

*М.В. Бедило, Н.Г. Топольский, С.Ю. Бутузов,
 Нго Ван Ань (Россия, Вьетнам)
 (Академия ГПС МЧС России; e-mail: butuzov_s_yu@mail.ru)*

ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ КОМПЕТЕНЦИЙ ВЫПУСКНИКА МАГИСТРАТУРЫ ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА

Проведена оценка эффективности формирования компетенций выпускника магистратуры пожарно-технического вуза.

Ключевые слова: компетенция, подготовка, магистр.

*M.V. Bedilo, N.G. Topolski, S.Yu. Butuzov,
 Ngo Van Anh (Russia, Vietnam)*

ASSESSMENT OF EFFICIENCY OF THE FORMATION OF MASTER COMPETENCIES OF FIRE-TECHNICAL UNIVERSITY

The assessment of efficiency the formation of master's competences of fire-technical universities is proposed.

Key words: competence, training, master.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 20 сентября 2013 г.

Для каждой компетенции необходимо сформировать перечень дисциплин, знания которых обеспечивает её формирование. Для этого рассмотрим матрицу соответствия компетенций и дисциплин (рис. 1). По вертикали расположим перечень компетенций, по горизонтали – перечень дисциплин. При наличии связи между компетенцией и дисциплиной в соответствующей ячейке матрицы появляется часть компетенции C_i^j (i – номер компетенции; j – номер дисциплины), формируемая данной дисциплиной [1].

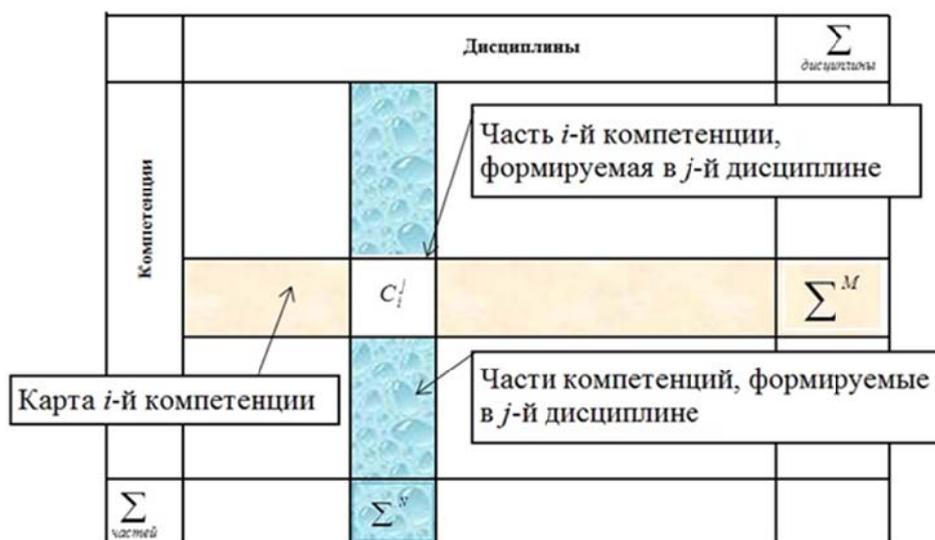


Рис. 1. Матрица соответствия компетенций и дисциплин

С использованием данной процедуры выявляются компетенции, формирование которых не обеспечивается предметно-деятельностным содержанием или обеспечивается недостаточно (одна-две дисциплины), или не подкрепляется практическим блоком **основной образовательной программы (ООП)**. Также выявляются дисциплины, явно перегруженные количеством компетенций, в формировании которых они участвуют.

Для удобства в матрице вводятся итоговые разделы. Итоговый столбец показывает количество дисциплин, обеспечивающих формирование данной компетенции. Итоговая строка показывает количество частей компетенций, формируемых данной дисциплиной. Избыточность дисциплин, формирующих одну и ту же компетенцию, так же как и избыточность компетенций, формируемых одной дисциплиной, усложняет процесс проектирования ООП и в дальнейшем затрудняет управление качеством образовательного процесса.

