

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ  
«Д.СЕРІКБАЕВ АТЫНДАҒЫ ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН ТЕХНИКАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ»  
КЕАҚ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
НАО «ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Д.СЕРИКБАЕВА»



D. Serikbayev  
**EAST  
KAZAKHSTAN  
TECHNICAL  
UNIVERSITY**



**EKTU  
ISTC**

X Халықаралық ғылыми-  
техникалық конференция  
X International scientific and  
technical conference



**Қаныш  
СӘТБАЕВ 125**

## «ЖАСТАРДЫҢ ШЫҒАРМАШЫЛЫҒЫ - ҚАЗАҚСТАННЫҢ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ДАМУЫНА»

**Қаныш Сәтбаевтың 125 жылдығына арналған студенттердің,  
магистранттар, докторанттар мен жас ғалымдардың X  
Халықаралық ғылыми-техникалық конференциясының  
МАТЕРИАЛДАРЫ**

**11, 12 сәуір 2024 жыл**

III бөлім

## «ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЫХ – ИННОВАЦИОННОМУ РАЗВИТИЮ КАЗАХСТАНА»

МАТЕРИАЛЫ

**X Международной научно-технической конференции студентов,  
магистрантов, докторантов и молодых ученых, посвященной  
125-летию Каныша Сатпаева**

**11 -12 апреля 2024 года**

Часть III

Өскемен  
Усть-Каменогорск  
2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ  
Д. СЕРІКБАЕВ АТЫНДАҒЫ ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН  
ТЕХНИКАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Д. СЕРИКБАЕВА

**«ЖАСТАРДЫҢ ШЫҒАРМАШЫЛЫҒЫ – ҚАЗАҚСТАННЫҢ  
ИННОВАЦИЯЛЫҚ ДАМУЫНА»**

Қаныш Сәтбаевтың 125 жылдығына арналған  
студенттердің, магистранттар, докторанттар мен жас ғалымдардың  
X Халықаралық ғылыми-техникалық конференциясының  
МАТЕРИАЛДАРЫ

11, 12 сәуір 2024 жыл

III бөлім

**«ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЫХ – ИННОВАЦИОННОМУ  
РАЗВИТИЮ КАЗАХСТАНА»**

МАТЕРИАЛЫ

X Международной научно-технической конференции  
студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых,  
посвященной 125-летию Каныша Сатпаева

11, 12 апреля 2024 г.

Часть III

Өскемен  
Усть-Каменогорск  
2024 г.

УДК 001  
ББК 72  
Ж 33

**Главный редактор:** к.т.н. С.Ж. Рахметуллина  
**Зам. главного редактора:** к.э.н. Ж.Т. Конурбаева

**Редакционная коллегия:** PhD И.М. Увалиева, PhD Г. Жомартқызы, к.т.н. Ю.А. Вайс, PhD Ә. Құсайын-Мұрат, PhD А.Т. Кадыролдина

**Жастардың шығармашылығы – Қазақстанның инновациялық дамуына:** Қаныш Сәтбаевтың 125 жылдығына арналған студенттердің, магистранттар, докторанттар мен жас ғалымдардың X Халықаралық ғылыми-техникалық конф. материалдары, 11, 12 сәуір 2024 ж. = **Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана:** Материалы X Международной научно-технической конференции студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых, 11, 12 апреля 2024 г. – Өскемен: ШҚТУ, 2024. – III б. – 286 б. – қазақша, орысша.

**ISBN 978-601-208-838-0 (III б.)**

**ISBN 978-601-208-835-9**

В сборник вошли материалы докладов, рассматривающие результаты исследований о перспективах и тенденциях развития технологий искусственного интеллекта для разработки интеллектуальных систем поддержки принятия решений и средств обеспечения автоматизированных систем управления технологическими процессами и производствами.

Сборник рассчитан на студентов, магистрантов, докторантов и молодых преподавателей вузов.

УДК 001  
ББК 72

Печатается по разрешению редакционно-издательского совета университета.

**ISBN 978-601-208-838-0 (III б.)**

**ISBN 978-601-208-835-9**

© ВКТУ им. Д. Серикбаева, 2024

## ПЕРСПЕКТИВЫ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

УДК 004.896

Аскадұлы Қ. (докторант, ВКТУ), Красавин А.Л. (ВКТУ, PhD)

### АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БПЛА С ПРИМЕНЕНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

***Аннотация.** Статья исследует применение машинного обучения в системах управления беспилотными летательными аппаратами (БПЛА). Описывается разработка комплексных технологических решений, позволяющих БПЛА автономно выполнять задачи с использованием данных с различных сенсоров. Акцентируется внимание на трех ключевых направлениях: создание динамических моделей, разработка контроллеров управления и "Data-Driven Control". Обсуждается влияние этих подходов на повышение точности, эффективности и безопасности управления БПЛА. Подробно рассматриваются методы и проблемы интеграции машинного обучения в системы управления, включая прогнозирующие модели (MPC) и их адаптацию к сложным условиям эксплуатации. Авторы демонстрируют, как машинное обучение может значительно улучшить производительность и автономность БПЛА, делая их применение более эффективным в различных областях, включая мониторинг, поисково-спасательные операции и агропромышленность.*

***Ключевые слова:** Беспилотные летательные аппараты (БПЛА), Машинное обучение, Автоматизированные системы управления, Динамические модели, Контроллеры управления, Data-Driven Control, Прогнозирующие модели (MPC), Интеграция машинного обучения, Системы позиционирования, Аэродинамические остаточные модели, Номинальная модель динамики, Система позиционирования основанная на данных.*

В современном мире беспилотные летательные аппараты (БПЛА) играют всё более значительную роль в различных областях, включая мониторинг, поисково-спасательные операции, агропромышленность. Однако для того, чтобы расширить возможности и эффективность применения БПЛА, необходимо улучшить их автономность и точность управления. Автоматизированные системы управления беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) с применением машинного обучения представляют собой комплексные технологические решения, которые позволяют дронам выполнять разнообразные задачи автономно и эффективно. Эти системы интегрируют в себя алгоритмы машинного обучения для обработки данных с различных сенсоров, таких как камеры, радары и GPS-приемники, что позволяет дронам в реальном времени анализировать окружающую среду, принимать решения и реагировать на изменения в окружающей обстановке. Машинное обучение используется для обнаружения объектов и их классификации на изображениях или видео, планирования оптимального маршрута с учетом избежания препятствий и безопасного полета, а также для выполнения различных задач, таких как посадка и взлет на неблагоприятных площадках. Применение методов машинного обучения в системах автоматического управления беспилотными летательными аппаратами (UAV). Можно выделить три



основных направления исследований, связанных с применением методов машинного обучения к задачам автоматического управления беспилотными летательными аппаратами:

Применение методов машинного обучения к созданию динамических моделей объекта управления (UAV в нашем случае). Здесь речь идет в первую очередь о моделях объекта управления для систем симуляции, позволяющих проводить отработку методов алгоритмов управления на компьютерных моделях, максимально точно описывающих сложные объекты управления и их взаимодействие с внешней средой. Подобные модели, в частности, создавались для квадрокоптеров, моделирования процессов турбулентности и т.п. [1].

Создание контроллеров управления, принцип действия которых основывается на методах машинного обучения (Learned Controllers).

В таких контроллерах связь между сигналами обратной связи (сигналами от датчиков и сенсоров) и сигналами управления не задается жестко в виде законов управления (control laws), а создается в процессе обучения системы [2].

Применение методов машинного обучения в системах “Data-Driven Control”. Наиболее впечатляющие (на наш взгляд) результаты были достигнуты в самое последнее время именно в этой области приложений методов машинного обучения к задачам автоматического управления беспилотными летательными аппаратами”. Речь идет о “реальных” системах автоматического управления, работающих в режиме реального времени. Кроме того, работы в этом направлении зачастую связаны с созданием автономных систем управления – систем, жестко привязанных к управляемому объекту. Т.е. система реализуется в виде софта для платы микроконтроллера или микрокомпьютера, установленной на дроне, и система работает без связи со стационарным мощным компьютером. Иначе говоря, система управления реализуется как “встраиваемая система” (embedded system). Зачастую такие системы используют модель объекта управления (созданную с применением методов машинного обучения) для реализации методов управления на основе прогнозирующих моделей (MPC – model predictive control).

Метод управления с предсказанием модели (MPC) стал популярной схемой встроенного управления для высокопроизводительных автономных систем. Однако для достижения хорошей управляемости с использованием MPC ключевым является точная модель динамики. Для поддержания операций в реальном времени модели динамики, используемые во встроенных системах, ограничены простыми моделями первых принципов, что значительно ограничивает их репрезентативную способность. В отличие от таких простых моделей, подходы машинного обучения, такие как нейронные сети, показали точное моделирование даже сложных динамических эффектов, но их большая вычислительная сложность препятствовала их комбинации с быстрыми итерационными циклами в реальном времени.

В своей наиболее общей форме MPC находит оптимальную команду управления  $u$ , связанную с функцией стоимости  $L$ , при условии модели динамики системы  $\dot{x} = f(x, u)$  вдоль опорной траектории  $x(t)$ ,  $u(t)$ . Таким

образом, MPC обладает особенной способностью учитывать ограничения на входные и состояний переменные на текущих и будущих временных шагах в своем управлении. Традиционно модель  $f$  определяется с использованием "простых" первых принципов  $F$ , чтобы быть способной к реальному времени. Это определение можно расширить так, чтобы  $f$  могла быть математической комбинацией первых принципов  $F$  и одной или нескольких моделей на основе данных  $D$ . Это позволяет создавать более общие модели, расширяя возможности первых принципов.

$$\begin{aligned} \min_{\mathbf{u}} \int \mathcal{L}(\mathbf{x}, \mathbf{u}) \\ \mathbf{x}(t_0) = \mathbf{x}_0 \\ \dot{\mathbf{x}} = f_{\mathcal{F}}(\mathbf{x}, \mathbf{u}) + f_{\mathcal{D}}(\mathbf{x}, \mathbf{u}) \\ \mathbf{r}(\mathbf{x}, \mathbf{u}) \leq 0 \end{aligned} \quad (1)$$

Здесь  $\mathbf{x}_0$  обозначает начальное условие, а  $\mathbf{r}$  может включать ограничения (не)равенства, такие как границы на переменные состояния и входные переменные. На практике система обычно дискретизируется на  $N$  шагов в течение временного горизонта  $T$  и оптимизируется с использованием последовательного квадратичного программирования (SQP).

Полная интеграция. Для приложений, где желаемое увеличение производительности нейронной сети может быть достигнуто с помощью небольшой многослойной перцептронной сети так, чтобы обычная интеграция изученной модели  $f_{\mathcal{D}}$  была пригодна для реального времени в схеме MPC, мы используем полностью обученную сеть в цикле оптимизации. В этом случае первые и, возможно, вторые порядки чувствительности (Якобиан и Гессиан) функции динамики должны быть рассчитаны алгоритмом SQP для подачи в базовый решатель квадратичного программирования (QP) [5].

Номинальная модель динамики квадрокоптера.

Номинальная динамика предполагает, что квадрокоптер является твердым телом с 6 степенями свободы, массой  $m$  и диагональной матрицей момента инерции  $\mathbf{J} = \text{diag}(J_x, J_y, J_z)$ . Представленная модель похожа на модели в работах [3], поскольку описывается номинальная динамика  $\dot{\mathbf{x}}$  с учетом производных второго порядка, оставляя индивидуальные тяги роторов квадрокоптера  $T_i$  для всех  $i$  (0, 3) в качестве управляющих входов  $\mathbf{u} \in \mathbb{R}^4$ . Таким образом, пространство состояний имеет 13 измерений, и его динамику можно записать как:

$$\dot{\mathbf{x}} = \begin{bmatrix} \dot{p}_{WB} \\ \dot{q}_{WB} \\ \dot{v}_{WB} \\ \dot{\omega}_B \end{bmatrix} = f_{\mathcal{F}}(\mathbf{x}, \mathbf{u}) = \begin{bmatrix} v_W \\ \mathbf{q}_{WB} \cdot \begin{bmatrix} 0 \\ \boldsymbol{\omega}_B/2 \end{bmatrix} \\ \frac{1}{m} \mathbf{q}_{WB} \odot \mathbf{T}_B + \mathbf{g}_W \\ \mathbf{J}^{-1} (\boldsymbol{\tau}_B - \boldsymbol{\omega}_B \times \mathbf{J} \boldsymbol{\omega}_B) \end{bmatrix}$$

здесь  $\mathbf{g}_W = [0, 0, -9.81 \text{ m/s}^2]^T$ , обозначающим земное притяжение,  $T_B$  - общей тягой и  $\tau_B$  - крутящим моментом тела.

