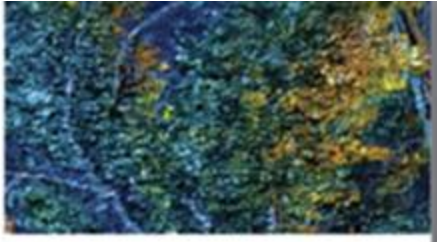

№1 (6) 2025

INTERNATIONAL SCIENCE REVIEWS

AIU

Natural Sciences and Technologies series

www.aiu.kz

ISSN: 2707-4862

ASTANA INTERNATIONAL UNIVERSITY

INTERNATIONAL SCIENCE REVIEWS
Natural Sciences and Technologies series

Has been published since 2020

№1 (6) 2025

Astana

INTERNATIONAL SCIENCE REVIEWS. NATURAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES SERIES ЖУРНАЛЫНЫҢ РЕДАКЦИЯСЫ

БАС РЕДАКТОР

Қалимолдаев Мақсат Нұрадилович, техникалық ғылымдар докторы, ҚР ҰҒА академигі, профессор, ҚР ҒЖБМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институты бас директорының кеңесшісі, бас ғылыми қызметкері (*Қазақстан*)

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ

Мырзағалиева Анар Базаровна, биология ғылымдарының докторы, профессор, бірінші вице-президент, Астана халықаралық университеті (*Қазақстан*);

РЕДАКТОРЛАР:

- **Сейткан Айнур Сейтканқызы**, техника ғылымдарының кандидаты, PhD, жаратылыстану ғылымдары жоғары мектебінің деканы, Астана халықаралық университеті (*Қазақстан*);
- **Муканова Асель Сериковна,** PhD, Ақпараттық технологиялар және инжерения жоғары мектебінің деканы, Астана халықаралық университеті (*Қазақстан*);
- **Абдилдаева Асель Асылбековна,** PhD, қауымдастырылған профессор, Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ (Қазақстан);
- **Хлахула Иржи** PhD, профессор, Познаньдағы Адам Мицкевич атындағы университет (Польша);
- **Редферн Саймон А.Т.,** PhD, профессор, Наньян технологиялық университеті (Сингапур);
- **Сяолей Фенг,** PhD, Наньян технологиялық университеті (Сингапур);
- **Шуджаул Мулк Хан,** PhD, профессор, Каид-және-Азам университеті (Пакистан);
- **Базарнова Наталья Григорьевна,** химия ғылымдарының докторы, профессор, Химия және химиялық-фармацевтикалық технологиялар институты (Ресей);
- **Черёмушкина Вера Алексеевна,** биология ғылымдарының докторы, профессор, РҒА СБ Орталық Сібір ботаникалық бағы (Ресей);
- **Тасболатұлы Нұрболат,** PhD, Ақпараттық технологиялар және инжерения жоғары мектебі деканының орынбасары, Астана халықаралық университеті (Қазақстан);
- **Байшоланов Сакен Советович,** география ғылымдарының кандидаты, доцент, Астана халықаралық университеті (*Қазақстан*);
- **Нуркенов Серик Амангельдинович,** PhD, қауымдастырылған профессор, Астана халықаралық университеті (*Қазақстан*).

РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА INTERNATIONAL SCIENCE REVIEWS. NATURAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES SERIES

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Калимолдаев Максат Нурадилович, доктор технических наук, академик НАН РК, профессор, ГНС, советник генерального директора Института информационных и вычислительных технологии КН МНВО РК (*Казахстан*)

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Мырзагалиева Анар Базаровна, доктор биологических наук, профессор, первый вице-президент, Международный университет Астана (*Казахстан*)

РЕДАКТОРЫ:

- **Сейткан Айнур Сейтканкызы**, кандидат технических наук, PhD, декан высшей школы естественных наук, Международный университет Астана (Казахстан);
- **Муканова Асель Сериковна,** PhD, декан Высшей школы информационных технологии и инженерии, Международный университет Астана (Казахстан);
- **Абдилдаева Асель Асылбековна,** PhD, ассоциированный профессор, Казахский национальный университет имени Аль-Фараби (Казахстан);
- **Хлахула Иржи** PhD, профессор, Университет имени Адама Мицкевича в Познани (Польша);
- **Редферн Саймон А.Т.,** PhD, профессор, Наньянский технологический университет (Сингапур);
- **Фенг Сяолей,** PhD, Наньянский технологический университет (Сингапур);
- **Шуджаул Мулк Хан,** PhD, профессор, Университет Каид-и Азама (Пакистан);
- **Базарнова Наталья Григорьевна,** доктор химических наук, профессор, Институт химии и химико-фармацевтических технологий (Россия);
- **Черёмушкина Вера Алексеевна,** доктор биологических наук, профессор, Центральный Сибирский Ботанический сад СО РАН (Россия);
- **Тасболатұлы Нұрболат,** PhD, заместитель декана Высшей школы информационных технологии и инженерии, Международный университет Астана (Казахстан);
- **Байшоланов Сакен Советович,** кандидат географических наук, доцент, Международный университет Астана (Казахстан);
- **Нуркенов Серик Амангельдинович,** PhD, ассоциированный профессор, Международный университет Астана (Казахстан);

