования аборигенов: тундровых ненцев, проживающих в поселках Самбург и Тарко-Сале. Обследовано 1016 человек, из которых в поселках: Самбург – 806 (мужчины составляют 33 человека) и Тарко-Сале – 210 человек (мужчин 154 человека). Все обследованные были в возрасте от 2 до 71 года. При этом были определены группы: дети от 0 до 14 лет; подростки от 15 до 17 лет (с выделением подростков-юношей) и взрослое население – старше 18 лет.

Согласно геокриологическому районированию поселки Самбург и Тарко-Сале относятся к Северной зоне Харасавей-Новоуренгойской подзоне Устьпуровско-

Тазовской области и Центральной зоне Игарко-Нумтинской подзоне Пуровской области соответственно [Ершов Э.Д., 1989].

Статистическая обработка производилась параметрическими и непараметрическими методами с использованием интегрированного пакета программного обеспечения « SPSS 11,5 for Windows» (среднее значение, дисперсия средних, параметрическое сравнение по критерию Стьюдента, коэффициент корреляций Спирмена с определением коэффициентов ранговой корреляции, частотный анализ, многофакторный регрессивный анализ).

Результаты исследования.

На качество жизни и состояние здоровья человека влияют различные компоненты окружающей природной среды, которыми являются вода, атмосферный воздух и т.д. Максимальные значения приземной концентрации вредных веществ (C_m) и предельно допустимой концентрации (ПДК) в атмосферном воздухе в Устьпуровско-Тазовской и Пуровской геоэкологических областях приведены в таблице № 1.

Таблица 1

Максимальные значения приземной концентрации вредных веществ C_m и ПДК, мг/м³

Наименование	Геоэкологическая область		ПДК м.р.*	Класс опасности
	Устьпуровско-Тазовская	Пуровская		
Твердые вещества	0,13260	0,67906	0,5	3
Диоксид серы	0,104847	0,04442	0,5	3
Оксид углерода	5,105509	10,29763	5,0	4
Оксиды азота	1,692765	1,13704	0,085	2

* ПДК м.р. – максимально-разовая предельно-допустимая концентрация для населенных пунктов учитывает залповые, массовые выбросы и устанавливается на 20 мин. в сутки.

Анализ таблицы № 1 показывает превышение в атмосфере ПДК м.р. по твердым веществам и оксиду углерода в Пуровской геоэкологической области. На здоровье людей наибольший вред могут причинить микроскопические твердые частицы (взвешенные), обладающие способностью накапливаться в организме человека и со временем подрывать иммунитет. Угарный газ, содержащийся в дыме от продуктов горения, может вызвать отравление организма. Чрезмерная концентрация угарного газа, когда он образует стойкое соединение с гемоглобином и препятствует транспортировке кислорода в организме человека, может привести к летальному исходу. Следующий источник загрязнения атмосферы – это оксид углерода, который образуется при сжигании топлива, в выхлопных газах автомобилей. По данному загрязняющему веществу выявлено превышение ПДК м.р. в 2 раза в Пуровской геоэкологической области. Данный факт свидетельствует об образовании в данной геоэкологической области парникового эффекта. Изменение климата, по прогнозам ученых, приведет к повышению рисков для здоровья людей, к обострению сердечнососудистых, респираторных и других заболеваний. Еще один загрязнитель атмосферного воздуха – это соединения оксидов азота (ПДК м.р. = 0,085 мг/м³), имеющие класс опасности 2 – высокоопасный. В Устьпуровско-Тазовской геоэкологической области превышение по данному загрязняющему веществу составляет почти 20 ПДК, в Пуровской – 13 ПДК. Впоследствии при взаимодействии оксидов азота и серы с водой могут образовываться азотная (HNO₃) и серная (H₂SO₄) кислоты, что

может явиться причиной возникновения кислотных дождей. Этот факт можно объяснить большим количеством промышленных предприятий, лесными пожарами, чрезмерным количеством химических удобрений, применяемых в сельском хозяйстве, а также неблагоприятными метеофакторами. Все это неблагоприятно сказывается на состоянии здоровья населения [Тихонов Д.Г., 2010].

Нами также были установлены корреляционные взаимосвязи между среднемесячной температурой воздуха, среднемесячной суммой осадков, весовой влажностью и мощностью сезонно-талого слоя (СТС) на различных глубинах мерзлотных почв Центральной геокриологической зоны Игарко-Нумтинской подзоны Надымской области. В анализируемой области было рассмотрено две площадки, одна из которых естественная, данный тип почвы которой является подзол иллювиально-железистый; другая нарушенная, данный тип почвы которой является торфянисто-подзолистая глеевая. Нами выявлен различный характер корреляционных взаимосвязей между рассматриваемыми параметрами. Так, для естественных мерзлотных почв характерно исчезновение корреляционных взаимосвязей на глубине 0,6 и 0,85 м, что отличает данный тип почвы от нарушенного, где корреляции на вышеуказанных глубинах не исчезают и прослеживаются до глубины 1,1 м. Это свидетельство влияния антропогенного фактора на естественный ход развития геологической среды, что приводит к значительным изменениям многих ее компонентов, а именно о различном характере водно-физических свойств естественных и нарушенных мерзлотных почв, а также нарушением почвенного горизонта: удалением минеральной части почвы – подзолистого горизонта (Е). Этот факт лишний раз подтверждает имеющиеся в литературе сведения о низкой устойчивости ландшафтов на многолетнемерзлых породах к техногенным вмешательствам [Мельников В.П., Спесивцев В.И. 2000; Москаленко Н.Г., 2005], что в свою очередь может оказывать неблагоприятное влияние на биосферу, в частности на жизнедеятельность человека.

Выводы. Таким образом, поиск новых информационных подходов при обучении студентов по проблемам нефтегазовых регионов криолитозоны ЯНАО необходим, так как это оказывает огромное влияние на экологические и медицинские составляющие. А именно воздействие антропогенных факторов на природу (загрязнения, технические преобразования и разрушения природных экосистем, истощение природных ресурсов, глобальные климатические воздействия) стало основным и решающим в современной жизни на Земле. Надо планировать лечебно-профилактические мероприятия по сохранению полного физического и психологического благополучия коренных жителей.

Литература:

1. Агаджанян Н.А. Экологическая физиология: проблемы адаптации и стратегии выживания / Н.А. Агаджанян // Материалы X международного симпозиума «Экологические проблемы адаптации». – М.: Изд-во РУДН, 2001. – С. 5-12.
2. Антропогенные изменения экосистем Западно-Сибирской газоносной провинции / Под ред. Н.Г. Москаленко. Коллектив авторов. Институт криосферы Земли СО РАН. – 2006. – 357 с.
3. Геокриология СССР. Западная Сибирь / Под ред. Э.Д. Ершова. – М.: Недра, 1989. – 454 с.
4. Мельников В.П., Спесивцев В.И. Криогенные образования в литосфере Земли (изобразительная версия). – Новосибирск: НИЦ ОИГГМ СО РАН, Из-во СО РАН, 2000. – 343 с.

5. Тихонов Д.Г. Арктическая медицина: Как сохранить здоровье в условиях холодного климата / Под ред. В.А. Галкина, М.И. Томского. М.: Изд-во ЛКИ, 2010. – 328 с.
6. Хайруллина Н.Г., Балуяк Н.А. Реконструкция традиционного природопользования обских угров. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2007. – 244 с.

ДИДАКТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В LMS-СИСТЕМЕ

В.И. Колесов

*Россия, г. Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет
vikolesov@yandex.ru*

Постановка задачи. Ведущие университеты России активно реализуют идеи открытого профессионального образования, широко используя возможности дистанционных технологий. Их эффективность напрямую зависит от качества используемых электронных образовательных ресурсов (ЭОР). Современные подходы к конструированию ЭОР предусматривают обеспечение их интероперабельности (т.е. возможности использования в различных компьютерных обучающих системах). Такая независимость контента от программ управления обучением достигается в системах LMS, поддерживающих спецификацию SCORM. Основная проблематика при использовании SCORM заключается в обеспечении дидактической эффективности дистанционных образовательных технологий (ДОТ). В статье обсуждается специфика проблемы и возможные пути её частичного решения.

Решение задачи. Спецификация SCORM основана на том, что любой электронный образовательный ресурс должен соответствовать регламентированной (эталонной) модели, т.е. должен иметь определенную иерархическую структуру. Не касаясь специфики SCORM-пакета, рассмотрим лишь те его элементы, которые имеют непосредственное отношение к предмету статьи.

В случае, если ЭОР взаимодействует с системой LMS (тип объекта SCO – Sharable Content Object), используются три группы переменных:

- информация о количестве выполненных заданий;
- информация о правильности выполнения заданий;
- дополнительная информация.

Первая группа характеризует сам факт исполнения заданий (без учета успеха) и включает 4 переменных:

- `cmi.completion_status` – статус выполнения SCO;
- `cmi.progress_measure` – количество (или процент от максимального количества) выполненных заданий или действий в рамках SCO;
- `cmi.completion_threshold` – минимально-необходимое значение (количество или минимальный процент) выполненных заданий или действий для принятия решения о статусе выполнения SCO;

Вторая группа характеризует успешность выполнения заданий и содержит 5 переменных:

- `cmi.success_status` – статус успешности;
- `cmi.score_scaled` – нормализованные баллы (%);
- `cmi.score.min` — минимальная оценка;
- `cmi.score.max` — максимальная оценка;
- `cmi.scaled_passing_score` – нормализованный проходной балл (%);
- `cmi.score.raw` – оценка в баллах;

К третьей группе относят 10 переменных:

- `cmi.location` – маркер выхода (для «закладок» и контрольных точек);
- `cmi.entry` – маркер входа (для «закладок» и контрольных точек);
- `cmi.comments_from_learner.n.comment` – комментарий пользователя;
- `cmi.suspend_data` – сохранение данных между сеансами (в случае, если обучаемый приостановил изучение с последующим его возобновлением);
- `cmi.session_time` – время текущей сессии;
- `cmi.total_time` – общее время изучения;
- `cmi.max_time_allowed` – ограничение по времени;
- `cmi.learner_name` – имя студента;
- `cmi.learner_id` – ID студента в системе.

Суть поставленной в статье задачи фактически сводится к ответу на следующие вопросы.

Группа 1:

При соблюдении каких формальных условий задание считается выполненным?

Для чего нужна информация о максимальном числе выполненных заданий?

Для чего нужна информация о фактически выполненном числе заданий?

Чему равно минимально необходимое число выполненных заданий для принятия решения о статусе SCO «выполнено»?

Группа 2:

Как формируется минимальная оценка?

Как формируется максимальная оценка?

Как формируются баллы?

Что такое нормированные баллы?

Как назначается проходной нормированный балл?

По какому условию принимается статус успешности?

Попробуем дать ответы на поставленные вопросы.

Группа 1.

Вопрос 1. Прежде всего, необходимо пояснить смысл термина «выполненный». Здесь он трактуется, как «принятый к исполнению». Фактически пользователь включает флажок: «задание принято к исполнению». Если флажок в конкретном задании активирован, то задание считается выполненным.

Вопросы 2 и 3. Если задан диапазон действий ($N_{\max}$ и $N_{\min}$ – соответственно максимальное и минимальное число потенциально возможных выполненных (а точнее принятых к исполнению) заданий, то результирующим показателем выступает дробь

$$N_n = \frac{N - N_{\min}}{N_{\max} - N_{\min}}, \quad (1)$$

где N – фактически принятое к исполнению число заданий.

Важно отметить, что $0 \leq N_n \leq 1$.

Вопрос 4. Речь идет о назначении порога $N_{n \min}$, при превышении которого испытание (содержащее несколько заданий) считается выполненным. Решение о назначении порога $N_{n \min}$ относится к классу статистических задач и принимается по итогу статистической обработки ряда однотипных испытаний. Наиболее простым считается метод принятия решений в нечетких условиях, основанный на использовании функции Харрингтона [1-2], аналитическое представление которой имеет вид

$$FH = \exp(-\exp(-x)). \quad (2)$$

Суть метода сводится к параметрической идентификации модели Харрингтона по результатам статистической обработки показателя N_n , полученного на серии однотипных испытаний группы пользователей, и последующем назначении желательного порога. Реализацию метода рассмотрим на гипотетическом примере. Проведено тестирование 140 пользователей. Тест (SCO) включал 10 заданий, при этом принято $N_{\min} = 0$, $N_{\max} = 10$. Итоги испытаний представлены 10 интервалами (по числу заданий) количество которых не противоречит условию Брукса и Каррузера $n = 5 \cdot \lg(140) \approx 11$. Результаты тестирования приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты тестирования

Количество выполненных заданий	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Частота	15	15	17	18	19	15	13	10	10	8
Накопленная частота	15	30	47	65	84	99	112	122	132	140

Параметрическая идентификация модели Харрингтона показала, что при коэффициенте детерминации $R^2 = 0.99$ она может быть представлена в виде (рисунок 1)

$$FH = \exp(-\exp(-(0.39x - 1.23455)))$$

Стандартные отметки на шкале Харрингтона, как правило, задаются в соответствии с таблицей 2, и являются признанным мерилем качества процесса.