Заполнение матрицы должно быть, по возможности, достаточно регулярным, обеспечивать обязательное формирование компетенций в установленных **федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования (ФГОС ВПО)** учебных циклах дисциплин. Вариативная составляющая дисциплинарно-деятельностного содержания должна улучшать качество распределения компетенций по дисциплинам и разделам ООП, учитывать требования работодателей, выявленные предпочтения важности отдельных **компетенций магистрантов вузов (КМВ)**. Регулярная матрица соответствия позволяет впоследствии распределение трудоемкостей по дисциплинам и практическим разделам ООП, так как трудоемкость при компетентностном подходе зависит от суммарной результативности подраздела ООП, то есть количества компетенций и результатов обучения, формируемых и осваиваемых в нем.

Заполненная таблица наглядно демонстрирует наличие связей между ячейками по вертикали и по горизонтали и позволяет получить следующую информацию:

- Горизонтальная строка каждой компетенции определяет её содержательную структуру: **распределение частей компетенции по выявленным дисциплинам**. Это позволяет выработать набор ключевых дескрипторов, каждый из которых определяет целевое формирование части компетенции внутри каждой дисциплины. При этом исключаются повторы при изучении различных дисциплин, появляется возможность установить междисциплинарные связи. Возможна интеграция учебных дисциплин и создание новых учебных курсов или других форм учебной деятельности. Структурирование компетенции по выявленным дисциплинам отражается в паспорте компетенции.

- Вертикальный столбец осуществляет **выделение всех компетенций, формирование которых обеспечивает данная дисциплина**. Происходит согласование логики изучения предмета с логикой формирования компетенций. На основании разработанных карт компетенций, выявленных в столбце дисциплины, формируются целевые интегральные дескрипторы, определяющие направленность образовательного процесса в данной предметной области.

Предлагаемая процедура **окончательно формирует перечень дисциплин и видов практической деятельности**, обеспечивающих качественное формирование заявленных компетенций выпускника; позволяет **выполнить паспортизацию компетенций** – важнейший этап разработки компетентностно-ориентированной ОПП вуза, а также перейти к разработке учебного плана с распределением трудоемкостей, учитывающим вклад каждого подраздела ООП в процесс формирования заданных компетенций и рабочих программ дисциплин, целенаправленно обеспечивающих формирование КМВ.

Предлагаемая процедура позволяет осуществлять управление функционированием образовательного процесса как в части обучения, так и его обновления на основе разработанных обратных связей.

При переходе к ФГОС ВПО цели и результаты формулируются в компетентностном формате. Поэтому в статье рассмотрен компетентностный подход и его применение к формулированию целей и результатов как к ОПП в целом, так и в рамках предметного обучения. Проведено сравнение предметной (содержательной) и компетентностной моделей обучения, а также сформулированы методологические основы компетентностного подхода.

В статье дано краткое описание **когнитивной модели** компетенции, предпосылками разработки которой являлось отсутствие необходимых данных о взаимовлиянии изучаемых дисциплин и влиянии на формирование компетенции. Представлены алгоритмы сбора и обработки экспертных данных для построения модели компетенции и выявления перечня наиболее востребованных компетенций [2].

Обоснован выбор методологии когнитивного моделирования для построения когнитивной карты компетенции, представляющей связи, возникающие между дисциплинами в процессе формирования компетенции.

Когнитивная карта компетенции представима в виде ориентированного взвешенного графа

$$G = \langle X, R \rangle,$$

где $X = \langle K, D, d \rangle$ – множество вершин графа;

K – компетенция;

D – дисциплины, непосредственно влияющие на компетенцию;

d – дисциплины, косвенно влияющие на компетенцию;

R – множество рёбер, соединяющих дисциплины с компетенцией и дисциплины между собой.

Для построения когнитивной модели использован опрос экспертов. Обоснован состав экспертной группы: опытные преподаватели дисциплин различных циклов, потенциальные работодатели, представители администрации вуза, работающие по специальности выпускники. Предложена система ценности мнений экспертов.

Разработан *алгоритм* сбора и обработки экспертных данных, состоящий из 4 этапов:

1. Опрос экспертов для формирования матрицы W , определяющей зависимости компетенции K от различных дисциплин D , непосредственно её формирующих, и матрицы V , определяющей зависимости дисциплин D от дисциплин d , косвенно формирующих K :

$$W = \begin{vmatrix} w_{D_1K_1} & w_{D_1K_2} & \dots & w_{D_1K_m} \\ w_{D_2K_1} & w_{D_2K_2} & \dots & w_{D_2K_m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_{D_nK_1} & w_{D_nK_2} & \dots & w_{D_nK_m} \end{vmatrix},$$

