

# МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЁТКИХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ СИНХРОНИЗАЦИИ ПС И ФГОС 3++

## COMPETENCE ASSESSMENT MODEL BASED ON FUZZY LOGIC ALGORITHMS FOR FGOS3++ AND PS SYNCHRONIZATION

**O. Astashina**

*Summary.* The article covers the method of competencies assessment in terms of fuzzy logic theory. Such linguistic variables as «indicator mark», «competence mark» are described. Stages of phasification, fuzzy inference, dephasification are laid down. To obtain the final competence mark fuzzy inference algorithms are introduced. Mamdani and Sugeno algorithms are used to calculate competence mark. Competence assessment model serves to be the core element synchronizing data from FGOS3++, professional standards, labor market with academic achievements. Technological foresight of competencies is an instrument for updating competence data bases.

*Keywords:* linguistic variable, MISO, fuzzy algorithms, TFC.

**Асташина Ольга Владимировна**

Старший преподаватель, Рязанский государственный радиотехнический университет  
им. В.Ф. Уткина  
astashina.ol@yandex.ru

*Аннотация.* В статье рассмотрен метод оценки компетенций на базе теории нечётких множеств. Введены и описаны лингвистические переменные «оценка индикатора» компетенций и «оценка компетенций». Обозначены этапы фазификации, нечёткого логического вывода, дефазификации. Предложены алгоритмы нечёткого вывода для получения итоговой оценки за компетенцию. В частности, представлены алгоритмы Мамдани и Сугено для вычисления оценок за компетенцию. Модель оценки компетенций представлена как ядро, синхронизирующие данные ФГОС 3++, профессиональных стандартов, рынка труда и результатов вузовского образования. Технологический форсайт компетенций (ТФК) выступает инструментом актуализации баз данных компетенций.

*Ключевые слова:* лингвистическая переменная, MISO, нечёткие алгоритмы, ТФК.

## Введение

**П**роблема «оторванности» вузовского образования от реальных трудовых процессов должна решаться за счёт синхронизации федеральных образовательных стандартов, профессиональных стандартов и потребностей рынка труда. Компетенции — это элемент, связующий рынок труда и сферу образования. Синхронизацию взаимодействия сферы высшего образования (ВО), рынка труда и профессиональных стандартов (ПС) следует закладывать на базовом уровне — уровне оценки компетенций. Представителям рынка труда важно не только участвовать в формировании целевых ориентиров обучения (компетенций) но и принимать непосредственное участие в их оценке.

В ФГОС 3++ декомпозиция компетенций через введение индикаторов компетенций даёт возможность оценить не знания по дисциплинам и практикам, а, за счёт введения лингвистических переменных [1], компетенцию как таковую.

В статье предложена модель оценки компетенций на базе нечётких алгоритмов. Модель оценки компетенций встроена в алгоритм отбора, формирования и адорнации компетенций ФГОС 3++ и ПС, осуществля-

ющихся с помощью технического форсайта компетенций (ТФК) и предполагает участие студентов, преподавателей и представителей рынка в процедуре оценки.

## Метод оценки компетенций

Компетенции — нечёткие по своей природе понятия, были детализированы в стандартах ФГОС 3++ благодаря введению индикаторов компетенций.

В терминах нечёткой логики «Оценка индикаторов компетенций» и «оценка компетенций» можно описать с помощью представления их в виде лингвистических переменных.

Пусть некая компетенция ПК 1 имеет 3 индикатора ( $Id_1, Id_2, Id_3$ ), за которые выставляются реальные баллы (от 1 до 5) в ходе изучения академических дисциплин и прохождения практик. Дисциплины и практики, участвующие в формировании ПК 1 изучаются и, соответственно, оцениваются в разные временные периоды (см. Рисунок 1).

С целью получения объективного результата оценки в процедуре оценивания принимают участие внутренние эксперты ( $O_i$ ) (преподаватели), внешние эксперты

