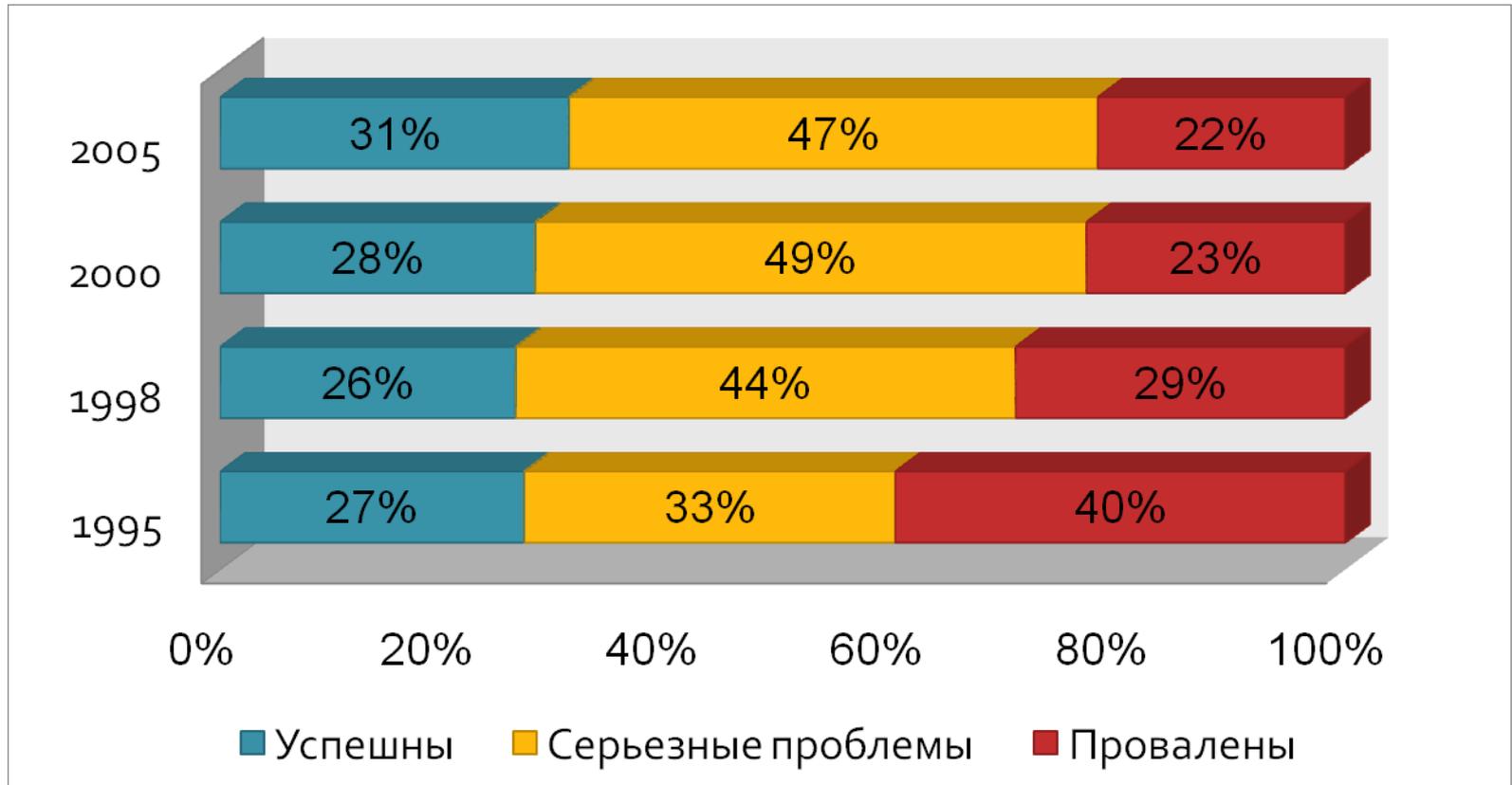




**МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ОБЪЕКТНО-
ОРИЕНТИРОВАННОГО
ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА
ЭТАПЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Актуальность