причём

$$w_{D_iK_j} = \begin{cases} 1, & \text{если } D_i \text{ формирует } K_j; \\ 0, & \text{иначе;} \end{cases}$$

$$i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, m},$$

где n – число изучаемых дисциплин;
 m – количество формируемых компетенций;

$$V = \begin{vmatrix} v_{d_1D_1} & v_{d_1D_2} & \dots & v_{d_1D_k} \\ v_{d_2D_1} & v_{d_2D_2} & \dots & v_{d_2D_k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ v_{d_lD_1} & v_{d_lD_2} & \dots & v_{d_lD_k} \end{vmatrix},$$

причём

$$v_{d_sD_t} = \begin{cases} 1, & \text{если } d_s \text{ формирует } D_t; \\ 0, & \text{иначе;} \end{cases}$$

$$s = \overline{1, l}, \quad t = \overline{1, k},$$

где l – число дисциплин d , влияющих на дисциплину D_t ;
 k – количество дисциплин, прямо влияющих на компетенции.

2. Эксперты ранжируют дисциплины по степени важности их влияния на компетенцию (дисциплину).

3. Проверяется согласованность мнений экспертов (расчёт коэффициента конкордации).

4. Применяется правило Фишберна для расчёта весов влияния составляющих компетенции на её формирование.

В результате обработки полученных данных, матрицы W и V преобразуются в матрицы R и Q , содержащие веса влияния дисциплин на компетенцию и дисциплин на дисциплину:

$$R = \left\| \left\| r_{D_i K_j} \right\| \right\|,$$

где $r_{D_i K_j}$ – вес влияния дисциплины D_i на компетенцию K_j , причём

$$\sum_{i=1}^n r_{D_i K_j} = 1;$$

$$Q = \left\| \left\| q_{d_s D_t} \right\| \right\|,$$

где $q_{d_s D_t}$ – вес влияния дисциплины d_s на дисциплину D_t , причём

$$\sum_{s=1}^l q_{d_s D_t} = 1.$$

Введение весовых коэффициентов позволяет дополнить построенную модель компетенции для представления в виде ориентированного взвешенного графа.

Разработанная модель является основой для составления паспорта компетенции и разработки *процедуры её оценки*. Применение методов теории графов (обход графа в ширину, обход графа в глубину) позволяет сформировать последовательность изучения дисциплин, что является необходимым при составлении учебных планов.

Для верификации востребованности компетенций разработан *алгоритм* выявления набора наиболее востребованных компетенций из представленных в ФГОС. Использовано анкетирование экспертов – специалистов-работодателей из ведущих предприятий и организаций, нуждающихся в квалифицированных специалистах данного направления подготовки. Компетенции рекомендуется объединить в группы и проводить анализ в каждой группе.

Для направления подготовки "Информационная безопасность" такими группами являются: общекультурные и общепрофессиональные компетенции, компетенции эксплуатационной деятельности, проектно-технологической деятельности, организационно-управленческой деятельности и экспериментально-исследовательской деятельности, обозначенные в ФГОС.

Структура алгоритма:

1. Обработка экспертных данных с использованием метода парных сравнений: составляется матрица бинарных предпочтений, где предпочтение компетенций выражается с использованием булевых переменных. Каждый l -й эксперт из k опрошенных оценивает степень важности компетенции K_i величиной b_{li} (по шкале Харрингтона), оценка компетенций группы каждым экспертом описывается матрицей A :

$$A^l = \{a_{ij}^l\}_{i,j=1}^n,$$

где
$$a_{ij}^l = \begin{cases} 1, & \text{если } b_{li} \geq b_{lj}; \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases}$$

2. Матрицы оценок всех экспертов суммируются:

$$C = \sum_{l=1}^k A^l = \{c_{ij}\}_{i,j=1}^n.$$

3. Вводится оценочная матрица важности компетенций группы:

$$\hat{A} = \{\hat{a}_{ij}\}_{i,j=1}^n,$$

где
$$\hat{a}_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } c_{ij} \geq c_{ji}; \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases}$$

4. Определяется востребованность каждой компетенции S_{K_i} путём суммирования булевых переменных по соответствующей строке матрицы:

$$S_{K_i} = \sum_{j=1}^n \hat{a}_{i,j}.$$

5. Образуется вектор $S = \{S_{K_i}\}$, согласно элементам которого по правилу большинства формируется перечень наиболее востребованных компетенций: $C_v = \{K_1, K_2, \dots, K_m\}$, определяющий приоритеты дисциплин в процессе дальнейшего планирования вариативной части основной образовательной программы.