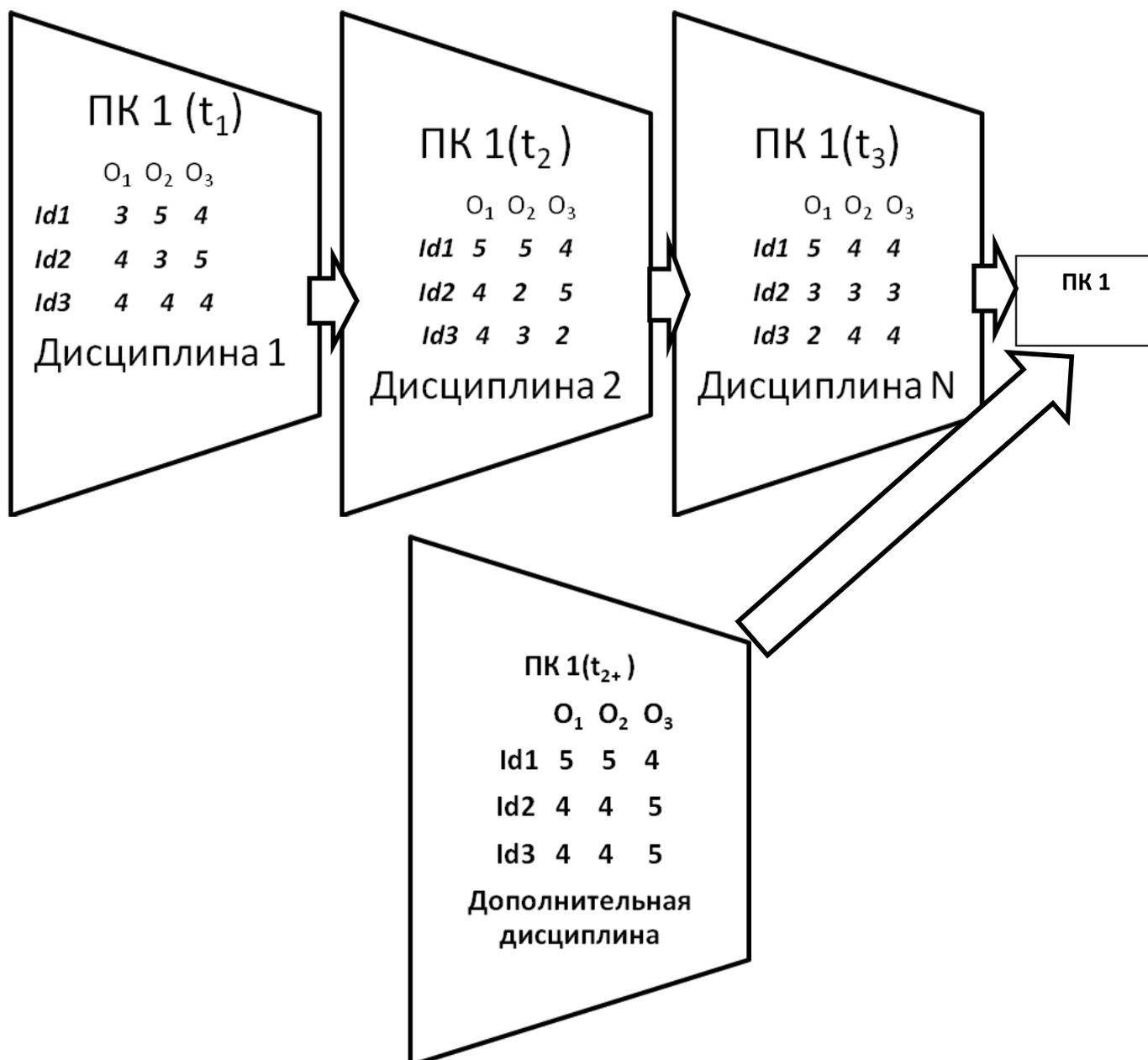


Рис 1. Модель автоматизированной оценки компетенций

( $O_2$ ) (эксперты-практики), а также сам студент ( $O_3$ ) (самооценка). Таким образом, реализуется модель оценки полного цикла.

В момент времени, когда выставляется оценка за последний индикатор по дисциплине, автоматически формируется оценка, показывающая уровень (оценку) сформированности компетенции ПК1( $t_i$ ) в данный период времени.

«Оценка индикатора» компетенций выступает нечёткой лингвистической переменной. Лингвистиче-

ская переменная отличается от числовой переменной тем, что ее значениями являются не числа, а слова или предложения в естественном или формальном языке [1, с.70].

Последняя оценка, выставляемая за последний индикатор, формирующий компетенцию, и есть оценка за компетенцию ПК 1.

Эта методика позволяет студентам самостоятельно отслеживать свои учебные достижения. В случае, если наступает момент, когда студент понимает, что оценки

Таблица 1. База правил для системы типа Мамдани

		Средняя оценка первого индикатора		
		$G_1$	$G_2$	$G_3$
Средняя оценка второго индикатора	$G_1$	$G_1$	$G_2$	$Gc_3$
	$G_2$	$G_2$	$G_3$	$Gc_4$
	$G_3$	$G_3$	$Gc_3$	$Gc_5$

по индикаторам низкие, у него появляется возможность пройти дополнительный курс и получить за него дополнительные баллы.

