



# INTERNATIONAL SCIENCE REVIEWS



**№1 (6) 2025**

Natural Sciences and  
Technologies series





# **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:**

- **Сейтқан Айнура Сейтқанқызы**, техника ғылымдарының кандидаты, PhD, жаратылыстану ғылымдары жоғары мектебінің деканы, Астана халықаралық университеті (*Қазақстан*);
- **Муканова Асель Сериковна**, PhD, Ақпараттық технологиялар және инженерия 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 инженерия 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*);

- **Абдиддаева 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 counselor «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](mailto:natural-sciences@aiu.kz)

**International Science 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 Посткванттық 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 50.43.25

## **Архитектура интеллектуального управления в управленческих веб-приложениях с использованием MLOps и машинного обучения**

**Д.Байғожанова, Н.Тасболатұлы, Қ.Нартай\***

Высшая школа информационных технологий и инженерии, Международный университет  
Астана, Астана, Казахстан

\*Автор-корреспондент

**Аннотация.** В статье рассматривается разработка и внедрение интеллектуальной системы управления (ИСУ), интегрированной в управленческое веб-приложение, с применением методов машинного обучения и анализа данных. Актуальность темы обусловлена необходимостью повышения эффективности цифровых управленческих процессов за счёт автоматизации принятия решений и предиктивного анализа.

Целью работы является построение архитектуры адаптивной системы, способной в реальном времени анализировать текущие состояния, прогнозировать риски и выполнять управляющие воздействия без участия человека. В качестве методов использованы алгоритмы градиентного бустинга, автоэнкодеры, обучение с подкреплением, а также инструменты MLOps для мониторинга и автоматического переобучения моделей.

Разработана модульная архитектура, включающая сбор и обработку данных, обучающие пайплайны, REST API и управляющий блок. Проведено тестирование системы в симулированной среде и условиях реального веб-приложения. Результаты показали прирост точности прогнозов до 92%, сокращение времени реакции на сбой в 5–6 раз, а также повышение устойчивости системы к аномалиям.

Предложенное решение демонстрирует высокую прикладную ценность и может быть адаптировано под различные области цифрового управления: от ИТ-инфраструктуры до логистики и документооборота. Работа выполнена при поддержке гранта в рамках научно-исследовательской программы Республики Казахстан.

**Ключевые слова:** интеллектуальная система управления; машинное обучение; анализ данных; веб-приложение; MLOps; предиктивная аналитика; цифровое управление; ИТ-инфраструктура.

### **Введение**

В фазе активного развития цифровых технологий и стремительного роста объема информации, организации сталкиваются с необходимостью автоматизации процессов управления. В отчетах IDC и McKinsey, до 60% управленческих решений в компаниях уже в ближайшие 5 лет будут приниматься с участием ИИ-систем. Большинство существующих решений ограничиваются аналитическими панелями или автоматизацией отдельных операций[1].

Развитие области интеллектуального управления даёт возможность строить самоуправляемые системы — способные не только анализировать данные, но и предпринимать действия на основе выводов. Особенно перспективно применение таких систем в рамках веб-приложений, где управление осуществляется в онлайн-режиме и охватывает множество пользователей, процессов и данных. Все же, существует недостаток универсальных архитектур и рабочих прототипов, демонстрирующих полную интеграцию машинного обучения, анализа данных и управленческих механизмов в веб-среде.

Настоящее исследование направлено на восполнение этого пробела: предлагается не только концепция, но и реализуемая модель ИСУ, адаптируемая под конкретные задачи управления цифровыми системами.

### **Материалы и методы**

Проектирование и реализация интеллектуальной системы управления (ИСУ) в веб-приложении осуществлялись в несколько этапов: анализ предметной области, выбор и

подготовка данных, построение архитектуры, разработка моделей машинного обучения, интеграция и настройка управляющих механизмов, развертывание системы и тестирование. Все компоненты были реализованы с учетом требований к гибкости, масштабируемости и надежности[2,3].

1. *Архитектура решения.* Архитектура системы построена по модульному принципу и включает: модуль сбора и предобработки данных; модуль машинного обучения (обучение и инференс); блок принятия решений; контроллер, взаимодействующий с внешними сервисами; веб-интерфейс и панель мониторинга администратора; подсистему обратной связи. Используются FastAPI, PostgreSQL, React.js и RabbitMQ для интеграции компонентов через REST API и очереди сообщений[2,3].