Таблица 2

Уровни желательности

Желательность	Отметки на шкале желательности
Очень хорошо	1.00 – 0.80
Хорошо	0.80 – 0.63
Удовлетворительно	0.63 – 0.37
Плохо	0.37 – 0.20
Очень плохо	0.20 – 0.00

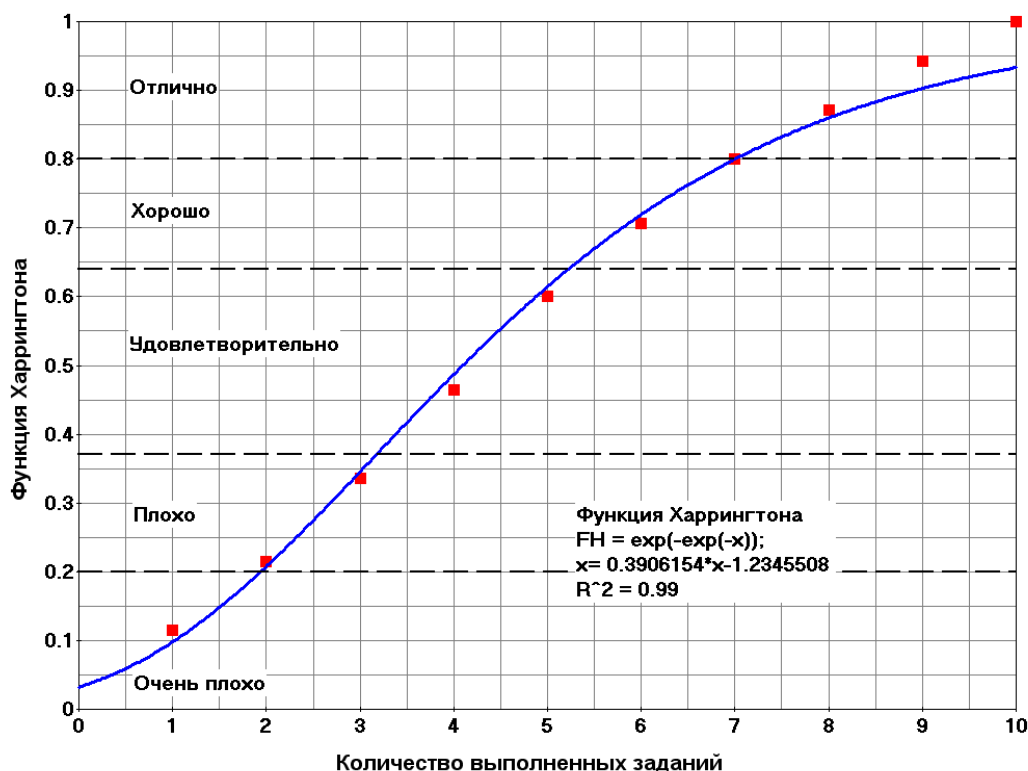


Рис. 1. Параметрическая идентификация функции Харрингтона

Анализируя таблицу 2 и рисунок 1 можно аргументировано назначить порог, соответствующий статусу SCO «выполнено». Так, на уровне оценки «удовлетворительно» он составит 4 задания, следовательно, проходное значение

$$N_{н\ пр} = \frac{4 - 0}{10 - 0} = 0.4.$$

Вообще говоря, определения статуса SCO является многоальтернативной задачей, и использование предлагаемого подхода позволяет легко идентифицировать альтернативные ситуации: “completed” - успешное выполнение (которой соответствуют оценки «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно»); “incomplete” - недостаточное количество выполненных заданий (которой соответствует оценка «плохо»); “not attempted” - обучаемый не выполнял задания (неактивации флажка «задание принято к исполнению»); “unknown” - отсутствие утверждения о статусе выполнения SCO (в случае отсутствия признаков выбора какой-либо оговоренной ситуации).

Важно отметить, что процедура назначения границ, разделяющих альтернативы, является итеративной, поэтому значения порогов должны уточняться по мере накопления статистики.

Что же касается вопросов второй группы, то в целом подход к их решению аналогичен.

Группа 2.

Вопросы 1 и 2. Они решаются следующим образом. Прежде всего, необходимо оговорить смысл, вкладываемый в понятие оценки. Если можно сконструировать

метрическую шкалу качества решения задания (например, используя шкалы интервалов или отношений), то тогда оценка формируется в соответствии с такой шкалой. В противном случае, например, при номинальной (в частности бинарной) или порядковой шкале, в качестве оценки может выступать время, затраченное на принятие решения по конкретному заданию. Если значение оценки обозначить x , то максимально достижимое (или допустимое) значение x_{max} называют максимальной оценкой, а минимальное x_{min} – минимальной.

Вопросы 3 и 4. Алгоритм начисления баллов b обычно реализуется по схеме

$$b = \frac{(x - x_{min}) \cdot b_{max}}{x_{max} - x_{min}}, \quad (3)$$

где x – текущая оценка; b_{max} – максимальное число баллов.

Нормированной балльной оценкой b_n считают величину

$$b_n = \frac{b}{b_{max}} = \frac{(x - x_{min})}{x_{max} - x_{min}}, \quad (4)$$

либо

$$b_n (\%) = \frac{b}{b_{max}} \cdot 100\% = \frac{(x - x_{min})}{x_{max} - x_{min}} \cdot 100\%. \quad (5)$$

Вопросы 5 и 6. Проходной нормированный балл может быть определен, по крайней мере, двумя путями: либо с использованием статистической теории проверки гипотез [3;4], либо на основе нечетких множеств (например, с использованием функции Харрингтона: по аналогии с решением вопроса 4 в группе 1). Второй путь имеет то преимущество, что легче обосновывать качество принимаемого решения, т.е. формально проще ответить на вопрос 6. Использование функции Харрингтона позволяет аргументировать статус успешности на любом из трех уровней: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно». Вопрос назначения соответствующих порогов решается по итогам параметрической идентификации модели Харрингтона аналогично тому, как это было сделано в предыдущем случае (т.е. путем первоначального построения кумулятивной кривой и последующей линеаризации её с целью проведения линейной регрессии).

Что же касается группы 3, то она выполняет дополнительные сервисные функции и к качеству электронного образовательного ресурса имеет лишь опосредованное отношение.

Литература:

1. Алтунин А.Е., Семухин М.В. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях. - Тюмень: Издательство ТГУ, 2002. – 268 с.
2. Колесов В.И. Обобщенная оценка качества процесса.//Геотехнические и эксплуатационные проблемы нефтегазовой отрасли. Тюмень: ТюмГНГУ. 2007 – С. 340-341.
3. Хелстром К. Статистическая теория обнаружения сигналов. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1963. – 432 с.
4. Васильев В.И., Тягунова Т.Н. Основы культуры адаптивного тестирования. – М.: Изд-во ИКАР, 2003. – 584 с.

МЕТОД ПРОЕКТОВ КАК СПОСОБ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ

*Н.В. Кравченко
Россия, г. Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет
kravchenkonv2012@yandex.ru*

В современных условиях, когда общество предъявляет высокие требования не только к уровню знаний выпускников, но и к их умению работать самостоятельно, к способности рассматривать проблему или явление с точек зрения различных наук, мы сталкиваемся с необходимостью поиска новой формы учебной деятельности. Необходим подход, который позволил бы обучать студентов навыкам самостоятельной поисковой и исследовательской работы, повысил бы мотивацию к обучению и дал возможность сформировать у них целостную картину мира.

Одним из средств достижения вышеназванной цели является метод проектов, который соответствует дидактическим принципам подготовки специалистов через образовательную систему.

Метод проектов всегда предполагает решение какой-то проблемы, предусматривающий, с одной стороны, использование разных методов, с другой интегрирование знаний, умений из различных областей науки, творческих областей. Работа по методу проектов предполагает не только наличие и осознание какой-то проблемы, но и процесс ее раскрытия, решения, что включает четкое планирование действий, наличие замысла и гипотезы решения этой проблемы. Результаты выполненных проектов должны быть, «осязаемыми», предметными. Т.е., если это теоретическая проблема – то следует предложить конкретное ее решение. Если практическая – то конкретный практический результат, готовый к применению. И как следствие тематика тем по производственной практике должна быть практически направлена. Главная составляющая оценки результата – это сам проект, причем оценивается не объем освоенной информации, а его применение в деятельности для достижения поставленной цели.

Индивидуальное задание по учебной и/или технологической практики – это дидактическое средство активизации познавательной деятельности, развития креативности и одновременно формирования определенных личностных качеств.

Выбор тематики проектов в разных ситуациях может быть различным. В одних случаях эта тематика может формулироваться специалистами предприятия. В других, выдвигаться преподавателями с учетом учебной ситуации по своей дисциплине, а также естественных профессиональных интересов и способностей студентов. В-третьих, тематика проектов может предлагаться и самими студентами, которые, естественно, ориентируются при этом на собственные интересы, которые могут быть не только чисто познавательные, но и творческие, прикладные.

В ходе реализации проекта руководитель практики выступает консультантом: дает рекомендации по подготовке, сбору информации, вовремя направляет в верное русло, если студенты отошли от темы, обсуждает с ними этапы реализации проекта.

Формой контроля производственной практики выступает защита индивидуального проекта, результатом, которого является программный продукт.

В ходе выполнения работы над проектом у студентов развиваются следующие способности:

- коммуникативная – способность к общению;
- проблемно – поисковая – способность решать жизненные вопросы;
- рефлексивная – способность к анализу совершенной деятельности.

Трудности, которые могут возникнуть перед студентами в ходе выполнения проекта:

- выбор темы;
- постановка целей и задач проекта;
- пути их решения;
- сравнение полученного результата с поставленными задачами проекта.

Достоинствами использования метода проекта в организации производственной практики студентов можно выделить:

- возможность самовыражения, самореализации;
- объективная оценка полученных знаний и практических умений;
- возможность выявить тех студентов, которым необходима дополнительная подготовка к дальнейшей успешной профессиональной деятельности.

Литература:

1. Полат Е. С., Бухаркина М. Ю., Моисеева М. В., Петров А. Е. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: учеб. пособие для студ. пед. вузов и системы повыш. квалиф. пед. кадров /под ред. Е. С. Полат. – М.: Академия, 2005. – 272 с.
2. Совершенствование качества подготовки специалистов в ССУЗах. – М.: Новый учебник, 2004. – 159 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИЗУЧЕНИИ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В СУРГУТСКОМ ИНСТИТУТЕ НЕФТИ И ГАЗА

С.Я. Кривошеева

*Россия, г. Сургут, филиал Тюменского государственного
нефтегазового университета в г. Сургуте
krivosheeva@rambler.ru*

Современный период развития нашего общества характеризуется глобальным процессом информатизации во всех сферах его деятельности. Сбор, накопление, хранение, передача информации с помощью современных методов является доминирующим видом деятельности в сфере производства. Компьютерные технологии проникают во все сферы человеческой деятельности, образуя единое информационное пространство. Перед вузами поставлена важная задача – подготовить специалистов, способных активно включиться в качественно новый этап развития современного общества, связанный с информатизацией [1]. Вся система образования ориентирована на вхождение в мировое информационно-образовательное пространство. Качество подготовки специалистов должно подняться до уровня

информационной культуры, достигнутого в развитых странах. У будущих специалистов необходимо сформировать новый тип мышления, соответствующим требованиям постиндустриального общества. Решение такой задачи зависит от следующих факторов:

- техническая оснащенность учебного заведения;
- методическая обеспеченность учебного процесса, ориентированная на информационные технологии;
- подготовленность преподавателя в области использования информационных технологий в учебном процессе;
- способность обучаемых к восприятию возрастающего потока информации.

В блок базовых предметов технического образования входят графические дисциплины, при современном развитии техники и технологий, не потерявшие свою актуальность и значимость.

Начертательная геометрия, как теоретическая основа, развивает пространственное мышление, способности к анализу, синтезу и преобразованию геометрических форм. Техническое черчение дает навыки чтения и составления технической документации. Компьютерная графика позволяет автоматизировать проектно-конструкторские работы, разрабатывать и выпускать чертежную и текстовую документацию.

Техническая оснащенность Сургутского института нефти и газа позволяет преподавателям начертательной геометрии и инженерной графики широко использовать в своей деятельности информационные технологии. В последние годы наблюдается тенденция уменьшения количества аудиторных часов на изучение предмета и увеличение доли самостоятельной работы студентов. Требования к качеству обучения неизменно повышаются.

Использование преподавателем мультимедийных лекций дает возможность в полном объеме и в более короткие сроки донести до студентов всю необходимую информацию. Времена, когда на уроках начертательной геометрии преподаватель выполнял на доске сложные построения, ушли в прошлое. Чертежи, последовательность построения которых студенты могут наблюдать на экране, отличаются большей наглядностью, точностью и более просты к восприятию. В инженерно-графической подготовке студентов преподавателями СИНГ широко применяется пакет САПР. Данный продукт является неотъемлемым связующим звеном между теоретическими основами начертательной геометрии при формировании электронных моделей изделий и практическим применением в инженерной графике, создание электронной чертежной документации.

Самостоятельное изучение студентами отдельных разделов учебной дисциплины ставит перед преподавателями задачу обеспечения учебного процесса подробно разработанными и доступными учебными методическими материалами [2]. В этой связи особенно эффективными являются электронные учебно-методические комплексы (УМК), доступные через сеть Интернет.

Состав и структура УМК может быть гибкой и зависит от дисциплины, для которой он разрабатывается. В состав УМК графических дисциплин входит:

- рабочая программа дисциплины;
- компьютеризированный учебник, электронный конспект лекций;
- электронный практикум по дисциплине;
- электронная методичка с заданиями для графических работ, электронный альбом со сборочными чертежами;

- информационно-справочная система, состоящая из справочника по инженерной графике, а также содержащая в себе все методические материалы, необходимые для изучения дисциплины и выполнения графических работ;
- автоматизированная система оценки и контроля знаний студентов, включающая в себя образцы тестовых заданий, заданий для промежуточных аттестаций, вопросы для самоконтроля.

Таким образом, УМК можно рассматривать как комплекс информационного обеспечения, который представляет собой целостную систему для изучения графических дисциплин [3].

Специфика работы на северных территориях - вахтовый метод. В этих условиях, студенты заочной формы обучения не всегда могут своевременно посещать занятия. Доступ к информационному УМК через сеть Интернет позволяет им освоить учебный материал и своевременно сдать графические работы.

Использование преподавателем информационных технологий позволяет:

- интенсифицировать учебный процесс;
- сделать лекционный материал более наглядным, понятным и привлекательным для изучения;
- повысить познавательную деятельность учащихся;
- повысить оперативный контроль за ходом усвоения знаний, навыков и практических умений;
- контролировать успеваемость и уровень подготовки каждого студента в отдельности и группы в целом.

Внедрение информационных технологий во все сферы современного образования сделает систему получения знаний более удобной и эффективной для качественного освоения материала и контроля своих знаний, что неизменно будет способствовать становлению грамотного специалиста.

Литература:

1. Абасова С.Э., Абдуллаев С.Г. Современные информационно-коммуникационные технологии в образовании. – Екатеринбург. Материалы научно-практической конференции, 2011. – 316 с.
2. Яковлев А.И. Образование и 21 век: Информационные и коммуникационные технологии. – М.: Наука, 1999. – 191 с.
3. Тихонов В.П. Открытое образование – объективная парадигма 21 века – М.: МЭСИ, 2000. – 288 с.

УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС НА БАЗЕ ОБОРУДОВАНИЯ КОМПАНИЙ METSO, FESTO, MOTOROLA

О.Н. Кузяков
*Россия, г. Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет*
onkuzyaakov@mail.ru

Лаборатория систем управления кафедры Кибернетических систем оборудована системами и компонентами компаний Metso (Финляндия), Festo(Германия) и Motorola (США).

Указанное оборудование позволяет проводить как лабораторные работы студентами специалитета и бакалавриата, так и магистерские исследования. С использованием оборудования (рис.1) компании Metso /1/ реализуется механизм дистанционного управления объектами. В качестве одного из объектов управления применяется созданный собственными силами стенд (рис. 2) с имитацией режимов течения жидкости в трубопроводе, на который накладывается дистанционное управляющее воздействие, позволяющее измерять основные параметры: давление, температуру, расход, а также включать-выключать компоненты трубопроводной системы.

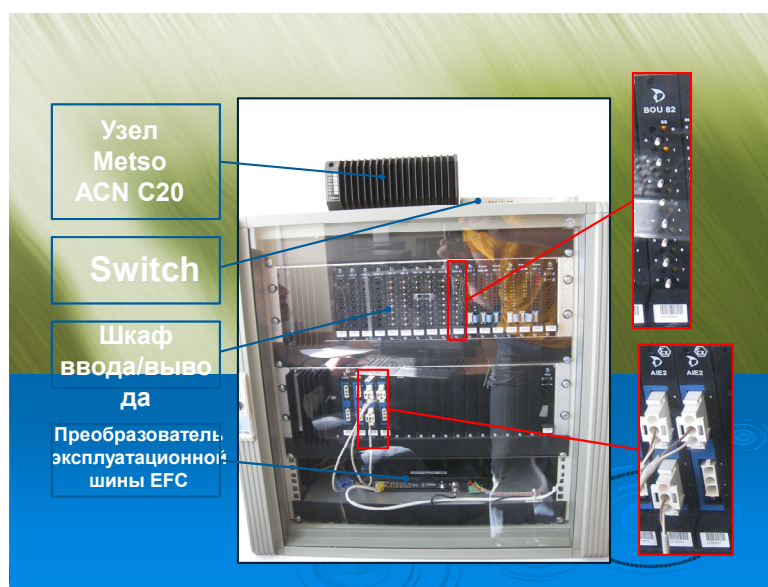


Рис. 1. Структура аппаратной части



Рис. 2. Имитационный стенд

MetsoDNA представляет собой сетевую среду, в которой на основе набора аппаратных и программных решений объединяются различные задачи-приложения

которые позволяют осуществлять гибкую политику в выборе схемы управления и автоматизации и наилучшим образом отвечают насущным потребностям производства.

Оборудование компании Festo MPS-203-IT (рис. 3) позволяет реализовать удаленное обслуживание, удаленную диагностику, и содержит следующие станции: распределительную, тестовую, сортировки. Она представляет собой профессиональную систему визуализации и управления и делает обмен данными контроллеров SIMATIC со станциями MPS® наиболее эффективным. Оборудование установлено, запущено и находится в работоспособном состоянии.



Рис. 3. Оборудование компании Festo



Рис. 4. Линейка контроллеров компании Motorola

Кафедра при поддержке компании НПА ВИРА РЕАЛТАЙМ (г. Москва) /3/ использует в процессе обучения линейку контроллеров MOSCAD (рис.4). Производителем системы MOSCAD является транснациональная компания MOTOROLA – известный разработчик и производитель профессиональных систем связи, передачи

данных, а также протоколов систем передачи информации, многие из которых стали промышленными стандартами и используются в случаях повышенных требований к надежности и эффективности. Аппаратура MOSCAD предназначена, главным образом, для создания систем диспетчерского контроля и управления территориально распределенными объектами: нефте- и газопроводы, системы водоснабжения и электропередачи, системы мониторинга окружающей среды и т. п.

- 1) Контроллер MOSCAD обеспечивает устройства сбора данных интеллектуальным управлением, которое необходимо для работы в сложных системах сбора и обработки данных (SCADA). MOSCAD использует радиосвязь как универсальное средство обмена данными, что совершенно исключает зависимость от арендованной сети проводной связи. MOSCAD может автоматически принимать управляющие решения без какого-либо вмешательства центральной управляющей системы. Все эти возможности определяются усовершенствованной схемотрической системой программирования. Специально разработанный для передачи больших объемов данных по радиоканалу протокол MDLC используется MOSCAD при обмене данными с центральной станцией и станциями одного уровня.
- 2) Moscad-L значительно меньше в размерах, чем его старший собрат MOSCAD. Корпус контроллера соответствует стандарту NEMA-4X. Контроллер может быть установлен как в помещении, так и вне помещений. Небольшие размеры позволяют легко установить контроллер в условиях ограниченного пространства. Moscad-L может быть размещен совместно с другим оборудованием в шкафах сторонних производителей. Программное обеспечение контроллера совместимо с предыдущим, при условии одинакового состава модулей ввода/вывода.
- 3) MOSCAD-M - самый малый контроллер семейства одноплатной конструкции. Возможны две конфигурации: базовая и расширенная, отличающиеся количеством подключаемых вводов/выводов и их типом. Контроллер имеет возможность принимать решение по управлению самостоятельно, а затем передает данные на верхний уровень. Типовое применение контроллера - контроль состояния клапанов и насосов и управление ими, контроль уровней катодной защиты трубопроводов, состояния окружающей среды, радиации и др. MOSCAD-M полностью совместим со всеми аппаратными средствами семейства MOSCAD. Он использует протокол связи MDLC и может совместно работать с ними в составе единой системы SCADA.

Таким образом, оснащение лаборатории уникальным оборудованием позволяет проводить качественную подготовку соответственно специалистов, бакалавров и магистрантов: 220400.65, 220400.62, 220400.68 – Управление в технических системах.

Литература:

1. О сотрудничестве кафедры кибернетических систем и компании «Метсо автоматизация» // Материалы 3-ей международной научно-технической конференции «Новые информационные технологии в нефтегазовой отрасли и образовании», Тюмень, 15-16 октября 2008, С. 77.
2. http://www.festo.com/cms/ru_ru/index.htm
3. <http://www.rlt.ru/>

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА КОМПРЕССИИ-ДЕКОМПРЕССИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА СЛР

А.В. Мальцев, С.И. Квашина
Россия, г.Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет
alexeymaltsev88@gmail.com

Аппарат состоит из четырех основных модулей. Каждый модуль отвечает за выполнение определенных функций (Рис. 1).

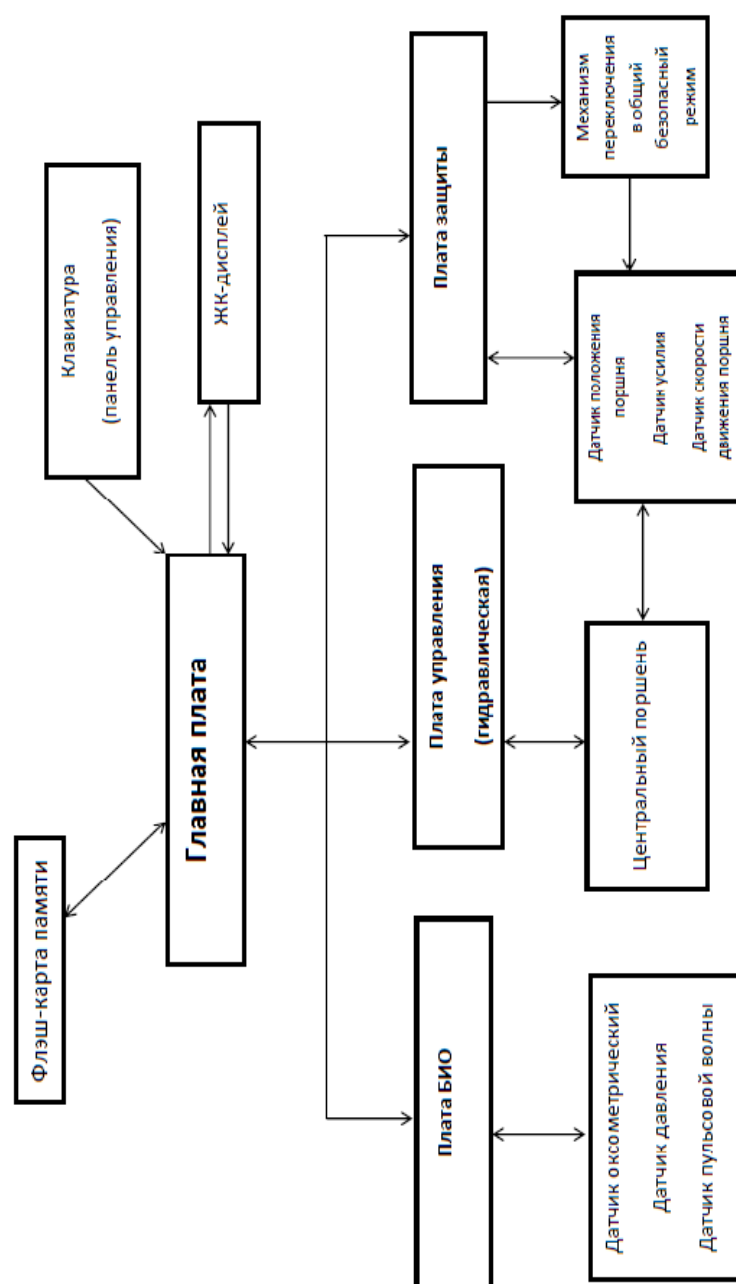


Рис. 1. Блок-схема автоматизированного комплекса СЛР

Главный модуль контролирует все процессы, выполняемые аппаратом. В состав модуля входит экран и клавиатура, позволяющие оператору вводить команды и управлять следующими режимами или процессами:

- выбор отдельных функций: реанимация, тестирование;
- выбор конфигурации и задание значений параметров реанимационных мероприятий;
- получение сообщений для оператора и сообщений тревоги;
- управление монитором основных жизненных показателей;
- вывод сведений о фазах процессов на страницах состояния;
- выполнение калибровок и тестов.

Главный модуль состоит из двух плат:

Плата РС 104. Это промышленный одноплатный ПК, в котором находится текущая версия главного ПО и который соединен со следующими элементами:

- плата-носитель;
- Ethernet;
- дисплей;
- дисковод для компакт-дисков;
- клавиатура (аппаратные кнопки).

Плата-носитель. Эта плата, в которой используется шина связи SPI, представляет собой единственный интерфейс между платой РС 104 и остальными четырьмя модулями. Она соединена со следующими платами:

- плата РС 104;
- плата защиты;
- плата управления (гидравлическая);
- плата Био;
- последовательный порт RS232 (устройство считывания карт).

Гидравлический модуль (модуль управления);

Гидравлический модуль контролирует работу центрального поршня согласно следующим параметрам, заданным оператором: вес пациента, возраст, глубиной вдавливания грудной клетки, частотой компрессий.

Кроме того, гидравлический модуль контролирует процедуры автоматической СЛР.

Модуль защиты;

Модуль защиты контролирует работу некоторых функций управления.

При обнаружении неполадок модуль защиты выдает соответствующий сигнал тревоги, оповещая оператора о неисправности. В зависимости от характера тревоги система отключает ряд функций для защиты пациента от последствий неисправности. Если пациенту угрожает опасность, аппарат переходит в «Общий безопасный режим работы» — это особое состояние тревоги, при котором прерываются все операции, аппарат работает в «безопасном для пациента режиме», то есть процедуру реанимации следует завершить вручную.

Модуль Био;

Модуль крови контролирует все процессы, имеющие отношение к основным жизненным показателям пациента.

Модуль управляет и контролирует работу блоков дефибрилляции и АД.

Получать данные и управлять датчиками и компонентами могут только вспомогательные платы. Главный модуль может только производить расчеты и отображать данные, полученные через шину связи SPI.

Определить, каким модулем управляется какой-либо компонент (гидравлическим модулем, модулем крови, модулем защиты или модулем Био), можно с помощью сервисного окна.

