

УДК 66.011

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫЧИСЛЯЕМЫХ ПСЕВДО-АТТРИБУТОВ
В AVEVA PDMS/E3D/DIAGRAMS ДЛЯ РАСЧЕТА КОДИРОВКИ
КЛАССА ТРУБОПРОВОДА**

**USING COMPUTED PSEUDO-ATTRIBUTES
IN AVEVA PDMS / E3D / DIAGRAMS
FOR CALCULATION OF PIPING CLASS CODING**

**В.Р. Нигматуллин, В.В. Казаков, Н.Д. Михайлова,
Ф.Ф. Риянов, С.М. Мавлютова**

**Уфимский государственный нефтяной технический университет,
г. Уфа, Российская Федерация**

**Vil' R. Nigmatullin, Viktor V. Kazakov, Nadezhda D. Mikhailova,
Fanis F. Riyanov, Svetlana M. Mavlyutova**

**Ufa State Petroleum Technological University,
Ufa, Russian Federation**

e-mail: ikafedraig@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена проблеме автоматизации и оптимизации процесса проектирования объектов в нефтегазохимической отрасли за счет внедрения интеллектуальных алгоритмов при расчете кодировки класса трубопроводов в системе AVEVA PDMS/E3D/DIAGRAMS. В ходе проектных работ часто возникает задача назначения трубопроводу определенного класса в зависимости от материала, среды, условий эксплуатации. Применение пользовательских псевдо-атрибутов для динамического расчета кодировки класса трубопровода позволяет решить эту задачу. Реализована программа на языке C# для регистрации псевдо-атрибута через предоставляемый программный интерфейс приложения

(API – application programming interface). Полученный в ходе работы результат позволяет быстро и качественно в автоматическом режиме на основе технологических параметров трубопровода определить кодировку класса.

Abstract. The article is devoted to the problem of automation and optimization of the process of designing objects in the petrochemical industry due to the introduction of intelligent algorithms when calculating the class encoding of pipelines in the AVEVA PDMS / E3D / DIAGRAMS system. In the process of design, the task often arises of assigning a certain class of pipeline to a pipeline depending on the material, environment, and operating conditions. The use of custom pseudo-attributes for the dynamic calculation of the encoding of a class of a pipeline allows us to solve this problem. A C # program was implemented to register a pseudo-attribute through the provided application programming interface (API – application programming interface). The result obtained in the process of work allows you to quickly and efficiently automatically determine the class coding based on the technological parameters of the pipeline.

Ключевые слова: AVEVA; DIAGRAMS; PDMS; E3D; псевдо-атрибут; класс трубопровода

Key words: AVEVA; DIAGRAMS; PDMS; E3D; pseudo-attribute; pipeline class

В продуктах САПР компании Aveva принято хранить дополнительную пользовательскую информацию об элементах модели в атрибутах (User Defined Attributes, или UDA). UDA [1] бывают двух типов – обычные и псевдо-атрибуты. Отличие псевдо-атрибута от обычного заключается в том, что псевдо-атрибутом вычисляется динамически на основе различных

исходных данных (включая данные, полученные на основе других атрибутов).

В данной статье будет показано применение пользовательских псевдо-атрибутов для динамического расчета кодировки класса трубопровода. Необходимую логику можно применить как к элементам типа PIPE, используемым в модуле DESIGN (MODEL), так и к элементам SCPLIN, используемым в Diagrams.

Для использования псевдо-атрибутов необходимо написать модуль на C# через предоставляемый программный интерфейс приложения (API – application programming interface).

Для начала определимся с методикой кодирования классов трубопроводов (таблицы 1–5). Возьмем для примера класс **B025A1v** и расшифруем.

Таблица 1. Расшифровка класса B025A1v

В	025	А	1	v
Символ материала	Давление	Символ продукта	Прибавка на коррозию	Дополнительный символ

Таблица 2. Символы материала

Символ	Материал
А	Сталь 20, Сталь 17Г1С
В	Сталь 09Г2С
С	Сталь 08Х18Н10Т
Д	Сталь 12Х18Н10Т
Е	Сталь 15Х5М

Ряд допустимые значений давлений (кгс/см²) в именовании класса [2]: 016, 025, 040, 063, 100, 160, 250, 420.

Таблица 3. Символы продуктов

Символ	Условия среды
A	Углеводородные и общие технологические линии (с термообработкой)
B	Углеводородные и общие технологические линии (без термообработки)
C	Факельные системы
D	Вода
E	Воздух КИП, воздух технический, азот
F	Пар, конденсат, горячая вода

Таблица 4. Прибавки на коррозию

Символ	0	1	2	3	4	5
Допуск (мм)	нет	до 1	до 2	до 3	до 4	до 5

Таблица 5. Дополнительные символы

Символ	Условие
v	Вакуум
I	Трубопроводы групп А, Б, относящиеся к блоку I категории взрывоопасности
a	Трубопроводы групп А(a)
b	Трубопроводы групп А, Б

Для создания псевдо-атрибута (рисунок 1) необходимо пройти два этапа: добавление псевдо-атрибута (PseudoUDA) в модуль Lexicon и подключение кода (регистрация делегата), который будет содержать логику вычисления псевдо-атрибута.