2. *Источники данных.* Использовались лог-файлы, системные метрики, пользовательские данные и сценарии нагрузочного тестирования. Форматы данных включали JSON, Syslog, SQL и NoSQL-хранилища. Данные агрегировались в Elasticsearch и служили основой для обучения моделей и построения отчетов.

3. *Предобработка данных.* На этапе подготовки данных применялись методы очистки: удаление пропусков и выбросов, нормализация признаков, кодирование категориальных переменных (One-Hot Encoding, Label Encoding), генерация временных признаков (час, день недели, сезонность), агрегирование по окнам, скользящее среднее, экспоненциальное сглаживание. Для отбора признаков использовались алгоритмы на основе важности (Random Forest Feature Importance) и SHAP-значения.

4. *Алгоритмы машинного обучения.* Для решения различных задач были применены следующие подходы:

- Для прогнозирования временных рядов: XGBoost, LightGBM, Prophet, LSTM;
- Для выявления аномалий: AutoEncoder, Isolation Forest, DBSCAN;
- Для стратегий автоматического управления: Q-learning, Deep Q-Network (DQN), Multi-Armed Bandits.

Модели обучались с использованием кросс-валидации (5-fold). Для оценки применялись метрики MAE, RMSE, Precision, Recall, F1-score.

5. *Инфраструктура MLOps.* Была построена MLOps-инфраструктура, включающая:

- Хранение и версионирование моделей (MLflow, DVC);
- Мониторинг качества (Evidently AI, Prometheus, Grafana);
- Механизмы автоматического переобучения моделей (по расписанию и при обнаружении дрефта);
- Автоматическая CI/CD-поставка с использованием GitHub Actions, Docker и Kubernetes.

Также реализована A/B проверка и канареечный деплой новых моделей с постепенным внедрением.

6. *Механизм интеллектуального управления.* Контроллер ИСУ взаимодействует с моделью и принимает решения в реальном времени: масштабирование серверов, оптимизация очередей, активация безопасных конфигураций при аномалиях, переключение режимов. Все управляющие воздействия фиксируются и могут быть использованы в цикле обратной связи для последующего переобучения моделей[5-6].

7. *Тестирование.* Были реализованы следующие сценарии тестирования:

- Нагрузочное тестирование с генерацией 1000+ событий в секунду;
- Моделирование сбоев и неожиданных входных данных;
- Проверка адаптации моделей при смене распределения трафика и вводе новых параметров.

Система продемонстрировала устойчивость, способность к адаптации и стабильное поведение в стрессовых условиях.

## Результаты

Реализация интеллектуальной системы управления (ИСУ) в виде модульного веб-приложения позволила провести серию тестов, направленных на оценку её эффективности в различных управленческих сценариях. Для оценки качества работы системы были выбраны три ключевых направления: прогнозирование нагрузки, обнаружение аномалий и автоматизация управляющих воздействий в условиях сбоя и изменения параметров среды. Ниже приведены результаты по каждому из направлений.

**1. Прогнозирование нагрузки на серверные ресурсы.** Целью данного кейса было предсказание уровня загрузки серверов в пределах от 0% до 100% с горизонтом в 1 час. Для обучения использовались временные ряды, агрегированные по 5-минутным интервалам. Применялись модели градиентного бустинга (XGBoost) и рекуррентные нейронные сети (LSTM). На тестовой выборке модель XGBoost показала наилучшие результаты:

- Средняя абсолютная ошибка (MAE): 4,1%;
- Средняя относительная ошибка (MAPE): 7,9%;
- Коэффициент детерминации ( $R^2$ ): 0,92.

Система была внедрена в онлайн-режиме, и на основании прогнозов запустился механизм предварительного масштабирования вычислительных ресурсов, что позволило значительно сократить время реакции на пиковую нагрузку. В сравнении с системой без предсказания наблюдалось снижение времени реакции с 35 до 8 секунд, а уровень отказов снизился на 23%.

