

УДК 331.44 DOI: 10.14451/1.224.152

Инструменты нечеткого определения свойств человеческих ресурсов высшего учебного заведения на базе методов машинного обучения

© 2023 **Рыхтик Дарья Николаевна**

ассистент, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Высшая школа производственного менеджмента, Россия, Санкт-Петербург.

E-mail: ryhtik_dn@spbstu.ru

© 2023 **Аксенов Павел Николаевич**

студент, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Высшая инженерно-экономическая школа, Россия, Санкт-Петербург.

E-mail: ptorosenko@gmail.com

© 2023 **Подик Валерия Дмитриевна**

студент, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, ИЭФ, кафедра экономики судостроительной промышленности, Россия, Санкт-Петербург.

E-mail: vpodik7@gmail.com

© 2023 **Конников Евгений Александрович**

кандидат экономических наук, доцент, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Высшая инженерно-экономическая школа, Россия, Санкт-Петербург.

E-mail: konnikov.evgeniy@gmail.com

Ключевые слова: человеческие ресурсы, высшее учебное заведение, квантификация, информационная среда, машинное обучение.

В данной исследовательской работе был разработан инструмент, основанный на методах машинного обучения, для нечеткого определения свойств человеческих ресурсов. Алгоритм был апробирован на выборке из 11 преподавателей Политехнического Университета Петра Великого. В рамках исследования были выделены и проанализированы два информационных потока: социальный и научный. Для каждого из них был разработан автоматизированный механизм сбора данных. В ходе анализа данных были применены методы обработки естественного языка, включающие токенизацию, лемматизацию, векторизацию и расчет косинусного сходства между векторами. Результатом реализации алгоритма являются таблица сходства преподавателей и интервалы уникальности.

Существующая геополитическая нестабильность неизменно оказывает интенсивное влияние на ключевые общественные институты, одним из которых является высшее образование. Следствием дестабилизации системы высшего образования является формирование локального кадрового дефицита на местах. Компенсация данного явления возможна посредством автоматизации процесса поиска эффективного замещения утерянных кадровых единиц, что возможно посредством использования методов машинного обучения.

Методология исследования предполагает выявление свойств человеческих ресурсов (СЧР) для целей эффективного управления трудовым резервом высших учебных заведений. Предполагается, что преподаватель, числящийся в составе рабочей силы, уже прошёл «входную проверку» на наличие базовых СЧР, относящихся к широкому спектру навыков и качеств необходимых для успешного выполнения работы научного сотрудника. Среди них выделяют:

1. Квалификацию и компетентность;
2. Коммуникабельность;
3. Активное обучение;
4. Организационные навыки;
5. Адаптивность;
6. Творческий подход.

Как следствие, для целей определения наиболее успешной замены преподавателя из имеющегося трудового состава у нас нет необходимости в оценке базовых свойств. Однако каждого специалиста, помимо базовых свойств, характеризует его уникальная преподавательская и исследовательская среды, которые он формирует вокруг себя.

Преподавательская среда зависит от многих факторов, включая социальные интересы сотрудника. В первую очередь, это связано с тем, что преподаватель является членом общества и влияние социальной среды на него неминуемо.

Социальные интересы преподавателя могут определять направленность его научно-исследовательской деятельности и темы, которые он

выбирает для исследований. Кроме того, социальные интересы могут отражаться на методах обучения и подходах к взаимодействию со студентами, ведь преподаватель может использовать свой профессиональный опыт и знания для решения социальных проблем и задач [3; 11]. Также, социальные интересы могут влиять на мнение и взгляды преподавателя на различные социальные и политические вопросы, что может отразиться на методах обучения и на педагогической практике, например, на выборе определенных тем для дискуссий в аудитории. Наконец, социальные интересы могут влиять на профессиональную среду, в которой работает преподаватель. Если у преподавателя высокие социальные интересы, он может быть заинтересован в участии в научных конференциях, создании научных групп и объединений, а также в создании проектов, направленных на решение различного рода социальных проблем.

Таким образом, социальные интересы преподавателя могут определять его профессиональную среду и влиять на его профессиональную деятельность, в том числе на выбор научных тем и методов обучения.