Успешность IT проектов по данным компании
The Standish Group International

Актуальность



Способы мониторинга качества

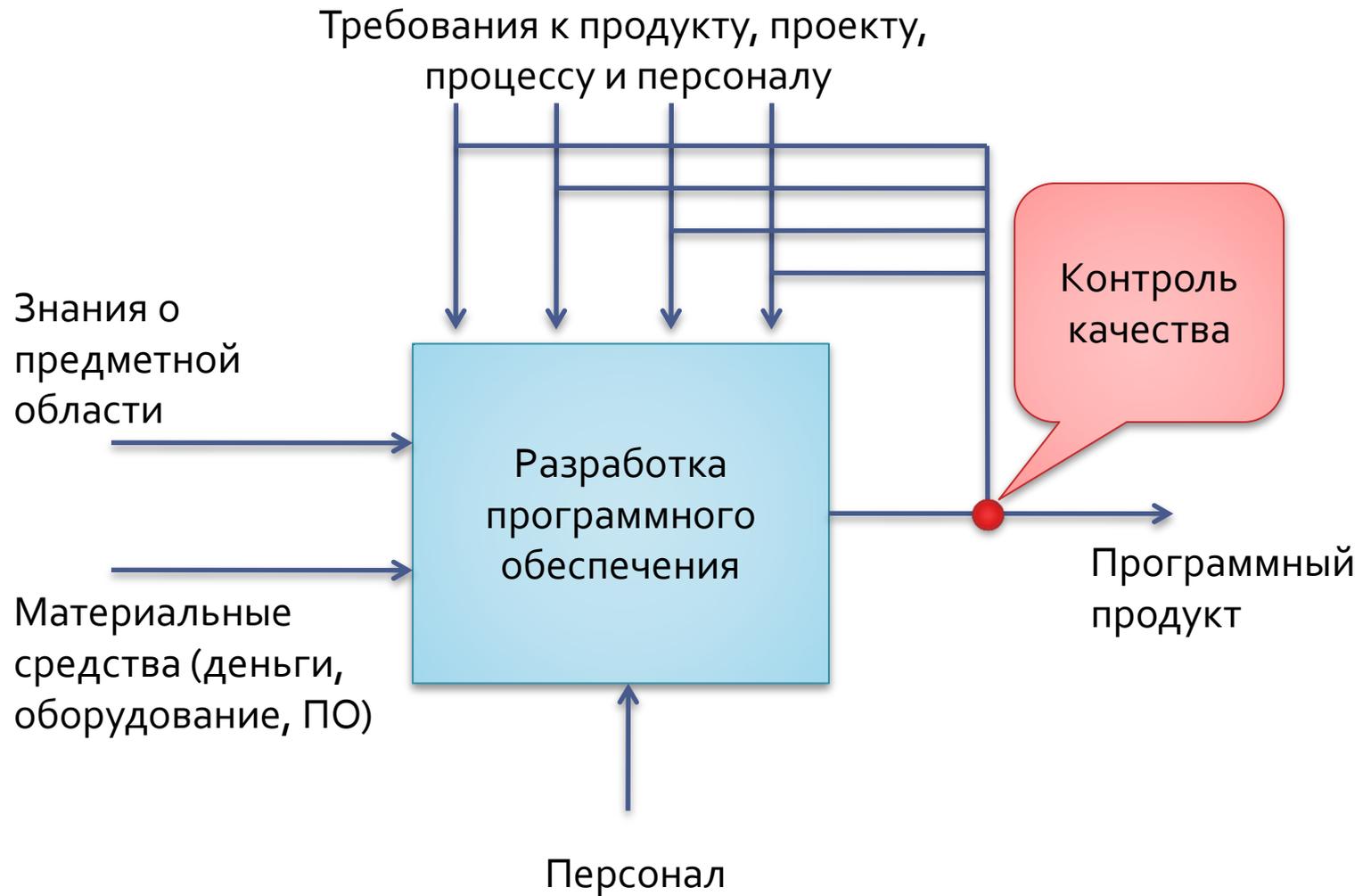
Привлечение
внешних
консультантов

- Высокая стоимость до 30-40%
- Разглашение информации

Использование
информации о
метриках

- Необходимость присутствия эксперта
- Наличие исторически собранной информации

Процесс разработки ПО



Методы мониторинга качества

Оценка сложности реализации

Анализ метрических показателей

Анализ взаимных зависимостей

- Ориентированы на предварительную оценку трудозатрат
- Требуют большого количества собранной исторической информации
- Требуют специальных навыков и знаний
- Требуют значительного времени для получения результата

Автоматизированный мониторинг характеристик качества проекта ООПП

Для исследования выбраны:

- Проекты, в которых применяется объектно-ориентированный подход в разработке
- Этап технического проектирования
- Пять наиболее важных показателей внутреннего качества проекта

Характеристики проектной модели

Сложность реализации (**complexity**, $CPLX(X)$)

№	Название термина	Определение термина
1	Проект не реализуем	Затраты на реализацию модели сравнимы или больше, чем экономический эффект от продукта
2	Проект трудно реализуем	Затраты на конструирование проекта более чем в два раза превышают затраты на построение проектной модели.
3	Проект реализуем	Затраты на конструирование проекта сопоставимы с затратами на построение проектной модели.
4	Проект легко реализуем	Затраты на конструирование проекта меньше затрат на построение проектной модели.

Характеристики проектной модели

Сложность изменения (**volatility**, $VLT(X)$)

№	Название термина	Определение термина
1	Проект не изменяем	Затраты на модернизацию программного продукта равны или больше, чем реализация нового продукта с модернизированной функциональностью
2	Проект трудно изменяем	При модернизации программного продукта меняется больше старого кода, чем добавляется нового
3	Проект изменяем	При модернизации программного продукта добавляется больше нового кода, чем изменяется старого
4	Проект легко изменяем	При модернизации программного продукта добавляется только новый код

Характеристики проектной модели

Сложность сопровождения (**maintenance**, $MNTN(X)$)

№	Название термина	Определение термина
1	Проект не сопровождаем	Затраты на сопровождение равны или превышают годовой экономический эффект программного продукта
2	Проект трудно сопровождаем	Затраты на сопровождение меньше годового экономического эффекта продукта
3	Проект сопровождаем	Затраты на сопровождение составляют не более 30% от годового экономического эффекта продукта
4	Проект легко сопровождаем	Затраты на сопровождение составляют не более 10% от годового экономического эффекта продукта

Характеристики проектной модели

Подверженность ошибкам (**weakness**, $WCK(X)$)

№	Название термина	Определение термина
1	Проект подвержен критическому количеству ошибок	Для проекта характерна сильная уязвимость, исправление всех ошибок будет сравнимо по времени и по стоимости с разработкой проекта
2	Проект будет содержать большое количество ошибок	Стоимость исправления всех ошибок в программном продукте составляет менее 50% от стоимости разработки проекта
3	Проект будет содержать среднее количество ошибок	Стоимость исправления всех ошибок в программном продукте составляет менее 20% от стоимости разработки проекта
4	Проект мало подвержен ошибкам	Стоимость исправления всех ошибок в программном продукте составляет менее 10% от стоимости разработки проекта

Характеристики проектной модели

Возможность повторного использования (**recycling**, $RCCL(X)$)

№	Название термина	Определение термина
1	Проект непригоден к повторному использованию	Затраты на изменение проектной модели под новый проект превышают затраты на создания новой модели
2	Проект трудно повторно использовать	Затраты на изменение проектной модели под новый проект меньше затрат на создания новой модели
3	Проект можно повторно использовать	Затраты на изменение проектной модели под новый проект составляют не более 50% затрат на создание новой модели
4	Проект нужно повторно использовать	Затраты на изменение проектной модели под новый проект составляют не более 10% затрат на создание новой модели

