

Использование ИИ для улучшения вовлеченности и удержания сотрудников в цифровой экономике: Этический и основанный на данных подход

Барбахан . И, Университет ИТМО, Санкт-Петербург

В данной статье представлен инновационный подход, направленный на улучшение вовлеченности и удержания сотрудников в условиях цифровой экономики путем использования передовых технологий машинного обучения, обработки естественного языка (NLP) и этических практик ИИ. Интеграция данных из коммуникаций в реальном времени, показателей производительности и кадровых записей обеспечивает всестороннее понимание поведения сотрудников. Основные характеристики включают анализ настроений в реальном времени и персонализированные вмешательства, обеспечивающие справедливость и обнаружение предвзятости. Процесс разработки нашего решения охватывает сбор данных, их предварительную обработку и использование различных методов обучения. Пилотные исследования подтверждают эффективность модели, демонстрируя значительные улучшения показателей вовлеченности и удержания, а также заметные экономические выгоды для цифровых предприятий. Этот подход объединяет технологические инновации с человекоориентированным управлением, способствуя более вовлеченной и продуктивной рабочей силе в цифровую эпоху.

1. Введение:

В современном цифровом организационном ландшафте высокая вовлеченность и удержание сотрудников являются ключевыми для поддержания конкурентного преимущества и экономического роста. Традиционные методы часто не способны отразить динамическую природу опыта сотрудников, что приводит к недостаточным результатам [1]. Передовые технологии ИИ предлагают новые возможности для получения данных в реальном времени, что особенно актуально в условиях цифровой экономики [2]. В данной статье представлен новый подход, использующий машинное обучение, обработку естественного языка (NLP) и этические практики ИИ для улучшения вовлеченности и удержания сотрудников. Интеграция различных источников данных, таких как цифровые коммуникации, показатели производительности и кадровые записи, обеспечивает целостный и оперативный взгляд на поведение сотрудников, позволяя осуществлять превентивные персонализированные вмешательства, обеспечивая при этом справедливость и обнаружение предвзятости в рекомендациях, основанных на ИИ. Наше комплексное решение охватывает как технологические инновации, так и человекоориентированное управление, повышая производительность и экономическую ценность цифровых предприятий, тем самым устраняя пробелы существующих методов справедливой, прозрачной и эффективной системы для цифровой экономики.

2. Фон:

Существующие методы вовлеченности и удержания сотрудников, такие как периодические опросы и оценки производительности, часто не отражают динамическую природу опыта сотрудников [3]. Реактивные стратегии удержания, сосредоточенные на выходных интервью и бонусах за удержание, устраняют симптомы, а не коренные причины недовольства [4]. Применение ИИ в HR, от подбора талантов до управления производительностью, показало многообещающие результаты. Алгоритмы машинного обучения прогнозируют текучесть кадров, анализируя данные HR [5], в то время как методы NLP анализируют отзывы сотрудников, предлагая понимание морального состояния и вовлеченности [6][7]. Однако комплексные

подходы, объединяющие несколько источников данных и приложения в реальном времени, все еще необходимы.

Внедрение этического ИИ вызывает опасения по поводу конфиденциальности данных, справедливости и прозрачности [8]. Обеспечение этического ИИ включает в себя надежные меры по защите данных, регулярные проверки предвзятости и прозрачные процессы принятия решений [9][10]. Методы смягчения предвзятости включают перераспределение весов выборки данных и методы объяснимого ИИ [11]. В этой статье рассматриваются эти пробелы, предлагая метод, объединяющий машинное обучение, NLP и этические практики ИИ, интегрирующий различные источники данных для повышения вовлеченности и удержания сотрудников в реальном времени. Этот подход особенно актуален в условиях цифровой экономики, где организации все чаще используют цифровые инструменты и платформы для управления и вовлечения своей рабочей силы.

3. Методология

Разработка и оценка системы ИИ для повышения вовлеченности и удержания сотрудников включает несколько этапов: сбор и предварительная обработка данных, разработка моделей машинного обучения, NLP, этические практики ИИ, проектирование и внедрение системы и оценка.