Уникальная исследовательская среда сотрудника также зависит от многих факторов, но в первую очередь влияние на нее оказывают научные интересы преподавателя [23].

Во-первых, научные интересы сотрудника определяют темы и направления научных исследований, которые он будет реализовывать. Если сотрудник имеет широкий круг научных интересов, то это может способствовать разнообразию и инновационности как собственной, так и университетской исследовательской среды.

Во-вторых, научные интересы сотрудника могут влиять на его выбор коллег и соавторов для совместной работы над проектами. В свою очередь, эти коллеги и соавторы также могут иметь свои научные интересы, и, таким образом, научные интересы сотрудника могут формировать научную среду в университете.

В-третьих, научные интересы сотрудника могут

определять его активность в профессиональных сообществах и научных конференциях, что, в свою очередь, будет приводить к развитию научной среды во всем учебном заведении.

Наконец, научные интересы сотрудника могут влиять на его участие в программе обучения и развития других сотрудников и студентов. Если сотрудник имеет широкий круг научных интересов, то он может стать ментором для многих студентов и других сотрудников, которые также заинтересованы в этих тематиках.

Таким образом, научные интересы сотрудника могут оказывать значительное влияние на формирование научной среды в высшем учебном заведении и способствовать разнообразию и инновационности исследовательской деятельности.

Данные свойства формируют уникальность и самобытность каждого из преподавателей. В данном разделе преследуется цель подбора оптимальной замены преподавателя, что при исключении базовых СЧР, определяется исключительно социальной и научной составляющей [6; 8].

Представленные выше свойства человеческих ресурсов, как и иные, нуждаются в объективной оценке [14; 20]. Как правило, для оценки СЧР используются традиционные методы, включающие в себя:

1. *Анкетирование.* Для более эффективного сбора информации о сотруднике организации могут использовать различные методы, включающие в себя стандартные анкеты [4; 24]. Такие анкеты могут быть как структурированными, имеющими определенную последовательность вопросов и ответов, так и не иметь определенной структуры, предоставляя сотрудникам большую свободу в выражении своих мыслей и идей.
2. *Оценка эффективности.* Данный метод позволяет оценить производительность сотрудников на основе установленных критериев [1; 7; 25]. Критерии могут быть как количественными, так и качественными, как правило, они связаны с выполнением определённых норм,

задач, проектов и т.д.

3. *360 градусов.* Это метод оценки, направленный на получение обратной связи о сотруднике от разных лиц, включая его руководителей, коллег, подчиненных и даже клиентов [9; 10; 12]. Он включает в себя использование структурированных анкет, а также проведение индивидуальных интервью и обсуждений результатов сотрудника с непосредственными контактами.
4. *Интервью.* Заключается в проведении индивидуальных бесед с сотрудниками. В процессе интервьюирования сотрудников, помимо оценки их свойств, также можно получить обратную связь по их взглядам на работу в компании, выявить потенциальные проблемы и настроения, что поможет улучшить уровень удовлетворенности и эффективности работы коллектива [5; 19; 21]. Интервью также могут быть структурированными или неструктурированными.
5. *Оценка потенциала.* Данный метод позволяет определить потенциал сотрудников для роста и развития в организации [2; 13; 22]. Оценка может проводиться с помощью индивидуальных бесед, наблюдения за работой, а также с использованием тестов и ассесмент-центров.

Несмотря на эффективность традиционных методов, все они зачастую имеют ряд достаточно важных ограничений, что в тандеме со специфичностью оцениваемых нами свойств делает их применение нецелесообразным для достижения поставленных целей:

1. *Субъективность оценки.* В случае отсутствия структуры и детерминированных шкал оценки социальной и научной составляющей вся процедура становится зависимой от мнения сотрудника, непосредственно оценивающего каждого из кандидатов. Ответственный сотрудник может иметь свое представление о том, к какой области знаний относится тот или иной научный интерес или же что следует относить к хобби или увлечению, все это несомненно приводит к искажению результа-

тов оценки и делает её менее объективной.