Автоматизированный мониторинг качественных характеристик ООПП

- Унифицировать расчет метрических показателей для различных этапов процесса разработки
- Связать точные количественные значения метрических показателей с характеристиками качества

Анализируемые элементы проекта

Диаграммы UML

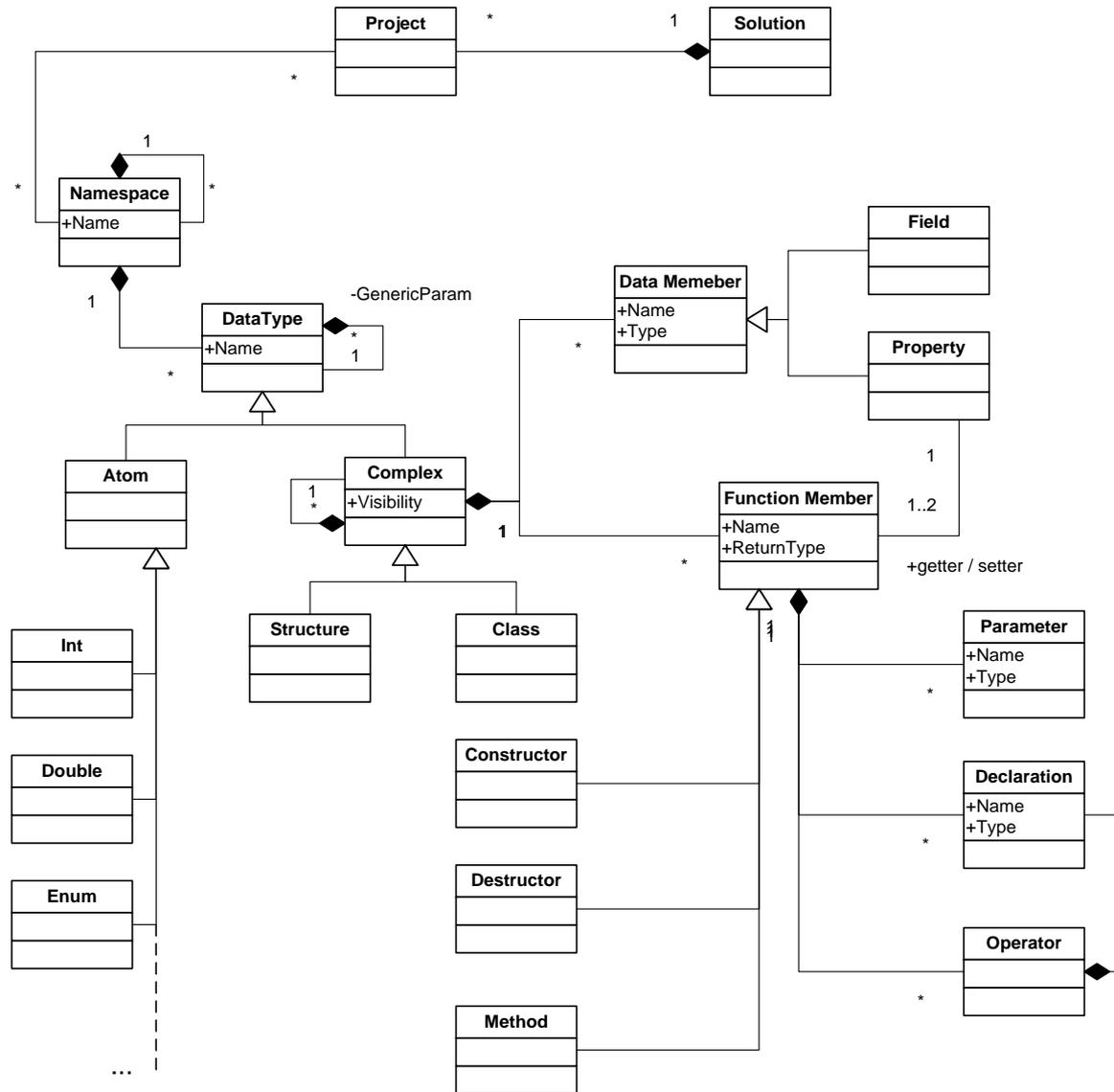
Исходный код на
императивном языке

Исполняемые
бинарные файлы



Модель проекта

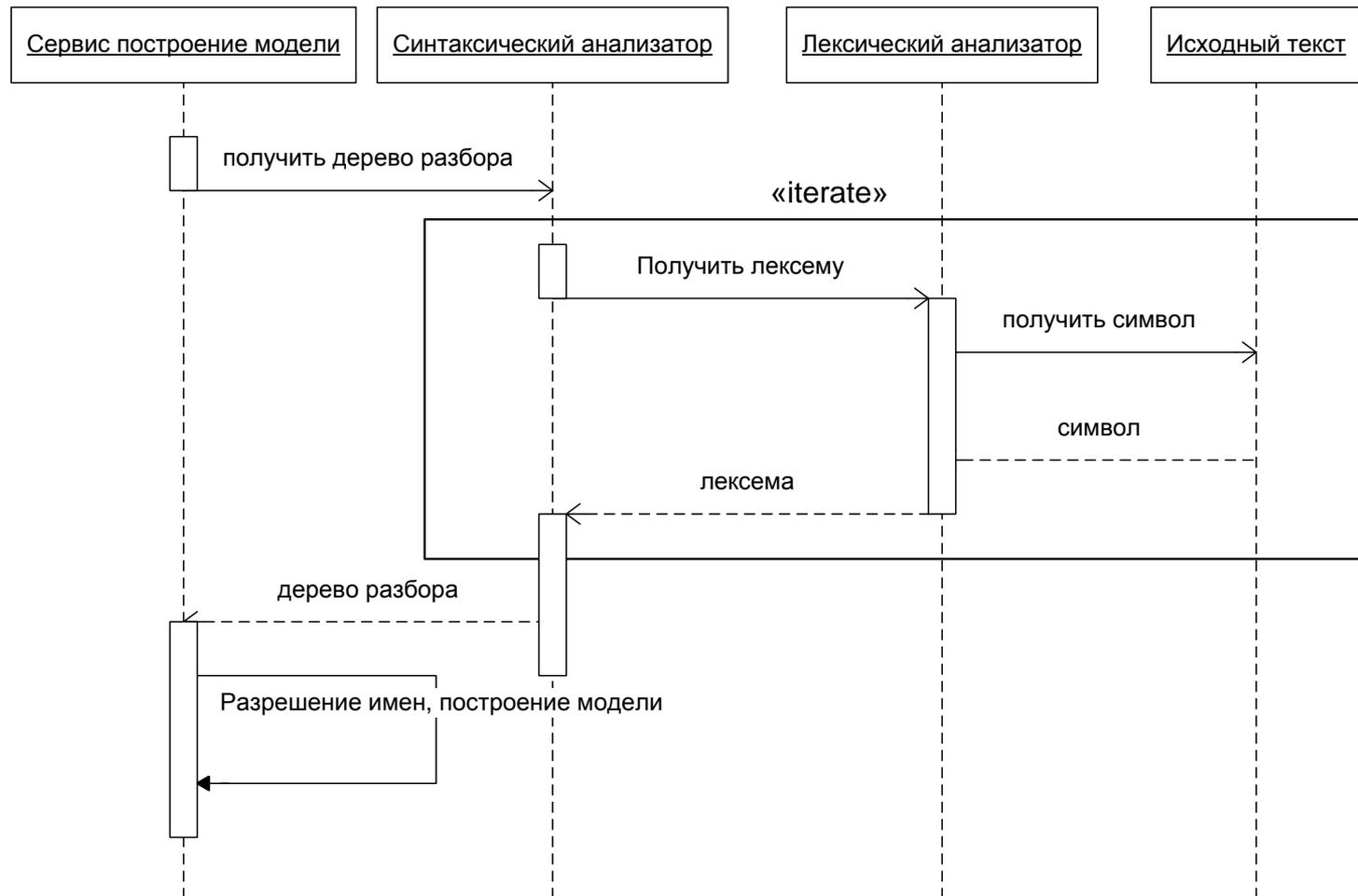
Метамодель проекта ООП



Построение модели проекта ООПП на основе диаграмм UML



Построение модели проекта ООПП на основе программного кода



Построение модели проекта ООПП на основе исполняемых файлов



Применение проектной модели

- Совмещение данных о проекте из различных элементов
- Сохранение данных для текущего состояния проекта с целью использовать их в дальнейшем
- Простое вычисление метрических показателей с использованием SQL и LINQ
- Возможность применения с начала технического проектирования

Метод анализа характеристик качества проектной модели

- Задача определения характеристик качества на основе метрических показателей проектной модели **сводится** к задаче нечеткой классификации в N -мерном пространстве.
- Поскольку характеристики качества выражены в виде лингвистических переменных решение задачи может осуществляться с использованием правил нечеткой логики

Метод анализа характеристик качества проектной модели

- Метод предполагает использование правил с MISO структурой:

P_i : Если x_1 есть A_{i1} И ... И x_j есть A_{ij} И ... И x_m есть A_{im} ТО y есть $B_i, i = 1, \dots, n$

- Значения входных переменных являются четкими нормализованными значениями метрик
- Все термы входных и выходных переменных представлены гауссовыми функциями $y = e^{-\left(\frac{x-a}{b}\right)^2}$
- Значения параметров термов изначально не определены и поэтому база правил не может решать поставленную задачу сразу.

Метод анализа характеристик качества проектной модели

- Нечеткая импликация – нечеткое произведение
- Т-норма – нечеткое произведение
- Аккумулятивное активизированных заключений правил не проводится
- Метод дефаззификации – средний центр