### Алгоритмы нечёткого вывода

Для получения оценки за компетенцию, используя методы нечеткой логики, необходимо синтезировать систему нечеткого вывода. Входными параметрами системы будут являться средние оценки по дисциплинам, принадлежащим индикаторам компетенции. Выходным параметром будет оценка за компетенцию. Следовательно, система будет иметь тип MISO (Multi Inputs — Single Output), много входов — один выход [2, с. 105].

Так как для всех индикаторов оценка может принимать одни и те же значения в интервале от трех до пяти, то входные лингвистические переменные будут иметь одни и те же термы.

Опишем лингвистическую переменную «Оценка индикатора». Она будет иметь следующие термы:  $G_1 = \text{tr} [3, 3, 4]$  — три,  $G_2 = \text{tr} [3.5, 4, 4.5]$  — четыре,  $G_3 = \text{tr} [4, 5, 5]$  — пять, где  $\text{tr} [a, b, c]$  — треугольная функция принадлежности, имеющая носитель  $[a, c]$  и ядро в точке  $b$ .

Опишем лингвистическую переменную «Оценка компетенции». Она будет иметь следующие термы:  $Gc_1 = \text{tr} [3, 3, 4]$  — три,  $Gc_2 = \text{tr} [3, 3.4, 4]$  — между три и четыре,  $Gc_3 = \text{tr} [3.5, 4, 4.5]$ ,  $Gc_4 = \text{tr} [4, 4.6, 5]$  — между четыре и пять,  $Gc_5 = \text{tr} [4, 5, 5]$ .

Алгоритм получения оценки за компетенцию следующий.

1. Вычисление оценки индикатора  $Id_j$ , как среднее из всех оценок за дисциплины этого индикатора

$$Id_j = \sum_{k=1}^n g_k^j,$$

где  $g_k^j$  — оценка за дисциплину  $k$  индикатора  $j$ .

2. Фаззификация. Определение степени выполнения нечетких правил как

$$\alpha_i = \min \left( \bigcup_{\xi=1}^p \widetilde{G}_i(id_{\xi}) \right),$$

где  $p$  — количество индикаторов.

3. Нечеткий логический вывод.
4. Дефаззификация.

В случае использования нечеткого вывода Мамдани (Mamdani) [3, с. 58] база правил будет иметь вид:

$$\mathfrak{R} = \bigvee_{\zeta=0}^i \left( \bigwedge_{\xi=0}^p \widetilde{G}_i \right) \wedge \widetilde{Gc}_i.$$

Так как система имеет тип MISO, и каждая входная лингвистическая переменная имеет три терма, то количество правил будет  $3^p$ .

Пусть количество индикаторов равняется двум. Определим базу правил для нечеткого вывода Мамдани.

Нечеткая оценка компетенции будет иметь вид:

$$\widetilde{Gc} = \bigvee_{i=0}^R (\alpha_i \wedge Gc_i),$$

где  $R$  — количество правил.

Дефаззификация выполняется по методу центра тяжести:

$$Gc = \frac{\sum_{x \in \text{supp}(\widetilde{Gc})} x \cdot \mu_{\widetilde{Gc}}(x)}{\sum_{x \in \text{supp}(\widetilde{Gc})} \mu_{\widetilde{Gc}}(x)}.$$

При использовании нечеткого вывода Сугено (Sugeno) [4] 0-го порядка лингвистическая переменная «Оценка компетенции» описывается не терм-множествами, а действительными числами. База правил будет выглядеть следующим образом:

$$\mathfrak{R} = \bigvee_{\zeta=0}^i \left( \bigwedge_{\xi=0}^p \widetilde{G}_i \right) \wedge Gc_i$$

Таблица 2. База правил для системы типа Сугено 0-го порядка

		Средняя оценка первого индикатора		
		$G_1$	$G_2$	$G_3$
Средняя оценка второго индикатора	$G_1$	3	3,4	4
	$G_2$	3,4	4	4,6
	$G_3$	4	4,6	5