2. *Трудоемкость и капиталоемкость.* Традиционные методы оценки (ТМО) могут быть неэффективными по причине внушительных ресурсов, затрачиваемых на их проведение. Интервьюирование, обработка анкет, опрос коллег, наблюдение за сотрудником всё это повышает как временные, так и трудовые затраты на проведение оценки.
3. *Неактуальность.* Трудоемкость и капиталоемкость ТМО определяют периодичный характер их проведения, что в случае с социальной и научной составляющей может повлечь за собой «устаревание» имеющихся данных и выбор неверной замены на их основе.
4. *Недостоверность.* ТМО могут быть недостоверными в силу того, что многие из них предполагают непосредственную коммуникацию с преподавателем. Осознание участия в оценке может привести к изменению поведения и ответов сотрудника. Респондент, сам не осознавая этого, стараясь помочь исследователю путем предоставления ясных и однозначных ответов, не высказывает своего реального мнения, что приводит к потере и искажению значимой части аналитической информации.

Вышеупомянутые ограничения подчеркивают значимость и необходимость разработки специализированных инструментов, которые способствовали бы оперативной и объективной оценке рассматриваемых свойств человеческих ресурсов в условиях отсутствия прямой коммуникации, стандартизированных опросов, интервью и т.д. Важно отметить, что организации имеют различные виды деятельности, цели и потребности. Исходя из этого, разные организации могут придавать большее значение определенным свойствам человеческих ресурсов.

Рассматриваемый далее метод будет относиться преимущественно к оценке СЧР, для целей подбора наиболее подходящей замены преподавателя высшего учебного заведения. В соответствии с этим фактом в качестве анализируемых свойств человеческих ресурсов будут рассмот-

рены такие сферы как научная и социальная деятельность. Несмотря на это, разработанный инструментарий является универсальным по своей сути и предполагает вариативность лишь в выборе базы для сбора статистической информации.

С учетом всех предпосылок, основу разработки инструментария составит квантификация цифровой информационной среды, агрегирующей большое количество данных как о научной, так и о социальной составляющей жизни сотрудников высших учебных заведений. Под научной составляющей понимается спектр научных интересов преподавателя, под социальной – его увлечения и интересы вне профессиональной деятельности.

С учетом вышеизложенного целесообразнее всего использовать в качестве базы для сбора аналитической информации специализированные сервисы для научной составляющей, объединяющие большое количество научных публикаций различных авторов, и для социальной составляющей – социальные сети как привычное место общения и отражения социальных свойств.

Как упоминалось ранее, основу инструментария составит квантификация цифровой информационной среды, основанная на количественном измерении некоторых свойств естественной информации. Существует множество разнообразных методов квантификации, которые различаются по типу обрабатываемой информации. В связи с тем, что в данном исследовании базой для сбора аналитической информации являются специализированный сервис и социальная сеть, предоставляющие по большей части информацию в текстовом виде, мы ограничимся именно этим типом данных.

Для целей определения рассматриваемых свойств человеческих ресурсов для организаций высшего образования авторы предлагают:

1. В качестве базы для сбора аналитической информации выбрать специализированный

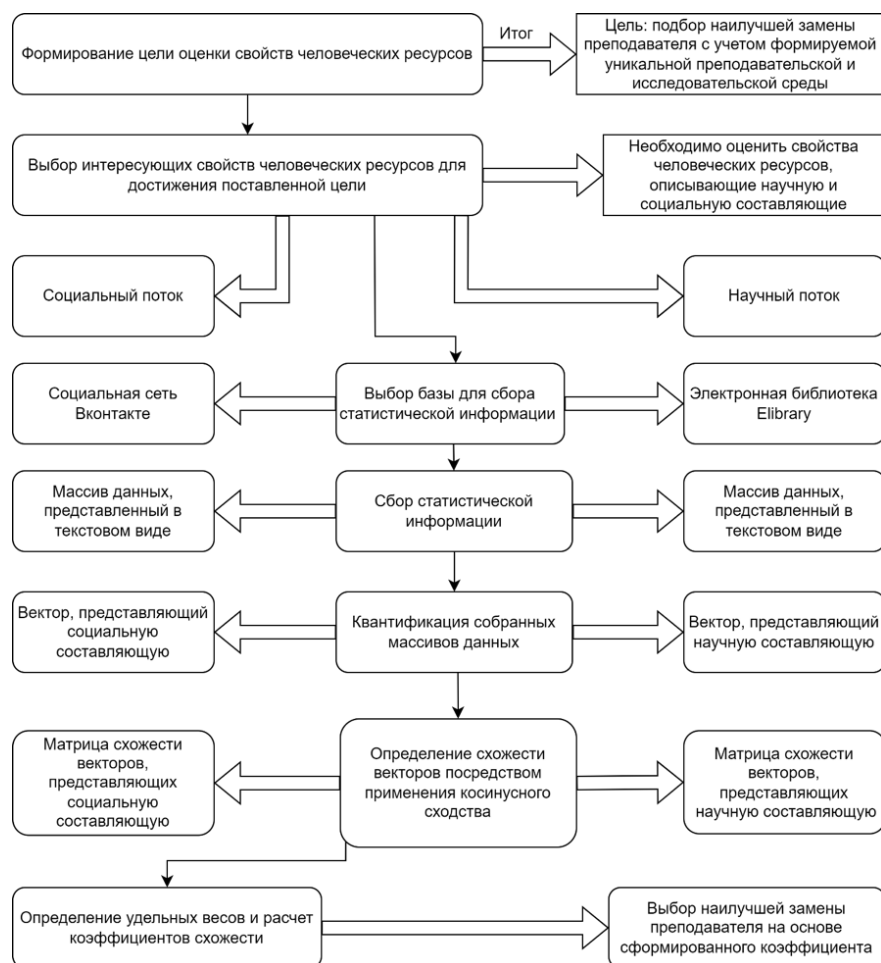


Рис. 1. Алгоритм определения свойств человеческих ресурсов высшего учебного заведения.

сервис Elibrary, который предоставляет доступ к научным публикациям отечественных и зарубежных авторов, а также популярную отечественную социальную сеть – Вконтакте.

2. Собрать массив данных по каждому исследуемому преподавателю, включающий в себя информацию о научных публикациях (названия статей и их аннотации) и социальной составляющей (описание групп, на которые подписан преподаватель).
3. С использованием методов машинного обучения сформировать два вектора для каждого из преподавателей, характеризующих их научную и социальную составляющие соответственно [17; 18].
4. Применить косинусное сходство для сравнения полученных векторов между собой [16].
5. Сформировать коэффициент сходства ис-

следуемых преподавателей на основе рассматриваемых свойств человеческих ресурсов [15].

Автоматизация сбора анализируемых данных и их предварительная обработка будут представлены в следующем параграфе. В данном разделе будет рассмотрена математическая составляющая, формирующая коэффициент сходства исследуемых преподавателей.

Вся обрабатываемая естественная информация представляет из себя два потока: научный и социальный. В рамках квантификации данные потоки могут быть представлены в виде уникальных векторов, для которых каждая из координат определена конкретным токеном (словом), частота употребления токена будет являться значением координаты. Несмотря на простоту данного представления, существует достаточно

важное ограничение, заключающееся в приращении значимости, так называемых, «служебных» и широко употребляемых слов, которые не несут в себе содержательной составляющей.

Для компенсации эффекта приращения значимости у подобных токенов, можно использовать корректировку частоты встречаемости на степень уникальности токенов, выражаемую показателем TF-IDF. Согласно данному показателю, значимость токена пропорциональна его частоте встречаемости в конкретном информационном потоке и обратно пропорциональна его частоте встречаемости во всех анализируемых информационных потоках.

$$TF - IDF = \frac{n_t}{\sum_k n_k} \cdot \log \frac{|D|}{|\{d_i \in D | t \in d_i\}|} \quad (1)$$

где:

1. n_t – частота встречаемости токена t в конкретном информационном потоке.
2. $\sum_k n_k$ – общее число токенов в конкретном информационном потоке.
3. $|D|$ – число информационных потоков.
4. $|\{d_i \in D | t \in d_i\}|$ – число информационных потоков, в которых встречается токен t .

Используя вектор, где каждая координата соответствует токenu и оценена показателем TF-IDF, можно проводить универсальную квантификацию любого информационного потока, представленного в виде текста. Соответственно для нашего исследования пара векторов, описывающих научную и социальную составляющую по каждому из исследуемых преподавателей, будут являться основой разрабатываемого инструмента. Преобразовав информацию в удобный для сравнения вид, можем переходить к следующему этапу исследования.