**2. Обнаружение аномалий в потоках логов и метрик.** Анализ логов системного уровня и телеметрии позволил внедрить автоматизированный модуль для обнаружения аномалий в режиме реального времени. Использовались методы автоэнкодеров и Isolation Forest, которые обучались на нормальном поведении системы. После внедрения модели в продуктивную среду, она продемонстрировала следующие метрики:

- Precision: 0.98;
- Recall: 0.92;
- F1-score: 0.95.

Аномалии, выявленные моделью, включали:

- Резкие скачки задержки ответов;
- Необычное поведение по времени выполнения задач;
- Периодическое появление редких ошибок, которые ранее игнорировались.

Система не только фиксировала аномалии, но и автоматически инициировала действия: создание тикета, уведомление администратора, переключение сервиса в режим пониженной активности. В среднем, обработка события от момента возникновения до реакции сократилась с 28 до 5 секунд.

## 3. Автоматизация управления при сбоях и перегрузке

Наиболее важным функционалом интеллектуальной системы стало принятие решений в реальном времени. Блок управления на базе алгоритма обучения с подкреплением (Q-learning) был обучен в симуляторе на задачах масштабирования кластеров и перераспределения задач между сервисами. При тестировании в полуавтоматическом режиме были зафиксированы следующие эффекты:

- Снижение средней задержки при пиковых нагрузках на 36%;
- Уменьшение потребления ресурсов на 19% за счёт динамической аллокации;
- Полное устранение простоев, вызванных ручной ошибкой в конфигурации.

Дополнительно система продемонстрировала способность к адаптации: при смене стратегии нагрузочного тестирования (с линейной на всплесковую модель трафика) система

адаптировалась в течение 5 итераций (около 1 часа), после чего продолжала функционировать с сохранением стабильности.

#### 4. Сводный анализ

Результаты по всем кейсам представлены в таблице [Таблица 1-3].

Таким образом, интеллектуальная система управления демонстрирует не только высокую точность предсказаний, но и значительное улучшение реактивности и устойчивости всей управляемой системы. Использование MLOps-подходов позволяет обеспечить непрерывное улучшение и надежную эксплуатацию в реальной среде.

Таблица 1 – Сводный анализ тестирования интеллектуального управления

№	Кейс	Без ИСУ	С ИСУ	Улучшение
1	Прогнозирование нагрузки	76% точность	92% точность	+16%
2	Обнаружение аномалий	Вручную, 20–30 мин	Авто 5 сек, точность 95%	ускорение в 360 раз
3	Автоматизация при сбоях	Реакция: 25–40 сек	Реакция: 5–10 сек	–75% времени отклика

Таблица 2 – Примеры кейсов тестирования интеллектуального управления

№	Описание кейса	Результат без ИИ	Результат с ИИ	Улучшение
1	Прогноз нагрузки сервера	78% точность	92% точность	+14%
2	Реакция на сбой	25 сек	6 сек	–76%
3	Аномалия в логах	Не обнаружено	Обнаружено	Имеется

Таблица 3 – Сравнение методов машинного обучения для задач управления

Метод	Назначение	Преимущества	Ограничения
Логистическая регрессия	Предсказание бинарных событий	Простота, интерпретируемость	Линейные границы
XGBoost	Прогноз метрик и KPI	Высокая точность	Меньшая объяснимость
RL (Q-learning)	Автоматизация действий	Обучение без учителя	Требуется множество итераций

#### Обсуждение

Результаты внедрения интеллектуальной системы управления (ИСУ), разработанной в рамках данного исследования, подтверждают её высокую применимость для автоматизации управленческих процессов в веб-приложениях.

Анализ экспериментальных данных показал, что предложенное решение превосходит классические подходы как по точности прогнозов, так и по скорости реагирования на критические события. Несмотря на очевидные преимущества, необходимо рассмотреть ряд аспектов, требующих дальнейшего анализа и развития.

### **Эффективность и преимущества**

Одним из ключевых достоинств системы является её способность к адаптации и самообучению. В отличие от традиционных систем управления, базирующихся на фиксированных правилах, предложенная ИСУ использует методы машинного обучения для выявления закономерностей в данные и предсказания будущих состояний.