Актуальность каждой компетенции в компетентностной модели выпускника определяется **важностью**, которая выявляется в ходе исследования прогнозной модели специалиста. Для **важных компетенций** в ООП вуза необходимо запланировать высокий уровень их освоения, для желательных – продвинутой, для неважных – пороговой.

Оценка важности компетенций позволяет произвести их ранжирование, в соответствии с которым можно в дальнейшем распределить трудоемкости элементов ООП и подобрать требуемые дисциплины и объёмы их изучения, практические разделы или другие формы учебной деятельности, позволяющие сформировать каждую компетенцию на запланированном уровне.

Методика оценки важности компетенций состоит из двух частей: сбора информации путем проведения мониторинга и обработки полученных результатов с целью установления важности компетенций и их ранжирования.

В ходе анкетирования респондент оценивает каждую компетенцию из предложенного перечня, выставляя оценку её важности: 0, 1 или 2.

При обработке результатов анкетирования используется *специальная методика осреднения полученных результатов с учётом веса групп респондентов*, принявших участие в анкетировании. Методика заключается в следующем.

1. Все анкеты разбиваются на 3 группы: работодатели, выпускники, преподаватели. Подсчитывается количество анкет в каждой группе: N_p (работодатели), N_g (выпускники), N_n (преподаватели).

2. Выбирается оцениваемая компетенция из списка, включенного в анкету.

3. Подсчитывается средневзвешенная оценка важности компетенции по каждой группе респондентов с использованием следующих формул:

$$O_p = \frac{1}{N_p} \sum_{i=1}^{N_p} O_i; \quad O_g = \frac{1}{N_g} \sum_{i=1}^{N_g} O_i; \quad O_n = \frac{1}{N_n} \sum_{i=1}^{N_n} O_i,$$

где O_i – оценка важности данной компетенции (0 – совсем неважная, 1 – желательная или 2 – очень важная), взятая из анкеты i -го респондента соответствующей группы. Предполагается, что все оценки внутри каждой группы являлись равнозначными.

4. Подсчитывается общая (интегральная) оценка важности компетенции с учётом мнения респондентов всех групп по формуле:

$$O = a_p O_p + a_g O_g + a_n O_n,$$

где $a_p + a_g + a_n = 1$;

a_p, a_g, a_n – весовые коэффициенты каждой группы респондентов.

Изменяя "веса", можно повышать или понижать вес каждой группы респондентов в общей оценке данной компетенции.

В проведённом авторами исследовании были приняты следующие значения весовых коэффициентов: $a_p = 0,5$; $a_g = 0,2$; $a_n = 0,3$.

5. В зависимости от полученной оценки определяется важность каждой компетенции по следующим критериям:

если $O \geq 1,5$, то данная компетенция считается очень важной и её следует **обязательно** включить в перечень компетенций выпускника;

если $0,5 \leq O < 1,5$, то данная компетенция считается желательной и её следует **по возможности** (при наличии образовательных ресурсов) включить в перечень компетенций выпускника;

если $O < 0,5$, то данная компетенция считается совсем неважной и **нет необходимости** её включения в перечень компетенций выпускника.

Заметим, что если **компетенция является базовой** (заявлена в ФГОС ВПО соответствующего уровня и направления подготовки и относится к видам деятельности, к которым готовится выпускник вуза в рамках определённой ООП), **она обязательно должна быть включена в КМВ, независимо от выявленного ранга важности.**

В качестве примера приведем исследование актуальности компетенций выпускника в области техносферной безопасности. На рис. 3а и 3б показаны средневзвешенные оценки каждой из групп респондентов общекультурных и профессиональных компетенций выпускника соответственно. Формулировки компетенций, которые оказались очень важными, приведены рядом с диаграммами. На рис. 3с приведена интегральная оценка важности всех компетенций исследуемого перечня, в котором совсем неважных компетенций не оказалось.

Оценка важности компетенций позволяет произвести их ранжирование, то есть последовательно расположить в перечне компетенций выпускника по порядку уменьшения их важности. Для удобства и логичности дальнейшего процесса проектирования ООП ранжирование необходимо производить в каждой из классификационных групп перечня компетенций выпускника. В соответствии с выявленной актуальностью каждой из компетенций в образовательную программу закладывается уровень её освоения: пороговый, продвинутый, креативный.