EDITORIAL TEAM OF THE JOURNAL INTERNATIONAL SCIENCE REVIEWS. NATURAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES SERIES

CHIEF EDITOR

Maksat Kalimoldayev, Doctor of Technical Sciences, Academician of NAS RK, Professor, SRF, CEO's councelor «The Institute of Information and Computational Technologies» CS MSHE RK (Kazakhstan)

DEPUTY CHIEF EDITOR

Anar Myrzagaliyeva, Doctor of Biological Sciences, Professor, First Vice-President, Astana International University (Kazakhstan)

EDITORS:

- **Ainur Seitkan**, Candidate of Technical Sciences, PhD, Dean of the Higher School of Natural Sciences, Astana International University (Kazakhstan);
- **Assel Mukanova,** PhD, Dean of the Higher School of Information Technology and Engineering, Astana International University (Kazakhstan);
- **Assel Abdildayeva,** PhD, Associate Professor, of the Department of Artificial Intelligence and Big Data, Al-Farabi Kazakh National University (Kazakhstan);
- **Jiri Chlachula,** PhD, Dr.Hab., Full Professor, Adam Mickiewicz University, Poznań (Poland);
- **Simon A.T. Redfern,** PhD, Professor, Nanyang Technological University (Singapore);
- **Xiaolei Feng,** PhD, Nanyang Technological University (Singapore);
- **Khan Shujaul Mulk,** PhD, Professor, Quaid-i-Azam University (Pakistan);
- **Natal'ya Bazarnova,** Doctor of Chemical Sciences, Professor, Institute of Chemistry and Chemical-Pharmaceutical Technologies (Russia);
- **Vera Cheryomushkina,** Doctor of Biological Sciences, Professor, Central Siberian Botanical Garden SB RAS (Russia);
- **Nurbolat Tasbolatuly,** PhD, Deputy Dean of the Higher School of Information Technology and Engineering, Astana International University (Kazakhstan);
- **Saken Baisholanov,** Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Astana International University (Kazakhstan);
- **Serik Nurkenov,** PhD, Associate Professor, Astana International University (Kazakhstan).

Editorial address: 8, Kabanbay Batyr avenue, of.316, Nur-Sultan,
Kazakhstan, 010000
Tel.: (7172) 24-18-52 (ext. 316)
E-mail: natural-sciences@aiu.kz

International Sciense Reviews NST - 76153
International Science Reviews
Natural Sciences and Technologies series
Owner: Astana International University
Periodicity: quarterly
Circulation: 500 copies

CONTENT

1. A.A. Kussainova, O.Bulgakova Blood mtDNA Copy Number as a Potential Indicator of X-ray Radiation Exposure in Animals.....7

2. А.Маллер, Ж.Адамжанова Идентификации почвенных бактерий города Астана с последующей оценкой их антибиотикорезистентности.....14

3. А. М. Султанкулов К вопросу о формировании устойчивых университетов ……...32

4. А. М. Султанкулов, А. С. Сейткан, М.К. Карибаева Анализ экологической осведомленности студентов МУА …….....…..... 38

5. Ж.Сугурбаев Обоснование использования метода проб Питерсена в образовательной практике ……..….....……47

6. А.Тыныкулова, Б.Таңырыс Проектирование платформы для автоматизированной генерации и оценки тестовых заданий ……...…....53

7. Д.Байғожанова, Н.Тасболатұлы, Қ.Нартай Архитектура интеллектуального управления в управленческих веб-приложениях с использованием MLOps и машинного обучения …….…….……62

8. М.И.Есбота, Г.Ж.Таганова Выбрать правильный стек технологий для разработки приложений искусственного интеллекта …….....…71

9. Н. Ж.Жарасхан, С.А.Наурызбаева Постквантты криптографиялық алгоритмдерді қауіпсіздік пен стандарттауға қолдану және бағалау критерийлері.....81

10. А.Н.Сұлтанғазиева, Ж.Р.Абдуханова , Д.С.Молдаш Обзор методов и технологий для выявления ложных новостей на основе анализа текста и машинного обучения...90

11. Т.Ә Талдықбаева, Ж.Т.Абдуллаева Определение фейковых отзывов с помощью машинного обучения.....98

12. Т.Б.Бекбосынова Применение методов машинного обучения для автоматического распознавания опухолей головного мозга на мрт-снимках.....104

13. А.Нарынбай Разработка и исследование алгоритмов сегментации и распознавания объектов на медицинских изображениях на основе нейронных сетей.....111