Уточненные аэродинамические остаточные модели. Продолжая предыдущие работы [3], [4], мы используем данные в форме нейронной сети  $N$ , чтобы дополнить номинальную динамику моделированием остаточного элемента. В полной конфигурации наша модель остаточной динамики определяется как

$$f(\mathbf{x}, \mathbf{u}) = f_{\mathcal{F}}(\mathbf{x}, \mathbf{u}) + f_{\mathcal{D}}(\mathbf{x}, \mathbf{u}),$$

$$f_{\mathcal{D}}(\mathbf{x}, \mathbf{u}) = \begin{bmatrix} \mathbf{0}_2 \\ f_{\mathcal{D}_\theta}(\mathbf{x}, \mathbf{u}) \\ f_{\mathcal{D}_\psi}(\mathbf{x}, \mathbf{u}) \end{bmatrix},$$

Где учитываются возмущения в линейных и угловых ускорениях, неизвестные номинальной динамике, а  $\theta$  и  $\psi$  являются параметрами нейронных сетей, моделирующих соответственно линейные и угловые возмущения.

Также оцениваются две упрощенные версии модели остаточных сил:

$$\mathbf{f}_{\mathcal{D}_a}(\mathbf{x}, \mathbf{u}) = \begin{bmatrix} \mathbf{0}_2 \\ \mathbf{f}_{\mathcal{D}_\theta}(\mathbf{v}_B) \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{f}_{\mathcal{D}_{a,u}}(\mathbf{x}, \mathbf{u}) = \begin{bmatrix} \mathbf{0}_2 \\ \mathbf{f}_{\mathcal{D}_\theta}(\mathbf{v}_B, \mathbf{u}) \\ 0 \end{bmatrix}$$

Эти упрощенные модели учитывают только остаточные силы как функцию скорости платформы (слева), потенциально в сочетании с командными входами (справа). Система позиционирования, основанная на данных (data-driven), в контексте дронов, представляет собой методологический подход, использующий методы анализа данных и машинного обучения для определения пространственного положения и ориентации беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Этот подход уходит от традиционных методов, которые часто используют предварительно заданные модели и алгоритмы, и вместо этого стремится к извлечению информации о положении и ориентации БПЛА непосредственно из наблюдаемых данных, собранных с различных сенсоров и датчиков. Ключевыми компонентами такой системы являются методы машинного обучения и алгоритмы глубокого обучения, которые позволяют анализировать и интерпретировать данные с датчиков, таких как GPS, инерциальные измерительные устройства (IMU), камеры и другие, с целью определения положения и ориентации БПЛА в реальном времени [6].

В заключение, данная статья подчеркивает значительный потенциал интеграции машинного обучения в системы управления БПЛА, демонстрируя, как современные технологии могут существенно улучшить автономность, точность и безопасность этих аппаратов. Разработка и внедрение алгоритмов машинного обучения, включая динамические модели, контроллеры управления и системы на основе данных, открывает новые перспективы для эффективного использования БПЛА в самых разнообразных областях, начиная от мониторинга и поисково-спасательных операций до агропромышленности.

Мы исследовали влияние машинного обучения на создание более сложных и точных моделей динамики БПЛА, разработку контроллеров, которые адаптируются к изменениям в окружающей среде и выполнение задач в режиме реального времени с использованием "Data-Driven Control". Показано, что прогнозирующие модели (MPC) и интеграция машинного обучения в системы управления способствуют значительному улучшению производительности и автономии БПЛА, делая их более надежными и эффективными в эксплуатации.

В будущем мы ожидаем продолжение роста интереса к применению машинного обучения в области БПЛА, что будет способствовать появлению более продвинутых систем управления, способных выполнять все более сложные задачи с высокой степенью автономии и точности. Исследования в этой области открывают обширные перспективы для инноваций, которые смогут принести значительные выгоды как в научном, так и в прикладном аспектах, улучшая качество и эффективность использования БПЛА в самых разнообразных сферах человеческой деятельности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Sutton, R.S., Barto, A.G. "Reinforcement Learning: An Introduction". MIT Press, 2018.
2. Russell, S., Norvig, P. "Artificial Intelligence: A Modern Approach". 3rd ed., Pearson, 2020.
3. Garcia, R., Lozano, R. "Control of an Quadrotor Outdoor Flight with a Wind Disturbance". IEEE Control Systems Magazine, 2020.
4. Nguyen, H., La, H.M. "Real-time Implementation of Model Predictive Control on Quadrotors". IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2023.
5. Chen, J. K., & Patton, R. J. Deep Learning for Nonlinear Fault Diagnosis in Aerospace Applications. Aerospace Science and Technology, 91, 353-368. 2019
6. Kim, J., & Shim, D. H. Towards Autonomous Drone Racing: A Review and Future Directions. Journal of Intelligent & Robotic Systems, 99(3-4), 567-586. 2020

УДК 004 (574)

Асанов Р.А., Оралбек Э.А. (21-РТК-1, ВКТУ), Байшуақ Д.Б. (преподаватель, ВКТУ)

## СЛИЯНИЕ РАДИОТЕХНИКИ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА: НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ СВЯЗИ

***Аннотация:** В данной статье рассматривается важность и потенциал слияния радиотехники и искусственного интеллекта в современном мире. Обсуждаются текущие тенденции, успешные примеры применения данного альянса, а также выявляются возможности для будущих исследований и разработок. Авторы обсуждают преимущества и вызовы, связанные с интеграцией этих областей, а также предлагают рекомендации для дальнейшего совершенствования данного альянса. Обзор исторического взаимодействия радиотехники и искусственного интеллекта, а также перспективы будущего сотрудничества, делают данную статью ценным вкладом в понимание и развитие технологий в области связи, автоматизации и исследований.*

***Ключевые слова:** радиотехника, искусственный, интеллект, слияние, технологический прорыв, связь, автоматизация, исследования, машинное обучение, нейронные сети.*

В современном мире невероятные технологические прорывы переплетаются в уникальные сочетания, расширяя возможности человечества в различных областях. Одним из наиболее захватывающих альянсов является соединение радиотехники с искусственным интеллектом, что открывает перед нами удивительные перспективы в области связи, автоматизации и даже исследований.

Радиотехника и искусственный интеллект - две ключевые области технологического развития, которые становятся все более важными в современном мире. Радиотехника обеспечивает основу для беспроводных коммуникаций, спутниковой связи, радиодиагностики и других технологий, в то время как искусственный интеллект открывает новые возможности для автоматизации, анализа данных и создания интеллектуальных систем.

Слияние радиотехники и искусственного интеллекта представляет собой симбиоз, который улучшает эффективность радиотехнических систем и расширяет их функциональные возможности. Использование алгоритмов машинного обучения и нейронных сетей в радиотехнике позволяет улучшить обработку сигналов, повысить качество связи и оптимизировать использование радиочастотного спектра.

Например, алгоритмы машинного обучения могут помочь автоматически обнаруживать и исправлять помехи в радиосигналах, что повышает надежность передачи данных. Кроме того, искусственный интеллект может быть использован для оптимизации параметров работы радиосистем, таких как выбор частоты передачи, управление мощностью и управление потоком данных, что приводит к повышению энергоэффективности и спектральной эффективности радиотехнических устройств.

Также стоит отметить, что совместное применение радиотехники и искусственного интеллекта открывает новые перспективы для развития автономных систем, таких как беспилотные автомобили и дроны, которые могут использоваться в различных областях, включая транспорт, сельское хозяйство, геодезию и многое другое [1].

В целом, слияние радиотехники и искусственного интеллекта представляет собой не только технологическую эволюцию, но и открывает новые горизонты для развития беспроводных коммуникаций, автономных систем и других областей применения.

Рассмотрим более подробно, как радиотехника влияет на развитие искусственного интеллекта и какие примеры применения радиотехники можно найти в разработке алгоритмов машинного обучения и искусственного интеллекта.

1. Исторический обзор взаимосвязи радиотехники и искусственного интеллекта:

Исторически радиотехника и искусственный интеллект развивались параллельно и взаимодействовали в ряде областей. Например, в области радионавигации были разработаны алгоритмы обработки радиосигналов, используемые для определения положения объектов, которые впоследствии могли быть усовершенствованы с помощью методов машинного обучения.

2. Примеры применения радиотехники в разработке алгоритмов машинного обучения и искусственного интеллекта:

- Обработка радиосигналов: Многие алгоритмы машинного обучения применяются для анализа и обработки радиосигналов, например, для распознавания образов, классификации сигналов и детекции аномалий.

- Оптимизация сетей связи: Радиотехника и алгоритмы машинного обучения используются для оптимизации работы сетей связи, например, для автоматического управления мощностью передатчиков, распределения каналов связи и управления потоками данных.

- Адаптивные системы связи: Разработка адаптивных алгоритмов, способных автоматически адаптироваться к изменяющимся условиям радиоканалов, является одной из ключевых областей, где радиотехника и машинное обучение сливаются воедино.

3. Прогрессивные направления исследований и разработок:

- Использование нейросетей в радиотехнике: Применение глубокого обучения и нейронных сетей открывает новые возможности для обработки и анализа радиосигналов, что может привести к более эффективным методам детекции и классификации.

- Развитие когнитивных радиосистем: Исследования в области когнитивных радиосистем, которые способны самостоятельно адаптироваться к изменяющимся условиям среды, представляют собой одно из важных направлений, где радиотехника и искусственный интеллект сближаются.

В целом, сотрудничество радиотехники и искусственного интеллекта не только обогащает обе области знаний, но и позволяет создавать более

интеллектуальные и адаптивные системы связи и управления, что имеет широкие практические применения в современном мире. Искусственный интеллект становится все более важным компонентом в различных аспектах радиотехники. Его применение в этой области охватывает широкий спектр задач, начиная от управления сетями связи и оптимизации радиочастотного спектра до улучшения процессов диагностики и обслуживания радиоэлектронных систем.

Машинное обучение и нейронные сети стали ключевыми инструментами в развитии радиотехники. Например, они используются для оптимизации параметров радиосистем, предсказания отказов оборудования, адаптации к изменяющимся радиочастотным условиям, а также для разработки эффективных алгоритмов обработки сигналов и моделирования каналов передачи данных.

Преимущества применения искусственного интеллекта в радиотехнике включают повышение эффективности и надежности радиосистем, сокращение времени настройки и обслуживания оборудования, а также расширение функциональных возможностей радиотехнических устройств.

История радиотехники и искусственного интеллекта свидетельствует о тесной взаимосвязи и взаимодействии этих двух областей технологий. С самого зарождения радиотехники в начале 20 века и до наших дней искусственный интеллект находил применение в различных аспектах радиосвязи, что стало движущей силой для развития и совершенствования сетей связи.

Одним из первых примеров использования искусственного интеллекта в радиотехнике было создание экспертных систем для анализа радиочастотных помех. Эти системы позволяли автоматически обнаруживать и классифицировать помехи, что существенно повышало эффективность и надежность радиосвязи.

Кроме того, искусственный интеллект применялся для адаптации к изменяющимся условиям радиоканалов. Алгоритмы машинного обучения и нейронные сети позволяли автоматически настраивать параметры передачи данных в реальном времени, обеспечивая оптимальную производительность связи даже в условиях переменных помех и шумов.

Важным направлением использования искусственного интеллекта в радиотехнике было разработка оптимальных алгоритмов модуляции и демодуляции сигналов. Это включало в себя создание интеллектуальных методов обнаружения и восстановления данных, а также оптимизацию использования спектральных ресурсов для увеличения пропускной способности и надежности связи [2].

Таким образом, с самых ранних этапов своего развития радиотехника и искусственный интеллект тесно взаимодействовали друг с другом, обогащая и улучшая возможности сетей связи и открывая новые горизонты в области технологий передачи данных.

Радиотехника играет ключевую роль в развитии искусственного интеллекта, предоставляя огромные объемы данных для обучения алгоритмов машинного обучения.

Применение радиотехники в разработке алгоритмов машинного обучения и искусственного интеллекта охватывает широкий спектр задач, включая классификацию сигналов, определение шумового фона, распознавание образов, и анализ спектра сигналов. Примерами могут быть использование радиоданных для обучения нейронных сетей в задачах радиоинтерференции и спектрального анализа, а также применение радиолокационных данных для обучения алгоритмов определения объектов и прогнозирования их движения.

Будущее сотрудничества радиотехники и искусственного интеллекта обещает увлекательные новые возможности. Тенденции указывают на более глубокую интеграцию алгоритмов искусственного интеллекта в радиотехнические системы, что приведет к более гибким и адаптивным радиосистемам, способным автоматически реагировать на изменяющиеся условия и требования.

Сотрудничество радиотехники и искусственного интеллекта также встречает вызовы, включая необходимость в разработке более эффективных алгоритмов машинного обучения, обеспечение безопасности и конфиденциальности данных, а также преодоление технических ограничений в реализации сложных систем. Однако, эти вызовы открывают перед нами возможности для инноваций и разработки новых подходов к решению сложных задач в обеих областях [3].

В дальнейших исследованиях и разработках можно ожидать углубления взаимодействия между радиотехникой и искусственным интеллектом в таких областях, как автономные беспилотные системы, распределенные сети связи, интеллектуальные алгоритмы для радиоуправляемых устройств, и многое другое. Это также включает в себя исследования по разработке новых методов передачи данных, адаптации к различным радиочастотным условиям и повышению энергоэффективности радиосистем.