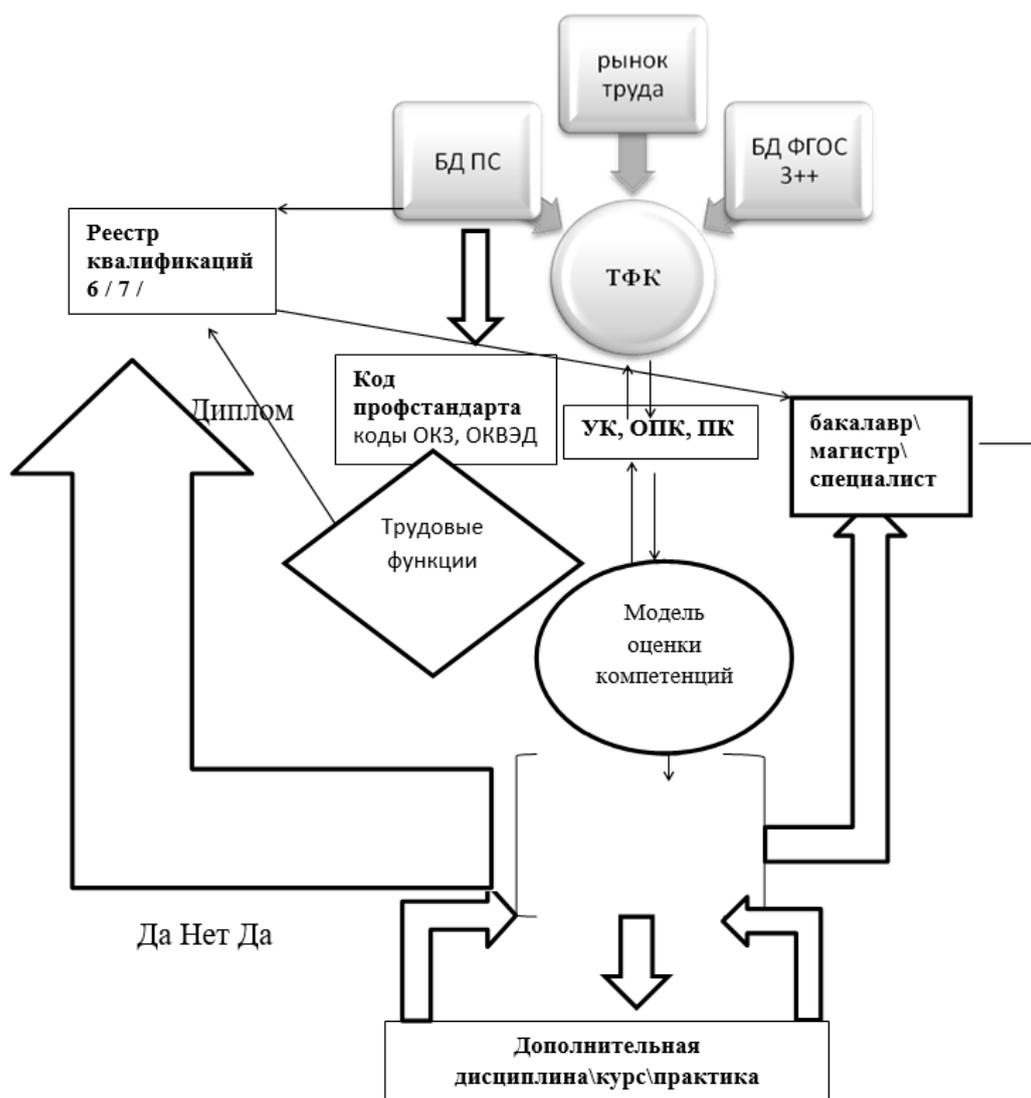


Рис. 2. Модель синхронизации ФГОС 3+, ПС, модель оценки компетенций

Оценка компетенции будет вычисляться по формуле:

$$G_c = \frac{\sum_{\zeta=0}^i \alpha_{\zeta} \cdot G_{c_{\zeta}}}{\sum_{\zeta=0}^i \alpha_{\zeta}}$$

### Синхронизация ПС и ФГОС 3++

Модель оценки компетенций на базе нечётких алгоритмов — ядро, синхронизирующее данные ФГОС 3++, профессиональных стандартов и рынка труда.

Для преодоления «разрывов» между сферой труда и институтами высшего образования предложено

Электронный Диплом ВО



Трудовые действия	Создание задачи на разработку ИТ продукта
Необходимые умения	Планировать создание ИТ продукта
Необходимые знания	Теория процессов разработки программного обеспечения
Другие характеристики (Компетенции)	<b>УК-1, УК-4, ПК-5, ОПК-3</b>

Рис 3. Трудовые действия ПС и компетенции ФГОС 3++

применять методы технологического форсайта компетенций. Базы данных (БД) ПС и базы данных ФГОСов обновляются в ходе экспертных форсайт-сессий, вырабатывая актуальный набор компетенций. Форсайт-технологии используются для стратегического планирования и предполагают участие широкого экспертного сообщества как на национальном, так и на международном уровнях. Технологический форсайт компетенций (ТФК) соединяет в себе прогнозирование новых компетенций и адорнацию уже выработанных компетенций на основе технических методов (например, интеллектуального анализа данных). ТФК позволяет определить будущие потребности в компетенциях в контексте технологических изменений и инноваций [5].