Как упоминалось ранее, в нашем случае результирующим показателем будет коэффициент сходства, следовательно, нам необходимо использовать один из методов оценки сходства двух векторов. Для данной цели может быть использовано косинусное сходство (мера сходства между двумя векторами в многомерном

пространстве, которая определяется как косинус угла между этими векторами). Оно используется для измерения степени схожести двух векторов и может быть применено в различных областях, таких как информационный поиск, машинное обучение, обработка естественного языка и т.д. Косинусное сходство может быть вычислено путем нормализации векторов и вычисления их скалярного произведения.

$$\text{similarity}(A_i A_j) = \frac{\sum_{i=1, j=1}^n A_i A_j}{\sqrt{\sum_{i=1, j=1}^n A_i^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n A_j^2}} \quad (2)$$

где:

A_i, A_j – векторы, квантифицирующие один из рассматриваемых информационных потоков.

Данная мера была выбрана, поскольку она учитывает только ненулевые координаты, что является особенно важным для разреженных векторов, которыми и выражены квантификаторы анализируемой текстовой информации. Косинусное сходство, для нашего случая, изменяется в пределах от 0 до 1, так как TF-IDF всегда является неотрицательным, где 1 означает полное совпадение, 0 – отсутствие сходства.

Выполнив данные расчеты, получим для каждой сравниваемой пары преподавателей два значения: одно, связанное со сходством научной составляющей, второе – со сходством социальной составляющей. Данные показатели, для целей расчета коэффициента сходства, необходимо скомбинировать с учётом удельных весов каждого из параметров. Удельные веса необходимы из-за разнообразия целей проводимой оценки человеческих ресурсов. Для каких-то задач необходимо найти наиболее схожих преподавателей по социальной составляющей, для иных – по научной составляющей. Данный подход делает оценку более вариативной. Комбинация представляет из себя обычную линейную связь с учетом заранее выставленных удельных весов.

$$\text{Similaritycoeff} = \text{similarity}(A_i A_j) \cdot \text{shscience} + \text{similarity}(B_i B_j) \cdot \text{shsocial} \quad (3)$$

где:

1. shscience – удельный вес научной компоненты.
2. shsocial – удельный вес социальной компоненты.

На основе комбинирования удельных весов могут быть составлены матрицы сходства свойств человеческих ресурсов по каждому из преподавателей. В зависимости от преследуемых целей и задач организации комбинации наиболее схожих по анализируемым свойствам преподавателей могут меняться. Различные сочетания

удельных весов могут быть составлены на основе экспертных оценок.

Несмотря на то, что приведенный инструментальный включает в себя лишь два информационных потока, данный алгоритм может быть обобщен на большее число потоков для более детальной проработки в зависимости от поставленной задачи.

На рисунке 1 приведена схема всего алгоритма нахождения коэффициента сходства преподавателей для целей определения наилучшей замены по сходству формируемой преподавательской и исследовательской среды.

Алгоритмически одинаковые процедуры, применяемые для каждого из исследуемых преподавателей, позволяют автоматизировать данный инструментальный.