3.1. Сбор и предварительная обработка данных

Данные собираются из опросов сотрудников, показателей производительности, цифровых коммуникаций и кадровых записей. Опросы предоставляют качественные и количественные данные, в то время как показатели производительности охватывают продуктивность и посещаемость. Анализ цифровых коммуникаций, таких как электронные письма и чаты, выявляет шаблоны взаимодействий и настроения. Кадровые записи содержат исторические данные о стаже и текучести кадров. Предварительная обработка включает анонимизацию данных, нормализацию и обработку пропущенных данных для обеспечения конфиденциальности и согласованности с использованием таких инструментов, как Python, SQL и программное обеспечение для анонимизации данных..

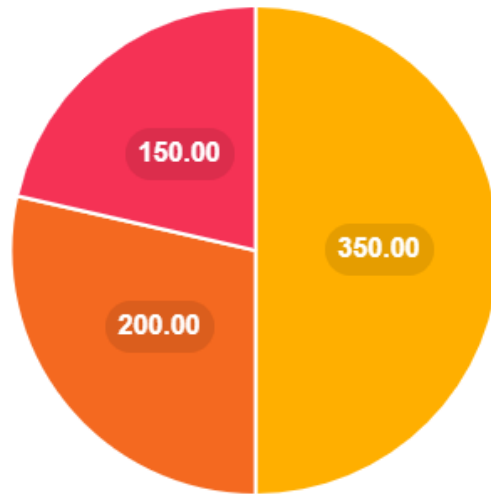
3.2. Разработка моделей машинного обучения

Используются как контролируемые, так и неконтролируемые методы. Прогнозное моделирование с использованием алгоритмов, таких как логистическая регрессия, деревья решений и градиентное бустинг, предсказывает текучесть кадров и уровни вовлеченности [12]. Кластерный анализ сегментирует сотрудников на категории вовлеченности и риска. Обучение с подкреплением оптимизирует стратегии вовлеченности посредством динамических вмешательств на основе обратной связи в реальном времени.

3.3. Обработка естественного языка (NLP)

Техники NLP анализируют настроения, извлекают ключевые темы и классифицируют отзывы [13]. Инструменты, такие как VADER, BERT и SpaCy, выполняют анализ настроений на основе отзывов и коммуникаций. Моделирование тем с использованием латентного распределения Дирихле (LDA) выявляет важные темы, в то время как классификация текстов организует отзывы в практические инсайты.

На рисунке 1 показаны результаты анализа настроений по отзывам сотрудников с разбивкой на положительные, нейтральные и отрицательные.



3.4. Этические практики

Этические практики ИИ обеспечивают конфиденциальность данных, справедливость и прозрачность. Аудиты предвзятости и ограничения справедливости смягчают предвзятость моделей. Методы объяснимого ИИ повышают прозрачность. Конфиденциальность данных поддерживается через управление явным согласием и надежные меры безопасности.

4. Проектирование и внедрение системы

Проектирование и внедрение решения на основе ИИ для повышения вовлеченности и удержания сотрудников включает разработку надежной архитектуры, интегрирующей различные источники данных и аналитические компоненты, что позволяет проводить анализ в реальном времени и осуществлять превентивные вмешательства..

4.1. Проектирование архитектуры

4.1.1. Интеграционная структура:

- Поглощение данных: Архитектура системы начинается с комплексного слоя поглощения данных, который собирает данные из различных источников, включая опросы сотрудников, показатели производительности, цифровые коммуникации и кадровые записи. Эти данные поглощаются в реальном времени или с регулярными интервалами, в зависимости от источника.
- Конвейер обработки данных: После поглощения данные обрабатываются через конвейер, включающий очистку данных, нормализацию и анонимизацию. Это обеспечивает согласованность, точность и соответствие данных стандартам конфиденциальности.

4.1.2. Основные аналитические компоненты:

- Модуль машинного обучения: Этот модуль включает модели контролируемого обучения для прогнозной аналитики и неконтролируемого обучения для

кластерного анализа. Эти модели обучаются и проверяются на исторических данных для прогнозирования текучести кадров и сегментации сотрудников на основе уровней вовлеченности.