14. Н.Г.Турсынбек Методы стратегического прогнозирования в финансовом менеджменте.....117

МРНТИ 50.43.19

Выбрать правильный стек технологий для разработки приложений искусственного интеллекта

М.И.Есбота*, Г.Ж. Таганова

Высшая школа информационных технологий и инженерии, Международный университет Астана, Астана, Казахстан
*Автор-корреспондент

Аннотация. Статья посвящена изучению методов выбора стека технологий для разработки приложений на основе искусственного интеллекта (ИИ). В ходе систематического обзора отечественной и зарубежной литературы рассмотрены ключевые факторы, влияющие на выбор инструментов и платформ, включая требования к производительности, масштабируемости и интеграции с существующими системами. Анализируются популярные библиотеки и фреймворки, такие как TensorFlow, PyTorch, Scikit-learn, а также облачные сервисы AWS AI, Google AI и Microsoft Azure AI. Рассмотрены особенности различных языков программирования, включая Python, Java и C++, их преимущества и области применения. Особое внимание уделено выбору баз данных и инфраструктуры, подходящих для обработки больших данных (Big Data) и развертывания моделей машинного обучения. В статье также обсуждаются лучшие практики DevOps и MLOps, обеспечивающие автоматизацию разработки, тестирования и развертывания ИИ-моделей. На основе проведенного анализа предложены рекомендации по выбору технологического стека в зависимости от специфики проекта, включая задачи компьютерного зрения, обработки естественного языка (NLP) и предсказательной аналитики. Представленные результаты могут быть полезны разработчикам, инженерам данных и руководителям проектов, занимающимся внедрением ИИ в различных сферах, включая финансы, медицину, образование и производство.
Ключевые слова: Искусственный интеллект (ИИ), стек технологий, машинное обучение, Deep Learning, TensorFlow, PyTorch, облачные вычисления, NLP.

Введение

В последние десятилетия стремительное развитие информационных технологий и методов искусственного интеллекта (ИИ) значительно изменило подходы к обработке данных, анализу информации и автоматизации процессов. Согласно отчету аналитической компании Gartner, к 2025 году мировой рынок технологий искусственного интеллекта достигнет 190 миллиардов долларов США, а более 75% предприятий внедрят ИИ-решения для повышения эффективности и конкурентоспособности.

Искусственный интеллект находит широкое применение в различных сферах, включая здравоохранение, финансы, производство, маркетинг и образование.

В образовательной среде ИИ играет ключевую роль в персонализации обучения, интеллектуальном анализе данных (Learning Analytics) и разработке адаптивных учебных программ. Однако, несмотря на значительный прогресс, существуют вызовы, связанные с интеграцией ИИ в образовательный процесс. В частности, необходимо развитие универсальных методологических подходов к его внедрению, оценке эффективности применения, защите персональных данных и повышению цифровой грамотности преподавателей и студентов.

Целью настоящего исследования является теоретический анализ и обобщение современных подходов и технологий искусственного интеллекта, применяемых для анализа образовательных данных, а также определение перспективных направлений развития

интеллектуального анализа данных (Learning Analytics) и адаптации учебного контента с использованием ИИ.

Для реализации поставленной цели решаются следующие задачи:

- Провести анализ ключевых технологий искусственного интеллекта, применяемых в образовании, включая машинное обучение, обработку естественного языка и нейросетевые методы.
- Рассмотреть существующие методологические подходы к интеграции ИИ в образовательное проектирование.
- Оценить эффективность методов интеллектуального анализа данных и машинного обучения для прогнозирования академической успеваемости учащихся.
- Определить основные преимущества персонализированного обучения и автоматизированной адаптации учебного контента на основе данных об успеваемости.
- Выявить ограничения и потенциальные риски внедрения ИИ в образовательную среду, включая вопросы этики, защиты персональных данных и цифровой грамотности преподавателей.
- Разработать рекомендации по практическому применению технологий искусственного интеллекта для оптимизации образовательного процесса.

Схема, иллюстрирующая взаимосвязь искусственного интеллекта, образовательной аналитики и персонализированного обучения, представлена на таблице 1.

Таблица 1 - Взаимосвязь искусственного интеллекта, учебной аналитики и персонализированного обучения

Искусственный интеллект (ИИ)	Учебная аналитика	Персонализированное обучение
Машинное обучение	Сбор и анализ данных об успеваемости	Индивидуальные учебные траектории
Обработка естественного языка	Классификация и прогнозирование	Рекомендации по обучению
Искусственные нейронные сети	Выявление закономерностей и трендов	Адаптивные образовательные технологии
Генерация образовательного контента	Мониторинг вовлеченности учащихся	Автоматизированные оценки и обратная связь

Материалы и методы

Теоретические основы выбора технологического стека для разработки ИИ.

Искусственный интеллект (ИИ) представляет собой комплекс технологий и методов, направленных на моделирование когнитивных процессов, таких как анализ данных, прогнозирование, самообучение и принятие решений.