В сфере бизнеса существуют российские цифровые платформы (ВІ Форсайт) [6] для интеллектуального анализа данных и решения задач бизнес-аналитики. Аналогичные цифровые форсайт-платформы обеспечат вузы, работодателей и прочих заинтересованных экономических агентов инструментами прогнозирования, формирования, адорнации компетенций. Источником для баз данных ПС и БД ФГОСов выступают системы оценки компетенций. В частности, модель оценки компетенций на базе нечётких алгоритмов решает вопросы формализации компетенций и синхронизируется с БД ПС и ФГОС 3++.

Модель синхронизирующая ПС, ФГОС 3++ и оценку компетенций в сфере образования представлена на Рисунке 2.

В диссертационных исследованиях, посвящённых автоматизации оценки компетенций [7] для определения ситуации на рынке труда предлагается использовать метод экспертного анализа компетенций, уже утверждённых ФГОС. Авторы фокусируются на экспертном определении весовых коэффициентов компетенций, учитывающих текущую ситуацию в той или иной отрасли. Экспертную функцию выполняют специалисты, занимающие руководящие должности. Такой под-

ход частично решает проблему синхронизации ПС, вузов, ФГОСов и рынка.

Компетенции в электронном дипломе должны быть синхронизированы с ПС и рынком труда. С этой целью в ПС предлагается вносить компетенции из ФГОСов.

Квалификация появляется автоматически в дипломе в момент, когда выставляется последняя оценка за последний индикатор компетенции в цикле изучаемых дисциплин.

В разделе трудовые функции ПС детально описаны трудовые действия, необходимые умения и знания и есть раздел "другие характеристики". В эту графу целесообразно добавлять набор компетенций, соответствующий данному уровню квалификации с целью автоматизировать процесс присвоения квалификации в дипломе.

**Заключение**

Универсализация процедуры оценки компетенций на базе нечётких алгоритмов способствует сближению сферы образования и рынка. Система оценивания индикаторов компетенций с целью получения реальной оценки за компетенцию упрощает оформление электронных зачётных книжек и электронных дипломов. В нормативных документах Минобрнауки [8] разработчикам ФГОС рекомендуется самостоятельно выбирать ПС, исходя из соответствия профессиональной деятельности будущих специалистов. Однако такой односторонний процесс не гарантирует релевантность набора профессиональных компетенций.

Синхронизация процессов на рынках труда и в образовательной сфере достигается за счёт внедрения регулярных форсайт-сессий по вопросам актуализации компетенций. Таким образом, отечественная система образования будет решать как вопросы нарастающей глобальной конкуренции за рынки и квалифицированных специалистов, так и задачи соответствия отечественных стандартов общемировым.

ЛИТЕРАТУРА

1. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1976. 168 с.
2. Ганина Я.О. Лаптев В.В. Нечеткая продукционная модель для оценки профессиональных качеств морских специалистов //Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика, 2016 <https://cyberleninka.ru/article/n/nchetkaya-produktsionnaya-model-dlya-otsenki-professionalnyh-kachestv-morskih-spetsialistov> Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/printsiyu-avtomatizatsiiotsenki-znaniy-pri-perehode-k-kompetentnostno-orientirovannoy-obrazovatelnoysisteme>. — Дата обращения: 27.12.2021.
3. Хижняков Ю.Н. Алгоритмы нечеткого, нейронного и нейро-нечеткого управления в системах реального времени: учеб. пособие. Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013. — 160 с.
4. Основы нечеткой логики: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и лабораторным работам / Д.Р. Григорьева, Г.А. Гареева, Р.Р. Басиров — Набережные Челны: Изд-во НЧИ КФУ, 2018. — 42 с.
5. Система поддержки проведения форсайт сессий для СПО. Режим доступа: <https://foresight.skolkovo.ru/> — Дата обращения: 27.12.2021.
6. Форсайт платформа Режим доступа: <https://www.fsight.ru/platform/> — Дата обращения: 27.12.2021.
7. Воробьев Е.В. Разработка комплексной, социально ориентированной системы управления образовательным процессом на основе компетентностного подхода: диссертация ... кандидата Технические наук: 05.13.10 / Воробьев Евгений Викторович; 2018. — 184 с.
8. Методические рекомендации по актуализации действующих ФГОС ВО с учётом принимаемых ПС (утв. министром образования и науки РФ 22 января 2015 г. № ДЛ-2/05вн). [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.consultant.ru>

© Асташина Ольга Владимировна (astashina.ol@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Рязань