Метод анализа характеристик качества проектной модели

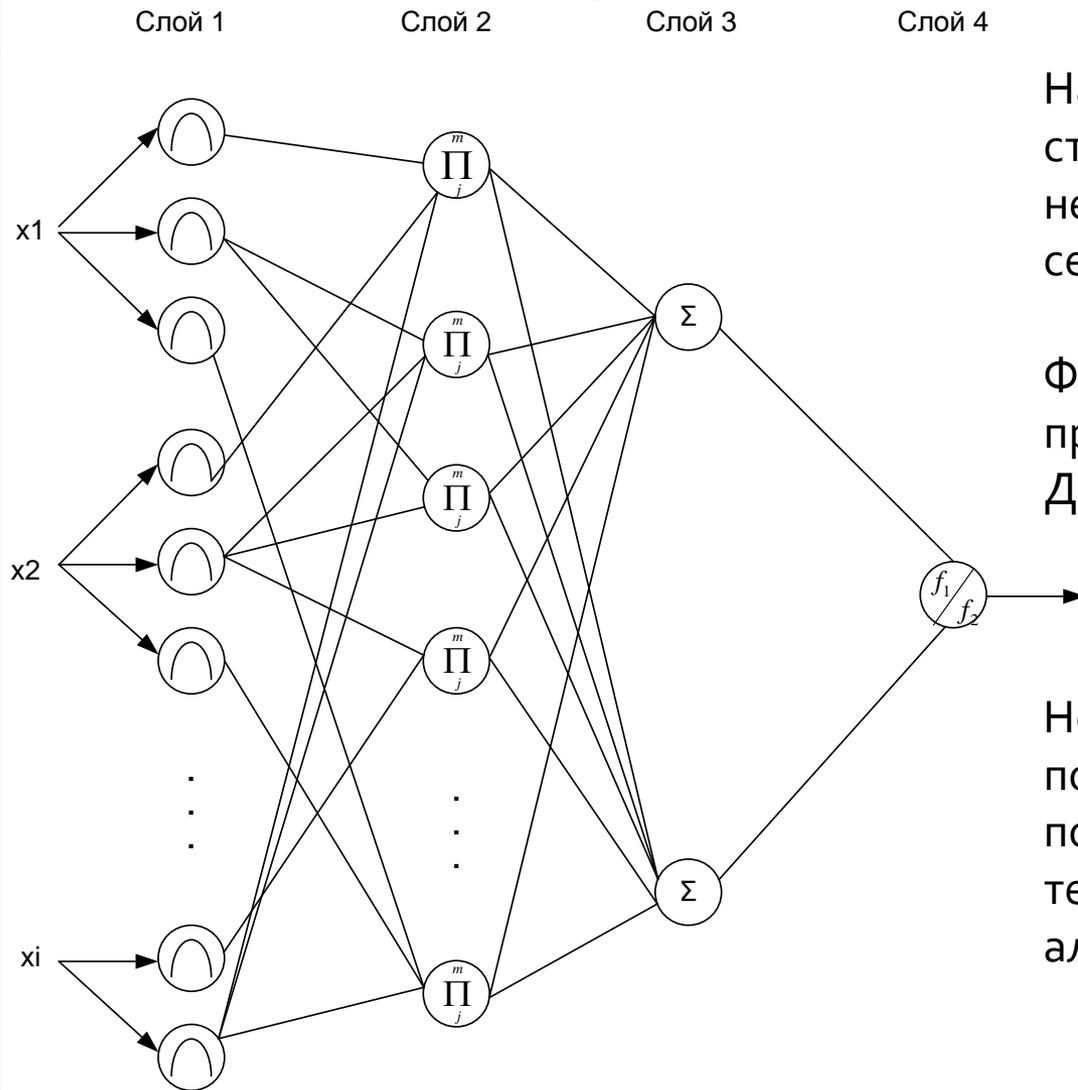
- Нечеткую продукционную модель можно отобразить следующим образом:

$$y' = \frac{\sum_{i=1}^n c_i \prod_{j=1}^m \exp \left[- \left(\frac{x'_j - a_{ij}}{b_{ij}} \right)^2 \right]}{\prod_{j=1}^m \exp \left[- \left(\frac{x'_j - a_{ij}}{b_{ij}} \right)^2 \right]}$$

где

- y' - деффазицированный результат работы сети
 c_i - центры соответствующих термов заключений
 a_{ij}, b_{ij} - центры и ширины термов посылок

Метод анализа характеристик качества проектной модели

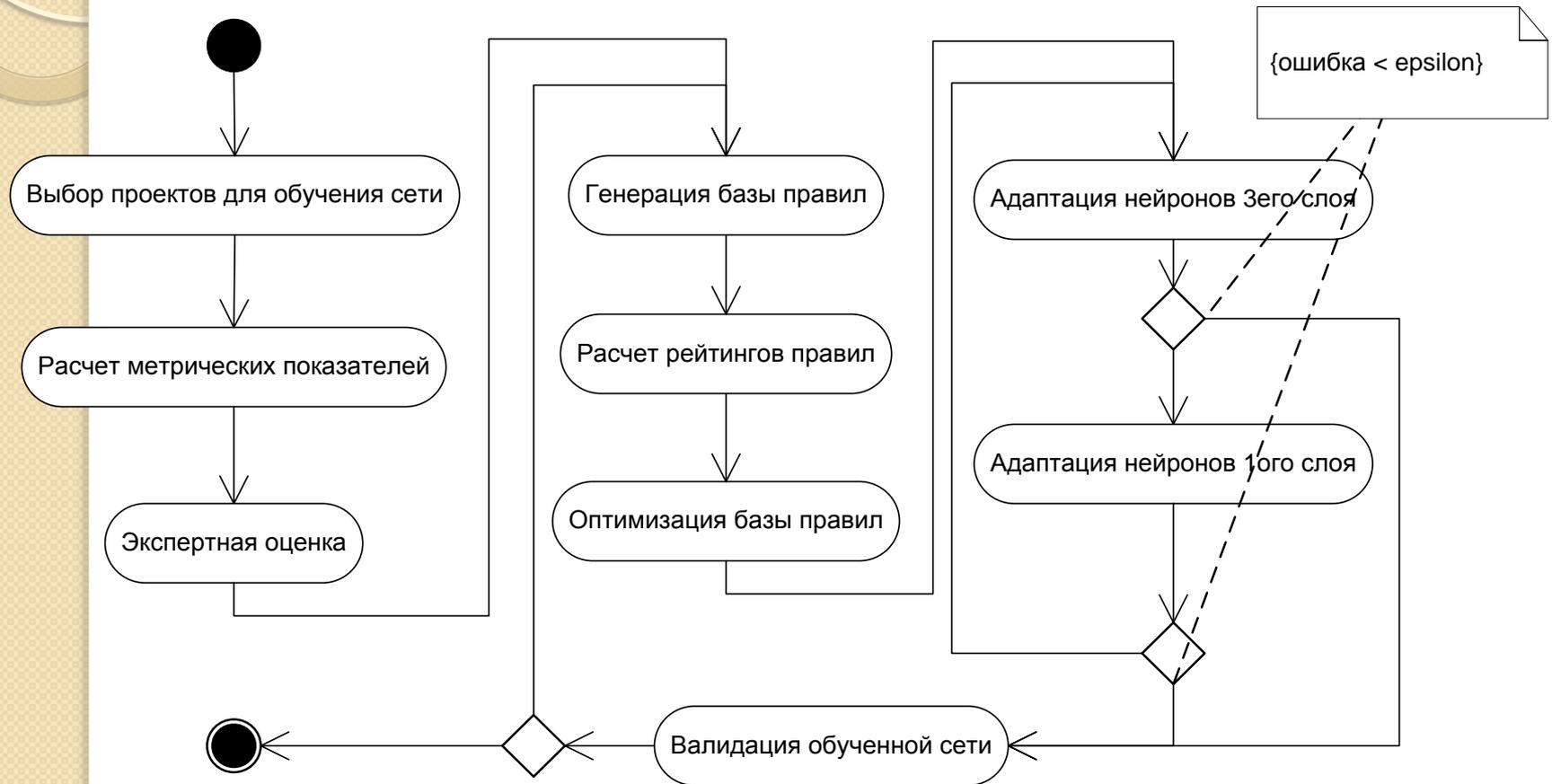


На основе базы правил строится нечеткая нейронная продукционная сеть .