Современные разработки в этой сфере включают два основных направления: слабый (узкоспециализированный) ИИ и сильный (общий) ИИ. Слабый ИИ используется для выполнения конкретных задач, например, в системах обработки естественного языка, интеллектуальных чат-ботах, автоматизированных системах поддержки пользователей и рекомендательных алгоритмах. Сильный ИИ, обладающий когнитивными способностями,

сопоставимыми с человеческими, пока остается в стадии концептуальных и экспериментальных исследований.

Процесс разработки ИИ можно представить в виде последовательных этапов:

1. Формулирование задачи – определение проблемы, которую предстоит решить с помощью ИИ, сбор и анализ требований.
2. Сбор и обработка данных – включает сбор, очистку и аннотирование данных, необходимых для обучения модели.
3. Проектирование модели – выбор архитектуры ИИ, алгоритмов машинного обучения и соответствующих методов оптимизации.
4. Обучение модели – процесс тренировки модели на подготовленных данных с целью поиска оптимальных параметров.
5. Оценка и тестирование – проверка качества модели, выявление ошибок, оценка точности и корректировка алгоритмов.
6. Внедрение и мониторинг – интеграция модели в рабочую среду, анализ её работы и последующая оптимизация.

Применение технологий ИИ в различных сферах, включая образование, позволяет повысить эффективность решений, автоматизировать рутинные процессы и персонализировать взаимодействие с пользователями.

Так, в образовательной сфере ИИ может поддерживать разработку адаптивных обучающих программ, прогнозировать успеваемость студентов и обеспечивать персонализированный подход к обучению. Таким образом, исследование методов разработки искусственного интеллекта и их внедрение в образовательные технологии является перспективным направлением, способствующим совершенствованию образовательного процесса.

Рисунок 1 - Процесс разработки ИИ

Использование искусственного интеллекта в образовательной аналитике позволяет:

- Оптимизировать сбор и обработку данных (например, сведения о посещаемости, активности на образовательных платформах, результатах тестирования).

- Анализировать образовательные данные, выявляя закономерности и тренды в обучении студентов.
- Прогнозировать академическую успеваемость и выявлять потенциальные риски отставания.
- Разрабатывать и внедрять рекомендательные системы, адаптирующие образовательные материалы под индивидуальные потребности учащихся.

Таким образом, развитие и интеграция искусственного интеллекта в учебный процесс способствует персонализации образовательных траекторий, оперативной поддержке студентов, адаптации контента под их индивидуальные потребности и повышению эффективности обучения в целом.

Схема, демонстрирующая взаимосвязь технологий искусственного интеллекта, образовательной аналитики и персонализированного обучения, представлена на рисунке 2.