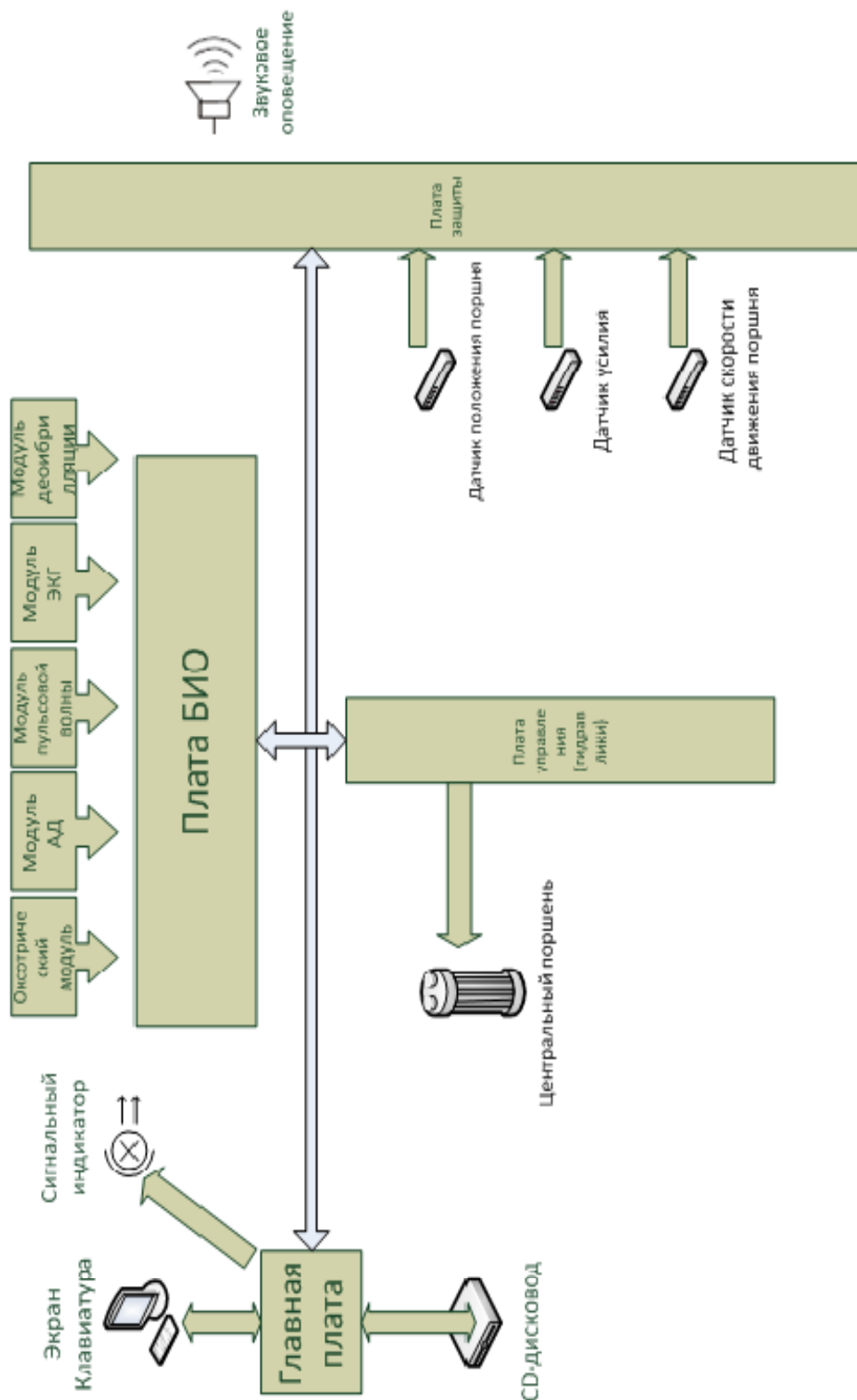


Рис. 2. Структурная схема автоматизированного комплекса СЛР

Получать данные и управлять датчиками и компонентами могут только вспомогательные платы. Главный модуль может только производить расчеты и отображать данные, полученные через шину связи SPI.

Определить, каким модулем управляется какой-либо компонент (гидравлическим модулем, модулем крови, модулем защиты или модулем Био), можно с помощью сервисного окна.

Таким образом, была разработана структурная схема устройства компрессии-декомпрессии автоматизированного комплекса сердечно-легочной реанимации, отвечающая всем необходимым требованиям безопасности пациента.

Литература:

1. Медицинские приборы, аппараты, системы и комплексы. Технические методы и аппараты для экспресс-диагностики. Бердников А.В., Семко А.В.
2. Основы проектирования приборов и систем. Шишмарев В.Ю.
3. Справочник по функциональной диагностике. Под ред. Кассирского И.А.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ГИС-ТЕХНОЛОГИИ НА ОСНОВЕ ИННОВАЦИОННЫХ ПОДХОДОВ В ПЕДАГОГИКЕ

***Г.В. Прозорова
Россия, г.Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет
prosorowa@yandex.ru***

Развитие средств автоматизации картографических процессов и интеграция картографии с геоинформатикой привели к возникновению новой информационной технологии - технологии географических информационных систем (ГИС). Объединяя в себе возможности автоматизированного картографирования, автоматизированного проектирования и баз данных, она значительно расширила возможности отображения и анализа пространственной информации и сделала их доступными для рядового пользователя. Уверенное владение ГИС-технологией является необходимым условием профессиональной компетентности выпускников вузов, будущая профессиональная деятельность которых связана с использованием пространственной информации и географических карт – будущих инженеров в отраслях геологии и нефтегазодобыче, земельном кадастре, экологии, транспорте.

Анализ имеющихся учебно-методических материалов для изучения этой технологии показал, что они ориентированы в каждом случае на конкретные особенности курса: изучаемые программные средства и задачи использования ГИС-технологии в определенной отрасли экономики. Общепринятой практикой обучения является применение в вузе программного обеспечения и учебно-методических материалов курсов профессионального обучения производителей программных продуктов семейства ГИС (вендеров) [1,2,3]. Общей чертой существующих методик является практическая ориентация целей обучения на формирование умений

использовать ГИС-технологии для решения прикладных задач, это две группы целей: 1) освоение основных функций интерфейса программных продуктов, 2) умение выполнять по образцу тематические ГИС-проекты. В соответствии с целями, одинаковым в рассмотренных методиках являются и методы обучения – решение задач по пошаговой инструкции и самостоятельное решение аналогичных им задач той же тематики и уровня сложности.

Опыт практического использования подобной методики выявил, что в результате обучения у большинства студентов формируются умения выполнять отдельные операции с данными в программном продукте или простые задания по образцу, но они могут быть охарактеризованы как механические, не основанные на понимании способов решения задач и не подкрепленные связью с теорией, с трудом переносимые в новые условия. При необходимости самостоятельно решать нестандартные задачи студенты испытывают трудности и растерянность.

Названные недостатки являются характерными для методик, основанных на традиционном подходе к обучению, построенного на принципе передачи педагогом и воспроизведении учащимися знаний и готовых образцов деятельности и стимулирующем развитие репродуктивных (стереотипных) способностей учеников. Для достижения поставленной нами цели «сформировать у студентов готовность самостоятельно использовать ГИС-технологии в будущей профессиональной деятельности» было необходимо изменить все компоненты существующих методик обучения ГИС-технологии: конкретных учебных целей, содержания курса и методов обучения.

В качестве методологических основ разрабатываемой методики нами были приняты инновационные подходы к обучению: *системно-деятельностный и контекстный* (В.А. Вербицкий, П.Я. Гальперин, А.К. Маркова, Н.Ф. Талызина, В.Д. Шадриков), позволяющей рассматривать профессиональную подготовку как целостную систему и проектировать ее цели, содержание и методы в контексте будущей профессиональной деятельности, *компетентностный* (В.И. Байденко, И.А. Зимняя, А.В. Хуторской, Ю.Г. Татур, В.Д. Шадриков.), акцентирующий внимание на результатах образования, рассматриваемых как способность человека действовать в различных ситуациях; *технологический* (В.П. Беспалько, Г.К. Селевко, М.Я. Виленский, В.В. Гузеев, О.Б. Епишева, В.М. Монахов), означающий организацию учебного процесса как педагогической технологии.

Проектирование целей и содержания обучения в соответствии с системно-деятельностным и контекстным подходами к обучению выполняется следующим образом: «для обоснования целей обучения необходимо выделить основную *систему типовых задач*, соответствующих *системе основных обобщенных видов деятельности* будущего специалиста. Каждая задача предполагает *умение*, необходимое для ее решения, а каждое умение предназначается для решения соответствующего класса задач. Корректное выделение и анализ умений, диктуемых стоящими перед специалистом задачами, позволяет однозначно определить *объем и содержание знаний*, входящих в эти умения» (Н.Ф. Талызина, [4]). В разработанной нами методике *общей целью обучения* служит не освоение отдельных функций программных продуктов, а формирование готовности самостоятельно использовать ГИС-технологии в будущей профессиональной деятельности, умение решать задачи деятельности ГИС-специалиста. Конкретные учебные цели и содержание обучения проектировались на основе ее анализа.

Содержание обучения разработано адекватно цели: в виде последовательно усложняющихся профессионально-ориентированных задач. Эти задачи были разработаны на основе задач производственной деятельности ГИС-специалиста, выделенных в результате наблюдения за ней. Это задачи: 1) просмотра готовой электронной карты, 2) пользовательского редактирования компоновки готовой электронной карты, 3) проецирования и пространственной привязки данных, 4) создания и редактирования векторных данных; 5) анализа пространственных данных, 6) картографического моделирования при поиске решения практических задач. Выполнение каждой из них состоит из определенного набора операций и требует соответствующих им знаний и умений. При этом формироваться должны не только теоретические знания картографии и геоинформационных технологий, но и способов решения задач. В соответствии с технологическим подходом к обучению для управляемости и контролируемости учебного процесса были разработаны задачи трех уровней сложности: 1) репродуктивный - для освоения отдельных операций в ArcGIS и способов решения типичных задач, они представляют собой подробную пошаговую инструкцию по выполнению задания; 2) репродуктивный - для формирования умения самостоятельно решать задачи такого же типа, что и первого уровня, по их образцу; представляют собой аналогичные им задачи без описания решения; 3) продуктивный – для формирования умения решать самостоятельно любые задачи данной тематики, это задания повышенной сложности. Используемые задачи являются как переработкой заданий вендорных курсов ESRI, так и разработками автора.

Основные операции просмотра карты

№	Группа операций	Название операции	Способ выполнения
1	2	3	4
1	Операции с интерфейсом окна		
		Вызов панелей инструментов	
		Выбор режима работы с картой	
		Включение увеличителя	
		Выбор закладок правой панели	
		Выбор режимов просмотра файла	
2	Операции просмотра изображения карты и слоев	Изменение масштаба просмотра	
		Выбор экстенда отображения	
		Идентификация объектов	
		Измерение расстояний на карте	
		Просмотр таблицы атрибутов слоя	
		Выбор объекта на карте	
		Выбор объекта в таблице атрибутов	

Рис. 1. Пример таблицы операций

Достижение цели формирования осознанных и обобщенных умений потребовало подбора соответствующих ей *методов обучения*. Для первичного изучения функций программного продукта и способов решения задач эффективен применяемый

в вендорных курсах *метод пошаговой инструкции*. Для повторения изученных способов решения задач каждого типа, их обобщения и систематизации после выполнения заданий 1-го уровня нами введены *сводные таблицы операций* при решении задач каждого типа (рис.1). Один раз заполненные студентами, эти таблицы используются ими при выполнении заданий 2-го и 3-го уровней и задач следующего типа. Это позволяет не повторять в пошаговой инструкции последних описание изученных ранее операций, что ведет к концентрации внимания на решении задачи именно изучаемого типа.

Для формирования понимания способов решения задач были разработаны специальные приемы учебной деятельности. Так, например, прием составления блок-схемы алгоритма решения задачи (рис.2). Этот прием описан М. Н. ДеМерсом [6] и в методических указаниях вендорных курсов[1,2,3], но в них внимание на нем не акцентируется и как один из этапов решения студентами он не воспринимается. Нами учебная задача составления блок-схемы решения введена как обязательная, предшествующая составлению плана решения задачи. При решении задач 1-го уровня, студентам, наряду с готовым описанием решения задачи дается и его готовая блок-схема. Такое дублирующее представление позволяет формировать понимание способа решения задачи определенного типа. При решении задач 2-ого уровня, по образцу задач 1-го уровня, студенты должны составить блок-схему решения конкретной задачи самостоятельно. Варьирование условий задач 2-го уровня требует некоторых изменений в составляемых блок-схемах. Это служит предпосылкой для составления обобщенного алгоритма решения задач определенного типа. В задачах 3-го уровня студенты должны самостоятельно составить блок-схему решения любой задачи этого типа.

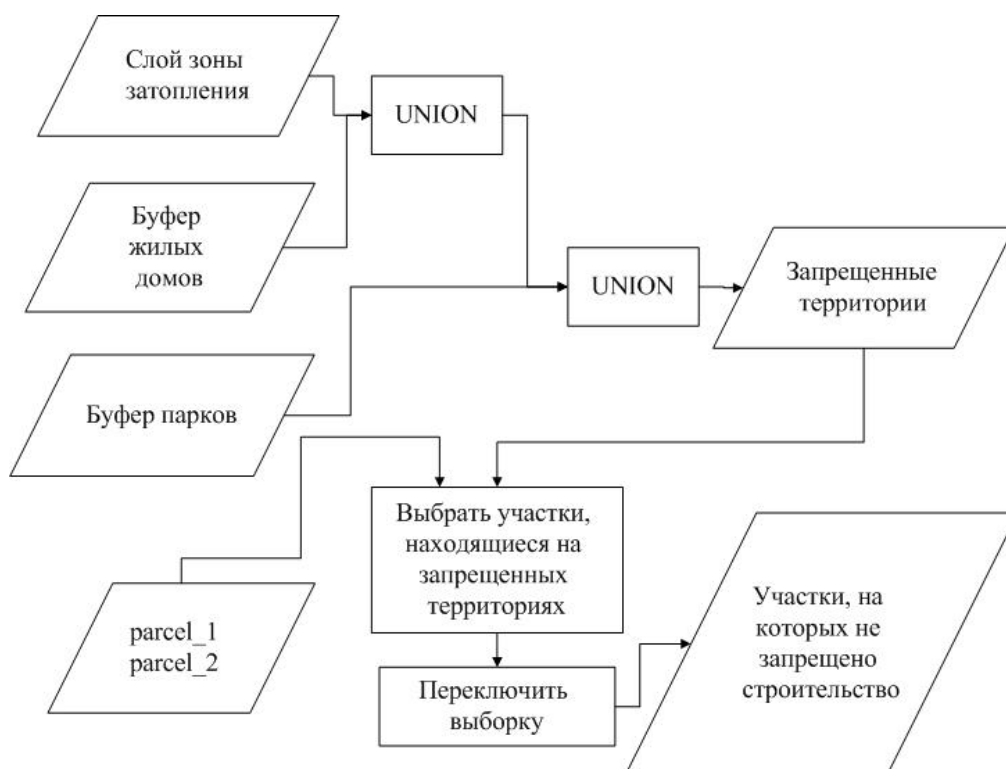


Рис.2. Пример блок-схемы решения задачи

Разработанная нами методика обучения основам создания и использования электронных карт в географической информационной системе ArcGIS, основанная на инновационных подходах к обучению, на практике доказала свою работоспособность и эффективность. Выполненная переработка учебно-методических материалов ESRI позволила успешно интегрировать их в учебный процесс в вузе и может быть также полезна при профессиональном обучении.