- Модуль обработки естественного языка (NLP): Модуль NLP выполняет анализ настроений, моделирование тем и классификацию текстов на основе текстовых данных из отзывов сотрудников и цифровых коммуникаций. Это помогает понять настроения сотрудников и выявить ключевые проблемы, влияющие на вовлеченность.

4.1.3. Компоненты этического ИИ:

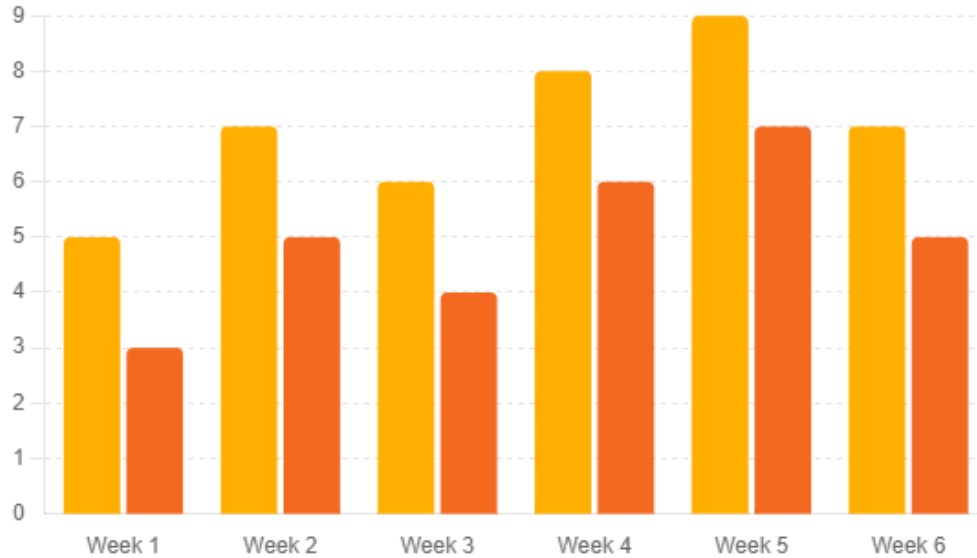
- Обнаружение справедливости и предвзятости: В модуль машинного обучения интегрированы механизмы для обнаружения и смягчения предвзятости. Это обеспечивает справедливость и непредвзятость прогнозов и рекомендаций моделей.
- Объяснимость: Система включает инструменты для того, чтобы процессы принятия решений ИИ были прозрачными и понятными для пользователей, повышая доверие и принятие среди сотрудников.

4.2. Анализ в реальном времени

4.2.1. Динамический мониторинг:

- Непрерывный поток данных: Система разработана для обработки непрерывного потока данных, что позволяет осуществлять мониторинг уровней вовлеченности сотрудников и рисков текучести кадров в режиме реального времени. Эта динамическая возможность позволяет организации оперативно реагировать на возникающие проблемы.
- Система оповещений: Интегрированная система оповещений уведомляет менеджеров HR и руководителей команд о значительных изменениях в метриках вовлеченности или потенциальных рисках текучести кадров, что позволяет своевременно вмешиваться.

Рисунок 2 иллюстрирует количество оповещений и вмешательств в режиме реального времени, активированных в течение шести недель, демонстрируя возможности системы по динамическому мониторингу.



4.3. Разработка и тестирование

4.3.1. Разработка прототипа:

- Начальная сборка: Этап разработки начинается с создания прототипа на основе спроектированной архитектуры. Это включает кодирование алгоритмов машинного обучения и обработки естественного языка (NLP), настройку конвейера обработки данных и интеграцию компонентов этического ИИ.
- Итеративное тестирование: Прототип проходит циклы итеративного тестирования для уточнения моделей и повышения точности. Каждая итерация включает сбор обратной связи, корректировку алгоритмов и повторное тестирование.