После перехода в модуль Lexicon создадим необходимые элементы, в частности, создадим мир UWRL (пространство пользовательских атрибутов) для хранения UDA, а также сам псевдо-атрибут: **PipeClass**.

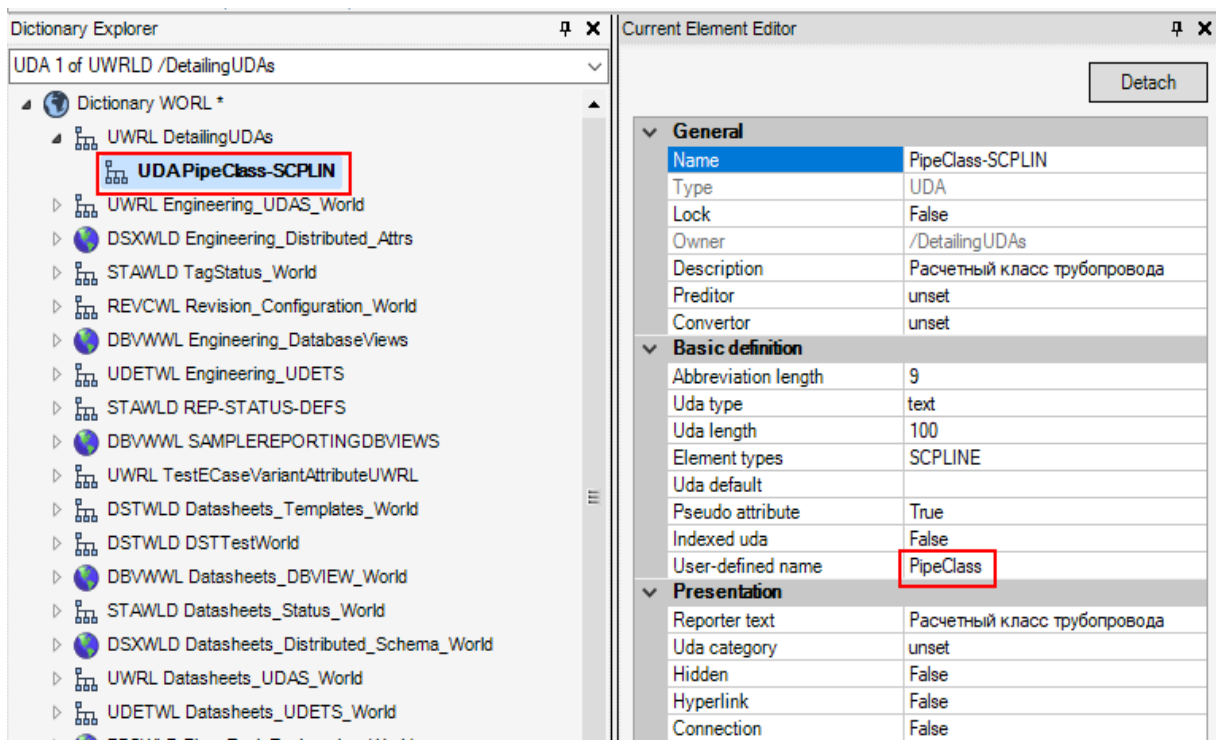


Рисунок 1. Добавление псевдо-атрибута

В дальнейшем необходимо написать модуль на языке C#, содержащий основную логику вычисления кодировки класса трубопровода, а также механизм регистрации функции вычисления псевдо-атрибута.

Код регистрации делегата (функции) псевдо-атрибута:

```
SpecPseudo.attr = DbAttribute.GetDbAttribute(":PipeClass");
if (SpecPseudo.attr == null)
    return;
DbPseudoAttribute.GetStringDelegate attDelegate =
    new DbPseudoAttribute.GetStringDelegate(SpecPseudo.AttributeValueCalculation);
// Для каких типов элементов считать атрибут
DbPseudoAttribute.AddGetStringAttribute(SpecPseudo.attr, DbElementTypeInstance.SCPLINE, attDelegate);
```

Как можно видеть из кода, основная логика расчета атрибута будет заключена в функции `AttributeValueCalculation`. Как только среда SAP Aveva посчитает нужным получить значение кодировки класса, автоматически будет вызвана эта функция и произведен расчет.

Рассмотрим основные составные блоки данной функции.