Литература:

1. Что такое ArcGIS? – М.: Дата+, 2004. – 129 с.
2. ArcGIS 9. Начало работы. – М.: Дата+, 2004. – 272 с.
3. ArcGIS 9. Spatial Analyst. Руководство пользователя. – М.: Дата+, 2001. – 219 с.
3. Шухман, А.Е. Подходы к интеграции авторизованных учебных курсов ведущих производителей программного обеспечения в российскую систему образования: Материалы Шестой открытой Всероссийской конференции «Преподавание информационных технологий в России».- <http://rc.edu.ru>.
4. Талызина Н.Ф.и др. Пути разработки профиля специалиста – Саратов: Изд. саратовского ун.1987.-176с.
5. Епишева О.Б., Крупич В.И. Учить школьников учиться математике: формирование приемов учебной деятельности.-М.: Просвещение. 1990.-128 с.
6. ДеМерс М.Н. Географические информационные системы. Основы/Пер. с англ. – М.: ДАТА+, 1998. – 490 с.

К ПРОБЛЕМЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ТЕХНИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

О.А. Сотникова
Россия, Республика Коми, г. Ухта, Ухтинский
государственный технический университет
osotnikova@ugtu.net

Эффективности в области технического образования можно достичь на основе комплексного повсеместного внедрения современных информационных и телекоммуникационных технологий в систему обучения общеобразовательным и техническим дисциплинам.

На сегодняшний день существуют различные мнения о целесообразности использования современных информационных технологий в учебном процессе технических вузов. Мнения колеблются от чрезмерного превознесения этих технологий до полного отрицания целесообразности их практического использования. Различие мнений вызвано тем, что каждый из высказывающихся имеет свой ограниченный субъективный опыт в этой сравнительно новой области. Вместе с тем большинство специалистов едино во мнении, что информационные технологии приносят в обучение студентов многие важные преимущества, в числе которых:

– интенсификация учебного процесса,

- освобождение студентов от рутинных вычислений,
- освобождение преподавателей от рутинной работы по формированию учебных заданий и проверки результатов,
- возможность частого оперативного контроля знаний обучаемых и др.

Как известно, всякая образовательная технология имеет не только преимущества, но и недостатки. В силу этого необходимо соблюдать меру и уместность использования информационных технологий в образовании. Основной проблемой в практическом их применении для технического образования является субъективный фактор. Не секрет, что средний возраст преподавателей профессиональных дисциплин технических вузов в настоящее время достаточно высок. Убежденность профессорско-преподавательского состава в том, что методы, с помощью которых достигалось профессиональное становление специалиста в прошлые десятилетия, эффективны и «ничего лучшего быть не может» в реальной практике становится тормозом в обновлении методов обучения, основанных на применении информационных технологий.

Одной из возможностей решения указанной проблемы является специальным образом организованная система повышения квалификации преподавателей. И речь идет не столько о курсах повышения квалификации, сколько о системе внутривузовской работы, направленной на постоянное совершенствование методов обучения.

Система внутривузовской работы, направленная на использование информационных технологий в образовании, может быть построена в программно-целевом подходе по известной логической схеме «цели – пути – способы – средства». Эта работа для преподавателей технического вуза уместна в среднем звене кластерно-сетевой организации повышения квалификации в системе «наука - образование – производство», контур которой, на наш взгляд, обязателен для профессорско-преподавательского состава технических вузов.

При подготовке программы совершенствования методов обучения, связанных с информационными технологиями, необходимо учитывать возможности вуза (в том числе в ближайшей перспективе) в средствах создания (обеспечения) информационных ресурсов и в средствах управления процессом обучения с использованием информационных технологий. Такая программа должна включать:

- применение современных методов анализа использования информационных технологий в учебном процессе (SWOT-анализ, комплексный анализ внутренней и внешней среды вуза и т.п.);
- гибкость в выборе путей достижения цели повышения квалификации по применению информационных технологий;
- связь с внешней средой вуза (работодателями, социальными партнерами и т.п.);
- мониторинг уровня достижений участников программы в процессе ее реализации.

Основным принципом реализации программы совершенствования методов обучения, связанными с информационными технологиями, является принцип интерактивности.

Принцип интерактивности указанной программы подразумевает взаимосвязь и взаимодействие всех участников программы, осуществляющих совершенствование использования информационных технологий. В рамках тематики программы естественно такое взаимодействие осуществлять с использованием информационных технологий (службами интернета, сетевыми ресурсами, web-форумами и т.п.).

Оптимальным является такая структура моделей программы, которая включает в себя инструктивный блок, информационный блок, контрольный блок, коммуникативный блок и управляющей системы, объединяющий все воедино и корректирующий в зависимости от ситуации.

Опыт работы показывает, что включение преподавателей в реализацию программы меняет стереотипы на традиционные методы обучения. В этих изменениях присутствует принятие информационных технологий как ведущих в современной подготовке студентов. Осуществляет не только процесс использования информационных технологий в обучении, но и изучение этих технологий в предметной области.

ВОПРОСЫ ФОРМИРОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛОГИКИ КАК ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ КУЛЬТУРЫ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ

*М. С. Хозяинова
Россия, г. Ухта, Ухтинский государственный
технический университет
mhozyainova@ugtu.net*

Широчайшее развитие компьютеров требует массового внедрения компьютерной культуры, то есть понимания возможностей компьютера и умения взаимодействовать с ним. Важнейшей составной частью этой культуры является, в первую очередь, способность и умение мыслить алгоритмически, логически, т. е. весьма отчетливо и недвусмысленно определять последовательность своих действий при решении той или иной задачи. Обучение математике в силу специфики самого предмета представляет широкие возможности для формирования логически грамотной речи учащихся, а так же способствует воспитанию культуры логического мышления.

Результаты исследований ученых в области методики преподавания математики свидетельствуют о том, что формирование логической грамотности учащихся не происходит стихийно, в процессе изучения математических дисциплин. Необходимо заниматься этим специально – организовывать обучение студентов освоению логических знаний и умений.

В настоящее время в школьном обучении математике уделяется недостаточное внимание логической грамотности учащихся с точки зрения уровня развития алгоритмической культуры. В школе практически не используются выражения с использованием таких кванторных связок, как «существует», «единственный» в логическом понимании этого. Если и используются, то без осознания смысловой нагрузки на последовательность использования квантификации.

В отличие от школьного курса математики, изучение математических дисциплин в вузе связано с использованием сложного математического языка со специфическими для него логическими конструкциями. Это в большей мере требует логической подготовки студентов к обучению математическим дисциплинам.

Студенты некоторых направлений и специальностей изучают такие дисциплины как «Математическая логика», «Дискретная математика», на которых происходит изучение основ логики. Студенты же технических специальностей таких дисциплин в учебной программе, как правило, не имеют. Поэтому некоторые проблемы, возникающие у студентов при изучении математических дисциплин, по существу имеют логический характер и обусловлены тем, что студенты с большим трудом осваивают математический язык.

Возрастает опасность того, что студенты, будучи неспособными преодолеть трудности овладения языком высшей математики, будут хуже справляться с обучением в целом.

В связи с этим возникает необходимость в целенаправленной логической подготовке студентов первого курса технических вузов к изучению математических дисциплин. Такую подготовку можно осуществить в рамках изучения дисциплины математика. Для этого необходимо специальным образом организовать учебную деятельность студентов, начиная уже с первых занятий, с той целью, чтобы помочь студентам овладеть математическим языком.

В решении задачи обучения студентов основам математической логики возможны два направления. По первому пути можно специальным образом изучать основные понятия математической логики в виде дополнительной дисциплины или включением отдельного раздела (модуля) в математическую дисциплину. Возможен и другой путь – путь косвенного формирования логического базиса, т.е. в процессе изучения основного материала математики. Рассматривая последний путь, определим основные идеи его реализации.

Как известно, наиболее эффективное усвоение материала возможно только при активном, самостоятельном участии учащихся. И так же известно, что наибольшую активность они проявляют при решении задач. Таким образом, можно предположить, что успешное усвоение логических норм и правил будет возможно при специальной организации деятельности студентов на практических занятиях по решению задач, направленных на логико-ориентирующую работу с математическими выражениями, предложениями, определениями, теоремами.

Приведем некоторую классификацию задач, способствующих формированию логической грамотности студентов. В каждом типе задач перечислим основные виды деятельности, которые выполняют студенты для формирования умений и навыков логического характера.

1. *Задачи на распознавание предложений, выражений.* В заданиях такого типа должны преобладать следующие виды деятельности: выявление математического алфавита; выявления правила, по которому конструируются выражения; определения вида математического выражения (например, является ли оно определением, теоремой, свойством, алгоритмом, задачей и т. д.).

На первых занятиях такого типа задачи должны преобладать, т. к. на начальном этапе у студента формируется система понятий, с которыми ему до настоящего момента еще не приходилось встречаться, и которые составляют фундамент математической логики. Необходимо рассмотреть, изучить способы построения высказываний из имеющихся, закономерности таких способов сочетания высказываний.

2. *Задачи на правильное использование логических символов.* Основными видами деятельности при решении такого типа задач должны стать: корректная запись при помощи логических символов условия и того, что необходимо установить, до-

казать или найти; при решении задач или доказательстве – выделение этапов доказательства, решения; правильная трактовка теорем с использованием терминов «необходимо» и «достаточно».

3. *Задачи на вербализацию математического текста.* Сюда можно отнести виды деятельности такие, как: проговаривание математического текста; расшифровка краткой записи математического текста, а так же краткая запись развернутого.

Проговаривание математических предложений предполагает включение вербальных (речевых) составляющих мышления, на важность которых указывал еще известный психолог Л. С. Выготский. Доказано, что понимание языка придет только тем, кто участвует в его создании.

В ходе решения математических задач в деятельности учащихся преобладают аналитические рассуждения. При этом запись результата решения в тетради не всегда отражает ход рассуждений, которые приводились при поиске решения. Поэтому умение объяснять рассуждения, проводимые в ходе решения задачи, а так же оформление краткой записи решения – являются важными составляющими математической деятельности.

4. *Задачи на выделение семантической составляющей математического текста.* Виды деятельности: приведение примеров и контрпримеров понятий; выделение основных свойств понятий, которые являются определяющими для решения той или иной задачи.

Важной задачей, которую будут решать студенты технических специальностей, это моделирование процессов, производств, технологий, с последующим изучением, решением проблем возникающих в профессиональной деятельности. Для математического моделирования необходимо знание и логической составляющей математических выражений, а так же их семантической составляющей.

Изучение элементов математической логики способствует воспитанию культуры логического мышления. Ее основой является осознание структуры математической науки, существа ее фундаментальных понятий: аксиомы, доказательства, теоремы. Специальное рассмотрение и уточнение всех этих понятий с привлечением логической символики в примерах из вузовской математики, способствует ясности мысли по этим вопросам, повышению требовательности к себе в отношении точности формулировок теорем, обоснованности аргументации в доказательствах. Все это, как известно, составляет основу компьютерной грамотности студентов.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

*Н.Б. Борвинко, Т.В. Цыганова
Россия, г. Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет
vxod86@mail.ru*

Современный научно-технический уровень информационных технологий таков, что они могут использоваться для выполнения многих рутинных процессов

обработки учебной информации. Современные системы обучения при применении информационных технологий могут взять на себя и часть интеллектуального труда преподавателя.

С помощью разработанных обучающих программ выделяются три группы целей использования ИТ:

- для развития у обучаемых навыков алгоритмизации решения задач и формирования на этой основе логического системного мышления;
- для обучения с помощью моделей, адекватно отражающих функционирование реальных объектов и сущность изучаемых явлений;
- для обучения применению автоматизированных систем различного назначения.

С помощью программных средств можно представлять на экране в различной форме учебную информацию:

- инициировать процессы усвоения знаний, приобретения умений и (или) навыков учебной или практической деятельности;
- эффективно осуществлять контроль результатов обучения;
- активизировать познавательную деятельность обучаемых;
- формировать и развивать определенные виды мышления.

Наиболее значимые, с позиции дидактических принципов, методические цели, которые наиболее эффективно реализуются с использованием программных средств:

- индивидуализация и дифференциация процесса обучения (например, за счет возможности поэтапного продвижения к цели по линиям различной степени сложности);
- осуществление контроля с обратной связью, с диагностикой ошибок (констатация причин ошибочных действий обучаемого и предъявление на экране компьютера соответствующих комментариев) по результатам обучения (учебной деятельности) и оценкой результатов учебной деятельности, осуществление самоконтроля и самокоррекции;
- осуществление тренировки в процессе усвоения учебного материала и самоподготовки учащихся;
- высвобождение учебного времени за счет выполнения на ПК трудоемких вычислительных работ и деятельности, связанной с числовым анализом;
- компьютерная визуализация учебной информации изучаемого объекта (наглядное представление на экране ПК объекта, его составных частей или их моделей, а при необходимости – во всевозможных ракурсах, в деталях, с возможностью демонстрации внутренних взаимосвязей составных частей) и изучаемого процесса (наглядное представление на экране ПК данного процесса или его модели, а при необходимости – в развитии, во временном и пространственном движении, представление графической интерпретации исследуемой закономерности изучаемого процесса);
- моделирование и имитация изучаемых или исследуемых объектов, процессов или явлений, проведение лабораторных работ в условиях имитации в компьютерной программе;
- создание и использование информационных баз данных, необходимых в учебной деятельности, и обеспечение доступа к сети информации;
- усиление мотивации обучения (например, за счет изобразительных средств программы или вкрапления игровых ситуаций);

- вооружение обучаемого стратегией усвоения учебного материала;
- развитие определенного вида мышления (например, наглядно- образного, теоретического);
- формирование умения принимать оптимальное решение или вариативные решения в сложной ситуации;
- формирование культуры учебной деятельности, информационной культуры обучаемого и обучающего (например, за счет использования системы подготовки текстов, электронных таблиц, баз данных или интегрированных пользовательских пакетов).

Таким образом, можно отметить, что в основном целесообразность применения программных средств определяется их использованием в качестве средства визуализации учебной информации.

Анализ публикаций по применению информационных технологий в образовании показал, что в настоящее время нет точной общепризнанной классификации компьютерных обучающих программ, однако, в зависимости от вида их использования на занятиях возможно условное деление следующим образом:

- демонстрационные программы;
- обучающие программы;
- программные средства тестирования и контроля уровня знаний;
- программные средства для математического моделирования;
- тренажеры;
- информационно-справочные системы;
- автоматизированные обучающие системы;
- экспертные обучающие системы;
- интеллектуальные обучающие системы

Особое место в этом ряду занимают электронные учебно-методические комплексы (ЭУМК).