4.3.2. Пилотное внедрение:

- Контролируемое внедрение: Усовершенствованный прототип внедряется в пилотном режиме в избранных подразделениях организации. Эта контролируемая среда позволяет внимательно отслеживать и детально оценивать производительность системы.
- Метрики оценки: Во время пилотного внедрения отслеживаются различные метрики, включая производительность модели (точность, точность определения, полнота, F1-мера) и влияние системы на уровни вовлеченности и удержания сотрудников.

4.4. Полное внедрение

4.4.1. Внедрение на уровне всей организации:

- Масштабируемость: После успешного пилотного тестирования и доработки система масштабируется для внедрения на уровне всей организации. Архитектура разработана для обработки увеличенного объема данных и нагрузки пользователей, обеспечивая бесперебойную работу по всей организации.
- Обучение и поддержка пользователей: Проводятся комплексные тренинги для менеджеров HR, руководителей команд и других заинтересованных лиц, чтобы они

могли эффективно использовать систему. Осуществляется постоянная поддержка для решения возникающих проблем и сбора непрерывной обратной связи для дальнейшего улучшения.

4.4.2. Непрерывное улучшение:

- Цикл обратной связи: Создается надежный цикл обратной связи, в котором данные и отзывы пользователей регулярно пересматриваются для итеративного улучшения системы. Это включает периодические обновления моделей машинного обучения и алгоритмов NLP на основе новых данных и меняющихся потребностей организации.
- Этические обзоры: Регулярно проводятся этические обзоры, чтобы гарантировать, что система продолжает работать справедливо и прозрачно, адаптируясь к новым этическим стандартам или возникающим вопросам.

4.4.3. Масштабируемость и акцент на цифровой экономике

- Масштабируемость: Архитектура системы разработана для обработки увеличенного объема данных и нагрузки пользователей, обеспечивая бесперебойную работу в различных организационных контекстах и на цифровых платформах. Эта масштабируемость имеет решающее значение для поддержки цифровой трансформации организаций.
- Актуальность для цифровой экономики: Система поддерживает цифровые предприятия, используя передовые методы ИИ и цифровые источники данных, способствуя повышению продуктивности и экономической ценности в цифровой экономике.

Эта стратегия проектирования и внедрения системы обеспечивает комплексный, этический и эффективный подход к использованию ИИ для повышения вовлеченности и удержания сотрудников, учитывая как технологические, так и человеческие факторы.

5. Оценка и результаты

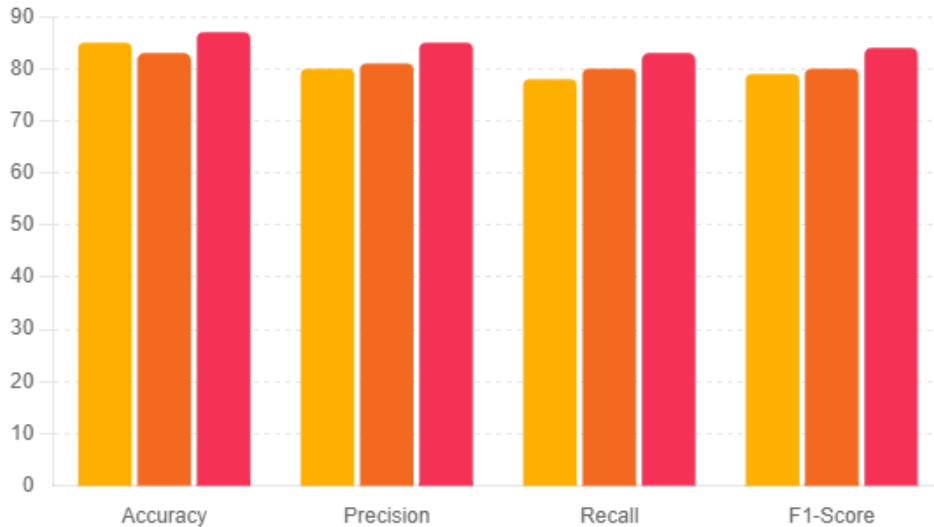
Раздел "Оценка и результаты" описывает процессы и выводы, полученные в результате оценки эффективности системы на основе ИИ для повышения вовлеченности и удержания сотрудников..