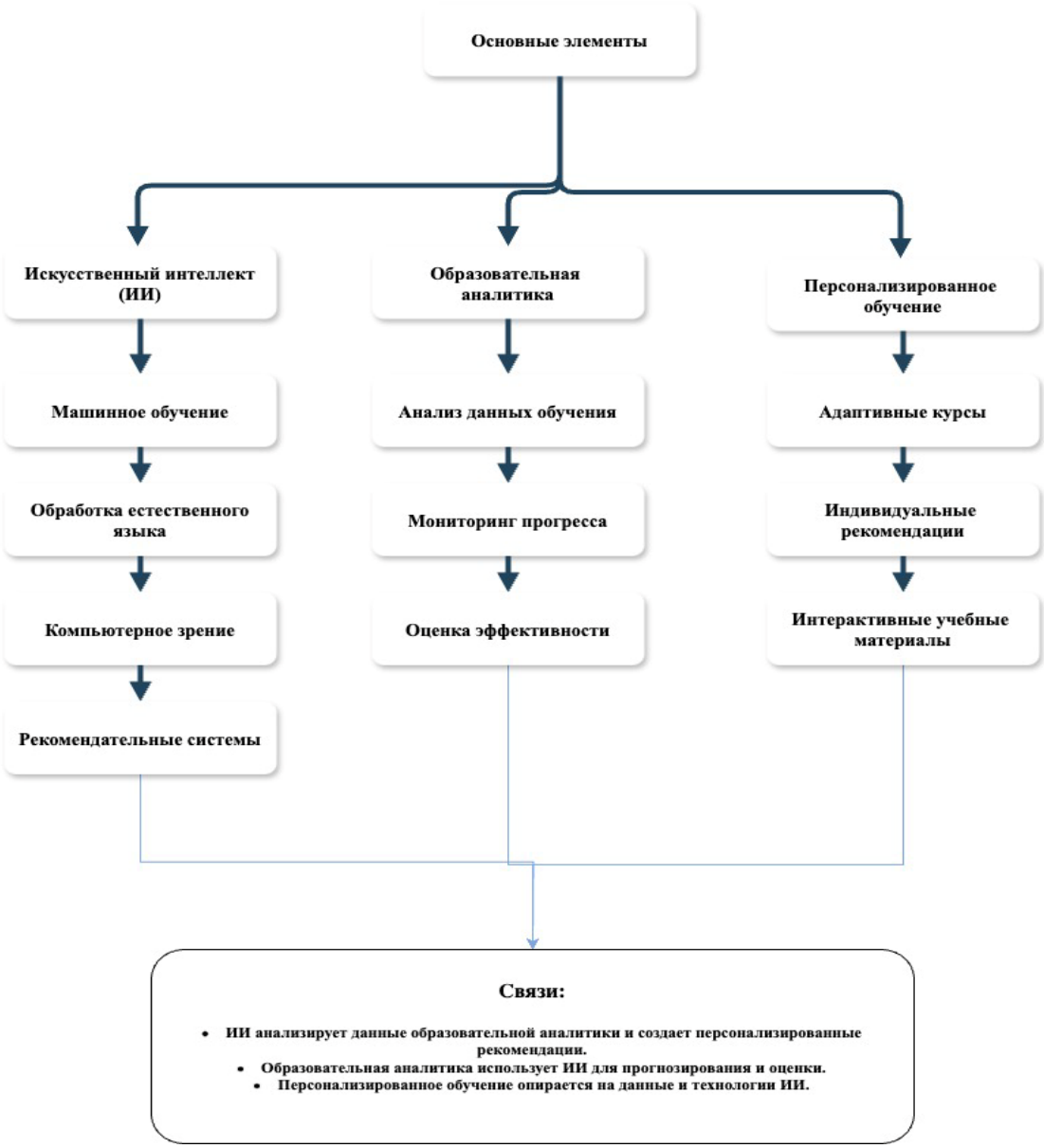

Рисунок 2. Демонстрирующая взаимосвязь технологий искусственного интеллекта

Выбор стека технологий для разработки ИИ – приложений.

Современные приложения на основе искусственного интеллекта требуют использования разнообразных технологий и инструментов, обеспечивающих обработку данных, машинное обучение и развертывание моделей.

Выбор правильного стека технологий зависит от множества факторов, включая задачи проекта, требования к производительности, масштабируемость и интеграцию с существующими системами.

Таблица 2 - Ключевые компоненты стека технологий для разработки ИИ-приложений

Компонент стека	**Описание**	**Популярные технологии**
Языки программирования	Основные инструменты для разработки ИИ-приложений	Python, R, Java, C++, Julia
Библиотеки и фреймворки	Инструменты для машинного и глубинного обучения	TensorFlow, PyTorch, Scikit-learn, XGBoost, LightGBM
Облачные платформы	Средства для хранения, обучения и развертывания моделей в облаке	Google Cloud AI, AWS AI/ML, Microsoft Azure AI.
Базы данных и хранилища	Системы для хранения и обработки больших данных	PostgreSQL, MySQL, MongoDB, Cassandra, Hadoop, Apache Spark, Google BigQuery
Инструменты развертывания	Средства для интеграции и управления моделями ИИ	Docker, Kubernetes, FastAPI, Flask, gRPC, MLflow, Kubeflow

Языки программирования – базовый уровень стека, определяющий гибкость и эффективность разработки ИИ-приложений. Чаще всего используются Python (богатая экосистема библиотек для машинного обучения, такие как TensorFlow, PyTorch, Scikit-learn) и R (для статистического анализа и обработки данных). В некоторых случаях применяются Java, C++ или Julia для высокопроизводительных вычислений.

Библиотеки и фреймворки для машинного обучения обеспечивают разработку, обучение и тестирование моделей ИИ. Среди них популярны TensorFlow и PyTorch для глубинного обучения, Scikit-learn для традиционного машинного обучения, XGBoost и LightGBM для градиентного бустинга.

Облачные платформы и вычислительные ресурсы играют ключевую роль в развертывании и масштабировании ИИ-решений. Google Cloud AI, AWS AI/ML и Microsoft Azure AI предоставляют мощные инструменты для тренировки моделей, работы с большими данными и интеграции с бизнес-приложениями.

Базы данных и системы хранения необходимы для управления большими объемами данных. Используются реляционные базы (PostgreSQL, MySQL), NoSQL-решения (MongoDB, Cassandra) и хранилища больших данных (Hadoop, Apache Spark, Google BigQuery). Инструменты для развертывания и интеграции позволяют внедрять ИИ-модели в производственные системы. Среди них популярны Docker и Kubernetes (контейнеризация и оркестрация), API-фреймворки (FastAPI, Flask, gRPC) и платформы MLOps (MLflow, Kubeflow) для автоматизации развертывания и мониторинга моделей.

Грамотный выбор стека технологий помогает разработчикам создавать эффективные, надежные и масштабируемые ИИ-приложения, соответствующие современным требованиям рынка.