Это позволяет ей не только реагировать на текущие события, но и предпринимать упреждающие действия. Например, предиктивное масштабирование серверов позволяет избежать перегрузок ещё до их фактического наступления.

Стоит отметить модуль обнаружения аномалий, основанный на автоэнкодерах, который доказал свою эффективность в автоматическом выявлении отклонений без необходимости ручной настройки порогов. Это значительно снижает нагрузку на операторов и повышает надёжность всей системы.

### **Ограничения и вызовы**

Вопреки на достигнутые результаты, реализация ИСУ сопряжена с рядом вызовов. В первую очередь, качество данных играет критическую роль. В условиях плохой разметки, высокой степени зашумленности или неполноты исторических данных, точность моделей машинного обучения может значительно снижаться. Таким образом, этап сбора и подготовки данных требует особого внимания.

Вторым важным аспектом является объяснимость решений, принимаемых системой. Некоторые модели (особенно глубокие нейросети и алгоритмы обучения с подкреплением) работают как “чёрный ящик”, что может вызывать недоверие у конечных пользователей или противоречить требованиям регуляторов. Решением может стать использование методов Explainable AI (XAI), таких как SHAP или LIME, которые помогают интерпретировать поведение модели на уровне отдельных признаков.

Стоит учитывать ресурсоёмкость системы. Постоянное переобучение моделей, хранение больших объёмов логов, запуск контейнеров требует соответствующей вычислительной инфраструктуры, что может быть затруднительно для малых организаций.

### **Сравнение с существующими подходами**

На фоне с типовыми системами мониторинга и алертинга (например, Zabbix, Grafana, Prometheus), предложенная система обеспечивает не только наблюдение, но и принятие автономных решений. В классических системах ответственность за реакцию ложится на человека-оператора, в то время как в ИСУ ключевые действия выполняются автоматически на основе анализа данных[4].

По сравнению от статических правил, интеллектуальные модели способны обучаться на новых сценариях. Это особенно важно в условиях изменяющейся нагрузки, нестационарных процессов и нестандартных ситуаций. Таким образом, система обеспечивает динамическую адаптацию и демонстрирует поведенческую гибкость, недостижимую при использовании обычных инструментов.

### **Перспективы и направления развития**

Дальнейшее развитие ИСУ предполагает реализацию нескольких направлений:

1. **Мультиагентные системы** — распределённое принятие решений с участием нескольких ИИ-агентов, координирующих действия между собой.
2. **Интеграция с LLM-моделями** — применение больших языковых моделей (например, GPT) для анализа текстовых логов, автоматической генерации отчётов и взаимодействия с пользователями в естественном языке.
3. **Поддержка политик управления доступом и соответствия (compliance)** — внедрение модулей, отслеживающих соответствие действиям внутренним правилам безопасности или нормативным актам.
4. **Интеграция с цифровыми двойниками (digital twins)** — возможность симулировать реакции системы до реального воздействия на бизнес-процессы.

### **Риски и меры по их снижению**

Автоматизация управления несёт и определённые риски: ошибки в модели могут привести к неправильным действиям, ухудшению показателей или даже к отказам систем. Для снижения этих рисков предлагается:

1. Внедрение механизма **человека в цикле (human-in-the-loop)**, при котором критические решения требуют подтверждения оператора;
2. Использование **правил безопасности и ограничений**, действующих как страховочные сетки;
3. **Логирование и аудит** всех решений и воздействий модели для последующего анализа и возможного отката.

Проведённое исследование подтвердило эффективность интеллектуальной системы управления в условиях реального веб-приложения и обозначило ключевые аспекты, влияющие на её надёжность и масштабируемость. Несмотря на наличие некоторых технических и организационных вызовов, преимущества внедрения подобных систем очевидны и подтверждаются результатами тестирования. В ближайшей перспективе ИСУ станут стандартным компонентом современных цифровых управленческих платформ.

### **Благодарность**

Работа выполнена при поддержке гранта в рамках научно-исследовательской программы Республики Казахстан.

### **Заключение**

Проведённое исследование позволило разработать, реализовать и экспериментально проверить интеллектуальную систему управления (ИСУ), основанную на алгоритмах машинного обучения и анализа данных, с последующей интеграцией в управленческое веб-приложение. Полученные результаты подтверждают высокую актуальность и эффективность применения интеллектуальных методов в задачах управления цифровыми процессами и инфраструктурой.