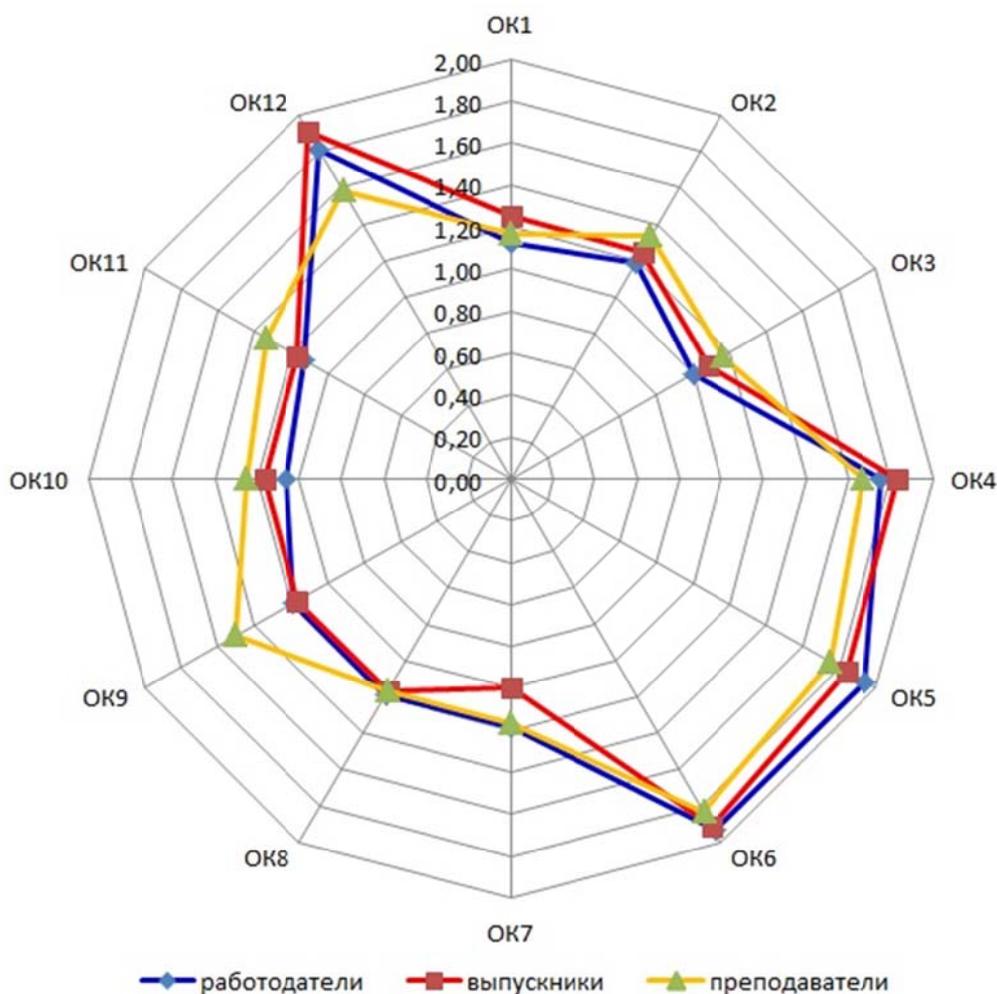


Рис. 3а. Оценка важности общекультурных компетенций

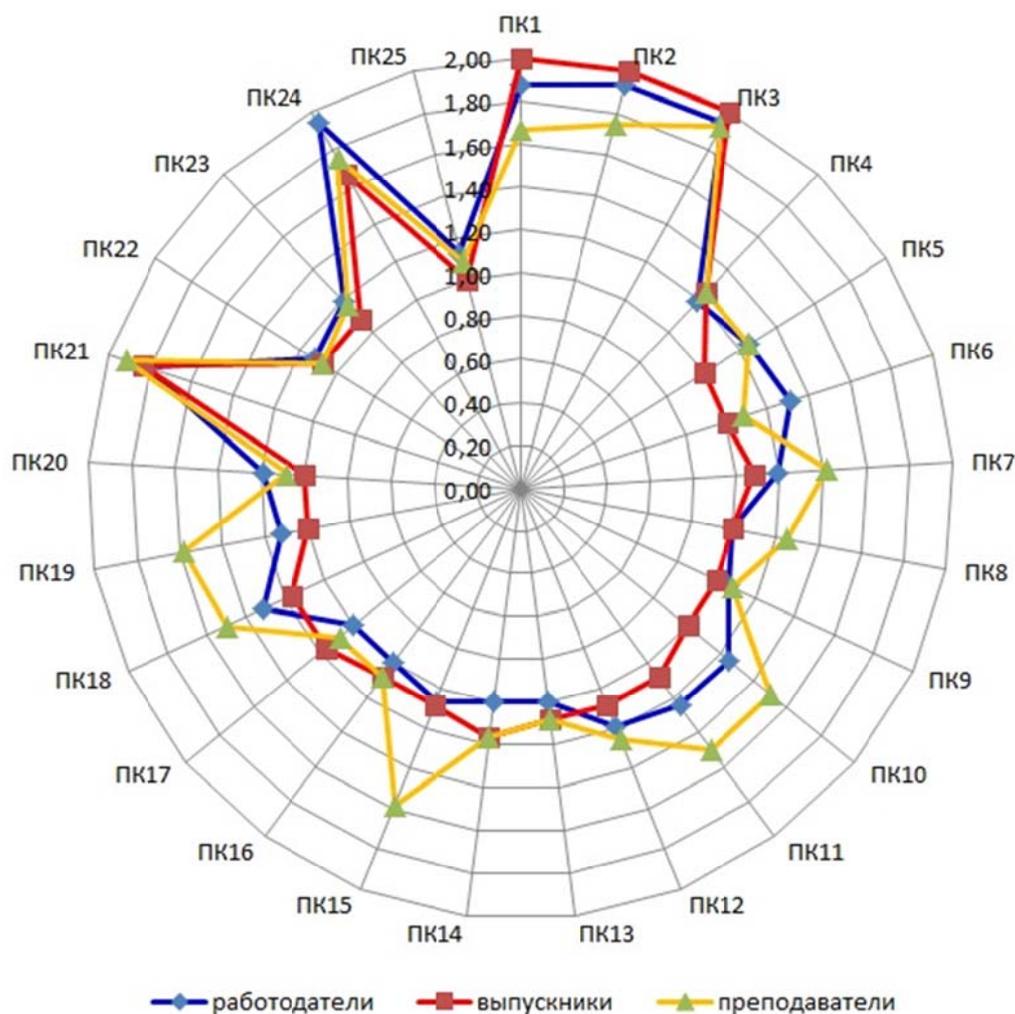


Рис. 3б. Оценка важности профессиональных компетенций

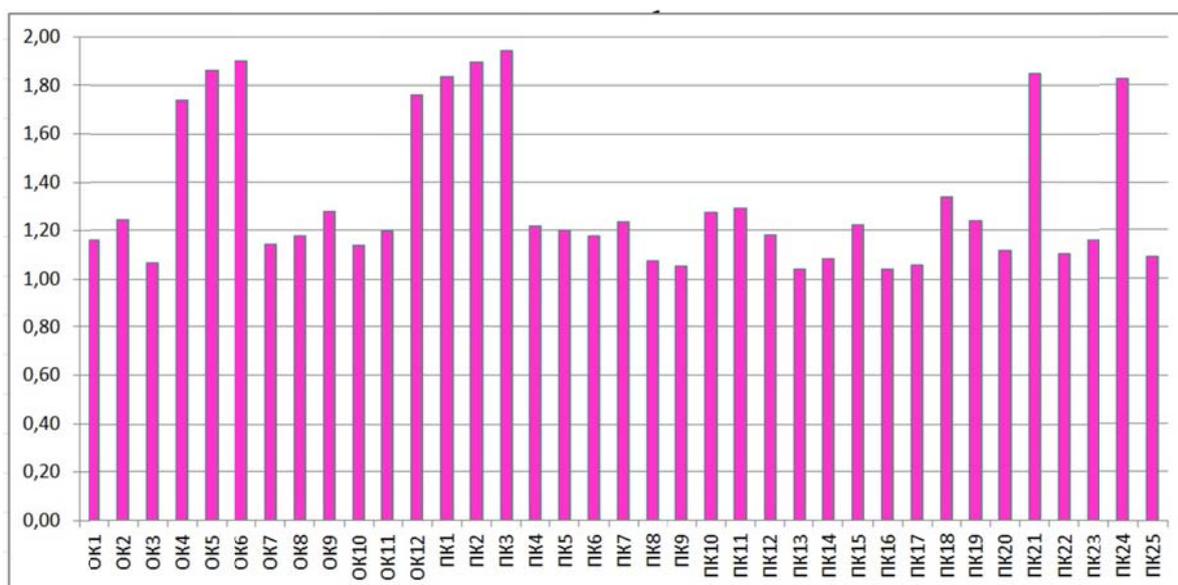


Рис. 3с. Интегральная оценка важности компетенций

С учётом проведённого ранжирования компетенций можно распределять трудоёмкости по частям образовательной программы, обеспечивающим формирование соответствующих компетенций.

Выводы

Разработанная прогнозная модель выпускника в виде перечня актуальных компетенций оформляется в виде документа, соответствующего вузовскому стандарту и являющемуся основой для разработки содержания и условий реализации ООП ВПО по данному направлению и уровню подготовки.

Необходимо отметить, что анализ актуальности компетенций в прогнозной модели необходимо проводить регулярно, чтобы своевременно на основе изменяющихся потребностей рынка труда производить коррекцию подготовки выпускников. Процедура обновления вузовской ООП заложена в ФГОС ВПО, где указывается, что "высшие учебные заведения обязаны ежегодно обновлять основные образовательные программы с учётом развития науки, техники, культуры, экономики, технологий и социальной сферы". Своевременное обновление инновационных образовательных программ ВПО, основанное на приведённых механизмах, обеспечит "опережающее образование" специалистов для передовой отечественной науки, техники и технологии.