Результаты

В этом разделе мы рассмотрим: а*даптивный выбор стека технологий для разработки ИИ-приложений.* Современные ИИ-приложения требуют гибкого подхода к выбору технологического стека, который может адаптироваться к различным сценариям использования, требованиям производительности и масштаба проекта. Адаптивные технологии позволяют разработчикам динамически менять используемые инструменты в зависимости от нагрузки, объема данных и целей обучения моделей.

Ключевые адаптивные решения в области разработки ИИ включают:

- Гибкие фреймворки машинного обучения
- PyTorch и TensorFlow позволяют динамически изменять архитектуру нейросетей и адаптироваться к различным задачам, таким как обработка естественного языка (NLP), компьютерное зрение и генерация контента.
- Масштабируемые базы данных: NoSQL-хранилища (MongoDB, Cassandra) и распределенные системы обработки данных (Apache Spark, Hadoop) способны адаптироваться под изменяющийся объем информации, что важно для работы с большими данными в ИИ.
- Облачные вычисления: Платформы Google Cloud AI, AWS AI/ML и Microsoft Azure AI предлагают адаптивные вычислительные ресурсы, которые масштабируются в зависимости от сложности модели и объема тренировочных данных.
- Инструменты для автоматизированного развертывания и обучения моделей: MLflow, Kubeflow и TensorFlow Serving позволяют гибко управлять жизненным циклом моделей и автоматически оптимизировать их работу под реальную нагрузку.

Применение адаптивного подхода в выборе стека технологий обеспечивает высокую эффективность, позволяет оптимизировать вычислительные ресурсы и повышает устойчивость ИИ-приложений к изменяющимся условиям эксплуатации.

Внедрение таких решений требует тщательного проектирования архитектуры и грамотного управления инфраструктурой, что делает адаптивность важным фактором успешной разработки и развертывания ИИ-систем.

Обсуждение

Преимущества использования адаптивного стека технологий для разработки ИИ-приложений.

Использование адаптивного стека технологий в разработке ИИ-приложений приносит целый ряд преимуществ. Одним из ключевых является повышенная гибкость и масштабируемость, позволяющая разработчикам динамически подстраивать инфраструктуру под изменяющиеся требования проекта. Это особенно важно для машинного обучения, где объем данных и вычислительные потребности могут значительно варьироваться.

Другое важное преимущество – оптимизация вычислительных ресурсов и снижение затрат. Использование облачных платформ и контейнеризации позволяет эффективно управлять ресурсами, выделяя их только в момент необходимости, что уменьшает расходы на инфраструктуру и обслуживание.

Адаптивные технологии также способствуют улучшению производительности и скорости работы моделей. Инструменты MLOps, такие как Kubeflow и MLflow, помогают автоматизировать развертывание, обучение и мониторинг моделей, обеспечивая их стабильность и оперативную адаптацию к новым данным.

Еще одним значительным преимуществом является улучшение интеграции и совместимости с другими системами. Современные API и микросервисная архитектура позволяют легко встраивать ИИ-решения в существующие программные комплексы, что ускоряет их внедрение и расширяет возможности использования.

Несмотря на все плюсы, использование адаптивного стека технологий сопряжено с определенными вызовами. Одним из них является сложность управления и поддержки инфраструктуры, требующая высокой квалификации разработчиков и специалистов по DevOps/MLOps. Также важным аспектом остается обеспечение безопасности данных, поскольку обработка больших массивов информации требует соблюдения строгих стандартов защиты и конфиденциальности.

Таким образом, успешное внедрение адаптивного стека технологий требует комплексного подхода, включающего грамотное управление ресурсами, автоматизацию процессов, обеспечение совместимости с другими системами и соблюдение норм безопасности данных.

Перспективы и рекомендации по выбору и внедрению адаптивного стека технологий для разработки ИИ – приложений.

Для успешного внедрения адаптивного стека технологий в разработку ИИ-приложений компаниям и разработчикам рекомендуется:

- Провести комплексную оценку текущей ИТ-инфраструктуры и определить требования к вычислительным мощностям, хранилищам данных и программным инструментам для эффективного машинного обучения.
- Создать четкую архитектурную стратегию, которая позволит гибко изменять стек технологий в зависимости от задач проекта и изменяющихся требований.
- Обеспечить совместимость и интеграцию компонентов – использовать микросервисный подход и API-first дизайн, чтобы ИИ-модели могли легко взаимодействовать с другими системами и сервисами.
- Автоматизировать процессы разработки и развертывания с помощью MLOps-практик, включая использование CI/CD для моделей машинного обучения, мониторинг метрик производительности и автоматическое обновление моделей.

Обучение специалистов и развитие компетенций

Успешное внедрение адаптивного стека технологий требует подготовки разработчиков, инженеров и аналитиков данных. Для этого рекомендуется:

- Включение в образовательные программы курсов по MLOps, облачным вычислениям, масштабируемым базам данных и управлению моделями ИИ.
- Организация программ непрерывного обучения для разработчиков, направленных на освоение современных инструментов автоматизации, контейнеризации и оркестрации.
- Развитие у специалистов навыков работы с различными платформами машинного обучения, чтобы они могли гибко адаптироваться к новым технологиям.

