

Тема 4. Семантические модели в тестировании знаний

Рассмотрим вариант фреймовой семантической модели для тестирования знаний.

Темой (учебной дисциплины) называется обособленная совокупность знаний, объединенных по смыслу. Темы могут быть произвольной общности (предмет, раздел, глава, параграф и т.п.).

Знания по теме – это знания, принадлежащие теме. Владеть темой или знать тему – это значит владеть знаниями по теме.

Задачей (по теме) называется поручение студенту из исходных знаний по теме получить другие знания по теме, называемые ответом задачи.

Решением задачи будем называть процесс получения студентом ответа задачи.

В качестве задач будем рассматривать как теоретические вопросы, так и практические задачи данной учебной дисциплины.

Постановка (описание) задачи может содержать условия задачи, указания к способу решения, подсказки и другую разнородную информацию.

Кодом ответа будем называть закодированное сообщение, передающее ответ, а **формой ответа** – способ кодирования этого сообщения.

Предикатным заданием по теме будем называть задачу, для которой известен метод решения, позволяющий получить однозначный ответ для каждой из заданных форм ответа. Такой ответ будем называть **правильным ответом**.

Под **выполнением задания** будем подразумевать решение поставленной задачи с указанием правильного ответа.

Элементарной компетенцией (студента) для заданного класса предикатных заданий будем называть его способность применять знания по теме для решения заданий из этого класса.

Предикатной частью учебной дисциплины будем называть совокупность тем по данной учебной дисциплине, предикатных заданий по данным темам и элементарных компетенций студента для классов данных предикатных заданий.

Будем говорить, что тема **включает** подтему или компетенцию, если все знания, принадлежащие подтеме или компетенции, принадлежат этой теме, которая называется родительской темой по отношению к подтеме или компетенции.

Предполагается, что темы могут находиться на произвольной глубине вложенности, у каждой компетенции или темы может быть не более одной родительской темы, каждая тема может включать любое количество тем и компетенций.

Будем говорить, что задание **проверяет** компетенцию, если для выполнения задания необходимо обладание этой компетенцией.

Предполагается, что каждое задание проверяет единственную компетенцию, а каждая компетенция может проверяться произвольным количеством заданий.

Структурным элементом задания будем называть обособленный набор текстов и/или директив, объединенных по смыслу и входящих в сообщение, посредством которого передается задание. Под директивой здесь подразумевается указание на проведение определенного действия.

Можно выделить следующие типы структурных элементов заданий: заголовок, произвольный текст, помощь, примечание, единственный выбор, множественный выбор, ввод значения, слоты, палитра.

Будем рассматривать следующие формы ответа: 1) выбор одного значения из n предложенных вариантов (**единственный выбор**); 2) выбор произвольного количества значений из n предложенных вариантов (**множественный выбор**); 3) ввод значения (**ввод ответа**); 4) подстановка в каждый из k слотов одного значения из палитры – набора n предложенных вариантов (**установление соответствия**).

Каждой форме ответа, описанной в конкретном задании, поставим в соответствие один или несколько **семантических элементов** задания – переменных, принимающих те или иные значения, из которых формируется код ответа.

Форме ответа «единственный выбор» сопоставим один семантический элемент задания, область возможных значений которого совпадает с множеством предложенных вариантов.

Форме ответа «множественный выбор» сопоставим n семантических элементов задания (по числу предложенных вариантов), каждый из которых будет иметь область возможных значений {выбран, не выбран}.

Форме ответа «ввод ответа» сопоставим один семантический элемент задания, областью возможных значений которого является множество текстов, возможно специального вида. Например, в случае ввода числа форма ответа может подразумевать ввод десятичной дроби с разделителем запятая и округлением до заданного количества знаков после запятой.

Форме ответа «установление соответствия» сопоставим k семантических элементов задания (по числу слотов), областью возможных значений каждого из которых будет являться палитра из n предложенных вариантов.

Для каждого семантического элемента задания можно указать **верное значение**, т.е. значение, которое входит в код правильного ответа. Будем говорить, что семантический элемент **правильно заполнен**, если он принял верное значение.

Рассмотрим типовое задание по курсу «Теория оптимизации и численные методы».

Записать необходимые условия 1-го порядка и найти стационарную точку функции $f(X) = ax_1^2 - bx_2^3$.		E_1
Отметьте все правильные ответы		E_2
<input type="checkbox"/> $ax_1^2 = 0$	S_1	E_3
<input type="checkbox"/> $bx_2^3 = 0$	S_2	
<input checked="" type="checkbox"/> $2*ax_1 = 0$	S_3	
<input checked="" type="checkbox"/> $-3*bx_2^2 = 0$	S_4	
Выберите правильный ответ		E_4
<input type="radio"/> $(0;0)$ <input type="radio"/> $(1;1)$ <input type="radio"/> $(\frac{1}{2}; -\frac{1}{3})$ <input type="radio"/> $(\frac{1}{2}; \frac{1}{2})$	S_5	E_5

В этом задании можно выделить 5 структурных элементов: текст E_1 , заголовки E_2 и E_4 , множественный выбор E_3 и единственный выбор E_5 , а также 5 семантических элементов: S_1, S_2, S_3, S_4 с областью возможных значений {выбран, не выбран} и S_5 с областью возможных значений . При этом S_1 и S_2 имеют верное значение «не выбран», S_3 и S_4 имеют верное значение «выбран», а S_5 имеет верное значение $(0;0)$.