5.1. Количественные метрики

5.1.1. Производительность модели:

- Точность: Способность предиктивных моделей правильно идентифицировать вовлеченных и находящихся под риском сотрудников.
- Точность определения и полнота: Оценка баланса между выявлением истинных положительных случаев вовлеченности и минимизацией ложных положительных случаев.
- F1-мера: Комбинирование точности определения и полноты для предоставления единого показателя производительности модели.
- Дополнительные метрики: Включают ROC-кривые, AUC-оценки и матрицы ошибок для комплексной оценки.

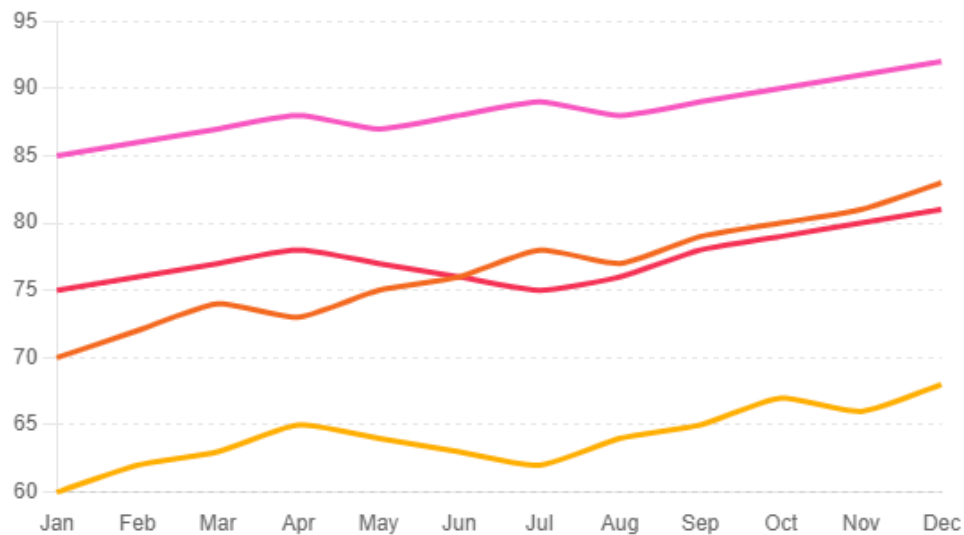
Рисунок 3 представляет метрики производительности предиктивных моделей, используемых в системе, включая точность, точность определения, полноту и F1-меру, подчеркивая эффективность моделей.



5.1.2. Влияние на вовлеченность и удержание сотрудников:

- Сравнение до и после внедрения: Анализ уровней вовлеченности и удержания сотрудников до и после внедрения системы.
- Статистическая значимость: Применение статистических тестов для определения значимости наблюдаемых изменений в метриках вовлеченности и удержания.

Рисунок 4 иллюстрирует сравнение уровней вовлеченности и удержания сотрудников до и после внедрения системы на основе ИИ, демонстрируя значительные улучшения после внедрения.



5.1.3. Экономическое влияние

- Возврат на инвестиции (ROI): Расчет финансовой отдачи от улучшенной вовлеченности и удержания, учитывая сниженные затраты на текучесть кадров и повышенную продуктивность.

- Экономия затрат: Определение экономии за счет уменьшения расходов на набор, адаптацию и обучение сотрудников благодаря более высоким уровням удержания.
- Прирост продуктивности: Оценка увеличения общей продуктивности, связанного с более высокой вовлеченностью, что приводит к экономической ценности.

5.2. Качественная обратная связь

5.2.1. Интервью с пользователями и фокус-группы:

- Обратная связь от HR и руководства: Сбор информации от менеджеров HR и руководителей команд о удобстве использования системы и ее влиянии на стратегии вовлеченности.
- Восприятие сотрудников: Сбор отзывов сотрудников о их опыте использования системы, воспринимаемых преимуществах и возникающих проблемах.
- Прямые цитаты: Включение цитат из интервью для предоставления более глубоких инсайтов.

