УДК 004.9

Прогнозирование спроса на компетенции для планирования актуализации учебных модулей дополнительного профессионального образования

Приходько Н.А.

ФГБОУ ВО «МИРЭА — Российский технологический университет»

г. Москва, Российская Федерация

Пересмотр программ дополнительного профессионального образования (ДПО) выполняется, как правило, по календарному регламенту или по инициативе преподавателя, вследствие чего содержание учебных модулей отстаёт от требований работодателей [1]. Показатели востребованности компетенций, рассчитываемые по данным вакансий, характеризуют спрос на момент расчёта и не позволяют определить, когда модуль перестанет ему соответствовать. В работе предлагается прогнозный контур, оценивающий срок актуальности каждого модуля и формирующий план его пересмотра на полугодовой горизонт.

Для сегмента анализа σ, заданного группой занятий по ОКЗ, отраслью по ОКВЭД, регионом и уровнем квалификации, по корпусу вакансий строится помесячный ряд документной частоты компетенции c_k:

$$f_k(t) = \frac{|V_{\sigma,k}(t)|}{|V_\sigma(t)|},\ t = 1, \dots, T, \qquad (1)$$

где $V_\sigma(t)$ — множество вакансий сегмента, опубликованных в месяце t, $V_{\sigma,k}(t)$ — подмножество вакансий, содержащих хотя бы один элемент компетентностного требования, связанный с компетенцией c_k в онтологии компетенций. Использование доли вместо абсолютного числа вакансий исключает влияние колебаний общего объёма публикаций.

Ряды (1) неоднородны: для массовых компетенций они регулярны и содержат тренд, для узкоспециальных включают много нулевых значений, поэтому модель прогноза выбирается по доле нулевых наблюдений. Для регулярных рядов применяется экспоненциальное сглаживание Хольта с

затухающим трендом, исключающее неограниченную экстраполяцию на горизонте прогноза [2], для прерывистых рядов — метод Кростона в модификации Синтетоса-Бойлана [3]. Точность прогноза оценивается скользящим контролем по средней абсолютной масштабированной ошибке MASE [4]. Если выбранная модель не превосходит наивный прогноз, используется наивный прогноз.

Модулю u_n ставится в соответствие множество C_n, включающее компетенции модуля и связанные с ними в онтологии компетенции сегмента, которые модулем не формируются. Прогнозная структура спроса и профиль модуля определяются выражениями

$$\hat{p}_{nk}(t) = \frac{\hat{f}_k(t)}{\sum_{j \in C_n} \hat{f}_j(t)}, \quad w_{nk} = \frac{\mu_{nk}}{\sum_{j \in C_n} \mu_{nj}}, \tag{2}$$

где μ_{nk} — вклад модуля u_n в формирование компетенции c_k по матрице компетенций программы, причём для добавленных компетенций $\mu_{nk} = 0$. Рассогласование модуля с прогнозным спросом, возрастающее как при смещении спроса между компетенциями модуля, так и при появлении новых востребованных компетенций, задаётся расстоянием полной вариации:

$$\Delta_n(t) = \frac{1}{2} \sum_{k \in C_n} |\hat{p}_{nk}(t) - w_{nk}|, \ \ 0 \le \Delta_n \le 1. \tag{3}$$

Для исключения ложных заданий на пересмотр, вызванных кратковременными всплесками в данных о вакансиях, срок актуальности определяется вероятностно. По остаткам моделей генерируется S бутстреп-траекторий прогноза, и для каждого шага h оценивается вероятность превышения допустимого рассогласования Δ^*:

$$\tau_n = \min\{h \in \{1, \dots, H\} : \ P(\Delta_n(T + h) \ge \Delta^*) \ge \pi^*\}, \tag{4}$$

где $H = 6$ — горизонт планирования в месяцах, π^* — требуемый уровень уверенности (например, $\pi^* = 0{,}8$), значение Δ^* устанавливается методической комиссией. Если условие (4) на горизонте H не выполняется, модуль относится к зоне наблюдения.

Модули упорядочиваются по возрастанию τ_n, а при равных сроках — по убыванию ожидаемого рассогласования. Для каждого модуля указываются

компетенции с наибольшим вкладом в Δ_n, что обеспечивает объяснимость рекомендации. Результатом является календарный план пересмотра модулей на полугодие. План передаётся в подсистему экспертно-группового принятия решений автоматизированной информационной системы образовательного назначения [4], а решение об изменении модуля принимается методической комиссией.

Предложенный подход переводит актуализацию учебных модулей из реактивного режима в плановый и позволяет заранее распределить нагрузку методистов. Направлением дальнейших исследований является ретроспективная проверка метода на историческом корпусе вакансий.

Список использованной литературы

1. Смоленцева, Т. Е. К вопросу о применении интеллектуальных информационных систем в реализации программ дополнительного профессионального образования / Т. Е. Смоленцева, Н. А. Приходько // Научно-аналитический журнал "Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России". – 2025. – № 1. – С. 135-148. – DOI 10.61260/2218-130X-2025-1-135-148. – EDN KBEERZ.

2. Мельникова, О. А. Метод Кростона в прогнозировании товарных запасов / О. А. Мельникова, М. В. Крашенинников // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. – 2019. – Т. 46, № 1. – С. 84-91. – DOI 10.18413/2411-3808-2019-46-1-84-91. – EDN CANUFZ.

3. Платонова, А. И. Сравнение точности моделей прогнозирования временных рядов: ARIMA, Prophet, LSTM и GRU / А. И. Платонова, В. С. Попов // Современные инновации, системы и технологии. – 2025. – Т. 5, № 2. – С. 3061-3070. – DOI 10.47813/2782-2818-2025-5-2-3061-3070. – EDN LDSMFM.

4. Приходько, Н. А. Классификация и интегральная оценка архитектур ИИС: воспроизводимая методика принятия решений для проектирования адаптивных систем дополнительного профессионального образования / Н. А.

Приходько // Computational Nanotechnology. – 2026. – Т. 13, № 1. – С. 202-211. – DOI 10.33693/2223-0092-2026-16-1-202-211. – EDN MIFYBI.