В современном мире слияние радиотехники и искусственного интеллекта представляет собой неизбежный и важный этап развития технологий. В ходе этой статьи мы рассмотрели роль и значение этого сотрудничества, исследовали примеры его применения и обсудили вызовы и перспективы развития этой темы.

Основные выводы данной статьи подчеркивают значимость слияния радиотехники и искусственного интеллекта для развития новых технологий в области связи, автоматизации и обработки данных. Применение алгоритмов машинного обучения и нейронных сетей в радиотехнике открывает перед нами новые возможности для улучшения эффективности и надежности радиосистем.

Будущее сотрудничества радиотехники и искусственного интеллекта представляет огромный потенциал для инноваций и новаторских решений. Дальнейшие исследования и разработки в этой области могут привести к



созданию более интеллектуальных и адаптивных радиотехнических систем, способных эффективно решать сложные задачи связи и обработки данных.

Применение радиотехники в разработке алгоритмов машинного обучения и искусственного интеллекта является ключевым аспектом современной технологической эволюции. Вот некоторые конкретные примеры и направления их применения: радиотехника играет важную роль в обработке сигналов, и использование алгоритмов машинного обучения и нейронных сетей может значительно улучшить этот процесс. Например, алгоритмы классификации могут помочь распознавать и фильтровать шумы в радиосигналах, повышая качество связи; машинное обучение может использоваться для оптимизации параметров радиосвязи, например, для управления мощностью передатчиков, выбора оптимальных частотных диапазонов и управления потоком данных; использование методов машинного обучения позволяет автоматически оптимизировать распределение радиочастотных ресурсов, что особенно важно в контексте управления многоуровневыми сетями и множеством устройств Интернета вещей; искусственный интеллект может использоваться для создания адаптивных антенных систем, способных автоматически реагировать на изменения в окружающей среде и оптимизировать направление передачи сигнала; когнитивные радиосистемы, способные адаптироваться к изменяющимся условиям среды, активно исследуются с использованием методов машинного обучения и искусственного интеллекта. Эти системы могут автоматически анализировать и адаптироваться к новым радиочастотным средам, обнаруживать помехи и выбирать оптимальные каналы передачи данных.

Все эти примеры демонстрируют, как сотрудничество радиотехники и искусственного интеллекта открывает новые горизонты для развития телекоммуникационных систем, связи и беспроводных технологий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

[1] Smith, J. "Applications of Machine Learning in Radio Engineering." *Journal of Radio Engineering*, 2020. - 15(2), p. 45-58.

[2] Johnson, L. et al. "Neural Networks for Signal Classification in Radio Communications." *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 2019. -10(3), p. 210-225.

[3] Brown, A. "Integration of Artificial Intelligence and Radio Frequency Technologies." *International Journal of Communication Systems*, 2018. - 23(4), p. 301-315.

УДК 628.971.8

Асылбеков Ж.Е. (20-МКК-1), Тезекпаева Ш.Т. (ВКТУ)

## ӨНІМДЕРДІҢ САТЫЛЫМДАРЫН БОЛЖАУДА МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ

**Аңдатпа.** Нарықтың даму бағыттарын болжау және пайданы болжау мүмкіндігі өте маңызды болды. Бұл мәселелерді шешу үшін машиналық оқыту (Machine Learning) қолданылады. Ол тез дамып келеді және көптеген компаниялардың қызығушылығын тудырады. Бірақ бұл технологияларды күнделікті бизнесте қалай қолдануға болатыны компанияларға әрдайым түсінікті бола бермейді.

Деректерді талдау және сату деректерін және бағалар мен әртүрлі оқиғалар сияқты белгілердің әсерін ескеретін дұрыс болжам құру бүкіл бизнесті жоспарлауға үлкен әсер етеді. Практикалық маңыздылығы - зерттеу нәтижесінде ұсынылған әдіс болжамды құру кезінде сату көлемі мен белгілер арасындағы заңдылықтарды анықтайды және ескереді. Болжам сапасы жақсарайды, бұл бизнесті жоспарлауға және белгісіз жағдайларда шешім қабылдауға оң әсер етеді.

**Түйін сөздер:** деректерді талдау, машиналық оқыту, деректерді визуализациялау, болжау, Python.

Нақты деректер Kaggle [1] платформасында орналастырылған тауарлар топтары, атаулары, саны, сатып алу, сату бағалары және үстеме бағалары көрсетілген ай сайынғы сату есебі бар деректер жинағы алынды.

Таңдалған деректер жиынтығы формат кестесі болып табылады

"csv", ол келесі бағандардан тұрады: күні; өнімнің сәйкестендіру нөмірі; өнім тобының атауы; Өнім атауы; тауар саны; тауар бірлігінің таза бағасы; тауарлардың жалпы таза құны; пайданы ескере отырып, тауар бірлігінің бағасы; тауар бірлігінің максималды бағасы; тауарлардың жалпы максималды құны; тауардың жалпы құны; жалпы пайда пайызбен; маржа пайызы; тауар бірлігі үшін пайда; барлығын сатудан түскен пайда; маржадағы үлес.

Жолдар саны тауарлар санына сәйкес келеді және 23181-ге тең.

Сату кестесінің құрылымы суретте көрсетілген (сурет 1).

	Date	PKod	Pgroup	Pname	Pquantity	pce_zn	pwa_zn	pce_sn	pwa_sn	pce_sb	pwa_sb	pudzs	pmarza	pmarzajedn	pkwmarza
0	01.01.2018	5307	CHEMISTRY	PATYCZKI BELLA 200	1	1,77	1,77	2,57	2,57	2,78	2,78	0	31,13	0,8	0,8
1	01.01.2018	5986	CHEMISTRY	ACE 1 L	1	3,2	3,2	5,68	5,68	6,99	6,99	0,01	43,66	2,48	2,48
2	01.01.2018	399	DAIRY_CHESE	ALMETTE CZOSNEK NIEDZWIEDZI 150GR	4	2,68	10,72	3,8	15,2	3,99	15,96	0,02	29,47	1,12	4,48
3	01.01.2018	2246	DAIRY_CHESE	ALMETTE JOGURTOWY 150G HOCHLAND	4	2,68	10,72	3,8	15,2	3,99	15,96	0,02	29,47	1,12	4,48
4	01.01.2018	2247	DAIRY_CHESE	ALMETTE OGOROKZIOLA 150G	4	2,68	10,72	2,85	11,4	3,99	11,98	0,01	5,96	0,17	0,68

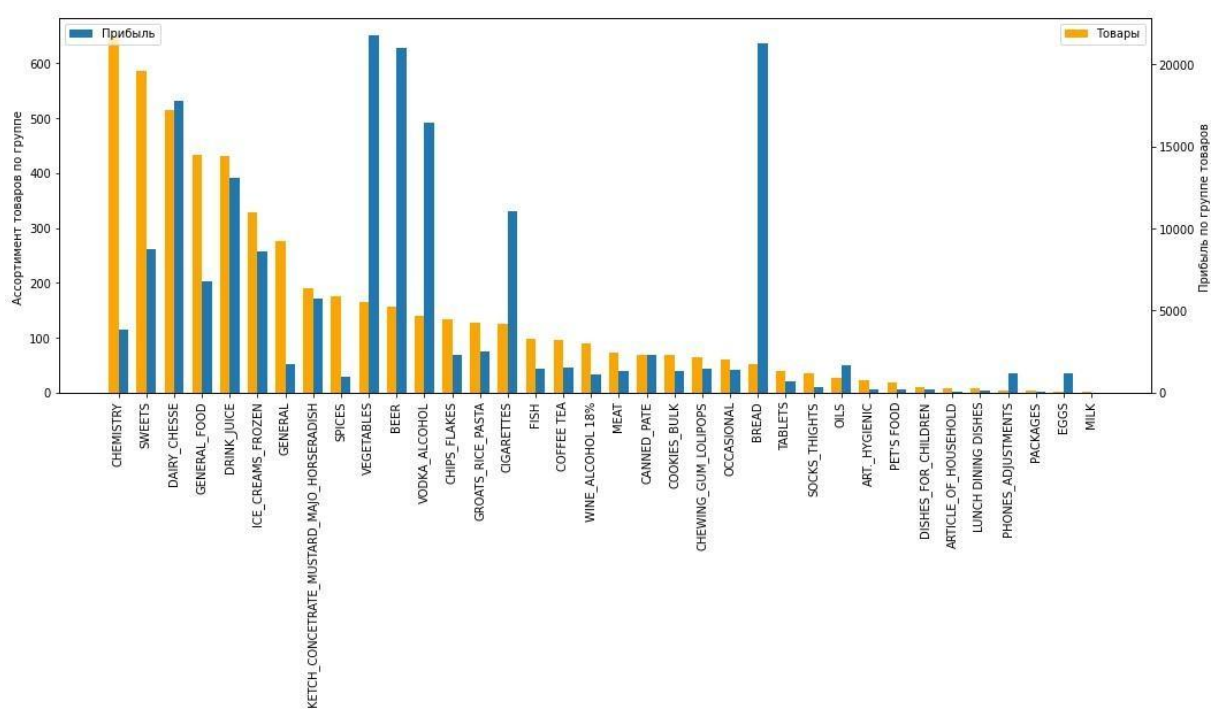
Сурет 1 - Сату кестесінің құрылымы

Осы кестемен әрі қарай жұмыс істеу үшін келесі түрлендірулер жасалды. Деректер бағанасы түрлендірілді, ай бағанасы сатылым айы туралы ақпаратты

қамтиды. Тауарлар топтарының сөздігі құрылды: әр топқа сандық мән беріледі. Нысан типі бар, бірақ float64 деректер түріне түрлендірілген сандық мәні бар бағандар.

Уақыт қатарларын визуалды талдау бағандардың мәндермен жақсы толтырылғанын және бос ұяшықтар үшін бағанның орташа мәнімен ауыстыру жүргізілгенін көрсетті.

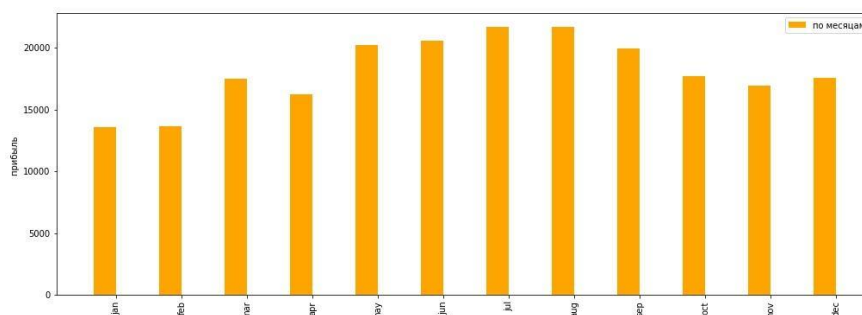
Содан кейін бір жылдағы тауарлар топтары бойынша сату талдауы жүргізілді, сатылатын тауарлардың ассортименті және оларды сатудан алынған пайда бағаланды, нәтижелер суретте көрсетілген (сурет. 2).



Сурет 2 - Тауарлар топтары бойынша сатуды талдау

Алынған нәтижелер пайда мөлшері топ бойынша ассортименттің әртүрлілігіне байланысты емес деген қорытынды жасауға мүмкіндік береді.

Бір жыл ішінде айлар бойынша тауарлар сатудан түскен жиынтық пайда талданды (сурет 3).



Сурет 3 - Айлар бойынша тауарларды сатудан түскен жиынтық пайда

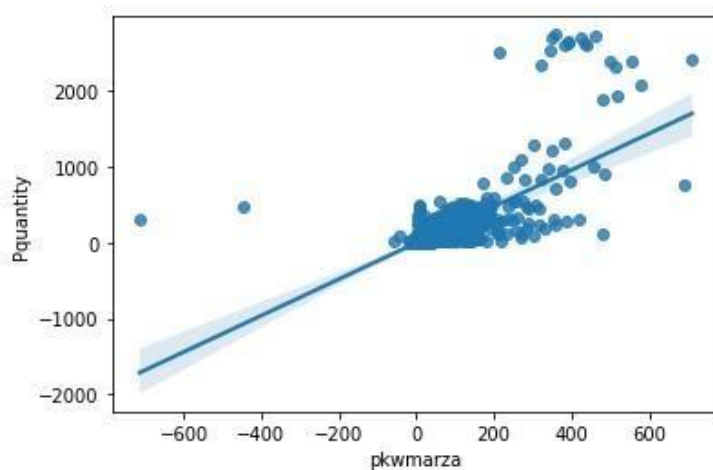
Талдау көрсеткендей, кірістің ең жоғары деңгейі жылдың жазғы кезеңінде болады.

Факторлардың өзара байланысын анықтау үшін деректерге корреляциялық талдау жүргізілді (сурет 4).