Форма сети впервые предложена Л.Х. Вангом и Дж.М. Менделем

Нечеткая нейронная сеть позволит проводить подстройку значений термов с использованием алгоритмов обучения

Настройка и обучение нейронной сети



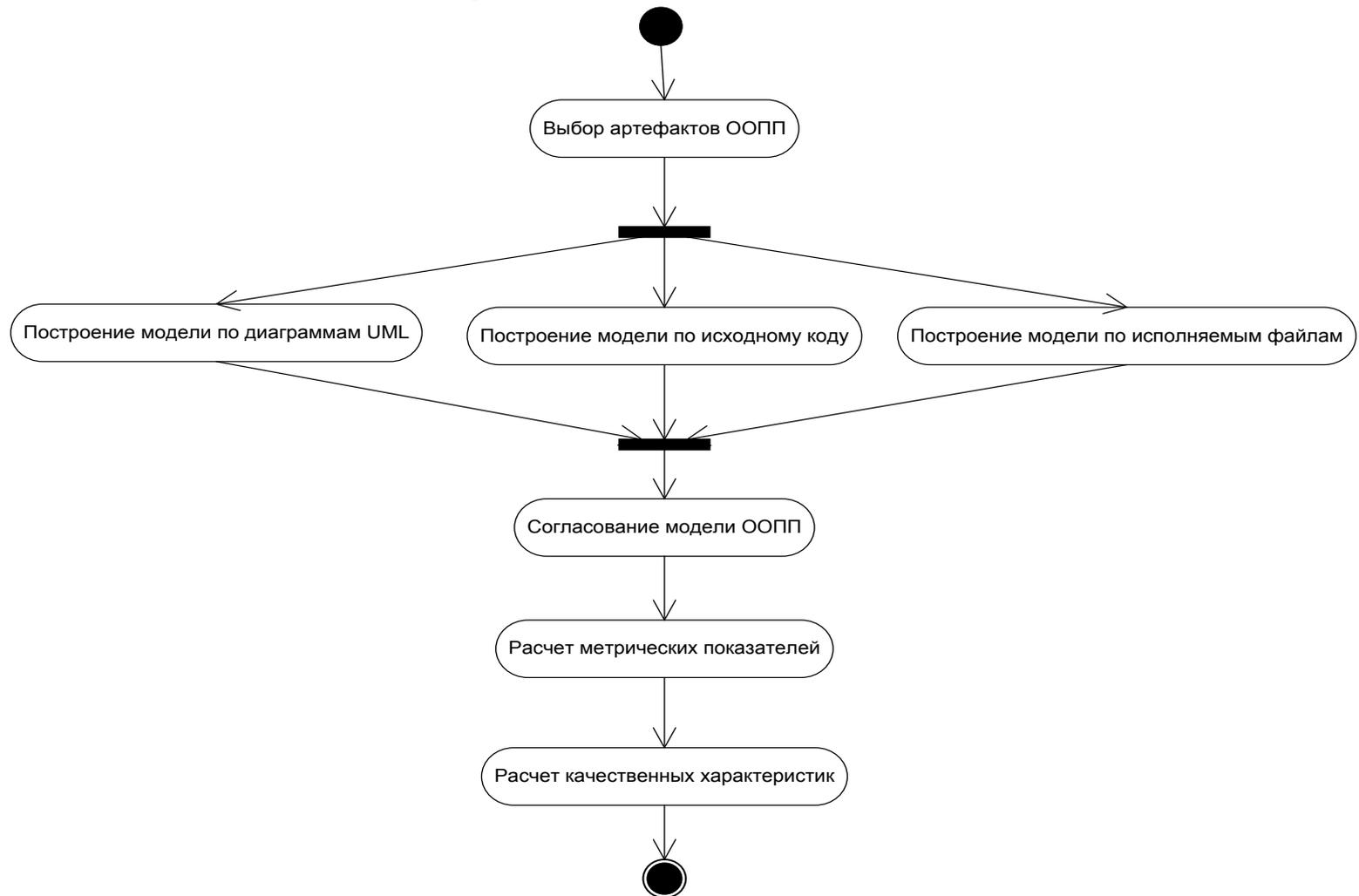
Обучение нейронной сети методом обратного распространения ошибки

$$c_i^{(t+1)} = c_i^{(t)} - \eta \frac{(y^{r(k)} - y^{(k)}) \prod_{j=1}^m \exp \left[- \left(\frac{x_j^{(k)} - a_{ij}}{b_{ij}} \right)^2 \right]}{\sum_{l=1}^n \prod_{j=1}^m \exp \left[- \left(\frac{x_j^{(k)} - a_{lj}}{b_{lj}} \right)^2 \right]},$$

$$a_{ij}^{(t+1)} = a_{ij}^{(t)} - \eta \frac{\partial E^{(k)}}{\partial a_i^{(t)}} = a_{ij}^{(t)} - \eta \frac{2(x_j^{r(k)} - a_{ij}^{(t)})(y^{(k)} - y^{(k)})(c_i - y^{(k)}) \prod_{l=1}^n \exp \left[- \left(\frac{x_l^{r(k)} - a_{il}^{(t)}}{b_{il}} \right)^2 \right]}{b_{ij}^2 \sum_{h=1}^n \prod_{l=1}^m \exp \left[- \left(\frac{x_l^{r(k)} - a_{hl}^{(t)}}{b_{hl}} \right)^2 \right]}$$

$$b_{ij}^{(t+1)} = b_{ij}^{(t)} - \eta \frac{\partial E^{(k)}}{\partial b_i^{(t)}} = b_{ij}^{(t)} - \eta \frac{2(x_j^{r(k)} - a_{ij}^{(t)})^2 (y^{(k)} - y^{(k)})(c_i - y^{(k)}) \prod_{l=1}^m \exp \left[- \left(\frac{x_l^{r(k)} - a_{il}^{(t)}}{b_{il}} \right)^2 \right]}{b_{ij}^2 \sum_{h=1}^n \prod_{l=1}^m \exp \left[- \left(\frac{x_l^{r(k)} - a_{hl}^{(t)}}{b_{hl}} \right)^2 \right]}$$