Использование ЭУМК позволяет разгрузить преподавателя, увеличить заинтересованность учащихся в предмете, дает возможность решения задач на стыке предметов разных циклов, более наглядной подачи материала за счет мультимедиа. При работе с мультимедийными программами обеспечивается обратная связь, осуществляется быстрый поиск нужной информации, экономится время при многократных обращениях к гипертекстовым объяснениям, наряду с кратким текстом, объяснения сопровождаются демонстрацией анимационных эффектов.

Преподаватели ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет» Института кибернетики, информатики и связи разработали структуру и основные компоненты ЭУМК по курсу «Программирование с использованием основ дискретной математики». Дискретная математика и Основы алгоритмизации и программирования являются обязательными дисциплинами для специальностей группы 230400 и читаются в тесной взаимосвязи. Изучение алгоритмов решения типовых задач дискретной математики и способов представления математических объектов в программах абсолютно необходимо практикующему программисту, поскольку существенно обогащает навыки конструирования алгоритмов и проектирования экспертных систем. Это связано с широкими возможностями теоретико-множественных, логических и графических методов для решения различных технических и управленческих задач, где методы классической математики являются малоэффективными. Поэтому создание современной информационно-образовательной среды для данной дисциплины является весьма актуальным.

ЭУМК включает электронное учебное пособие, состоящее из:

- конспектов лекций;
- демонстрационных программ;
- программ-тренажёров;
- практических занятий и виртуального лабораторного практикума, каждое из которых содержит необходимый теоретический и справочный материал, большое количество примеров программных кодов с комментариями, задания для аудиторной и самостоятельной работы, при этом особое внимание уделяется дифференциации обучения через систему индивидуальных заданий;
- ссылок на дополнительные литературные источники и информационно-справочные ресурсы;
- контрольно-измерительных материалов по дисциплинам;
- тестирующей системы.

ЭУМК использует унифицированную систему Educon – комплексное программное решение для проведения компьютерного тестирования. Компьютерное тестирование – один из современных методов контроля знаний, который, наряду с традиционными, может быть использовано для повышения уровня подготовки специалистов данного направления.

Взаимодействие преподавателя и студента в системе организовано путём формирования преподавателем комплекта с тестовыми заданиями, а студентом, – в свою очередь, файла-отчёта.

Виртуальный лабораторный практикум ЭУМК использует обучающие программы в качестве иллюстрации работы алгоритмов на графах. Программы реализованы в среде Си++Builder. Визуальная среда программирования даёт возможность наблюдать пошаговое выполнение алгоритма. Наглядность использования моделей теории графов и представление их в визуальной среде даёт двойной эффект.

Каждая лабораторная работа включает вопросы по теоретическому материалу, с помощью которых целесообразно проводить актуализацию опорных знаний в начале каждого занятия.

ЭУМК может с успехом использоваться для самостоятельной работы студентов.

Таким образом, развитие информационных технологий даёт широкую возможность для изобретения новых методов и методик в образовании и тем самым повышения его качества. Применение новейших информационных технологий в сфере среднего профессионального образования позволяет создавать условия для подготовки конкурентноспособного специалиста.

Литература:

1. Григорьев С.Г., Гриншкун В.В. О разработке учебника "Информатизация образования". // Вестник МГПУ. Серия информатика и информатизация образования. / М.: МГПУ, – 2005, № 1 (4), С. 24-28
2. Клишин А.П., Казарин С.А. Технологические и методические аспекты разработки электронных учебных пособий с использованием пакета E-Course 2.0 // Информатика и образование, 2010. № 9, – С. 122-125.
3. Матрос Д.Ш. Электронная модель учебника // Информатика и образование. 2000. № 8.
4. Минко Н.Т., Рулиене Л.Н. Реализация принципа адаптивности в образовании // Среднее профессиональное образование. 2009. № 1.

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННЫХ УЧЕБНЫХ КУРСОВ КАК СРЕДСТВО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

*С.А. Шарафутдинова
Россия, Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет»
skolobenko@yandex.ru*

В последние годы в высших учебных заведениях России наблюдается тенденция к уменьшению числа аудиторных занятий, отведенных на изучаемую дисциплину и к увеличению доли самостоятельной работы студентов в учебном процессе. При этом требования к качеству обучения постоянно повышаются.

Самостоятельное изучение студентами отдельных разделов учебной дисциплины ставит перед преподавателями задачу обеспечения учебного процесса подробно разработанными и доступными учебными методическими материалами.

В этой связи особенно эффективными являются электронные учебные материалы, доступные через сеть Интернет.

Для реализации этой задачи можно использовать CMS системы управления содержанием.

Система управления содержанием (контентом) (англ. *Content management system*, CMS)— информационная система или компьютерная программа, используемая для обеспечения и организации совместного процесса создания, редактирования и управления контентом (то есть содержанием).

Основные функции CMS:

- Предоставление инструментов для создания содержимого, организация совместной работы над содержанием,
- Управление содержанием: хранение, контроль версий, соблюдение режима доступа, управление потоком документов и т. п.,
- Публикация содержимого,
- Представление информации в виде, удобном для навигации, поиска.

В общем случае системы управления содержанием делятся на:

- Систему управления содержанием масштаба предприятия (англ. *Enterprise Content Management System* системы управления содержанием предприятий);
- Система управления веб-содержимым (англ. *Web Content Management System*).

В силу того, что ECMS имеют глубокую внутреннюю классификацию по предметным областям (HRM, DMS, CRM, ERP и т. д.), термин CMS заместил собой WCMS, превратившись в синоним *системы управления сайтами*. Подобные CMS позволяют управлять текстовым и графическим наполнением веб-сайта, предоставляя пользователю интерфейс для работы с содержанием сайта, удобные инструменты хранения и публикации информации, автоматизируя процессы размещения информации в базах данных и её выдачи в HTML.

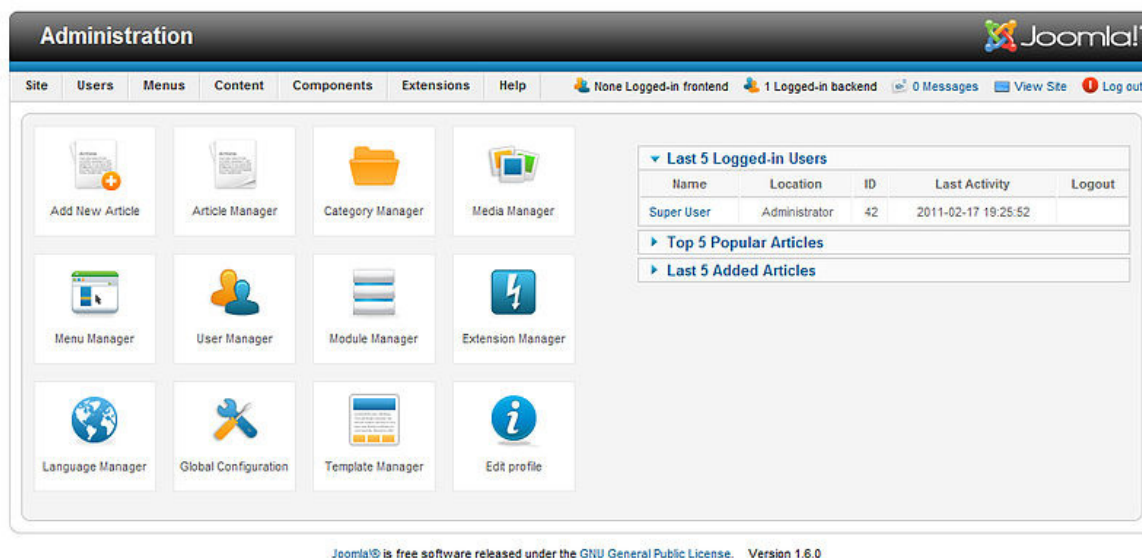


Рис. 1. Пример системы управления сайтом (администраторская панель Joomla!)

Существует множество готовых систем управления содержимым сайта, в том числе и бесплатных. Их можно разделить на три типа по способу работы:

Генерация страниц по запросу. Системы такого типа работают на основе связки «Модуль редактирования → База данных → Модуль представления». Модуль представления генерирует страницу с содержанием при запросе на него, на основе информации из базы данных. Информация в базе данных изменяется с помощью модуля редактирования. Страницы заново создаются сервером при каждом запросе, что в свою очередь создаёт дополнительную нагрузку на системные ресурсы. Нагрузка может быть многократно снижена при использовании средств кэширования, которые имеются в современных веб-серверах.

Генерация страниц при редактировании. Системы этого типа суть программы для редактирования страниц, которые при внесении изменений в содержание сайта создают набор статических страниц. При таком способе в жертву приносится интерактивность между посетителем и содержимым сайта.

Смешанный тип. Как понятно из названия, сочетает в себе преимущества первых двух. Может быть реализован путём кэширования — модуль представления генерирует страницу один раз, в дальнейшем она в несколько раз быстрее подгружается из кэша. Кэш может обновляться как автоматически, по истечении некоторого срока времени или при внесении изменений в определённые разделы сайта, так и вручную по команде администратора. Другой подход — сохранение определённых информационных блоков на этапе редактирования сайта и сборка страницы из этих блоков при запросе соответствующей страницы пользователем.

В рамках учебной дисциплины «Основы программирования» разрабатывается учебный курс для использования в учебном процессе, который будет содержать теоретический материал, задания для практических и лабораторных работ, а также задания для самостоятельной работы.

Студенты смогут использовать данный электронный учебный курс, что позволит повысить эффективность изучения студентами данной дисциплины и поможет приобретению навыков программирования.

Разработка электронного учебного курса с помощью CMS-системы дает возможность студентам организовывать самостоятельную работу таким образом, чтобы повысить эффективность изучения дисциплины.

Литература:

1. Беспалько В.П. Образование и обучение с участием компьютеров (педагогика третьего тысячелетия) /В.П.Беспалько. – М.: Изд-во МОДЭК, 2002. – 352 с.
2. Новые информационные технологии в образовании: материалы междунар. науч.-практ. конф., Екатеринбург, 1-4 марта 2011 г.: в 2 ч. // ФГАОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т». Екатеринбург, 2011, Ч.1. 318 с.
3. Википедия: Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/CMS>

АРИФМЕТИЗАЦИЯ ЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ

*А.А. Яйлеткан
Россия, г.Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет
alextyum@rambler.ru*

Арифметизация алгебры логики заключается в выборе базиса арифметизированных логических связей.

А. Исходные знаки. Вводятся символы четырех видов:

пропозициональные переменные: $a_1, a_2, a_3, \dots$ (их количество не ограничено);
знаки арифметизированных логических операций, или арифметизированные логические связи: $-, +, \cdot$ носящие названия соответственно отрицания (дополнения), строгой дизъюнкции и конъюнкции;
единственный знак отношения – знак равенства $=$;
и скобки – левая и правая: $(,)$.

Исчисление строится так, что не всякая конечная последовательность исходных знаков считается формулой. Формулы – это такие конечные арифметизированные последовательности, составленные из исходных знаков, которые удовлетворяют следующему определению.

В. Формулы.

- а) Каждая пропозициональная переменная есть формула.
- б) Если Φ есть формула, то $(1 - \Phi)$ тоже есть формула взятия дополнения к Φ , аналогичная формуле отрицания;
если Φ и X есть формулы, то $(\Phi + X - \Phi \cdot X)$ и $(\Phi \cdot X)$
также являются формулами дизъюнкции и конъюнкции (индуктивно).
В пункте б) этого определения греческие буквы Φ и X означают метазнаки.

Далее производится (тоже индуктивно) определение понятия равенства (равенств).

С. Равенства.

Если Φ и X есть формулы, то если $\Phi = X$ есть равенство.

D. Постулаты.

(а) Арифметизированные схемы аксиом.

1. Закон коммутативности дизъюнкции:

$$\Phi + X - \Phi \cdot X = X + \Phi - X \cdot \Phi. \quad (1)$$

2. Закон коммутативности конъюнкции:

$$\Phi \cdot X = X \cdot \Phi. \quad (2)$$

3. Закон ассоциативности дизъюнкции:

$$\begin{aligned} (\Phi + X - \Phi \cdot X) + Y - Y \cdot (\Phi + X - \Phi \cdot X) = \\ = \Phi + (X + Y - X \cdot Y) - \Phi \cdot (X + Y - X \cdot Y). \end{aligned} \quad (3)$$

4. Закон ассоциативности конъюнкции:

$$(\Phi \cdot X) \cdot Y = \Phi \cdot (X \cdot Y). \quad (4)$$

5. Закон дистрибутивности дизъюнкции относительно конъюнкции:

$$\Phi + (X \cdot Y) - \Phi \cdot (X \cdot Y) = (\Phi + X - \Phi \cdot X) \cdot (\Phi + Y - \Phi \cdot Y). \quad (5)$$

6. Закон дистрибутивности конъюнкции относительно дизъюнкции:

$$\Phi \cdot (X + Y - X \cdot Y) = (\Phi \cdot X) + (\Phi \cdot Y) - (\Phi \cdot X) \cdot (\Phi \cdot Y). \quad (6)$$

7. Первый закон поглощения:

$$\Phi + (\Phi \cdot Y) - \Phi \cdot (\Phi \cdot Y) = \Phi. \quad (7)$$

8. Второй закон поглощения:

$$\Phi \cdot (\Phi + Y - \Phi \cdot Y) = \Phi. \quad (8)$$

9. Первый закон Де Моргана:

$$1 - (\Phi + X - \Phi \cdot X) = (1 - \Phi) \cdot (1 - X). \quad (9)$$

10. Второй закон Де Моргана:

$$1 - (\Phi \cdot X) = (1 - \Phi) + (1 - X) - (1 - \Phi) \cdot (1 - X). \quad (10)$$

11. Закон идемпотентности дизъюнкции:

$$\Phi + \Phi - \Phi \cdot \Phi = \Phi. \quad (11)$$

12. Закон идемпотентности конъюнкции:

$$\Phi \cdot \Phi = \Phi. \quad (12)$$

13. Закон снятия двойного отрицания:

$$1 - (1 - \Phi) = \Phi. \quad (13)$$

14. Первый закон отбрасывания:

$$\Phi + (X \cdot (1 - X)) = \Phi. \quad (14)$$

15. Второй закон отбрасывания:

$$\Phi \cdot (X + (1 - X) - X \cdot (1 - X)) = \Phi. \quad (15)$$

Преимуществом арифметизированных логических подходов является привычная для любого человека алгебраическая технология упрощения логических выражений. В результате данного преимущества открывается новый универсальный тип переменных – альтернативный тип. Поясним это преимущество на следующем примере. Пусть заданы три условия (существенных признака) a , b , c , зависящие от некоторых параметров p , q , r . В зависимости от значений истинности условий мы можем получить $2^n=8$ сообщений. Алгоритмически это означает, что мы должны создать конструкцию вложенных ветвлений или соответствующего переключателя, состоящих из 8 строк. Итак, есть восемь сообщений (функций или процедур). Тогда решением относительно сообщений является альтернативно программируемый индекс элемента массива сообщений:

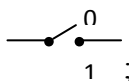
$$S[8-4*a-2*b-c] \quad (16)$$

вместо восьми алгоритмически предполагаемых строк вывода (или других видов обработки информации).