Сурет 4 - Деректерді корреляциялық талдау

Пайда мен сатылған тауарлар саны арасындағы сызықтық корреляция бөлек қарастырылады ( $Quantity\ pudzmarza = 0.766460$ ). График суретте көрсетілген (сурет 5).



Сурет 5 - Пайда мен сатылған тауарлар саны арасындағы корреляция

Деректерді талдау нәтижелері: сатудың жалпы пайдасы сызықтық түрде тәуелдісатылған тауардың санынан және оның құнынан.

Жалпы пайданы болжау үшін бұл жұмыста жасанды нейрондық желілермен өзара әрекеттесуді қамтамасыз ететін keras терең оқыту кітапханасы пайдаланылды [3]. Деректерді талдау үшін сызықтық қабаттар жиынтығы болып табылатын дәйекті Секвенциялық модель таңдалды [4].

Қабаттағы Шығыс түйіндерінің саны әртүрлі және қабаттардың саны әртүрлі екі модель таңдалды. Бастапқы деректер екі бөлікке бөлінді, 80% нейрондық желілерді оқытуға арналған деректер және 20% жалпы пайда болжамын сынау және алу үшін [5].

Қабаттардағы түйіндердің көп санын қамтитын екінші модель және қабаттардың көбірек саны болжаудың жоғары дәлдігін көрсетті.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. Система организации конкурсов по исследованию данных: сайт платформы Kaggle. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kaggle.com/>

2. Параллельный генетический алгоритм отбора значимых факторов, влияющих на эволюцию сложной системы / Мокшин В.В. Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2009. – №3. – С.89-93.

3. Мокшин В.В., Якимов И.М. Метод формирования модели анализа сложной системы / В.В. Мокшин, И.М. Якимов // Информационные технологии. – 2011. – №5. – С. 46–51.

4. Рекурсивно-регрессионная самоорганизация моделей анализа и контроля сложных систем / Мокшин В.В., Якимов И.М., Юльметьев Р.М., Мокшин А.В. Нелинейный мир. – 2009. – №1. – Т.7. – С.66-76.

5. Рекурсивный алгоритм построения регрессионных моделей сложных вероятностных объектов / Мокшин В.В., Сайфудинов И.Р., Кирпичников А.П. Вестник Технологического университета. –2017. –

6. №9. – Т.20. – С.112-116.

УДК 628.971.8

Аян А. (ВКТУ), Тезекпаева Ш.Т. (магистр, ВКТУ)

## СОЗДАНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ SEIR В СРЕДЕ ANYLOGIC ДЛЯ АНАЛИЗА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭПИДЕМИИ COVID-19

***Аннотация.** Данная работа освещает основные аспекты коронавируса, включая его характеристики, механизм распространения, особенности инкубационного периода и методы математического моделирования эпидемии. В рамках исследования использовалась SEIR модель, учитывающая инкубационный период коронавируса. Основанные на обыкновенных дифференциальных уравнениях, уравнения SEIR модели позволяют прогнозировать распространение болезни, общее число инфицированных, а также оценивать эпидемиологические параметры. Для реализации работы была использована среда AnyLogic, обладающая современным понятным графическим интерфейсом. Исходя из полученных данных и результатов моделирования, данное исследование может быть полезным для прогнозирования и контроля эпидемий коронавируса, а также в разработке стратегий общественного здравоохранения для предотвращения распространения заболевания.*

***Ключевые слова:** имитационная модель, компартментная модель, математическая модель SEIR, коронавирус, дифференциальное уравнение*

Коронавирус – это семейство РНК-содержащих вирусов диаметром от 60 до 140 нм с шипоподобными выступами на поверхности, способных инфицировать человека и некоторых животных.

Источником заболевания является инфицированный человек, в том числе инкубационном периоде. Данный период составляет от 2 до 14 суток, в среднем от 5 до 7 дней. Максимальное выделение вируса от зараженного пациента происходит в первые три дня заболевания, но, по данным ряда публикаций, выделение вируса может начинаться за двое суток (48 ч) до появления клинических симптомов. Выделение вируса обычно продолжается до двух недель (в среднем 15 дней) при легком и умеренном течении заболевания. Втяжелых случаях выделение вируса может наблюдаться более 20 дней. Коронавирус распространяется главным образом через бессимптомных носителей.

Для математического моделирования инфекционных заболеваний широко используются компартментные модели. Они основаны на разделении популяции на отдельные группы с учетом характера и скорости перемещения между ними. Модели чаще всего работают с обыкновенными дифференциальными уравнениями, но также могут использоваться со стохастической (случайной) структурой, которая более реалистична, но гораздо сложнее для анализа.

Одним из таких моделей является математическая модель SIR, которую создали Кермак и Маккендрик, в которой они рассматривали фиксированную популяцию только с тремя отсеками: восприимчивые (S), зараженные (I) и переболевшие (R). Чтобы количество восприимчивых, заразных и

переболевших особей могло меняться со временем, точные числа становятся функцией времени  $t$ :  $S(t)$ ,  $I(t)$  и  $R(t)$ . Для конкретного заболевания в конкретной популяции эти функции могут быть разработаны для прогнозирования возможных вспышек и их контроля. С тех пор SIR модель и ее модификации широко используются в эпидемиологии и математическом моделировании для изучения динамики инфекционных заболеваний.

Очевидно, модель может быть усовершенствована до бесконечности, чтобы сделать ее более реалистичной. Существует несколько вариаций SIR модели, одной из которых является SEIR. Она дополняет классическую SIR модель, учитывая инкубационный период –  $E$ .

Дифференциальные уравнения SEIR модели выглядят следующим образом:

1) Уравнение для изменения численности подверженных инфекции –  $S$  (1)

$$\frac{dS}{dt} = -\beta \frac{SI}{N} \quad (1)$$

2) Уравнение для изменения численности находящихся в инкубационном периоде –  $E$  (2):

$$\frac{dE}{dt} = \beta \frac{SI}{N} - \sigma E \quad (2)$$

3) – Уравнение для изменения численности инфицированных –  $I$  (3):

$$\frac{dI}{dt} = \sigma E - \gamma I \quad (3)$$

(4) Уравнение для изменения численности выздоровевших –  $R$  (4):

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I \quad (4)$$

где  $S$  – количество восприимчивых;  $E$  – количество людей в инкубационном периоде;  $I$  – количество инфицированных;  $R$  – количество выздоровевших;  $N$  – общее количество населения, т.е.  $N = S(t) + E(t) + I(t) + R(t)$ ;  $\beta$  – коэффициент контактов, который определяет скорость распространения инфекции;  $\sigma$  – среднее время инкубационного периода;  $\gamma$  – скорость выздоровления (чем больше  $\gamma$ , тем короче длительность болезни).

Создание компьютерной модели SEIR является одним из способов решения эпидемиологических задач. Компьютерное моделирование облегчает большую часть работы при анализе и работе с инфекциями. Но не стоит забывать то, что система в реальном мире всегда сложнее своей компьютерной модели.

Для реализации работы была использована среда AnyLogic – программное обеспечение для имитационного моделирования.

В создании модели были использованы такие инструменты как: накопители, поток, связи, параметр и цикл. Накопители характеризуют состояние системы. Потoki представляют интенсивность, с которой меняются эти состояния системы. Входящий в накопитель поток увеличивает значение данного накопителя, исходящий из накопителя поток уменьшает его значение. Связь используется для задания зависимости между элементами диаграммы

потоков и накопителей. Параметры были использованы для задания статических характеристик.

В рамках работы использовались следующие входные данные:

- График прогнозируется на 100 дней;
- Параметр Total Population - численность населения, равная 19000000 человек (приблизительное население Казахстана на 2020 год);
- Параметр ContactRateInfectious показывает количество людей, с которыми контактирует больной человек каждый день. В среднем это значение составляет 8;
- Если заразившийся человек контактирует с восприимчивым к болезни, то вероятность передачи инфекции Infectivity равняется 0.3;
- После того, как человек заражается, инкубационный период AverageIncubationTime длится от 2 до 14 дней;
- Средняя длительность болезни после инкубационного периода AverageIllnessDuration (другими словами, длительность периода, когда этот человек может заражать других) составляет в среднем 15 дней.

Используемые накопители:

- Susceptible - восприимчивые к заражению люди, которые еще не были заражены вирусом. Начальное значение накопителя задается выражением
- TotalPopulation - 1 (так как вначале заражен только один человек, а все остальные лишь восприимчивы к болезни);
- Exposed - люди, находящиеся в латентной стадии заражения (они уже заражены, но еще не могут заражать других);
- Infectious - люди в активной стадии заражения (они могут заражать других людей). Начальное значение накопителя - 1;
- Recovered - выздоровевшие люди (они приобрели иммунитет к данному заболеванию). Из-за недостатка точной информации о том, как долго иммунитет человека, выработанный после излечения от коронавируса, может его защищать, в данной работе предполагается, что выздоровевшие люди получают иммунитет к болезни и не могут снова заболеть.

Используемые потоки:

- Поток, выходящий из накопителя S входящий накопитель E - 
$$\text{ExposedRate} = \text{Infectious} * \text{ContactRateInfectious} * \text{Infectivity} * \text{Susceptible} / \text{TotalPopulation}$$
 (число зараженных людей \* интенсивность контактов \* вероятность заражения \* число восприимчивых людей / численность населения);

- Поток, выходящий из накопителя E и входящий в накопитель I 
$$\text{InfectiousRate} = \text{Exposed} / \text{AverageIncubationTime}$$
 (число зараженных людей, которые еще не могут заражать других / длительность инкубационного периода);

- Поток, выходящий из накопителя I и входящий в накопитель R - 
$$\text{RecoveredRate} = \text{Infectious} / \text{AverageIllnessDuration}$$
 (число зараженных людей / длительность периода, когда человек может заражать других).

Полученная модель представлена на рисунке 1:



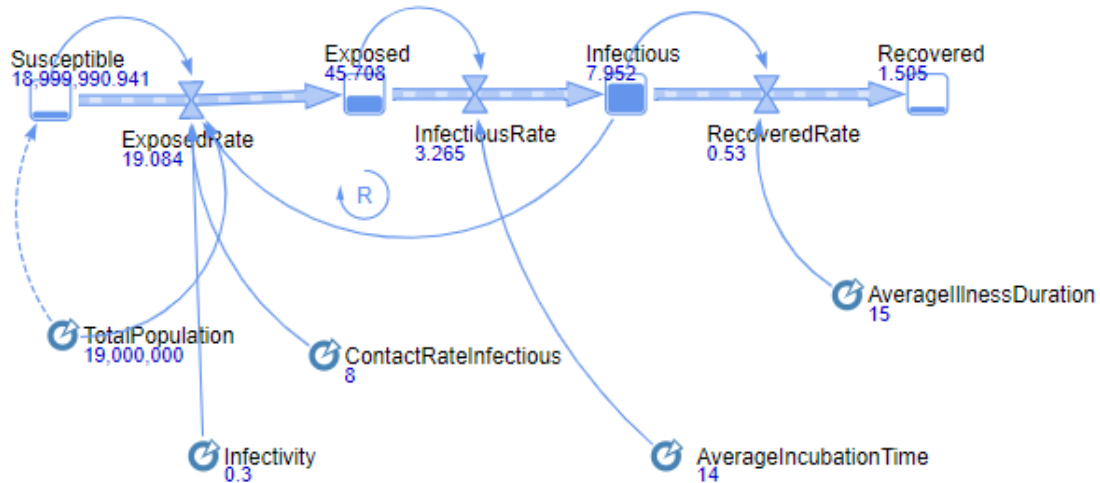


Рисунок 1. Модель SEIR

В модели содержится цикл Contagion, он не задает саму логику зависимостей в моделируемой системе, а только показывает информацию об образовавшемся цикле влияний переменных друг на друга. Увеличение значения накопителя Infectious ведет к увеличению значения потока ExposedRate, что в свою очередь увеличивает значение накопителя Exposed. Следовательно, цикл Contagion является усиливающим.

В результате работы модели выводится следующий график (рисунок 2), отображающий поведение каждого накопителя:



Рисунок 2. График работы модели

По графику можем увидеть, что начиная с 30 дня количество восприимчивых людей начнет падать, а количество зараженных и находящихся в инкубационном периоде начнет возрастать. Выздоровевшие начнут появляться на 40 день.

Ниже показан график (рисунок 2) полученный из средства массовой информации о распространении коронавируса среди населения Казахстана. И

если сравнить два графика, то можно увидеть насколько результат модели и график из рисунка 3, то выглядят похожими.