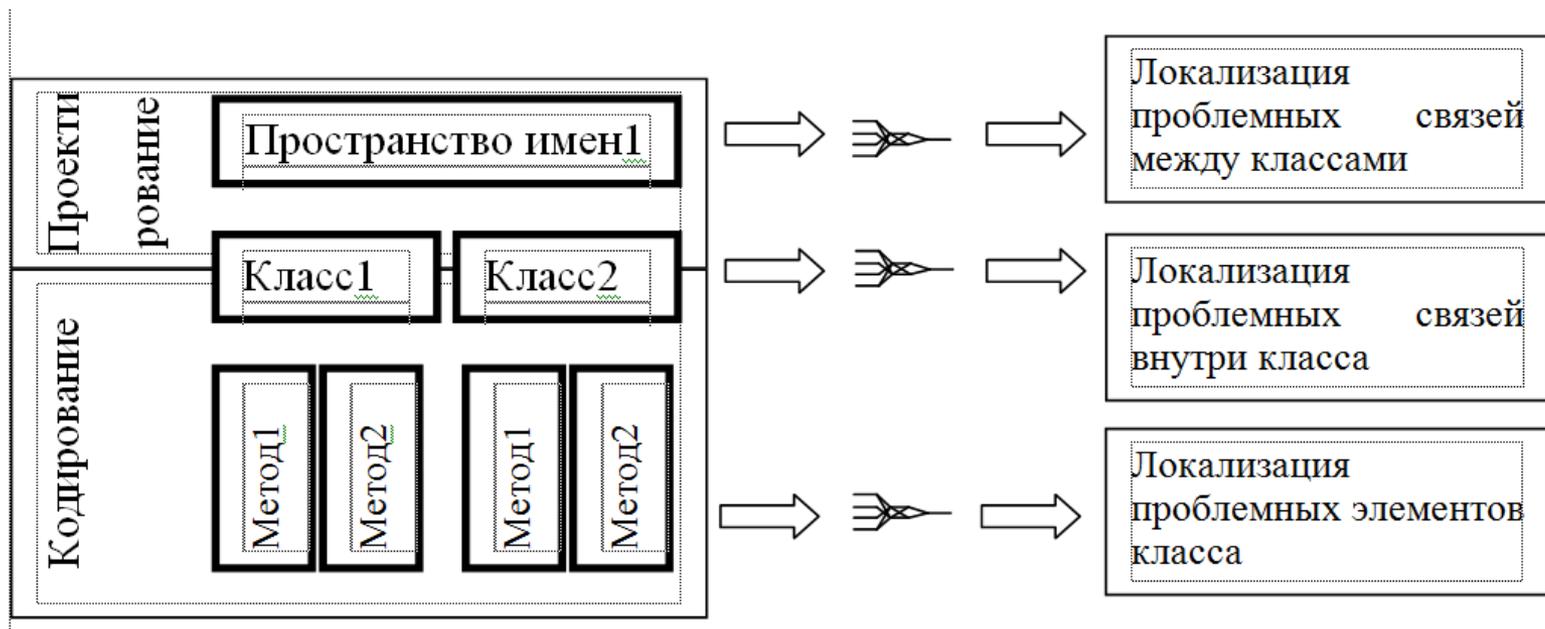
Алгоритм оценки характеристик качества проекта ООПП



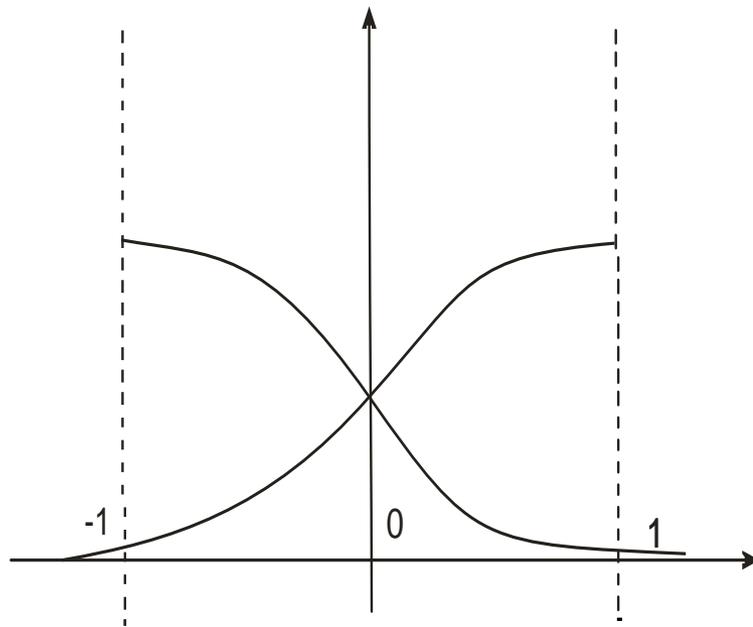
Применение метода. Локализация проблемных элементов модели

- Входными параметрами для разных видов задач локализации являются метрики, относящиеся к соответствующему уровню модели.
- Выходными значениями будут являться признаки плохого кода, указывающие на возможность применения того или иного вида рефакторинга.