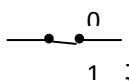
Такие альтернативные подходы позволяют значительно сокращать код программы, и, следовательно, алгоритмически ускорять работу программ на любых языках программирования.

Для интерпретации исходных логических формул в цифровых технологиях введем определения следующих традиционных исходных схем:

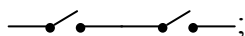
1. формула a интерпретируется прямым переключателем:



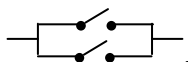
2. формула $\neg a$ интерпретируется инверсным переключателем:



3. формула $a \wedge b$ интерпретируется последовательным соединением переключателей a и b :

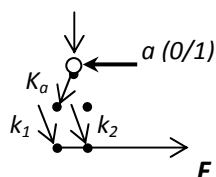


4. формула $a \vee b$ интерпретируется параллельным соединением переключателей a и b :



В настоящее время реализованы программируемые интегральные логические схемы (ПИЛС), которые соответствуют выше приведенным конструкциям схем.

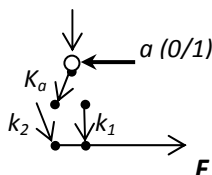
Объединим схемы 1 и 2, т.е. вместо отдельного рассмотрения однополярных прямого и инверсного переключателей введем понятие биполярного переключателя:



Здесь под стрелками нежирного начертания подразумеваются управляемые материальные потоки. Стрелка жирного начертания «а (0/1)» является сигналом ориентации положения биполярного ключа, выполненного в виде белого кружка. В приведенном случае а имеет значение 0, что приводит к положению ключа K_a «влево». Ключи коннекта (ключи формирования функции F) k_1 и k_2 в данный момент реализуют схему 4 тождественно-ложной функции.

Интерпретируем исходную логическую формулу 1:

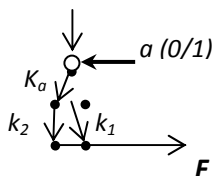
1. формула а интерпретируется подключением ключа коннекта k_1 :



Действительно, результаты истинности а будут совпадать с «результатами истинности» на выходе F. Результаты истинности в кавычках для F означают совпадение истинности а с соответствующими результатами наличия, либо не наличия материальных потоков.

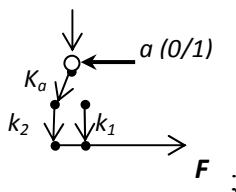
Интерпретируем исходную логическую формулу 2:

2. формула не-а интерпретируется подключением ключа коннекта k_2 :

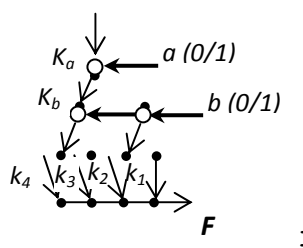


Результаты истинности не-а будут совпадать с «инверсией истинности» на выходе F при соответствующих значениях а.

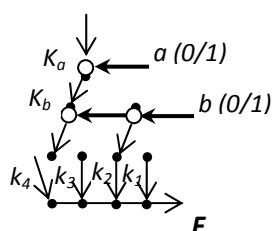
3. Если будут подключены ключи коннектов k_1 и k_2 , то этим самым будет интерпретироваться тождественно-истинная функция (а или не-а):



4. формула $a \wedge b$ будет интерпретироваться последовательно-параллельным соединением биполярных переключателей а и b и подключением ключа коннекта k_1 схемой:



5. формула $a \vee b$ интерпретируется последовательно-параллельным соединением биполярных переключателей a и b и подключением ключей коннектов k_1 - k_3 схемой 4:



Первым преимуществом схем 1- 4 является то, что при неизменной конструкции схемы, но при изменении способов коннекта реализуются все возможные схемы, соответствующие всем возможным логическим функциям. Вторым преимуществом этих схем является то, что выход F можно разделить на выходы F_1 , F_2 , F_3 и F_4 , соответственно, с целью выполнения разных предусмотренных для этого команд. Третьим преимуществом и наряду с первым и вторым является то, что автоматическое переключение коннектов позволяет применять рекурсивно изменяемые схемы.

Эти подходы необходимы для того, чтобы выбрать из всех возможных вариантов наиболее простой. Поскольку универсального критерия простоты выбора схем не существует, постольку в качестве одного из критериев простоты принимается следующий: схема будет самой простой среди всех логически ей эквивалентных, если соответствующее ей алгебраическое выражение содержит наименьшее по сравнению с остальными число вхождений букв (переменных). Тем самым задача упрощения схем сводится к задаче упрощения их переключательных функций.

Литература:

1. Яйлеткан А.А., Джалишвили З.О. Проблемы и перспективы арифметизации логики. // Материалы VII Общероссийской научной конференции "Современная логика: проблемы теории, истории и применения в науке". СПб., 2002. – С. 445-446.
2. Яйлеткан А.А. Обобщение и систематизация основ математической логики. Научно-методологические исследования с точки зрения новых информационных технологий. Тюмень: ТОГИРРО, 2002. – 373 с.
3. Яйлеткан А.А. Программирование логики арифметикой. // Материалы XIV Международной конференции "Применение новых технологий в образовании". Троицк, 2003. – С. 141.
4. Яйлеткан А.А. Современные разработки в областях логики, математики, программирования и цифровых технологий. // Материалы XXII Международной конференции "Применение новых технологий в образовании". Троицк, 2011. – 424 с. – С. 63-65.

5. *Яйлеткан А.А.* Основы арифметизированной логики. Рукопись учебно-методического пособия. Свидет. № 1904 о депонировании и регистрации произведения, РАО, 1997. – 18 с.
6. *Яйлеткан А.А.* Логика BFSN. Рукопись научной работы. Свидет. № 4395 о депонировании и регистрации произведения, РАО, 2000. – 4 с.
7. Интегральный каскадный логический модуль. Патент №2215368, 2003 – 9 с.
8. Каскадный интегральный модуль динамической памяти. Патент №2218611, 2003 – 9 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ СЕТЕВЫХ ТОПОЛОГИЙ

А.А. Яйлеткан
Россия, г.Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет
alextyum@rambler.ru

В своих трудах В.А. Смирнов подчеркивает, что в исторических исследованиях научной мысли важное значение имеет метод реконструкции имевших место научных теорий в терминах современной науки. Мы начинаем лучше понимать старые концепции в свете самых современных достижений науки. Более того, применение современных методов к реконструкции исторически имевшей место концепции нередко приводит к созданию новых теорий и направлений.

В геометрии гиперкуб – это n -мерная аналогия квадрата ($n = 2$) и куба ($n = 3$). Это замкнутая выпуклая фигура, состоящая из групп параллельных линий, расположенных на противоположных краях фигуры и соединенных друг с другом под прямым углом.

В информатике (дискретная математика) гиперкуб – это сетевая топология, в которой узлы являются вершинами графа многомерного куба. Под узлами понимают расположение процессора. Во многих случаях при решении сложных задач необходима одновременная работа нескольких процессоров в параллельном режиме. Анализ способов связи процессоров показал, что лучшей конфигурацией является гиперкуб.

Граф n -гиперкуба строится рекурсивно следующим образом:

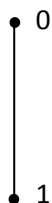


Рис. 1. при $n = 1$

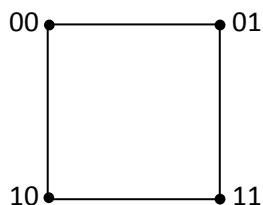


Рис. 2. при $n = 2$

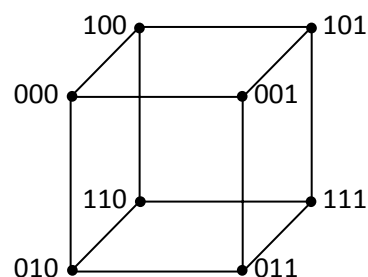


Рис. 3. при $n = 3$

Заметим, что две вершины являются смежными, если одна переходит в другую при замене одного символа в строке.

Технологию построения гиперкуба поясняют карты Карно. Для двух переменных ($n = 2$) она имеет вид:

Таблица 1

		b	
		1	0
a	1	1	0
	0	1	0

что соответствует графу на рис. 2.

Аналогично для трех переменных ($n = 3$) карта Карно имеет вид:

Таблица 2

		b		b	
		11	10	00	01
a	11	11	10	00	01
	10	11	10	00	01
		c		c	

В данном случае Таблица 2 «склеивается» так, что два горизонтальных края рассматриваются как смежные, т.е. как вершины куба на рис. 3.

Рассматривая карту Карно для четырех переменных a, b, c и d по порядку, аналогичным образом получаем:

Таблица 3

		b		b	
		111	101	001	011
a	110	110	100	000	010
	110	110	100	000	010
a	111	111	101	001	011
	111	111	101	001	011
		c		c	

Вспоминая, что в случае карты Карно Таблица 3 «склеивается» так, что два горизонтальных края рассматриваются как смежные и смежными являются также верх и низ таблицы 3, приходим к выводу, что две вершины являются смежными только тогда, когда они смежные как вершины куба порядка 4.

Но, если следовать выше предложенному порядку «склеивания», то куб порядка 4 есть не что иное, как тороидальный граф порядка 4:

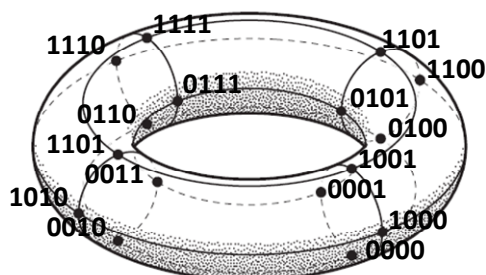


Рис. 4. при $n = 4$

при этом в каждую точку из любой другой смежной точки линии соединяющих их дуг приходят под прямым углом.

Алгоритм построения n -мерного куба называется кодом Грея и заключается в добавлении 1 и 0 впереди в строках вершин k -списка и реверсированного k -списка k -мерного куба, соответственно, с целью получения $(k+1)$ -списка $(k+1)$ -мерного куба. Но код Грея не дает информации, как можно обнаружить местоположение каждой вершины в гиперкубе (тороидальном графе порядка любого n). Карты Карно при $n > 4$ и более также не решают указанную проблему, так как становятся очень громоздкими. Хотя, анализируя рис. 1 – рис. 3 и соответствующие списки Грея, можно было бы найти пути алгоритмизации процесса индексации вершин гиперкуба в виде рис. 4, а если использовать геометрические представления гиперкуба, например, гексеракта на рис. 5 при $n = 6$, то такой алгоритм просто не представим:

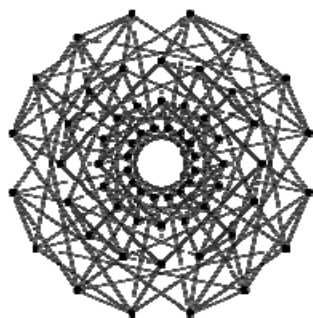


Рис. 5. при $n = 6$

Универсальным способом построения универсальной сетевой технологии является Z-метод рекурсивный метод.

Литература:

1. Смирнов В.А. Логический анализ научных теорий и отношений между ними // Логико-философские труды В.А. Смирнова / Под ред. В.И. Шалака. М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 592 с.
2. Куликов В.В. Дискретная математика: Учеб. пособие. – М.: РИОР, 2007. – 174 с. – (Высшее образование).
3. Игошин В.И. Задачи и упражнения по математической логике и теории алгоритмов: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.И. Игошин. – 3-е изд., стер. М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 304 с.

4. Шалыто А.А. Логическое управление. Методы аппаратной и программной реализации алгоритмов. – СПб.: Наука, 2000. – 780 с.
5. Яйлеткан А.А., [Джалишвили З.О.] Практические результаты логики BFSN // Материалы IV международной конференции "Смирновские чтения". Москва, 2003. – С. 189
6. Яйлеткан А.А. Метод учета изменения градиентов отрицания в функциях отношений между объемами понятий в технологии построения конечно-бесконечных диаграмм Эйлера-Венна // Материалы IX Общероссийской научной конференции "Современная логика: проблемы теории, истории и применения в науке". СПб. 2006. – С. 408-410.

ЛОГИЧЕСКИЙ КАЛЬКУЛЯТОР

*А.А. Яйлеткан
Россия, г. Тюмень, Тюменский государственный
нефтегазовый университет
alextyum@rambler.ru*

В настоящее время для решения разнообразных познавательных и коммуникативных задач в различных областях науки и техники наряду с естественным языком (а иногда и вместо него) используются системы специальных символов. Такие системы чрезвычайно удобны: построенные на их основе выражения отличаются краткостью, точностью, универсальностью.

Язык символов весьма удобен и для формального исследования мышления. Специальная символика, использование которой было одним из традиционных приемов логики, обогащалась и совершенствовалась по мере развития этой науки. Современный символический аппарат теоретической логики весьма богат и в то же время достаточно сложен и неоднозначен. Существует множество различий в специальной символике и обозначении логических констант и операций, различий в законах конструирования суждений и методах представления отношений, что не позволяет эффективно использовать этот аппарат в практических учебных курсах, затрудняет применение логических конструкций при программировании сложных компьютерных систем.