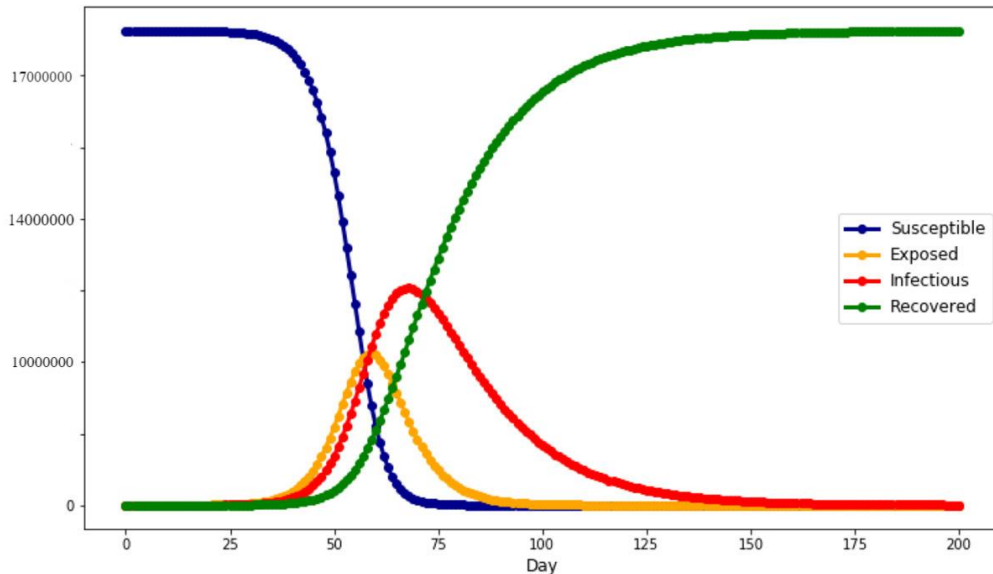


Рисунок 3. Модель SEIR

Из этого следует, то что имитационные модели могут использоваться для прогнозирования распространения инфекции и оценки эффективности различных мер по контролю за инфекцией.

Но также стоит отметить, то что при работе с имитационными методами то, что для построения точных и надежных моделей необходимы точные данные.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. SEIR and SEIRS models – GenericModel: [сайт]. – 1999. – URL: [https://docs.idmod.org/projects/emod-generic/en/2.20\\_a/model-seir.html](https://docs.idmod.org/projects/emod-generic/en/2.20_a/model-seir.html) (дата обращения: 27.02.2024)
2. Григорьев И. Anylogic in threedays. Практическое пособие по имитационному моделированию. Anylogic, 2017 – 273 с. [1, с. 121].
3. Коронавирус в Казахстане. Статистика заражений: [сайт]. – 2020. – URL: <https://coronavirus-monitor.info/country/kazakhstan/> (дата обращения: 27.02.2024)

УДК 625

Энуарбеков Н. Н. (22-АУ-1), Исанов С. А. (22-АУ-1), Невзоров С. С. (22-АУ-1),  
Құсайын-Мұрат Ә.Т. (PhD, ВКТУ)

## МОБИЛЬНЫЕ ПЛАТФОРМЫ ПО ДАННЫМ МИКРОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ (MEMS) ДАТЧИКОВ ИНЕРЦИИ

***Аннотация.** Данная статья рассматривает современные методы определения и ориентации в пространстве мобильных платформ с использованием MEMS-датчиков инерции. В статье представлен обзор актуальных исследований в этой области, примеры успешного применения MEMS-датчиков в различных приложениях, а также перспективы и направления дальнейших исследований. Обсуждаются вопросы интеграции сенсоров, развития методов обработки данных и улучшения алгоритмов фильтрации и анализа. В заключении подчеркивается значимость и перспективы применения MEMS-датчиков инерции для развития современных технологий и улучшения качества жизни.*

***Ключевые слова:** MEMS-датчики инерции, Определение и ориентация в пространстве, Мобильные платформы*

В современном мире, где мобильные платформы играют ключевую роль во многих аспектах нашей повседневной жизни, вопрос определения и ориентации в пространстве становится все более актуальным. От автономных роботов до носимых устройств, от автомобилей без водителя до виртуальной реальности - эффективная навигация и точное определение положения являются необходимыми компонентами для обеспечения безопасности, комфорта и функциональности этих систем. В этом контексте микроэлектромеханические датчики инерции (MEMS) играют решающую роль. Эти миниатюрные устройства, использующие принципы механики и электроники, способны измерять ускорение и угловую скорость, что позволяет определять движение и ориентацию объекта в пространстве с высокой точностью и скоростью. В последние десятилетия технологии MEMS значительно продвинулись, открывая новые возможности для применения в различных областях, включая автомобильную промышленность, аэрокосмическую индустрию, медицинские устройства, игровую индустрию и многое другое. Стремительное развитие микроэлектромеханических датчиков инерции сделало их доступными и широкоиспользуемыми компонентами в современных мобильных системах.

В этой статье рассматриваются современные методы и технологии определения и ориентации в пространстве, основанные на данных, полученных от MEMS-датчиков инерции. Мы рассмотрим основные принципы работы этих датчиков, их преимущества и ограничения, а также различные подходы к обработке и использованию полученных данных для достижения требуемой точности и надежности в различных приложениях. Современные методы определения и ориентации в пространстве мобильных платформ с использованием MEMS-датчиков инерции представляют собой важную и перспективную область технологического развития. Эти миниатюрные и энергоэффективные датчики обладают уникальной способностью обеспечивать

высокую точность и скорость определения движения и ориентации объектов в пространстве. Применение MEMS-датчиков инерции имеет огромный потенциал для улучшения функциональности и производительности мобильных систем в различных областях. Например, в автономных транспортных средствах они могут обеспечить более точную навигацию и управление, что повысит безопасность и эффективность дорожного движения.

В целом MEMS-датчики инерции играют ключевую роль в современных технологиях и будут продолжать активно внедряться в различные мобильные системы, обеспечивая им высокую точность, надежность и функциональность в различных сферах применения. Появление микроэлектромеханических систем (МЭМС) позволило создать широкий спектр миниатюрных, надежных и недорогих устройств, востребованных практически во всех отраслях промышленности и на потребительском рынке. А по мере совершенствования производственных технологий, повышения качества и характеристик МЭМС-изделия находят все более широкий спрос в оборонной, авиационно-космической, энергетической и других высокотехнологичных отраслях, в частности инерциальной навигации. Применение в инерциальных навигационных системах (ИНС) МЭМС-акселерометров и гироскопов позволяет реализовывать методы инерциальной навигации на новом уровне, когда миниатюрные датчики служат источниками данных о параметрах движения летательных аппаратов, транспортных средств и судов. В предлагаемой статье пойдет речь об инерциальных датчиках, выполненных с использованием МЭМС-технологий производства компаний *Sensorog* и *Colibrys*, как примерах МЭМС-устройств, позволяющих в полной мере использовать преимущества современных технологий в навигационных системах, обеспечивая их уменьшение, удешевление и возможность более широкого внедрения [1].

Одним из ключевых преимуществ MEMS-датчиков инерции является их компактный размер, низкое энергопотребление и относительно низкая стоимость производства. Это делает их идеальным выбором для интеграции в мобильные платформы, где ограниченные ресурсы и компактные размеры являются критическими факторами. Среди наиболее распространенных MEMS-датчиков инерции следует выделить акселерометры и гироскопы. Акселерометры измеряют ускорение в направлении их осей, позволяя определить движение объекта в пространстве, в то время как гироскопы измеряют угловую скорость вокруг своих осей, что позволяет определять ориентацию объекта. Обычно для полной оценки ориентации в пространстве используется комбинация нескольких датчиков, так называемая инерциальная навигационная система (ИНС). Однако одиночные MEMS-датчики инерции могут страдать от различных искажений, таких как дрейф, шум и нелинейность. Поэтому для повышения точности и надежности определения и ориентации в пространстве часто применяются различные алгоритмы фильтрации, такие как фильтр Калмана или адаптивные фильтры, которые позволяют компенсировать эти искажения и получить более точные результаты [2].

Благодаря своей гибкости и эффективности MEMS-датчики инерции нашли применение в широком спектре приложений, включая автономные транспортные средства, виртуальную и дополненную реальность, носимую электронику, медицинские устройства, управление дронами и многие другие. Их способность обеспечивать высокую точность и скорость определения и ориентации в пространстве делает их неотъемлемой частью современных мобильных систем, обеспечивая им стабильную и надежную навигацию в различных условиях и средах. В последние годы было проведено множество исследований, посвященных применению MEMS-датчиков инерции для определения и ориентации в пространстве мобильных платформ. Ниже приведены некоторые из них, а также примеры их применения [3]:

1.Использование MEMS-датчиков для оценки ориентации и движения в реальном времени. Пример применения: рассмотрение методов оценки ориентации и движения в реальном времени с использованием MEMS-датчиков. Результаты могут быть применены в автономных роботах для навигации в неизвестных средах.

2.Улучшение точности оценки ориентации с помощью комбинированных MEMS-гироскопов и акселерометров. Пример применения: использование методов для улучшения точности определения ориентации путем комбинирования данных от MEMS-гироскопов и акселерометров. Этот подход может быть использован в виртуальной реальности для более точного отслеживания движений пользователя.

3.Использование MEMS-датчиков инерции для обнаружения и классификации активностей человека. Пример применения: возможность использования MEMS-датчиков для обнаружения и классификации различных активностей человека, таких как ходьба, бег и подъем по лестнице. Этот подход может быть полезен в медицинских устройствах для мониторинга физической активности и здоровья.

4.Интеграция MEMS-датчиков инерции с GPS для улучшения навигации в автономных автомобилях. Пример применения: методы интеграции MEMS-датчиков инерции с системами GPS для улучшения навигации в автономных автомобилях. Этот подход может повысить точность и надежность автономной навигации, особенно в условиях с ограниченной видимостью или недоступности сигнала GPS. Эти исследования и примеры демонстрируют широкий спектр применений MEMS-датчиков инерции и их значимость для современных мобильных систем. Они подтверждают роль этих технологий в обеспечении точной и надежной навигации, определения ориентации и управления движением в различных областях, от промышленности до медицины и развлечений.

Алгоритмы фильтрации играют важную роль в повышении точности данных, полученных от MEMS-датчиков инерции. Эти датчики могут страдать от различных искажений, таких как дрейф, шум и нелинейность, которые могут снизить точность определения и ориентации объекта в пространстве. Фильтры, такие как фильтр Калмана, позволяют объединить информацию от различных

датчиков и выполнить оптимальную оценку состояния системы, учитывая, как данные, так и их неопределенность. Это позволяет уменьшить влияние ошибок и искажений и получить более точные результаты определения и ориентации в пространстве.

С развитием методов машинного обучения и искусственного интеллекта стали появляться новые подходы к обработке данных от MEMS-датчиков инерции. Например, нейронные сети могут быть использованы для адаптивного анализа данных и улучшения точности определения ориентации и движения объекта в пространстве. В целом, использование алгоритмов фильтрации является неотъемлемой частью современных методов определения и ориентации в пространстве на основе MEMS-датчиков инерции, позволяя повысить точность и надежность этих систем в различных условиях эксплуатации.

В заключение, MEMS-датчики инерции представляют собой важнейшую составляющую современных технологий, обеспечивающих определение и ориентацию в пространстве мобильных платформ. Их использование стало фундаментальным элементом для создания умных и автономных систем, которые активно применяются в широком спектре областей, от автономных транспортных средств до медицинских устройств и виртуальной реальности. Использование MEMS-датчиков инерции играет критическую роль в развитии современных технологий и обеспечивает значительные возможности для инноваций и улучшения качества жизни. Перспективы развития этой области предвещают более точные, компактные и эффективные системы, которые будут вносить значительный вклад в различные аспекты нашей повседневной жизни и промышленности. Таким образом, MEMS-датчики инерции остаются важным элементом современных технологий и будут продолжать играть ведущую роль в обеспечении навигации и ориентации в пространстве мобильных платформ.

Значимость MEMS-датчиков инерции проявляется в их способности обеспечивать точное определение движения и ориентации объектов в реальном времени. Эти устройства способны обеспечить надежную и точную навигацию, управление и мониторинг в различных ситуациях и условиях эксплуатации. Однако, перспективы применения MEMS-датчиков инерции не ограничиваются текущими областями применения. С развитием технологий и методов обработки данных, а также интеграции с другими сенсорами и устройствами, открываются новые возможности для использования MEMS-датчиков в еще более широком спектре приложений. Будущее развитие MEMS-датчиков инерции будет направлено на миниатюризацию, увеличение точности и надежности, а также на разработку инновационных методов обработки данных и алгоритмов фильтрации. Это позволит создавать более компактные, эффективные и интеллектуальные системы, которые будут способствовать прогрессу в различных сферах человеческой деятельности. Таким образом, MEMS-датчики инерции остаются важным элементом современных технологий и будут продолжать играть ведущую роль в развитии мобильных платформ и систем в ближайшем и отдаленном будущем. Их значимость и перспективы

применения подтверждают их ключевое значение для создания инновационных решений и улучшения качества жизни людей по всему миру.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

[1] Баринов И.Н., Волков В.С. Микромеханика вокруг нас. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://dep\\_pribor.pnzgu.ru/files/dep\\_pribor.pnzgu.ru/mikromehanika\\_vokrug\\_nas.pdf](https://dep_pribor.pnzgu.ru/files/dep_pribor.pnzgu.ru/mikromehanika_vokrug_nas.pdf)  
Дата обращения: 09.03.2024

[2] Гуртов В. А., Беляев М. А., Бакшеева А.Г. Микроэлектромеханические системы: Учеб.пособие . – Петрозаводск: Из-во ПетрГУ, 2016. –С. 171с

[3] Ануфриев Л.П., Бордусов С.В., Гурский Л.И., Достанко А.П., Керенцев А.Ф., Ковальчук Н.С., Коробко А. О., Ланин В.Л., Осипов А.А., Портнов Л.Я., Рубцевич И.И., Соловьев Я.А., Солодуха В.А., Становский В.В. Технология интегральной электроники. Минск: «Интегралполиграф», 2009. – С. 379.