Оптимизация взаимодействия между человеком и автоматизированными системами

Эффективность разработки и эксплуатации ИИ-приложений во многом зависит от грамотного распределения ролей междуразработчиками и интеллектуальными системами:

- Разработчики отвечают за проектирование архитектуры, настройку алгоритмов, интерпретацию результатов моделей и контроль качества данных.
- ИИ-системы выполняют автоматизацию рутинных процессов (например, предобработку данных, настройку гиперпараметров, мониторинг работы моделей), а также обеспечивают адаптацию под меняющиеся условия.
- Регулярный аудит эффективности выбранного стека – анализируется производительность, стоимость эксплуатации и соответствие целям проекта, после чего при необходимости вносятся корректировки.

Таким образом, грамотный выбор и внедрение адаптивного стека технологий позволяет повысить гибкость, эффективность и масштабируемость ИИ-приложений. Однако для успешного использования необходимо системное развитие компетенций специалистов, автоматизация процессов и обеспечение эффективного взаимодействия между разработчиками и интеллектуальными инструментами.

Вклад данной работы заключается в систематизации существующих подходов к формированию технологического стека для ИИ-разработки, а также в предоставлении рекомендаций, ориентированных на разработчиков и компании, стремящиеся к эффективному внедрению искусственного интеллекта.

Заключение

В ходе проведенного исследования были рассмотрены современные подходы к выбору стека технологий для разработки ИИ-приложений. Анализ показал, что оптимальный выбор инструментов и платформ играет ключевую роль в успешной разработке и внедрении интеллектуальных систем.

Результаты исследования подтверждают, что адаптивный и гибкий стек технологий позволяет эффективно интегрировать искусственный интеллект в бизнес-процессы, обеспечивать высокую производительность, масштабируемость и удобство эксплуатации. Использование облачных решений, автоматизированных инструментов MLOps и специализированных библиотек ускоряет разработку и внедрение ИИ-продуктов. Однако процесс выбора стека сопряжен с рядом вызовов, включая необходимость обеспечения безопасности данных, совместимости технологий, учета специфики проекта и затрат на инфраструктуру.

Перспективными направлениями дальнейших исследований являются:

- Разработка адаптивных методологий выбора технологического стека с учетом специфики различных доменов (медицина, финансы, образование и др.);
- Оптимизация DevOps и MLOps-подходов для более эффективного управления жизненным циклом ИИ-приложений;
- Разработка новых инструментов автоматизации работы с данными и управления моделями машинного обучения;
- Изучение влияния гибкости и адаптивности выбранного стека на скорость разработки и качество конечного продукта.

Таким образом, успешная разработка ИИ-приложений требует осознанного выбора технологического стека, включающего мощные инструменты, соответствующие задачам

проекта, что позволяет минимизировать риски, повысить эффективность работы и обеспечить конкурентоспособность решений на рынке.

Литература

[1] Hutter F., Kotthoff L., Vanschoren J. *AutoML: Methods, Systems, Challenges.* Springer, 2019. – 219 p.
[2] Ng A. *Machine Learning Yearning.* Self-published, 2018.
[3] Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. *Deep Learning.* MIT Press, 2016. – 775 p.
[4] Géron A. *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow.* O'Reilly Media, 2022. – 856 p.
[5] Zhang A., Lipton Z. C., Li M., Smola A. J. *Dive into Deep Learning.* Cambridge University Press, 2020.
[6] Siemens G., Long P. *Penetrating the Fog: Analytics in Learning and Education.* Educause Review, 2011, 46(5), 31-40.
[7] Baker R. S., Inventado P. S. *Educational Data Mining and Learning Analytics.* In J. A. Larusson & B. White (Eds.), Learning Analytics: From Research to Practice. Springer, 2014. – pp. 61-75.
[8] Zawacki-Richter O., Marín V. I., Bond M., Gouverneur F. *Systematic Review of Research on Artificial Intelligence Applications in Higher Education.* International Journal of Educational Technology in Higher Education, 2019, 14(1), 39.
[9] HolonIQ. (2021). *Global Education Technology Market to Reach $404 Billion by 2025.* https://www.holoniq.com/notes/global-education-technology-market-to-reach-404b-by-2025
[10] UNESCO**.** (2023). *Технологии в образовании: Глобальный доклад по мониторингу образования 2023.* Доступно по ссылке: https://www.unesco.org/gem-report/ru/technology