5.3. Кейсы:

Результаты пилотного исследования: Подробные кейсы из этапа пилотного внедрения, подчеркивающие конкретные случаи, когда система успешно выявила и смягчила риски снижения вовлеченности.

5.4. Непрерывное улучшение

5.4.1. Циклы обратной связи:

- Итеративное уточнение: Использование обратной связи и данных о производительности для итеративного улучшения моделей ИИ и функций системы.
- Непрерывный мониторинг: Создание процессов для постоянного мониторинга и периодической переоценки производительности и влияния системы.

6. Заключение

В данной статье представлен инновационный подход к повышению вовлеченности и удержания сотрудников с использованием методов машинного обучения, обработки естественного языка (NLP) и этических практик ИИ. Интегрируя разнообразные источники данных, такие как цифровые коммуникации, показатели производительности и HR записи, наш метод предоставляет всесторонний и оперативный взгляд на поведение сотрудников, что позволяет осуществлять проактивные и персонализированные вмешательства. Система на основе ИИ показала значительные улучшения в метриках вовлеченности и удержания сотрудников, причем мониторинг в реальном времени и динамические вмешательства оказались эффективными. Внедрение нашей системы привело к значительным экономическим выгодам, включая высокий возврат на инвестиции (ROI), экономию затрат за счет снижения текучести и повышение производительности в разных командах. Эта работа заполняет пробелы в существующей литературе по применению ИИ в HR, предлагая комплексное решение в реальном времени, которое интегрирует множество источников данных и применяет этические практики ИИ. Система предоставляет HR-специалистам мощный инструмент для проактивного управления вовлеченностью и устанавливает прецедент для этичного внедрения ИИ в организационные процессы. Несмотря на вызовы, связанные с доступностью данных, их качеством и масштабируемостью, предложенный подход соединяет технологические инновации с человеко-ориентированными методами управления, повышая продуктивность и экономическую ценность цифровых предприятий. Будущие исследования могут включать интеграцию дополнительных источников данных, проведение долгосрочных исследований и дальнейшее развитие этических практик ИИ для обеспечения справедливости, прозрачности и конфиденциальности данных. В конечном итоге, данное исследование способствует общему экономическому росту и устойчивости организаций, работающих в цифровой экономике.

Литература

- [1]. Sexton JB, Adair KC, Leonard MW, Frankel TC, Proulx J, Watson SR, Magnus B, Bogan B, Jamal M, Schwendimann R, Frankel AS. Providing feedback following Leadership WalkRounds is associated