[4] Белов Л. МЭМС-компоненты и узлы радиочастотной аппаратуры. Электроника: Наука, технология, бизнес. 2008, №2. – С. 20-29.

[5] Технологические основы и особенности создания НЭМС и МЭМС.– [https://www.sgu.ru/sites/default/files/textdocsfiles/2014/12/15/mems\\_gl\\_04](https://www.sgu.ru/sites/default/files/textdocsfiles/2014/12/15/mems_gl_04)  
Дата обращения: 09.03.2024

ӘОЖ 009.4

Бақыт Е., Қайырбаева Н. М. (Дарынды балаларға арналған Жамбыл атындағы ОММГИ), Увалиева И.М. (PhD, ШҚТУ)

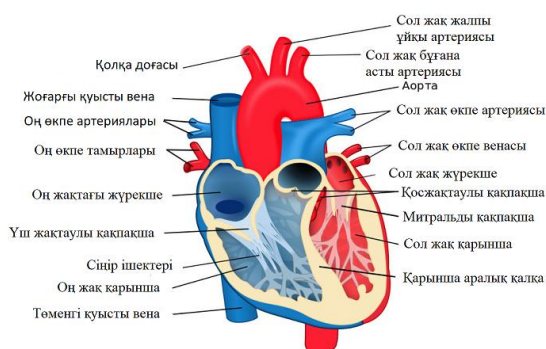
## «КИБЕРЖҮРЕК» КОМПЬЮТЕРЛІК ҮЛГІСІН ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ

**Аңдатпа.** *Адамның жүрегі - бұл қан тамырларының дұрыс бағытта тұрақты және үздіксіз қозғалысын қамтамасыз ететін сорғының бір түрі. Қосжарнақты және үшжарнақты клапандар қанның бір бағытта — жүрекшелерден қарыншаларға ағуын қамтамасыз етеді. Жүрек қызметін үлгілеу - бұл жүрек жұмысының компьютерлік үлгілерін жасау және оның қызметін талдауға, жүрек аурулары туралы терең зерттеуге мүмкіндік беретін жүрек жұмысының үлгісін құру процесі. Жүрек қызметін компьютерлік, физиологиялық, сонымен қатар математикалық үлгі түрінде жасауға сонымен қатар оларды жүрек жұмысының әртүрлі аспектілерін зерттеу үшін де пайдалануға болады.*

**Түйін сөздер:** *жүрек, жүрек белсенділігі, математикалық модель, Anylogic, компьютерлік модель, теңдеу, параметр, имитациялық модельдеу.*

Жүрек-кеуде қуысында орналасқан, қайталанатын ырғақты жиырылу арқылы қан тамырлар көмегімен қан айналымын қамтамасыз ететін конус тәрізді қуыс бұлшықет органы. Оған кіретін веноздық діндерден қан келіп, оны жүрекке іргелес артерияларға жібереді. Жүрек қуысы екі атриумға және екі қарыншаға бөлінеді. Сол жақ жүрекше мен сол жақ қарынша бірге "артериялық жүректі" құрайды, оң қарынша мен оң атриум бір принцип бойынша аталған "веноздық жүрекке" біріктіріледі. Қарыншалардың жиырылуы, қысымның жоғарылауы, қанның артерияға шығарылуы систола, қарыншаның релаксациясы, қысымның төмендеуі, қарыншаның толтырылуы диастола деп аталады.

Жүрек төрт камерадан тұрады: оң және сол жақ жүрекше, оң және сол жақ қарынша болып бөлінеді. Қарыншалардың қабырғалары қалың, жүрекшелердің қабырғалары салыстырмалы түрде жұқа болып келеді (сурет 1).



Сурет 1. Жүректің ішкі құрылысы

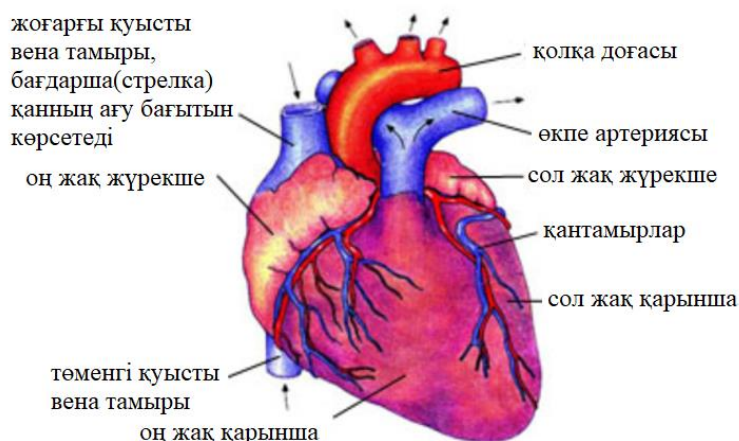
Жүректің анатомиялық құрылысы мен қызметі біршама күрделі. Ол камералардан тұрады, олардың әрқайсысының өзіндік ерекшеліктері бар. Жүректің сыртқы құрылымы сурет 2-де көрсетілген.





Сурет 2. Жүректің пішіні

Жүректің оң және сол жақ шеттері бірдей емес. Оң жақ шеті сүйір, сол жақ жиегі доғал және сол жақ қарыншаның қабырғасының қалың болуына байланысты дөңгеленген. Пропорциялары орташаға жақын мезоморфтарда (нормостениктер) ол қиғаш, долихоморфтарда орналасады. Астения (дене бітімі арық) – тігінен, брахиморфтарда (гиперстениктер) кең қысқа пішінділер – көлденең болып келеді (3-сурет).

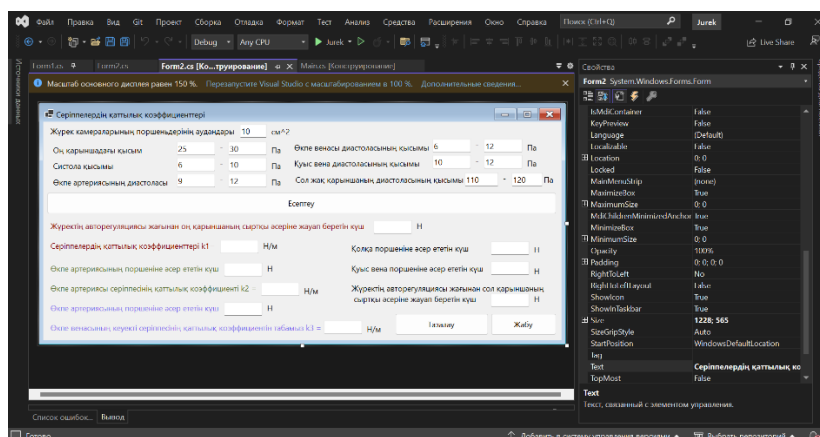


Сурет 3. Жүректің сыртқы құрлысы

Жүректің төрт камерасы арасындағы шекара әрқашан нақты анықталмайды. Анықтамалық нүктелерде - жүректің қан тамырлары орналасқан, майлы тінмен және жүректің сыртқы қабаты - эпикардпен жабылған ойықтар болады. Бұл бороздалардың бағыты жүректің қалай орналасқанына байланысты (қиғаш, тік, көлденең), ол дененің түріне және диафрагманың биіктігіне байланысты.

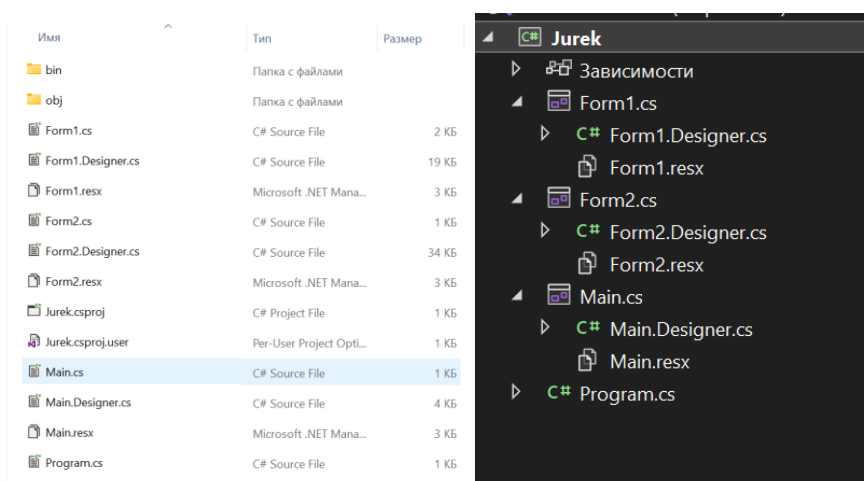
Жүрек қызметінің көрсеткіштерін есептеудің компьютерлік үлгісі Visual Studio 2022 Community Edition ортасында C# тілінде құрылды (сурет 4). Visual Studio 2022 Community Edition - оқушыларға, ашық бағдарламалық жасақтама

жасаушыларға және жеке әзірлеушілерге арналған ақысыз, толыққанды интеграцияланған даму ортасы.



Сурет 4. Жүрек қызметінің көрсеткіштерін есептеудің компьютерлік үлгісін құру терезесі

Компьютерлік үлгінің құрылымына сурет 5 - де көрсетілген.



Сурет 5. Жүрек қызметінің көрсеткіштерін есептеудің компьютерлік үлгісіннің бағдарламалық жоба құрылымы

Жүрек қызметінің көрсеткіштерін есептеудің компьютерлік үлгісіннің математикалық құрамы жұмыстың бөлімінде сипатталған. Бұл компьютерлік үлгінің екі модулі бар. Бірінші модуль поршеньдердің массаларын есептеуге арналған. Екінші модуль серіппелердің қаттылық коэффициенттерін есептеуге арналған.

Компьютерлік үлгінің «Поршеньдердің массалары» атты бірінші модулінде келесідей жүрек мүшелерінің массалары есептеледі: оң қарынша, өкпе артериясының поршені, сол жақ жүрекше, өкпе венасы поршені, сол жақ жүрекшенің поршені, сол жақ қарынша, орта поршенінің массасы сол жақ

қарынша поршені, оң жақ жүрекше, қуыс вена поршенінің массасы оң жақ жүреше поршені.

Компьютерлік үлгінің «Серіппелердің қаттылық коэффициенттері» атты екінші модулінің бастапқы деректері бар терезесі сурет 6 - да көрсетілген.

Серіппелердің қаттылық коэффициенттері

Жүрек камераларының поршеньдерінің аудандары 10 см<sup>2</sup>

Оң қарыншадағы қысым 25 - 30 Па    Өкпе венасы диастоласының қысымы 6 - 12 Па

Систола қысымы 6 - 10 Па    Қуыс вена диастоласының қысымы 10 - 12 Па

Өкпе артериясының диастоласы 9 - 12 Па    Сол жақ қарыншаның диастоласының қысымы 110 - 120 Па

Есептеу

Жүректің авторегуляциясы жағынан оң қарыншаның сыртқы әсеріне жауап беретін күш 3,619 Н

Серіппелердің қаттылық коэффициенттері k1 = 72.38 Н/м    Қолқа поршеніне әсер ететін күш 1.4476 Н

Өкпе артериясының поршеніне әсер ететін күш 25.662 Н    Қуыс вена поршеніне әсер ететін күш 1.316 Н

Өкпе артериясы серіппесінің қаттылық коэффициенті k2 = 5402.53 Н/м    Жүректің авторегуляциясы жағынан сол қарыншаның сыртқы әсеріне жауап беретін күш 15.134 Н

Өкпе артериясының поршеніне әсер ететін күш 11.844 Н

Өкпе венасының кеуекті серіппесінің қаттылық коэффициентін табымыз k3 = 2493.5 Н/м

Тазалау    Жабу

Сурет 6. Компьютерлік үлгінің «Серіппелердің қаттылық коэффициенттері» атты екінші модулінің бастапқы деректері бар терезесі

Компьютерлік үлгінің «Серіппелердің қаттылық коэффициенттері» атты екінші модулінің толық есептеулері бар терезесі сурет 7 - де көрсетілген.