Символ материала получаем путем анализа текстового атрибута трубы `:Material`, впоследствии по значению ищется соответствие согласно словарю символов материалов.

```
// Символ материала А016В2а
//      ^
string materialSymbol = "?";
string material = "";
try
{
    elem.GetValidAsString(DbAttribute.GetDbAttribute(":Material"), ref material);
    materialSymbol = materials[material];
}
catch (Exception e)
{ }
```

Символ давления подбирается согласно ГОСТ 356-80 [2]. При этом по расчетному давлению подбирается номинальное давление, по которому и определяется кодировка класса по давлению. Под номинальным давлением следует понимать наибольшее избыточное давление при температуре среды 293 К (20 °С), при котором допустима длительная работа арматуры и деталей трубопровода, имеющих заданные размеры, обоснованные расчетом на прочность при выбранных материалах и характеристиках их прочности, соответствующих температуре 293 К (20 °С). Также при этом учитывается материал трубопровода.

```
// Символ давления А016В2а
//      ^^^
string nomPressureSymbol = "???" ;
double? nomPressure = -10000.0;
try
{
    // Давление в МПа
    double? maxDesignPressure = elem.GetDouble(DbAttributeInstance.DPREMA) * 0.000001;
    double? maxDesignTemp = elem.GetDouble(DbAttributeInstance.DTMPMA);

    switch (material)
    {
        case "сталь 20":
            nomPressure = SampleData.St20.GetPy(maxDesignTemp, maxDesignPressure);
            break;
    }
}
```

Символ продукта определяется путем извлечения символа из объекта, описывающего свойства технологической среды трубопровода (FLUREF – ссылка на среду).

```
// Символ продукта A016B2a
//
string productSymbol = "?";
try
{
    DbElement fluRef = elem.GetElement(DbAttributeInstance.FLUR);
    if (!fluRef.IsNull)
    {
        fluRef.GetValidAsString(DbAttribute.GetDbAttribute(":СимволПродукта"), ref productSymbol);
        string thermo = "";
        elem.GetValidAsString(DbAttribute.GetDbAttribute(":Термообработка"), ref thermo);

        if (productSymbol == "B" && thermo == "Да")
            productSymbol = "A";

        if (productSymbol == "unset" || productSymbol == null)
            productSymbol = "?";
    }
}
}
```

Символ коррозии определяется умножением скорости коррозии на срок службы и последующим округлением до ближайшего целого числа.

```
// Символ коррозии A016B2a
//
string corr = "?";
try
{
    double corrSpeed = elem.GetDouble(DbAttribute.GetDbAttribute(":Corrspeed"));
    double srok = elem.GetDouble(DbAttribute.GetDbAttribute(":Srok"));
    corr = Math.Ceiling(corrSpeed * srok).ToString();
}
}
```

Дополнительный символ зависит от группы трубопровода, давления и принадлежности к блоку I категории взрывоопасности.

```
// Символ дополнительный A016B2a
//
string symbol = "";
try
{
    string category = "";
    elem.GetValidAsString(DbAttribute.GetDbAttribute(":Category"), ref category);

    if (!string.IsNullOrEmpty(category) && category != "-")
    {
        if (nomPressure != -10000.0 && nomPressure <= 1.6 && Regex.IsMatch(category, @"Aa"))
            symbol = "a";
        else if (Regex.IsMatch(category, @"[AB]")
            && (nomPressure != -10000.0 && nomPressure <= 1.6 && nomPressure > 0.1))
            symbol = "b";
        else if (pipe.Py <= 1.6 && pipe.Block1Category == "да")
            symbol = "I";
    }
}
}
```

В итоге искомая величина псевдо-атрибута :PipeClass будет собрана из составляющих частей. При этом, если по какой-либо причине вычислить какую-либо из частей не удалось, произойдет подстановка знаков ?, что будет являться сигналом для проверки исходных данных проектировщиком.

```
// Класс
string spec = "${materialSymbol}{nomPressureSymbol}{productSymbol}{corr}{symbol}";
```

При выборе элемента типа SCPLIN (трубопровод) мы видим наш атрибут и полученное значение, вычисляемое динамически на основе исходных атрибутов трубопровода (рисунок 2).