Постановки задач могут быть **параметризованы**. Задачи вычислительного характера могут содержать числовые параметры. Часто применяется детерминированная параметризация по номеру студента, группы, факультета. Кроме того, одни параметры могут вычисляться по заданной формуле в зависимости от значений других параметров той же задачи. Параметры могут генерироваться случайным образом. В этом случае область возможных значений параметров задается их списком или диапазоном.

В рассмотренном примере задание имеет два числовых параметра: a и b .

Семантическая модель знаний студента представляет собой **персонализированную** модель знаний по учебной дисциплине. Построение этой модели осуществляется в процессе тестирования студента путем наследования от семантической модели учебной дисциплины.

Метод наследования является расширением метода оверлейного моделирования и предполагает, что новая фреймовая модель: 1) сохраняет все фреймы исходной модели и

их слоты; 2) может расширять исходную модель за счет добавления новых фреймов и слотов.

При тестировании студент последовательно выполняет предлагаемые задания. Параметры заданий принимают конкретные значения при генерации задания в тесте. При ответе студент заполняет семантические элементы задания выбранными значениями. Таким образом, каждый семантический элемент задания получает **оценку правильности**. Само задание получает интегральную оценку правильности ответа, в зависимости от правильности указанных значений его семантических элементов.

Кроме того, по результатам тестирования преподаватель или система тестирования оценивает умение выполнять задания, владение темами и обладание компетенциями.

Рассмотрим формальное фреймовое описание семантической модели знаний студента (жирным выделены слоты и фреймы, формируемые для конкретного студента).

<p>TN <тема></p> <ul style="list-style-type: none">a – включает темы:<ul style="list-style-type: none">A: <тема 1>B: <тема 2>...b – включает компетенции:<ul style="list-style-type: none">A: <компетенция 1>B: <компетенция 2>...c – имеет оценку владения темой: <оценка владения темой> <p>CN <компетенция></p> <ul style="list-style-type: none">a – проверяется заданиями:<ul style="list-style-type: none">A: <задание 1>B: <задание 2>...b – имеет оценку обладания компетенцией: <оценка обладания компетенцией> <p>QN <задание></p> <ul style="list-style-type: none">a – включает структурные элементы задания:<ul style="list-style-type: none">A: <структурный элемент 1>B: <структурный элемент 2>...b – включает семантические элементы задания:<ul style="list-style-type: none">A: <семантический элемент 1>B: <семантический элемент 2>...c – включает параметры:<ul style="list-style-type: none">A: <параметр 1>B: <параметр 2>

...

d – имеет оценку умения выполнять задание: <оценка умения выполнять задание>

e – имеет полученную оценку выполнения: <балльная оценка>

EN <структурный элемент задания>

a – имеет тип: <тип структурного элемента>

b – содержит тексты:

 A: <текст 1>

 B: <текст 2>

...

c – содержит директивы:

 A: <директива 1>

 B: <директива 2>

...

DN <директива>

 1 (если K1:=5 9, то) <выбрать один из вариантов>

 2 (если K1:=6, то) <выбрать несколько вариантов>

 3 (если K1:=7, то) <ввести ответ>

 4 (если K1:=8, то) <подставить выбранный вариант>

TTN <текст>

SN <семантический элемент задания>

a – имеет область возможных значений: <область возможных значений>

b – имеет верное значение: <значение>

c – принял значение при ответе: <значение>

d – имеет полученную оценку правильности: <оценка правильности>

e – имеет прогнозную оценку правильности: <оценка правильности>

PN <параметр задания>

a – равен глобальному параметру: <глобальный параметр>

b – имеет область возможных значений: <область возможных значений>

c – принял значение при генерации задания: <значение>

K1 <классификация типа структурного элемента задания> :=

 1 <заголовок>

 2 <произвольный текст>

 3 <помощь>

 4 <примечание>

 5 <единственный выбор>

 6 <множественный выбор>

 7 <ввод значения>

 8 <слоты>

 9 <палитра>

K2 <классификация типа области возможных значений семантического элемента задания> :=

 1 <список>

```

    2 <индикатор> := <{выбран; не выбран}>
    3 <текст>
K3 <глобальный параметр> :=
    1 <номер студента>
    2 <номер группы>
    3 <номер факультета>
K4 <классификация типа области возможных значений параметра> :=
    1 <формула>
    2 <список>
    3 <диапазон>
K5 <классификация оценки владения темой> :=
    1 <качественная> :=
        1.1 <владеет>
        1.2 <частично владеет>
        1.3 <не владеет>
    2 <вероятностная>
    3 <балльная>
K6 <классификация оценки обладания компетенцией> :=
    1 <качественная> :=
        1.1 <обладает>
        1.2 <частично обладает>
        1.2 <не обладает>
    2 <вероятностная>
    3 <балльная>
K7 <классификация оценки умения выполнять задание> :=
    1 <качественная> :=
        1.1 <умеет>
        1.2 <частично умеет>
        1.2 <не умеет>
    2 <вероятностная>
    3 <балльная>
K8 <оценка правильности> :=
    1 <верно>
    2 <неверно>

```

Фреймы тем, компетенций, заданий, их элементов и параметров представляют собой фреймы-связки. Они заполняются по слотам следующих друг за другом смысловых связок. При невозможности заполнения слот пропускается.

Такая фреймовая модель легко может быть расширена или перестроена для отображения дополнительных элементов иерархической структуры знаний и их качественных и количественных признаков.