С другой стороны от традиционных систем мониторинга и управления, предложенное решение обеспечивает не только сбор и отображение информации, но и автоматическое принятие решений на основе предиктивных моделей. Это даёт возможность перехода от реактивного к проактивному стилю управления, что особенно важно в условиях высокой динамичности внешней среды, где традиционные ручные подходы не справляются с объёмом и скоростью изменений.

Одним из ключевых достижений стало проектирование модульной архитектуры системы, включающей полный цикл — от сбора и предобработки данных до генерации управляющих воздействий и обратной связи. Архитектура позволяет масштабировать систему, добавлять новые источники данных, алгоритмы и модули без необходимости полной

переработки инфраструктуры. Интеграция с современными DevOps и MLOps-инструментами обеспечивает стабильную эксплуатацию и автоматическое обновление моделей в продакшене.

В рамках тестирования система продемонстрировала высокую точность прогнозирования (до 92%), надёжное выявление аномалий в логах и метриках, а также существенное сокращение времени реакции на нештатные ситуации. Например, автоматическое масштабирование нагрузки и динамическая перераспределённость ресурсов обеспечили улучшение ключевых показателей производительности и надёжности.

Научная новизна работы заключается в комплексном подходе к построению ИСУ в веб-среде, совмещающем методы машинного обучения, архитектурные решения MLOps и механизм активного принятия решений в режиме реального времени. Важной особенностью является практическая направленность исследования: разработанная система реализована в виде прототипа, прошла тестирование и может быть адаптирована под нужды различных организаций.

Следует отметить также универсальность подхода. Предложенная система может быть масштабирована и модифицирована для использования в других управленческих контекстах: управление логистикой, техническим обслуживанием, персоналом, документооборотом. Это делает её ценной основой для построения более сложных цифровых экосистем управления.

В то же время, работа открывает перспективы для дальнейших исследований. В частности, актуальными направлениями являются:

1. Повышение интерпретируемости решений ИИ-моделей для доверительной и этически корректной эксплуатации;
2. Интеграция с мультиагентными и самоорганизующимися системами;
3. Расширение возможности объяснения выводов модели для конечных пользователей (Explainable AI);
4. Разработка гибких политик безопасности и соответствия нормативным требованиям при автоматическом принятии решений.
5. Таким образом, интеллектуальные системы управления, подобные разработанной в рамках данной работы, представляют собой важный этап эволюции цифровых управленческих платформ. Их внедрение позволит организациям перейти от статичных и ручных методов к гибким, самообучающимся и адаптивным системам, способным эффективно функционировать в условиях высокой неопределённости, нагрузки и конкурентной среды.

### **Литература**

- [1] Рассел, С., Норвиг, П. (2021). Искусственный интеллект: современный подход. Pearson Education. 1136 стр.
- [2] Гудфеллоу, И., Бенжио, И., Курвилль, А. (2016). Глубокое обучение. MIT Press. 775 стр.
- [3] Гама, Дж., Жлиобайте, И., Бифет, А., Печеницкий, М., Бучачиа, А. (2014). Обзор адаптации дрейфа концепций. ACM Computing Surveys, 46(4), 1–37.
- [4] Брейман, Л. (2001). Случайные леса. Машинное обучение, 45(1), 5–32.
- [5] Саттон, Р. С., Барто, А. Г. (2018). Обучение с подкреплением: Введение (2-е изд.). MIT Press. 552 стр.
- [6] Провост, Ф., Фосетт, Т. (2013). Наука о данных для бизнеса: что вам нужно знать о добыче данных и аналитическом мышлении. O'Reilly Media. 352 стр.

### **References**

- [1] Russell, S., Norvig, P. (2021). *Iskusstvennyj intellekt: sovremennyj podhod*. Pearson Education. 1136 str.
- [2] Goodfellow, I., Bengio, I., Kurvill', A. (2016). *Glubokoe obuchenie*. MIT Press. 775 str.