Поршеньдердің массалары

Сол жақ жартысының массасы 125 г    Оң жақ жартысының массасы 175 г

Есептеу    Тазалау    Жабу

Жүректің оң қарынша массасы 0,0833 кг    Жүректің сол жақ қарынша массасы 0,1167 кг

Өкпе артериясының поршенінің массасы 0,4167 кг    Орта поршенінің массасы 0,5833 кг

Жүректің сол жақ жүрекше массасы 0,0583 кг    Жүректің оң жақ жүрекше массасы 0,0417 кг

Өкпе венасы поршенінің массасы 0,2917 кг    Қуыс вена поршенінің массасы 0,2083 кг

Сурет 7. Компьютерлік үлгінің «Серіппелердің қаттылық коэффициенттері» атты екінші модулінің толық есептеулері бар терезесі

Жүрек қызметінің көрсеткіштерін есептеудің компьютерлік үлгісінің бағдарламалық жоба құрылымына 44 файл кіреді.

Жүрек қызметін компьютерлік және математикалық үлгілеу үшін алымен жүрек пен жүрек анатомиясын зерттеу оның құрылымы мен қызметін зерттелді. Жүрек құрылымында төрт камерада бар. Олар оң жақ жүрекше, оң қарынша, сол жақ жүрекше және сол жақ қарынша сияқты бөлшекерден тұрады. Жүректе қанның камералары арқылы бір жақты қозғалысын басқаратын қақпақшалар бар.

Жұмысты жазу барысында жүректің жұмысын бағалауға мүмкіндік берілді. Жүрек бүкіл денеде қанның тиімді айналымын қамтамасыз етеді.

Зерттеу нәтижелеріне сүйене отырып, жүрек пен анатомияның күйін үнемі бақылауды ұстаған жөн, әсіресе темекі шегу, қант диабеті, холестериннің жоғарылауы немесе жүрек ауруының отбасылық тарихы сияқты жүрек-қан тамырлары ауруларына қауіп факторлары болған кезде. Салауатты өмір салтын ұстану ұсынылады, соның ішінде тұрақты жаттығулар, теңдестірілген тамақтану және стресстік жағдайлардан аулақ болу керек.

#### ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. Петрова А. А. Компьютерное моделирование работы протеза клапана сердца в нормальном режиме //Молодежь и XXI век-2020. – 2020. – С. 385-386.

2. Стукалова О. В. и др. Компьютерное моделирование сердца на основе магнитно-резонансной томографии: клиническое применение в аритмологии //Российский электронный журнал лучевой диагностики. – 2021. – Т. 11. – №. 2. – С. 32-45.

3. Чиряпкин А. С., Глушко А. А. Математическое моделирование в области медицины и фармации //Ростовский научный журнал. – 2019. – №. 3. – С. 343-351.

4. Кертиев К. А., Алламурадов М. А., Шагулыев Ш. А. Цифровые технологии экономики знаний: математическое моделирование в современной медицине //Интернаука. – 2021. – №. 3-2. – С. 26-27.

5. Иванов О. С. Компьютерное моделирование стентовой конструкции большого диаметра//Юность и знания-гарантия успеха. – 2020. – С. 259-260.

6. Бондаренко В. А., Храмова А. С., Суходолов Ю. В. Электрофизиологическое исследование сердца. – 2022.

7. Шевченко М. И. Компьютерное моделирование ионных токов и их роли в развитии нарушений ритма сердца //03.04. 02 Физика. – 2021.

8. Галанин В. В. Математическое моделирование неоднородного интактного синоатриального узла сердца кролика с использованием методов теории подобия //Биофизика. – 2019. – Т. 64. – №. 3. – С. 578-586.

9. Черняев А. П. Точные решения математической модели однокамерного сердца и условия ритмичной работы сердечной камеры //И92 IT-технологии: развитие и приложение: Сборник докладов. – 2019. – С. 163.

10. Нестерова Т. М. Компьютерное моделирование электрической активности кардиомиоцитов //02.04. 02 Фундаментальная информатика и информационные технологии. – 2021.

УДК 628.971.8

Бақытжанова М.Н. (ЗКУ им.М.Утемисова), Кисметова Г.Н. (к.п.н., ЗКУ им.М.Утемисова)

## ВОЗМОЖНОСТИ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБУЧЕНИИ ШКОЛЬНИКОВ АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ

***Аннотация.** Статья исследует влияние информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) на обучение английскому языку в школах. Автор анализирует теоретические аспекты и практическую значимость ИКТ в языковом образовании, подчеркивая их роль в обогащении учебного процесса, повышении мотивации и улучшении вовлеченности учащихся. Особое внимание уделено анализу существующих исследований и опыта применения ИКТ в обучении, что позволяет оценить текущее состояние и перспективы развития этого направления. Автор заключает, что ИКТ предоставляют новые возможности для индивидуализации обучения, повышения доступности образовательных ресурсов и подготовки учащихся к требованиям современного информационного общества.*

***Ключевые слова:** информационно-коммуникационные технологии, обучение английскому языку, глобализация, мотивация учащихся, индивидуализация обучения, доступность образования, интерактивное обучение.*

### **Введение**

В эпоху глобализации и информационных технологий владение английским языком становится не просто преимуществом, а необходимостью для людей по всему миру. Этот язык служит ключом к международному общению, доступу к мировым знаниям и культурному обмену. В связи с этим, задача обучения английскому языку в школах приобретает особую актуальность и требует инновационных подходов. Одним из таких подходов является использование информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), которые открывают новые возможности для эффективного и интерактивного обучения.

Цель данной статьи - исследовать теоретические аспекты применения ИКТ в процессе обучения школьников английскому языку. Мы рассмотрим, как ИКТ могут обогатить учебный процесс, повысить мотивацию учащихся, а также способствовать более глубокому пониманию и усвоению языкового материала. Особое внимание будет уделено анализу существующих исследований и мнений экспертов в данной области, что позволит нам оценить текущее состояние и перспективы развития использования ИКТ в языковом образовании.

Использование ИКТ в обучении не является новой идеей, однако постоянное развитие технологий предоставляет образовательному сообществу всё новые и новые инструменты и методики, делая процесс обучения более доступным, интересным и эффективным. В этой статье мы стремимся исследовать теоретические основы и практическую значимость интеграции ИКТ в процесс обучения английскому языку, опираясь на работы ведущих исследователей и практиков в области образования.

### **Теоретические основы ИКТ в обучении**

Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) играют важную роль в современном образовательном процессе, предлагая новые подходы к обучению и развитию. В этом разделе мы рассмотрим теоретические основы использования ИКТ в обучении, основываясь на анализе академической литературы и исследований в данной области.

Вылегжанина Е.А. подчеркивает значительное влияние информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) на современное образование. ИКТ открывают перед учителями и учащимися доступ к обширному спектру образовательных ресурсов, инструментов и методик, способствуя обучению, воспитанию и развитию нового поколения в условиях информационно насыщенной среды. Внедрение информационных технологий в образовательный процесс повышает требования к профессионально-педагогическим качествам учителей, а также к методическим и организационным аспектам их применения [1, с. 4].

Она также указывает, что в распоряжении педагогов сегодня находятся многочисленные ИКТ-средства, включая интернет-ресурсы, электронные учебники, словари, справочники, презентационные и коммуникативные программы, такие как чаты, форумы, блоги, электронная почта, телеконференции и вебинары. Это обогащает содержание обучения и ускоряет обмен информацией между участниками образовательного процесса. Учителя получают стимул к самообразованию, профессиональному росту и творческому развитию благодаря внедрению новых технологий.

Исследование Н. Минасян выявляет значительные преимущества интеграции информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в образовательный процесс. Основной вывод заключается в том, что применение ИКТ способствует не только улучшению вовлеченности и мотивации учащихся, но и общему повышению качества образования. В контексте обучения иностранным языкам, ИКТ обеспечивают наглядность материала, что улучшает качество обучения и снижает утомляемость учащихся. Технические средства позволяют увеличить темп изложения материала, отвечая на запросы и любознательность учеников. Компьютерные классы, где уроки проходят в неформальной обстановке, особенно популярны среди учеников, поскольку они предоставляют шанс применить знания и навыки в новых условиях и продемонстрировать свои компетенции в области ИКТ.

Минасян Н. подчеркивает, что интеграция ИКТ в обучение иностранным языкам не только повышает эффективность учебного процесса, но и мотивирует учащихся к дальнейшему обучению. Это требует от учителя не только владения ИКТ, но и умения гармонично включать их в учебную программу, оптимизируя трудозатраты и делая процесс обучения более эффективным и содержательным. Важно, чтобы информационные технологии служили поддержке традиционных педагогических методов, улучшая результаты образовательной деятельности и способствуя индивидуальной и творческой работе как учащихся, так и преподавателей. [2, с. 34].

Различные теоретические подходы подчеркивают значимость ИКТ в образовании. Исследование Болтаевой З.З. акцентирует внимание на значении конструктивистской теории обучения в современном образовательном процессе, подчеркивая активную роль учащихся в приобретении и создании знаний с помощью информационно-коммуникационных технологий (ИКТ).

Болтаева З.З. также подчеркивает, что успешная интеграция ИКТ в образовательный процесс требует не только технических средств, но и переосмысления роли преподавателя и разработки новых методик обучения, которые бы способствовали развитию критического мышления, креативности и способности к самостоятельному решению проблем у учащихся. [3, с. 774].

Авторы подчеркивают важность интеграции ИКТ в образовательный процесс, которая способствует адаптации учащихся к требованиям современного информационного общества и подготавливает их к успешной профессиональной деятельности. ИКТ не только облегчают процесс обучения, но и способствуют развитию важнейших навыков XXI века, таких как критическое мышление, самостоятельное обучение и эффективная коллаборация [4, с. 300].

ИКТ предоставляют уникальные возможности для индивидуализации обучения, позволяя адаптировать учебные материалы и темп обучения к индивидуальным потребностям каждого ученика. Это особенно важно в контексте изучения иностранных языков, где уровни знаний и способности к обучению могут сильно различаться. Применение ИКТ способствует созданию персонализированных учебных планов и программ, учитывающих интересы и предпочтения учащихся, что, по мнению автора Б. Кондратенко, способствует более глубокому пониманию и усвоению учебного материала [5, с. 8].

ИКТ также играют ключевую роль в повышении доступности образования, предоставляя учащимся из удаленных или малообеспеченных районов доступ к качественным образовательным ресурсам и программам. Исследования показывают, что использование онлайн-платформ, образовательных приложений и других цифровых ресурсов может существенно сократить образовательный разрыв и способствовать более справедливому распределению образовательных возможностей.

Теоретические основы использования ИКТ в обучении подчеркивают их значимость для современного образовательного процесса. Интеграция этих технологий в обучение английскому языку открывает новые возможности для улучшения качества образования, повышения мотивации и вовлеченности учащихся, а также для адаптации обучения к индивидуальным потребностям каждого ученика.

### **Заключение**

В статье были исследованы теоретические аспекты использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в обучении школьников английскому языку. Мы рассмотрели различные преимущества, которые ИКТ предоставляют в контексте языкового образования, включая улучшение доступности и интерактивности учебных материалов, индивидуализацию

обучения, повышение мотивации учащихся, а также развитие навыков критического мышления и информационной грамотности.

Основываясь на анализе существующих исследований и мнений экспертов, можно сделать вывод о неоспоримой пользе ИКТ для обучения английскому языку. Технологии открывают новые горизонты для образования, делая процесс обучения более гибким, доступным и эффективным. Однако для достижения наилучших результатов необходимо преодолевать технические и методологические препятствия, а также постоянно повышать квалификацию учителей в области применения ИКТ в образовательном процессе.

Важно подчеркнуть, что успешная интеграция ИКТ требует комплексного подхода, включающего обновление учебных программ, обеспечение технической инфраструктуры и подготовку кадров. Более того, важно сосредоточиться на создании инклюзивной образовательной среды, где каждый ученик, независимо от своего социального и экономического статуса, имел бы равный доступ к качественному образованию.

Таким образом, ИКТ представляют собой мощный инструмент в руках педагогов, способный трансформировать обучение английскому языку и сделать его более привлекательным и эффективным для школьников. Продолжение исследований в этой области поможет открыть новые методики и стратегии использования технологий в образовании, способствуя развитию глобального образовательного сообщества.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Вылегжанина Е. А. Использование информационно-коммуникационных технологий в образовательном процессе // Актуальные задачи педагогики: материалы VI Междунар. науч. конф. - Чита: Издательство Молодой ученый, 2015. - С. 4-6.
2. Минасян Н.А. Икт как средство повышения мотивации учащихся на уроках иностранного языка // Концепт. 2017. №8. - С. 34-38.
3. Болтаева З. З. Традиционная и конструктивистская концепции обучения с точки зрения современного образования // Молодой ученый. - 2016. - № 2 (106). - С. 774-777.
4. Баранова М. Э., Моисеевкова Д.С., Носова В.А., Ячменева Д.А. Современные цифровые образовательные технологии на уроках информатики // Молодой ученый. - 2023. - № 16 (463). - С. 300-302.
5. Кондратенко Б.А. Персонализация профессионального обучения с использованием информационно-коммуникационных технологий // Статистика и экономика. 2015. №5. - С. 8-13.