Локализация проблемных элементов модели

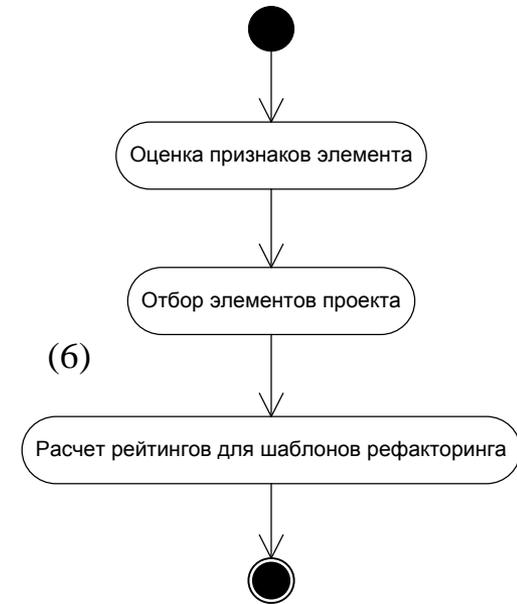


Локализация проблемных элементов модели



Форма термов заключения

$$r_i^{\text{эл}} = \sum_{j=1}^N \mu_{j1} (WM_j (X^{(\text{эл})}))$$



Алгоритм работы советующей подсистемы

Применения метода. Определение компетенций разработчиков

- Оценивать компетенции персонала предлагается на основе оценки изменений в проекте, которые совершает каждый участник команды разработки.
- Каждая компетенция будет представлена нечеткой переменной с двумя термами {достаточно, недостаточно}

Определение компетенций

$$C_m = F(\{I_m(X_i, X_{i-1})\})$$

где

X_i – элементы проекта с номером версии i

C_m – вектор компетенций участника команды разработки m .

$I_m(X_i, X_{i-1})$ – вектор факторов влияния на проект i изменения произведенного разработчиком m

Определение компетенций

- Функция C_m может быть вычислена как вектор усредненных значений факторов влияния
- Значение переменной компетенции можно вычислить, фаззифицировав усредненное значение фактора влияния.

$$C_m = \left\{ \mu_D \left(\frac{\sum_{i=1}^N I_i}{N} \right), \mu_{HD} \left(\frac{\sum_{i=1}^N I_i}{N} \right) \right\}$$

Фактор влияния

Простой фактор влияния

$$Y_i = \{y'_{ki}\} = \{WM_k(\{M_j(X_i)\})\}$$

где

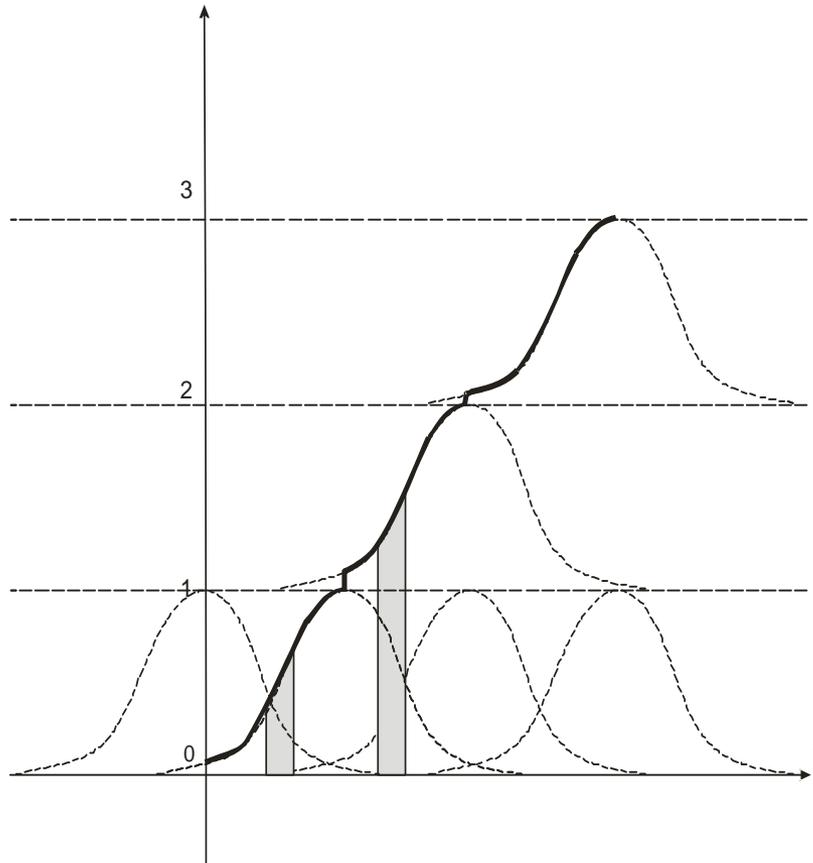
X_i – элементы проекта с номером версии i

$\{M_j(X_i)\}$ – вектор метрических показателей для версии проекта с номером i

WM_k – оператор применения вычислений нейронной сети Ванга-Менделя для характеристики k

$$I_k = y_{ki} - y_{ki-1}$$

Фактор влияния



$$HD(y) = \begin{cases} i-1 + \mu_i(y), & y \leq c_i \\ i + \mu_i(y), & y > c_i \end{cases}$$

$$I_k = \frac{\int_0^{y_{k_i}} HD(y) dy}{\int_0^1 HD(y) dy}.$$

Советующая подсистема для управления персоналом

- Вычисленные значения компетенций участников команды разработки используются для построения системы поддержки принятия решений
- Термы компетенции и необходимые действия по управлению командой связываются продукционными правилами:

ЕСЛИ С₁ есть Достаточно И ... И
С₂ есть Недостаточно И ...
ТО Действие есть {действие}

- Формирование правил осуществляет менеджер, поскольку эти правила отражают текущую политику управления кадрами на конкретном предприятии