- with better patient safety culture, higher employee engagement, and lower burnout. *BMJ Qual Saf.* 2018 Apr;27(4):261-270. doi: 10.1136/bmjqs-2017-006620
- [2]. Callen, Anthony, Beth A. Bechky, Anne-Laure Fayard. (2023). “Collaborating” with AI: Taking a System View to Explore the Future of Work. *Organization Science*, 34(5):1672-1694. doi: 10.1287/orsc.2022.1603
- [3]. Albrecht S.L., Green C.R., Marty A. Meaningful Work, Job Resources, and Employee Engagement. *Sustainability*, 2021, 13, 4045. doi: 10.3390/su13074045
- [4]. Zeigler-Hill V., Vonk J. Borderline Personality Features and Mate Retention Behaviors: The Mediating Roles of Suspicious and Reactive Jealousy. *Sexes*, 2023, 4, 507-521. doi: 10.3390/sexes4040033
- [5]. Nur Yildirim, Alex Kass, Teresa Tung, Connor Upton, Donnacha Costello, Robert Giusti, Sinem Lacin, Sara Lovic, James M O'Neill, Rudi O'Reilly Meehan, Eoin Ó Loideáin, Azzurra Pini, Medb Corcoran, Jeremiah Hayes, Diarmuid J Cahalane, Gaurav Shivhare, Luigi Castoro, Giovanni Caruso, Changhoon Oh, James McCann, Jodi Forlizzi, and John Zimmerman. 2022. How Experienced Designers of Enterprise Applications Engage AI as a Design Material. In *Proceedings of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '22)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 483, 1–13. doi: 10.1145/3491102.3502028
- [6]. Tambe P., Cappelli P., & Yakubovich V. (2019). Artificial Intelligence in Human Resources Management: Challenges and a Path Forward. *California Management Review*, 61(4), 15-42. doi: 10.1177/0008125619867910
- [7]. Guzzo M, Castro LK, Reisch CR, Guo MS, Laub MT. A CRISPR Interference System for Efficient and Rapid Gene Knockdown in *Caulobacter crescentus*. *mBio*. 2020 Jan 14;11(1) . doi: 10.1128/mBio.02415-19. PMID: 31937638; PMCID: PMC6960281.
- [8]. Islam, Md Mafiqul & Shuford, Jeff. (2024). A Survey of Ethical Considerations in AI: Navigating the Landscape of Bias and Fairness. 1. 1-5. doi: 10.60087/jaigs.v1i1.27.
- [9]. Binns, R. (2018). Fairness in Machine Learning: Lessons from Political Philosophy. doi: 10.2139/ssrn.3080361.
- [10]. Floridi, L., Cows, J., Beltrametti, M., et al. AI4People—An Ethical Framework for a Good AI Society: Opportunities, Risks, Principles, and Recommendations. *Minds & Machines*, 28, 689–707 (2018). doi: 10.1007/s11023-018-9482-5
- [11]. Ninareh Mehrabi, Fred Morstatter, Nripsuta Saxena, Kristina Lerman, and Aram Galstyan. 2021. A Survey on Bias and Fairness in Machine Learning. *ACM Comput. Surv.* 54, 6, Article 115 (July 2022), 35 pages. doi: 10.1145/3457607
- [12]. Tsamardinos I., Charonyktakis P., Papoutsoglou G., et al. Just Add Data: automated predictive modeling for knowledge discovery and feature selection. *npj Precis. Onc.*, 6, 38 (2022). doi: 10.1038/s41698-022-00274-8
- [13]. Kastrati Z., Dalipi F., Imran A.S., Pireva Nuci K., Wani M.A. Sentiment Analysis of Students' Feedback with NLP and Deep Learning: A Systematic Mapping Study. *Appl. Sci.*, 2021, 11, 3986. doi: 10.3390/app11093986

Ключевые слова

Вовлеченность сотрудников, Удержание сотрудников, Обработка естественного языка (NLP), Предиктивное моделирование, Этический ИИ, Смягчение предвзятости, Организационное поведение, Анализ настроений, Поведенческий анализ, Проактивные вмешательства, Справедливость в ИИ, Цифровая экономика.

Ибрахим Барбахан, Университет ИТМО, Санкт-Петербург
ORCID 0009-0001-4325-9341
ibraheembarbahan@hotmail.com

Ibraheem Barbahan, Leveraging AI to Enhance Employee Engagement and Retention in the Digital Economy: An Ethical and Data-Driven Approach.

Keywords: Employee Engagement, Employee Retention, Natural Language Processing (NLP), Predictive Modeling, Ethical AI, Bias Mitigation, Organizational Behavior, Sentiment Analysis, Behavioral Analysis, Proactive Interventions, Fairness in AI, Digital Economy.

Abstract:

In this paper, we introduce an innovative approach designed to improve employee engagement and retention within the digital economy by leveraging advanced machine learning, natural language processing (NLP), and ethical AI practices. By integrating data from real-time communications, performance metrics, and HR records, our method provides a comprehensive understanding of employee behavior. Key features include real-time sentiment analysis and personalized interventions, ensuring fairness and bias detection. Our solution development process encompasses data collection, preprocessing, and various learning techniques. Pilot studies confirm the model's effectiveness, demonstrating significant improvements in engagement and retention metrics, with notable economic benefits for digital enterprises. This approach bridges technological innovation with human-centric management, fostering a more engaged and productive workforce in the digital age.