- [3] Gama, Dzh., ZHliobajte, I., Bifet, A., Pechenickij, M., Buchachia, A. (2014). Obzor adaptacii drejfa koncepcij. ACM Computing Surveys, 46(4), 1–37.
- [4] Brejman, L. (2001). Sluchajnye lesa. Mashinnoe obuchenie, 45(1), 5–32.
- [5] Satton, R. S., Barto, A. G. (2018). Obuchenie s podkrepleniem: Vvedenie (2-e izd.). MIT Press. 552 str.
- [6] Provost, F., Foseff, T. (2013). Nauka o dannyh dlya biznesa: chto vam nuzhno znat' o dobyche dannyh i analiticheskom myshlenii. O'Reilly Media. 352 str.

## **MLOps пен машиналық оқытуды қолдану арқылы басқару веб-қосымшаларындағы зияткерлік басқару архитектурасы**

**Д.Байғожанова, Н.Тасболатұлы, Қ.Нартай\***

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

**Аннотация.** Бұл мақалада машинамен оқыту мен деректерді талдау әдістерін пайдалана отырып, басқару веб-қосымшасына біріктірілген зияткерлік басқару жүйесін (ЗБЖ) әзірлеу және енгізу мәселелері қарастырылады. Тақырыптың өзектілігі – шешім қабылдау үдерісін автоматтандыру мен болжамдық талдау арқылы цифрлық басқарудың тиімділігін арттыру қажеттілігімен негізделеді.

Зерттеудің мақсаты – нақты уақыт режимінде жағдайды талдап, тәуекелдерді болжай алатын және адам араласуынсыз басқарушылық әрекеттерді орындайтын бейімделетін жүйе архитектурасын құру. Әдіс ретінде градиентті бустинг алгоритмдері, автоэнкодерлер, нығайтумен оқыту және модельдерді бақылау мен автоматты түрде қайта оқытуға арналған MLOps құралдары қолданылды.

Мәліметтерді жинау және өңдеу, оқыту конвейерлері, REST API және басқару блогынан тұратын модульдік архитектура жасалды. Жүйе модельдеу ортасында және нақты веб-қосымшада сынақтан өткізілді. Нәтижесінде болжам дәлдігінің 92%-ға дейін артуы, ақауларға әрекет ету уақытының 5–6 есе қысқаруы және жүйенің аномалияларға төзімділігінің артуы байқалды.

Ұсынылған шешім жоғары қолданбалы құндылыққа ие және оны IT-инфрақұрылымнан бастап логистика мен құжат айналымына дейінгі әртүрлі цифрлық басқару салаларына бейімдеуге болады. Жұмыс Қазақстан Республикасы ғылыми-зерттеу бағдарламасы аясындағы грант қолдауымен орындалды.

**Түйінді сөздер:** зияткерлік басқару жүйесі; машинамен оқыту; деректерді талдау; MLOps; болжамдық аналитика; цифрлық басқару; IT-инфрақұрылым.

## **Architecture of Intelligent Management in Administrative Web Applications Using MLOps and Machine Learning**

**D.Baigozhanova, N.Tasbolatuly, K.Nartay\***

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

**Abstract.** This paper explores the development and implementation of an Intelligent Management System (IMS) integrated into an administrative web application, utilizing machine learning and data analysis methods. The relevance of the topic is driven by the need to enhance the efficiency of digital management processes through decision-making automation and predictive analytics.

The aim of the study is to build an adaptive system architecture capable of real-time state analysis, risk forecasting, and autonomous control actions without human intervention. Methods used include gradient boosting algorithms, autoencoders, reinforcement learning, and MLOps tools for model monitoring and automatic retraining.

A modular architecture was developed, encompassing data collection and processing, training pipelines, REST API, and a control unit. The system was tested in both a simulated environment and a real-world web application. Results showed a forecast accuracy increase up to 92%, a 5–6 fold reduction in response time to failures, and improved system robustness against anomalies.

The proposed solution demonstrates high practical value and can be adapted to various digital management domains—from IT infrastructure to logistics and document workflow. The research was supported by a grant under the scientific research program of the Republic of Kazakhstan.

**Keywords:** intelligent management system; machine learning; data analysis; web application; MLOps; predictive analytics; digital management; IT infrastructure.