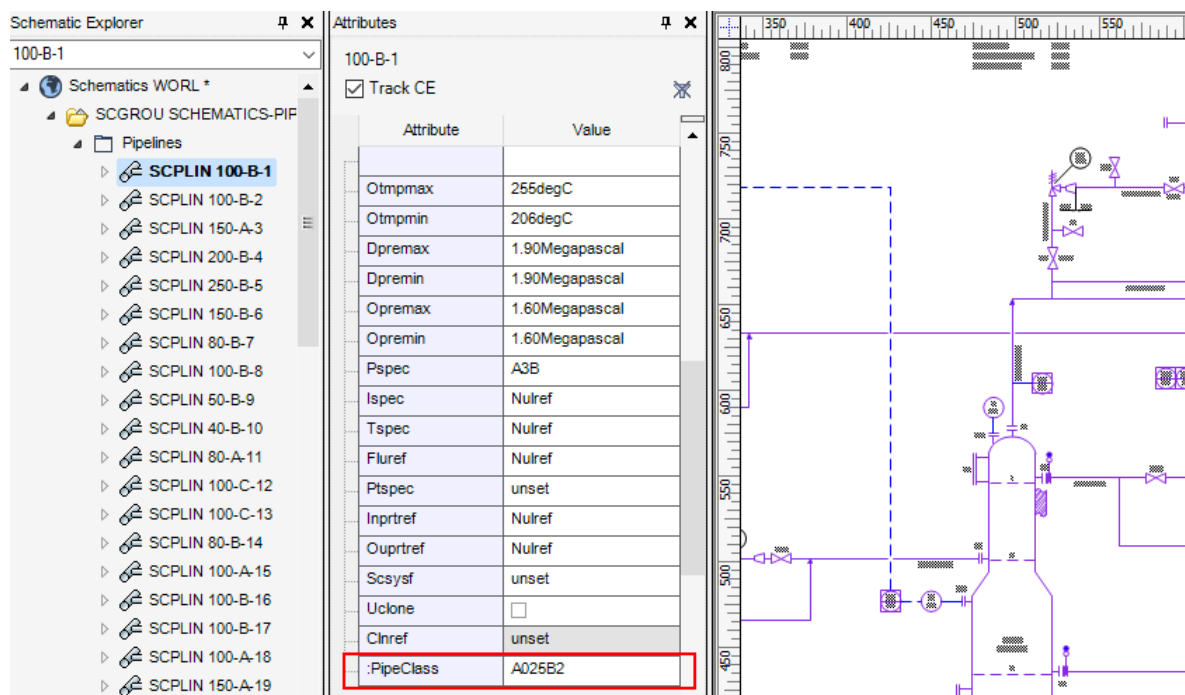


Рисунок 2. Выбор элемента типа SCPLIN

Данные инструменты были апробированы в рамках созданного в УГНТУ «Технологического центра компании AVEVA». Полученный в ходе работ результат позволяет быстро и качественно в автоматическом режиме на основе заданных технологических параметров трубопровода определить кодировку класса.

Вывод

Реализована программа на языке С# для регистрации псевдо-атрибута через предоставляемый API. Полученный результат позволяет быстро и качественно в автоматическом режиме на основе технологических параметров трубопровода определить кодировку класса

Список используемых источников

1. Aveva – вычисляемые псевдо-атрибуты // SMFD.RU. URL: <http://smfd.ru/blog/aveva-pseudo-attributes> (дата обращения: 24.04.2019).
2. ГОСТ 356-80 (СТ СЭВ 253-76). Арматура и детали трубопроводов. Давления номинальные, пробные и рабочие. Ряды. М.: Стандартиформ, 2006. 20 с.

References

1. Aveva – vychislyaemye psevd-atributy [Aveva-Calculated Pseudo-Attributes]. SMFD.RU. Available at: <http://smfd.ru/blog/aveva-pseudo-attributes> (accessed 24.04.2019). [in Russian].
2. GOST 356-80 (ST SEV 253-76). Armatura i detali truboprovodov. Davleniya nominal'nye, probnye i rabochie. Ryady [State Standard 356-80 (ST SEV 253-76). Valves and Parts of Pipe-Lines. Nominal, Test and Operational Pressures. Series]. Moscow, Standartinform Publ., 2006. 20 p. [in Russian].

Сведения об авторах

About the authors

Нигматуллин Виль Ришатович, канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Комплексный инжиниринг и компьютерная графика», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Vil' R. Nigmatullin, Candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor, Head of Integrated Engineering and Computer Graphics Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: ikafedraig@mail.ru

Казаков Виктор Викторович, магистрант кафедры «Комплексный инжиниринг и компьютерная графика», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Viktor V. Kazakov, Undergraduate Student of Integrated Engineering and Computer Graphics Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: kazakov.vityusha83@mail.ru

Михайлова Надежда Геннадьевна, магистрант кафедры «Комплексный инжиниринг и компьютерная графика», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Nadezhda G. Mikhailova, Undergraduate Student of Integrated Engineering and Computer Graphics Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: Nadusha-mihailova@mail.ru

Риянов Фанис Фанурович, магистрант кафедры «Комплексный инжиниринг и компьютерная графика», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Fanis F. Riyanov, Undergraduate Student of Integrated Engineering and Computer Graphics Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: fanis.riyanov@mail.ru

Мавлютова Светлана Мазитовна, ассистент кафедры «Комплексный инжиниринг и компьютерная графика», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Svetlana M. Mavlyutova, Assistant of Integrated Engineering and Computer Graphics Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: mavsveta@mail.ru