References

[1] Hutter F., Kotthoff L., Vanschoren J. *AutoML: Methods, Systems, Challenges.* Springer, 2019. – 219 p.
[2] Ng A. *Machine Learning Yearning.* Self-published, 2018.
[3] Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. *Deep Learning.* MIT Press, 2016. – 775 p.
[4] Géron A. *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow.* O'Reilly Media, 2022. – 856 p.
[5] Zhang A., Lipton Z. C., Li M., Smola A. J. *Dive into Deep Learning.* Cambridge University Press, 2020.
[6] Siemens G., Long P. *Penetrating the Fog: Analytics in Learning and Education.* Educause Review, 2011, 46(5), 31-40.
[7] Baker R. S., Inventado P. S. *Educational Data Mining and Learning Analytics.* In J. A. Larusson & B. White (Eds.), Learning Analytics: From Research to Practice. Springer, 2014. – pp. 61-75.
] Zawacki-Richter O., Marín V. I., Bond M., Gouverneur F. *Systematic Review of Research on Artificial Intelligence Applications in Higher Education.* International Journal of Educational Technology in Higher Education, 2019, 14(1), 39.
[9] HolonIQ. (2021). *Global Education Technology Market to Reach $404 Billion by 2025.* https://www.holoniq.com/notes/global-education-technology-market-to-reach-404b-by-2025
[10] UNESCO**.** (2023). *Технологии в образовании: Глобальный доклад по мониторингу образования 2023.* Доступно по ссылке: https://www.unesco.org/gem-report/ru/technology

Жасанды интеллект – қолданбаларын әзірлеу үшін дұрыс стек технологиясын таңдау

М.И. Есбота*, Г.Ж. Таганова

Ақпараттық технологиялар және инженерия жоғары мектебі, Астана халықаралық университеті, Астана, Қазақстан

Аннотация. Бұл мақала қолданбаларды әзірлеу үшін жасанды интеллект (ЖИ) технологиялар стегін таңдаудың әдістерін зерттеуге арналған. Отандық және шетелдік әдебиеттерге жүйелі шолу жүргізу барысында құралдар мен платформаларды таңдауға әсер ететін негізгі факторлар қарастырылды, оның ішінде өнімділікке, ауқымдауға және қолданыстағы жүйелермен интеграцияға қойылатын талаптар. TensorFlow, PyTorch, Scikit-learn сияқты танымал кітапханалар мен фреймворктар және AWS AI, Google AI, Microsoft Azure AI сияқты бұлттық қызметтер талданды. Python, Java және C++ сияқты әртүрлі бағдарламалау тілдерінің ерекшеліктері, олардың артықшылықтары мен қолдану салалары қарастырылды. Үлкен деректерді (Big Data) өңдеуге және машина оқыту модельдерін орналастыруға қолайлы дерекқорлар мен инфрақұрылымды таңдауға ерекше көңіл бөлінді. Сондай-ақ, ЖИ модельдерін әзірлеуді, тестілеуді және орналастыруды автоматтандыруды қамтамасыз ететін DevOps және MLOps үздік тәжірибелері талқыланды. Жүргізілген талдау негізінде компьютерлік көру, табиғи тілді өңдеу (NLP) және болжамды талдау сияқты жобалардың ерекшеліктеріне байланысты технологиялық стек таңдау бойынша ұсыныстар берілді. Бұл нәтижелер қаржы, медицина, білім беру және өндіріс сияқты түрлі салаларда ЖИ енгізумен айналысатын әзірлеушілерге, деректер инженерлеріне және жоба жетекшілеріне пайдалы болуы мүмкін.
Кілт сөздер: Жасанды интеллект (ЖИ), технологиялар стегі, машиналық оқыту, терең оқыту, TensorFlow, PyTorch, бұлттық есептеулер, NLP.

Choosing the Right Tech Stack for Developing Artificial Intelligence Applications

Higher School of Information Technology and Engineering, Astana International University, 010000, Astana, Kazakhstan

Abstract. This article is dedicated to the study of methods for selecting a technology stack for developing artificial intelligence (AI)-based applications. Through a systematic review of domestic and international literature, key factors influencing the choice of tools and platforms are examined, including requirements for performance, scalability, and integration with existing systems. Popular libraries and frameworks such as TensorFlow, PyTorch, and Scikit-learn, as well as cloud services like AWS AI, Google AI, and Microsoft Azure AI, are analyzed. The article reviews the features, advantages, and application areas of different programming languages, including Python, Java, and C++. Special attention is given to the selection of databases and infrastructure suitable for handling Big Data and deploying machine learning models. Best practices in DevOps and MLOps, which ensure automation of AI model development, testing, and deployment, are also discussed. Based on the analysis, recommendations are provided for choosing a technology stack depending on the specifics of the project, including tasks related to computer vision, natural language processing (NLP), and predictive analytics. The presented findings may be useful for developers, data engineers, and project managers involved in AI implementation across various fields such as finance, healthcare, education, and manufacturing.
Keywords: Artificial Intelligence (AI), technology stack, machine learning, deep learning, TensorFlow, PyTorch, cloud computing, NLP.