Библиографический список

1. Борщева А. В., Ильченко С. В. Методы оценки эффективности трудовой деятельности персонала // Вестник экспериментального образования. – 2018. – 3 (16). – С. 1–73.
2. Гайфуллина М. М. Интегральный подход к оценке кадрового потенциала предприятия // Вестник ВЭГУ. – 2015. – № 4. – С. 2–33.
3. Генкин Б. М., Голева Е. В. Принципы организации труда профессорско-преподавательского состава // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2019. – 2 (116).
4. Захаров А. В. Метод анкетирования в исследовании качества социализации и самореализации личности // Практическая педагогика и психология: методы и технологии. – 2016. – С. 124–126.
5. Иванова С. Оценка компетенций методом интервью. – Альпина Паблишер, 2011.
6. Колышев О. Ю. Анализ развития человеческих ресурсов в условиях коммерциализации вузовских инноваций // Kant. – 2021. – 3 (40). – С. 4–43.
7. Малиновский П. Методы оценки персонала // Кадровик. – 2002. – № 6. – С. 3–56.
8. Масалова Ю. А. Управление качеством человеческих ресурсов в вузе // Вестник НГУЭУ. – 2014. – № 2. – С. 155–162.
9. Маслова Я. Ю., Кальгина К. А. Особенности реализации технологии 360 градусов как эффективный метод оценки персонала в современных компаниях // Наука и современность. – 2016. – № 43. – С. 18–223.
10. Непомнящая Д. О. Использование компетентностного подхода при оценке персонала методом «360 градусов» // Бизнес-образование в экономике знаний. – 2018. – 2 (10). – С. 9–53.
11. Никулина И. Е., Римская О. Н. Студент, преподаватель и работодатель в системе управления качеством образовательных услуг // Университетское управление: практика и анализ. – 2006. – № 6.
12. Пархимчик Е. П. Метод оценки «360 градусов»: условия успешного применения // Управление персоналом. – 2010. – № 4. – С. 34–39.
13. Потуданская В. Ф., Трункина Л. В. Оценка трудового потенциала персонала предприятия // Бизнес. Образование. Право. – 2011. – № 4. – С. 6–101.
14. Разинкина Е. М., Раев К. В., Калинина О. В. Внутренняя система оценки качества образования: независимая оценка профессиональных компетенций педагогических работников // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Общество. Коммуникация. Образование. – 2019. – 2 (10).
15. Родионов Д. Г., Карпенко П. А., Конников Е. А. Методика квантификации состояния трудовых ресурсов в контексте управления развитием региональной социально-экономической системой // Экономические науки. – 2021. – № 197. – С. 171–179. – DOI: [10.14451/1.197.171](https://doi.org/10.14451/1.197.171).
16. Родионов Д. Г., Конников Е. А., Иванова А. С. Трансформация рынка труда в период пандемии COVID-19: дифференциация влияния физического и информационного распространения вируса // Вестник Московского государственного

- технического университета им. Н. Э. Баумана. Серия Приборостроение. – 2021. – 2(135). – С. 83–102. – DOI: [10.18698/0236-3933-2021-2-83-102](https://doi.org/10.18698/0236-3933-2021-2-83-102).
17. Родионов Д. Г., Мугутдинов Р. М., Конников Е. А. Автоматизированный алгоритм системного анализа конкурентоспособности цифрового предприятия в рамках информационной среды // Экономические науки. – 2021. – № 200. – С. 98–108. – DOI: [10.14451/1.200.98](https://doi.org/10.14451/1.200.98).
 18. Родионов Д. Г., Пашина П. А., Конников Е. А. Квантификаторы информационной среды финансового рынка // Экономические науки. – 2022. – № 211. – С. 125–128. – DOI: [10.14451/1.211.125](https://doi.org/10.14451/1.211.125).
 19. Романадзе Е. Л., Семина А. П. Обзор методов оценки персонала в современных организациях // Московский экономический журнал. – 2019. – № 1. – С. 02–610.
 20. Симоненко Е. С. Оценка инновационного потенциала вуза на основе разработки комплексной системы показателей и индикаторов // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. – 2013. – 3 (3).
 21. Сошников А., Пеленицын А. Оценка персонала. Психологические и психофизические методы. – Эксмо, 2009. – 978-5-699-37297-3. – ISBN 978-5-699-37297-3.
 22. Судакова Е. С. Оценка трудового потенциала персонала: подходы, методы, методика // Вестник евразийской науки. – 2014. – 4 (23). – С. 7.
 23. Фильченкова И. Ф., Самсонова Н. В. Факторы инновационной активности преподавателей вуза // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Филология, педагогика, психология. – 2016. – № 2.
 24. Фомина Е. Е. Факторный анализ и категориальный метод главных компонент: сравнительный анализ и практическое применение для обработки результатов анкетирования // Гуманитарный вестник. – 2017. – 10 (60). – DOI: [10.18698/2306-8477-2017-10-473](https://doi.org/10.18698/2306-8477-2017-10-473).
 25. Шамшетдинов Р. Р. Методы оценки эффективности деятельности персонала // Бюллетень науки и практики. – 2019. – 4 (5). – С. 38–341.