В качестве одного из путей решения этой проблемы в данной работе предлагается арифметизация логики, т.е. представление всех известных логических операций их арифметическими аналогами, благодаря чему достигается более точное, содержательное и конкретное, чем в традиционной логике, представление о законах логики и структуре логических выводов. Такой подход позволяет решать логические задачи и программировать логику на арифметическом уровне. Кроме того, в данной работе рассматриваются и другие традиционные и современные подходы к построению и анализу различных символических конструкций логики, такие как построение совершенных дизъюнктивных и конъюнктивных нормальных форм, использование таблиц истинности и диаграмм Эйлера-Венна. Для обобщения и наглядного представления перечисленных формальных логических систем разработана компьютерная программа «Логический калькулятор». Основное назначение программы «Логический калькулятор» – стандартизация и систематизация основных логических операций и их обозначений, исследование возможностей составления арифметизированных формул логических функций, представление внутренней структуры логических выражений в виде таблиц истинности

и диаграмм Эйлера-Венна. Основным преимуществом при этом является получение результатов исследований в выбранной системе символики.

Таблица 1

Неунифицированность обозначений логических операций

Логическая операция	Возможные символические обозначения	Обозначения в языке Pascal	Обозначения в языке C
Отрицание	$\neg a$, $\sim a$, a' , $\bar{a}$	not a	!a
Конъюнкция	$a \& b$, $a \wedge b$, $a \uparrow b$, $a \cdot b$, ab	a and b	a && b
Дизъюнкция	$a \vee b$, $a + b$	a or b	a b
Импликация	$a \rightarrow b$, $a \supset b$		
Эквиваленция	$a \sim b$, $a \equiv b$, $a \leftrightarrow b$	a = b	a == b
Неравнозначность	$a \oplus b$, $a \nleftrightarrow b$, $a \dot{\vee} b$	a xor b	a != b

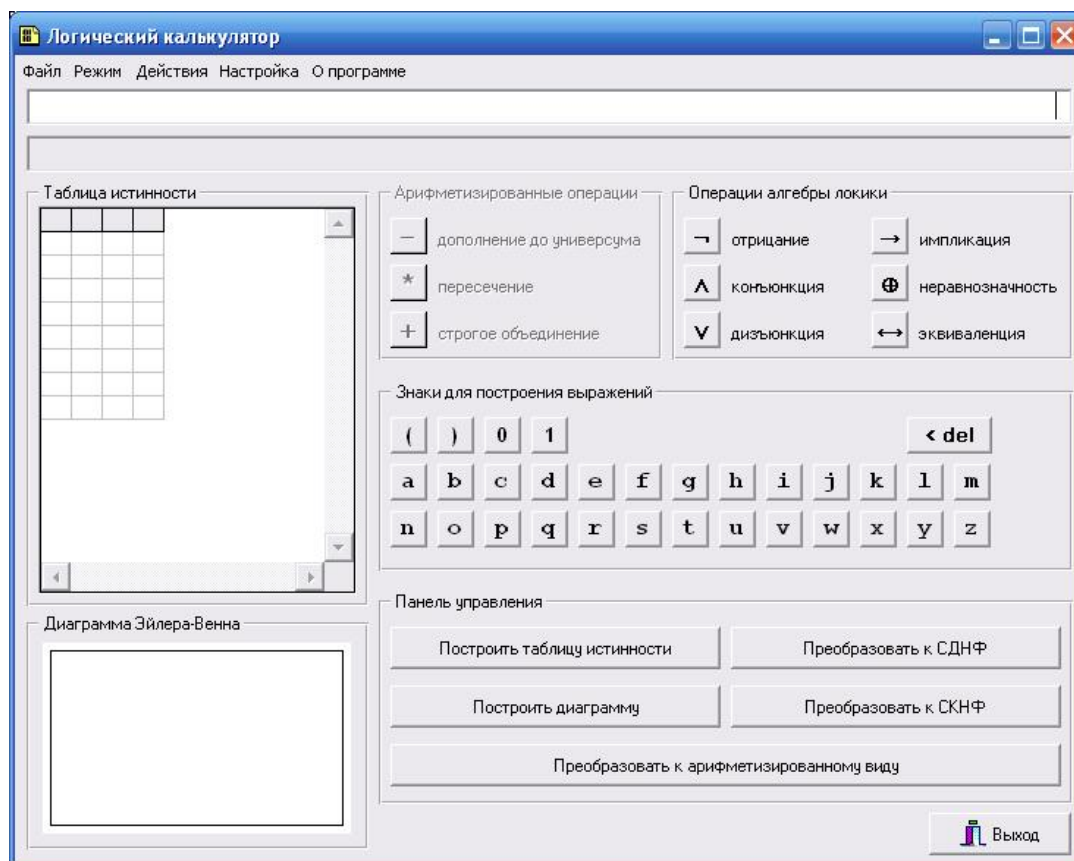


Рис. 1. Интерфейс главного окна программы

Программа «Логический калькулятор» является 32-х разрядным Windows-приложением с графическим интерфейсом и успешно функционирует под управлением операционных систем Windows 98, ME, 2000, XP. Программа написана на языке программирования C++ и разработана в среде Borland C++ Builder 6.0. Корректная работа программы гарантируется на компьютерах, с базовой (или выше)

конфигурацией: процессор Intel Pentium 166MMX (или AMD K6-166), 16Мб оперативной памяти, VGA-дисплей, манипулятор "мышь" или совместимый с ним.

Программа «Логический калькулятор» предназначена для автоматизации процессов построения, анализа и преобразования различных символических выражений алгебры логики, стандартизации и обобщения возможностей представления таких выражений в традиционном и арифметизированном подходах.

Данная программа может использоваться в учебных целях и служить эффективным наглядным пособием при изучении основ математической логики и программирования с точки зрения более глубокого понимания основных принципов построения логических выражений и использования языка логики при проектировании сложных компьютерных систем. «Логический калькулятор» предоставляет следующие возможности:

- восприятие логических выражений, в которых могут находиться до 10 переменных, логические операции и скобки;
- возможность использования разнообразной символики для логических операторов;
- приведение логических выражений к СДНФ и к СКНФ;
- приведение логических выражений к арифметизированному виду;
- построение диаграммы Эйлера-Венна для логического выражения, в котором имеется до 3 переменных включительно;
- построение таблицы истинности для логического выражения.

Одним из примеров работы программы является следующее:

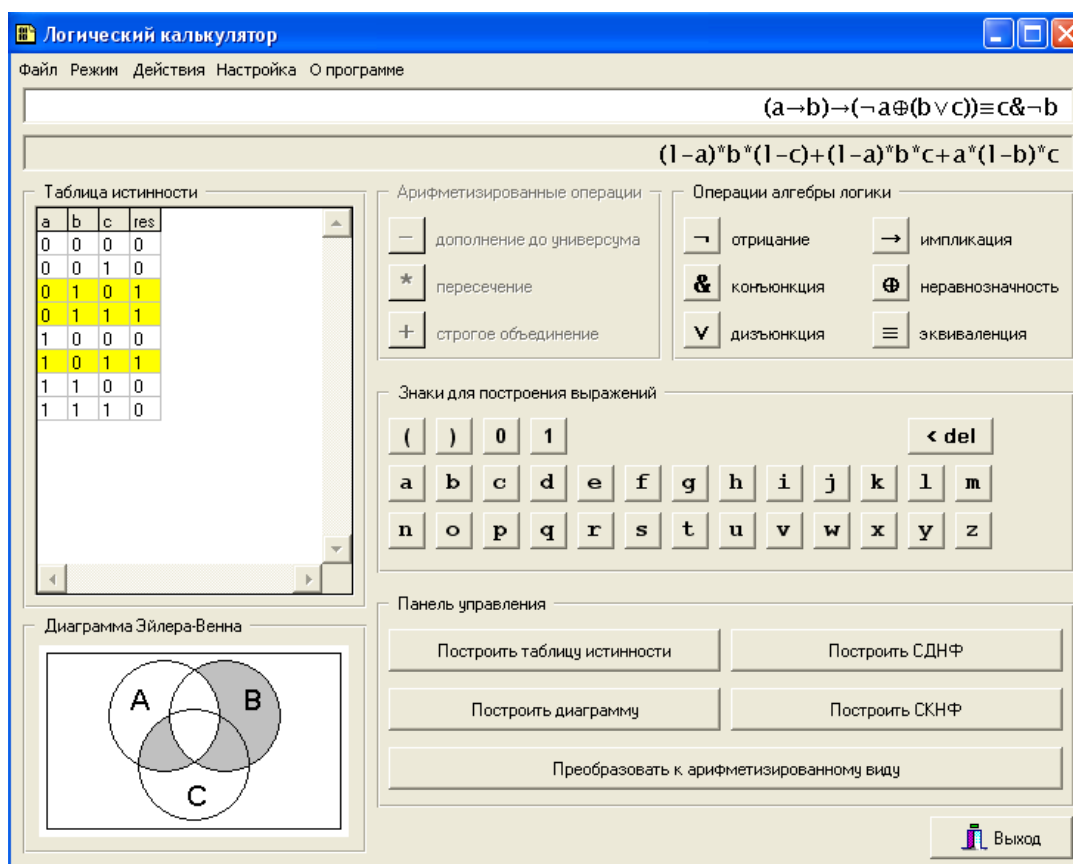


Рис. 2. Пример работы программы

В таблице 2 приведено описание команд главного меню программы.

Таблица 2

Функции команд главного меню

Команда	Описание
<i>Пункт меню «Файл»:</i>	
Загрузить логическое выражение	Загрузить логическое выражение из файла
Сохранить логическое выражение	Сохранить логическое выражение в файл
Сохранить диаграмму	Сохранить построенную диаграмму в файл
Выход	Выход из программы
<i>Пункт меню «Режим»:</i>	
Операции алгебры логики	Перейти в режим использования классических операций алгебры логики
Арифметизированные операции	Перейти в режим использования арифметизированных операций
<i>Пункт меню «Действия»:</i>	
Построить таблицу истинности	Построить таблицу истинности по заданному логическому выражению
Построить диаграмму	Построить диаграмму диаграмму Эйлера-Венна по заданному логическому выражению
Преобразовать к арифметизированному виду	Преобразовать логическое выражение к арифметизированному виду
Преобразовать к СДНФ	Преобразовать логическое выражение к СДНФ
Преобразовать к СКНФ	Преобразовать логическое выражение к СКНФ
<i>Пункт меню «Настройка»:</i>	
Символика	Показать окно выбора символики обозначения логических операций
Цвет	Показать окно для установки цвета визуальных компонентов программы
<i>Пункт меню «О программе»:</i>	
О программе...	Демонстрация краткой информации о программе

Немаловажным достижением данной разработки является то, что данное приложение может быть запущено неоднократно (в силу необходимости): для сравнения эквивалентных разных видов логических выражений (в том числе СКНФ и СДНФ), для сравнения разной символической записи логических выражений

авторов, применяющих эту символику за счет возможности выбора их в настройках соответствующих приложений:

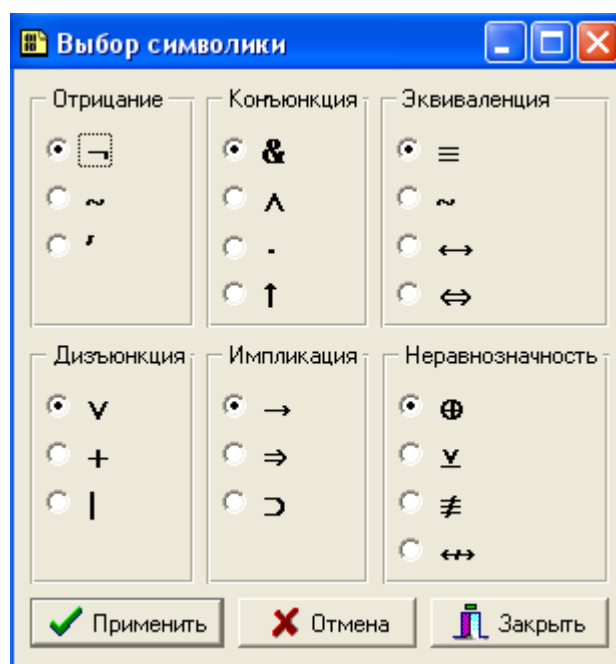


Рис. 3. Окно выбора символики

Другим немаловажным преимуществом «Логического калькулятора» является арифметизированный переход к арифметизированным исчислениям высказываниям.

Для преобразования логического выражения к арифметизированному виду необходимо нажать кнопку «Преобразовать к арифметизированному виду» на панели управления главного окна программы (Рис.1) или выбрать пункт меню «Действия ⇒ Преобразовать к арифметизированному виду». При этом в текстовом поле в верхней части главного окна программы должно быть задано логическое выражение. В результате выполнения этой операции текстовое поле, расположенное ниже, будет содержать арифметизированное выражение, имеющее тот же набор значений, что и исходное логическое выражение. Полученный арифметизированный аналог будет содержать только арифметические операции, поэтому его можно легко включить в программные конструкции практически любого языка программирования.

Литература:

1. Яйлеткан А.А. Основы арифметизированной логики. Часть I. Начала арифметизации логики. – Тюмень: ТОГИРРО, 1999. – 36 с.
2. Яйлеткан А.А. Основы арифметизированной логики. Часть II. Идеальная формула логики или реальная модель Лейбница. Тюмень: ТОГИРРО, 1999. – 42 с.
3. Яйлеткан А.А., Скочин А.В., Быков А.В., Рожков С.П., Пономаренко А.В., Пархимович А.В. НИТ-инструменты логики. // Материалы XVII Международной конференции "Применение новых технологий в образовании". Троицк, 2006. – С. 71.

Научное издание

**НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ И ОБРАЗОВАНИИ**

В авторской редакции

Подписано в печать 24.10.2012. Формат 60х84 1/8. Печ. л. 35,0.
Тираж 100 экз. Заказ № 2240.

Библиотечно-издательский комплекс
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Тюменский государственный нефтегазовый университет».
625000, Тюмень, ул. Володарского, 38.

Типография библиотечно-издательского комплекса.
625039, Тюмень, ул. Киевская, 52.