На основе методики оценки важности и эффективности при формировании компетенций выпускника магистратуры пожарно-технического вуза разработать модель компетенции, процедуру организации экспертизы и обработки экспертной информации для описания степени влияния составляющих компетенции и выявления наиболее востребованных компетенций.

Оценка важности компетенций позволяет произвести их ранжирование, в соответствии с которым можно в дальнейшем распределить трудоёмкости элементов ООП и подобрать требуемые дисциплины и объёмы их изучения, практические разделы или другие формы учебной деятельности, позволяющие сформировать каждую компетенцию на запланированном уровне.

Оценка важности компетенций позволяет произвести их ранжирование, то есть последовательно расположить в перечне компетенций выпускника по порядку уменьшения их важности. Для удобства и логичности дальнейшего процесса проектирования ООП ранжирование необходимо производить в каждой из классификационных групп перечня компетенций выпускника. В соответствии с выявленной актуальностью каждой из компетенций в образовательную программу закладывается уровень её освоения: пороговый, продвинутый, креативный.

Литература

1. **Столбова И.Д.** Адаптивное управление качеством предметной подготовки в техническом вузе на основе компетентностного подхода: Дис. ...док.тех. наук. Пермь, 2012. 399 с.
2. **Сибикина И.В.** Модели и алгоритмы формирования и оценки компетенций выпускника вуза: Автореф. дис. ...канд. тех. наук. Астрахань, 2012. 16 с.
3. **Бутузов С.Ю., Нго Ван Ань.** Концепция формирования компетенций магистрантов вузов пожарно-технического профиля МЧС России // Материалы IV всероссийская научно-практическая конференция с международным участием "Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций". Воронежский институт ГПС МЧС России, 2013. С. 311-314.
4. **Бутузов С.Ю., Нго Ван Ань.** Компетентностная модель выпускника магистратуры вузов пожарно-технического профиля МЧС России // Материалы XXI международной научно-практической конференции "Проблема управления безопасностью сложных систем". Институт проблем управления им. Трапезникова РАН, 2013. С. 58-61.
5. **Бутузов С.Ю., Нго Ван Ань.** Подготовка магистрантов в вузах пожарно-технического профиля МЧС России // Материалы XXI международной научно-практической конференции "Проблема управления безопасностью сложных систем", Институт проблем управления им. Трапезникова РАН, 2013. С. 95-97.
6. **Бутузов С.Ю., Нго Ван Ань.** Концептуальная модель формирования у магистрантов по направлению Техносферная безопасность // Материалы IX международной научно-практической конференции "Обеспечение безопасности при чрезвычайных ситуациях". Воронежский государственный технический университет, 2013. С. 204-206.