УДК62-529

Баянов А.Б. (22-МАУ-2т, ВКТУ), Швец О.Я. (к.т.н., ВКТУ)

## АЛГОРИТМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРЕБУЕМОГО УРОВНЯ УСТОЙЧИВОСТИ ДЛЯ СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ СПОМОЩЬЮ БЕСПИЛОТНЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СРЕДСТВ

***Аннотация.** Статья исследует алгоритмы обеспечения устойчивости для систем управления беспилотными летательными аппаратами (БПЛА). Анализируются компоненты системы управления: сенсоры, алгоритмы обработки данных. Особое внимание уделяется алгоритмам управления траекторным движением и угловым положением, с акцентом на терминальное управление. Развитие терминальных систем выделяется как важный аспект, позволяющий эффективнее управлять БПЛА.*

***Ключевые слова:** Беспилотный летательный аппарат (БПЛА), траекторное движение, угловое положение, терминальное управление, программное управление, командное управление, устойчивость системы.*

***Введение.** В современном мире людям приходится сталкиваться с различными чрезвычайными ситуациями: природные катастрофы, техногенные аварии. В данных происшествиях могут быть полезны системы обнаружения объектов. Быстрая и точная идентификация объектов становится критически важной задачей для обеспечения безопасности и оперативного реагирования. Актуальность данной темы обусловлена не только угрозой, которую представляют чрезвычайные ситуации для общества, но и растущим интересом к применению беспилотных технологий в различных областях. Беспилотные автоматизированные средства становятся все более доступными и могут эффективно использоваться для обнаружения объектов в сложных и опасных условиях.*

*Цель:* изучить алгоритм работы системы устойчивости для управления БПЛА.

*Анализ системы.*

*Для построения данной системы требуется (см. рисунок 1):*

1. БПЛА - основной компонент системы, состоящий из беспилотных аппаратов, оборудованных различными датчиками и устройствами для сбора информации об окружающей среде;

2. Сенсоры - камеры высокого разрешения, тепловизоры, радары, GPS-приемники и другие средства наблюдения, необходимые для сбора информации о чрезвычайных ситуациях и объектах;

3. Алгоритмы обработки данных - включают алгоритмы компьютерного зрения, фильтрации данных, отслеживания объектов и адаптивного управления для обработки собранной информации и выявления объектов и ситуаций, требующих внимания.

а) Алгоритмы позволяют обрабатывать видео и изображения, выявляя на них объекты.

б) Фильтрация данных используется для уменьшения шума и повышения качества сигнала.

с) Алгоритмы отслеживания объектов позволяют непрерывно мониторить движение и отслеживать их изменения.

д) Адаптивное управление обеспечивает возможность реагировать на изменяющиеся условия среды и эффективно управлять действиями БПЛА.

4. Аппаратное и программное обеспечение - включает в себя специализированное аппаратное оборудование (например, процессоры высокой производительности, видеокарты) и программное обеспечение для выполнения алгоритмов обработки данных и управления БПЛА;

5. Система связи - необходима для передачи собранных данных с беспилотных аппаратов на наземную станцию или центр управления, а также для обеспечения связи между системой и операторами. Беспроводные каналы передачи данных обеспечивают надежную связь с БПЛА.

6. Инфраструктура управления и мониторинга - включает в себя наземные станции управления, специализированное программное обеспечение для управления БПЛА и мониторинга ситуации, а также оборудование для обработки и анализа полученных данных;

7. Система питания-обеспечивает энергию для работы беспилотного аппарата и всех компонентов системы.

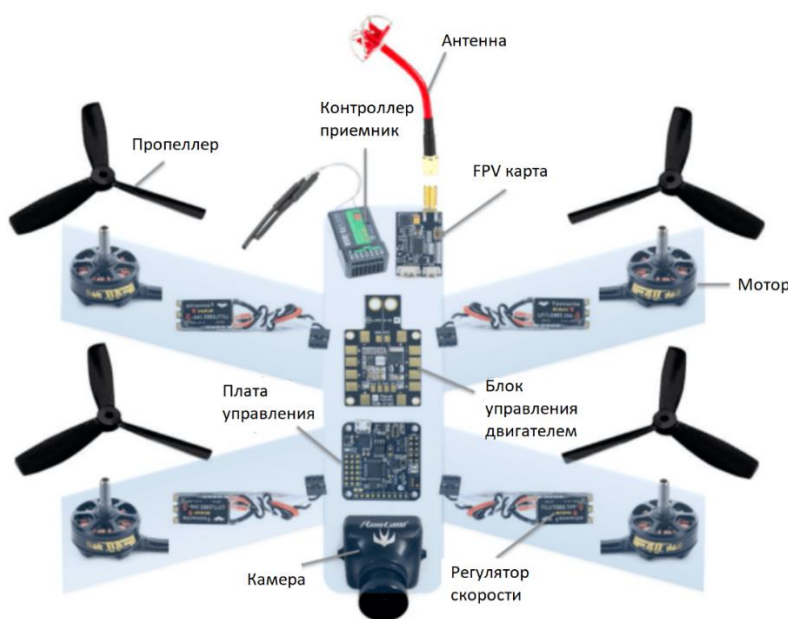


Рисунок 1 – Структура БПЛА

*Алгоритм обеспечения требуемого уровня устойчивости.*

Принципы управления траекторным движением БПЛА в процессе выполнения задачи, зависящие от обстановки, могут быть реализованы следующим образом:

1. Командное управление- подчинено командам, поступающим с

наземного дистанционного пункта управления. Оператор или пилоты отправляют команды на БПЛА, указывая, например, какие маршруты следует проложить, какие задачи выполнить и т. д. Используется в ситуациях, требующих непосредственного контроля со стороны оператора.

2. Программноуправление-вычислениепрограммдвижения управления осуществляется заранее. БПЛА получает набор инструкций и автоматически выполняет заданные задачи без непосредственного вмешательства оператора. Применяется в рутинных задачах, таких как патрулирование, аэрофотосъемка и т.д.

3. Адаптивнотерминальноеуправление-осуществляетсядля достижения конечного результата с учетом ограничений.

Помимо управления по траектории, важным компонентом функционирования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) является управление их угловым положением. В разработке такого управления ставятся перед системой ряд основных задач. Во-первых, необходимо обеспечить стабильность управления БПЛА на всех этапах полета, включая воздействие возмущений и изменения исходных данных. Так же требуется достижение высокой точности выполнения поставленных задач и надежности работы, включая эффективное управление в случае сбоев, вызванных внешними факторами.

На сегодняшний день в большинстве систем управления БПЛА, работающих в автономных и автоматических режимах, используется программное управление. Однако этот подход не всегда учитывает внешние возмущения и изменения в окружающей среде. Система отвечает за формирование управляющих сигналов для БПЛА, опираясь на отклонения фактического положения от заданного. Хотя программные системы управления имеют свои преимущества, как относительная простота инициализации и выполнение задач, они имеют свои недостатки: низкая скорость подготовки к выполнению в условиях изменяемой обстановки, ограниченная точность управления, большой расход энергии.

В этом контексте важным является развитие терминальных систем управления, где задача управления решается на борту БПЛА самим вычислителем в процессе полета. Эти системы способны адаптироваться к изменяющимся условиям и воздействиям, включая координаты цели, модель внешней среды и условия полета. Они также включают в себя простые программы автоматического управления для выполнения базовых операций, таких как взлет, посадка и аварийные процедуры.

Принцип управления движением в режиме терминального управления состоит в определении требуемого управления  $U(t)$  в активном полете, используя текущие параметры движения и цель управления. Этот метод позволяет адаптировать управление к реальным условиям, учитывая воздействие возмущений и ограничений, влияющих на управление и траекторию.

Для обеспечения возможности избегания зон внешнего воздействия движения БПЛА требует совмещения программного управления и корректирующего управления в следующем виде:

$$U(t) = U_{\text{пз}}(t) + z(t),$$

где  $U_{\text{пз}}(t)$  – программное управление;  $z(t)$  – отклонение траектории движения, вызванное необходимостью избегания зон внешнего воздействия. В случае отсутствия внешних возмущений  $z(t)=0$ , и БПЛА продолжает движение по программной траектории.

Боковое движение БПЛА осуществляется путем изменения угла крыла, с помощью управления рулем направления (yaw) или рулем крена (roll). В терминальном управлении важно точное позиционирование или выполнение определенных маневров в конечной фазе полета. Для описания бокового движения можно использовать следующее уравнение управляемости. Предполагая, что нам нужно выполнить боковое движение с помощью управления рулем крена:

$$u = -K(x - x_{\text{ref}})$$

где  $u$  – управляющее воздействие;  $K$  – коэффициент обратной связи;  $x$  – вектор состояния БПЛА;  $x_{\text{ref}}$  – желаемое состояние.

Если нужно выполнить боковое движение, то  $x_{\text{ref}}$  будет иметь ненулевое значение в соответствующем компоненте скорости.

$K$  будет определена с учетом требований управления, таких как устойчивость, быстрота реакции системы.

*Заключение.* Таким образом можно сделать вывод, использование терминального управления лучше всего позволяет системе адаптироваться к изменяющимся условиям и ограничениям, обеспечивая достижение конечного результата.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- [1] Ghaffari A., Akbarzadeh A., & Saedi S. Unmanned Aerial Vehicle-Based Disaster Management Systems: A Survey. IEEE Access, & m 119217-119238, 2020. – С.4-9.
- [2] Kim S., Kwon S., Lee W. Review of computer vision-based fire detection algorithms for UAVs. Sensors, 2019. - 19(2), С. 7-19.
- [3] Пшеничный А.А., Печников А.В., Калиновский В.А. Система обнаружения объектов в чрезвычайных ситуациях на базе беспилотных летательных аппаратов. –С. 13-16.

УДК 004.4

Бенгард А. (ВКТУ), Вайс Ю.А. (к.т.н., ВКТУ)

## ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОЦЕНКЕ СОТРУДНИКОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ

***Аннотация.** В статье показаны ключевые преимущества использования информационной системы для оценки и анализа труда сотрудников на производственном предприятии. Рассмотрены отечественные и зарубежные проекты, которые внесли вклад в развитие качества труда работников. Также будет рассмотрен проект, в данный момент функционирующий на предприятии ТОО «Казцинк». Выделены преимущества использования информационных систем в оценке качества труда сотрудников. Приведены факторы, которые должны учитывать при оценке труда сотрудников. Также обобщены проблемы применения информационных систем в оценке трудовых ресурсов на предприятии.*

***Ключевые слова:** оценка труда, информационные технологии, качество работы, производство, цифровизация, металлургия.*

В условиях стремительного развития цифровых технологий активно трансформируется все сферы жизни человека: от изменения привычной бытовой жизни до контроля финансовой сферы. Каждое предприятие или бизнес сейчас использует информационные технологии для получения прибыли, контроля финансов, построения структуры предприятия, осуществление денежных транзакций, коммуникации, логистики. Одна из сложных задач для функционирования любого предприятия состоит в распределении и делегировании задач сотрудников.

Среди преимуществ использования цифровых технологий в управлении персоналом можно выделить следующее:

- автоматизация рутинных действий;
- оптимизация и автоматизация процесса поиска новых сотрудников;
- повышение скорости анализа огромного количества данных;
- эффективная обратная связь;
- рост производительности труда.

Рост производительности труда сотрудников организации и в целом повышение эффективности системы управления персоналом за счет использования цифровых технологий приводит к повышению конкурентоспособности организаций [1, с.1].

Важнейшей частью в каждой кампании является оценка и анализ работы сотрудников на предприятии для быстрого выработки решений, четкого маневрирования трудовым коллективом, оптимизирования планов работников.

Анализ работы сотрудника – очень трудоемкий процесс, требующий вовлечения многих факторов. Со стороны сотрудника учитываются личностные и технические факторы - квалифицированность, стаж работы, мотивация сотрудника, уровень сети, категория задачи, приоритет задачи, влияние задачи на другие инциденты. Работа сотрудника также зависит и от пользователя, с которым данная задача решается.

Общие цели оценки персонала: установить соответствие затрат, т.е. специалист имеет низкую производительность труда, его содержание становится невыгодным для работодателя. В таком случае необходимо как можно быстрее произвести перестановку кадров, чтобы этот работник занял рабочее место в соответствии с его реальными возможностями и навыками. выявить функциональную роль конкретного работника в масштабах организации в соответствии с его навыками. Существует вероятность, что определенный сотрудник отлично справляется с работой в команде, активно развивается, стремится проявлять свои лучшие рабочие качества. Такой человек может стать ценным звеном в определенном направлении деятельности компании. Это может положительно повлиять на экономическую составляющую успешности предприятия, если будут созданы соответствующие условия; ценить потенциал сотрудника, который можно применить в пользу предприятия без дополнительных вложений. Определенное количество рядовых сотрудников за годы работы приобретают важный для компании опыт, знания, навыки, которые становятся сильной базой для того, чтобы такие люди могли результативно работать на руководящих должностях. В этом случае у собственника предприятия отпадает необходимость тратить средства на поиск и обучение новых руководящих кадров [2, с.2].

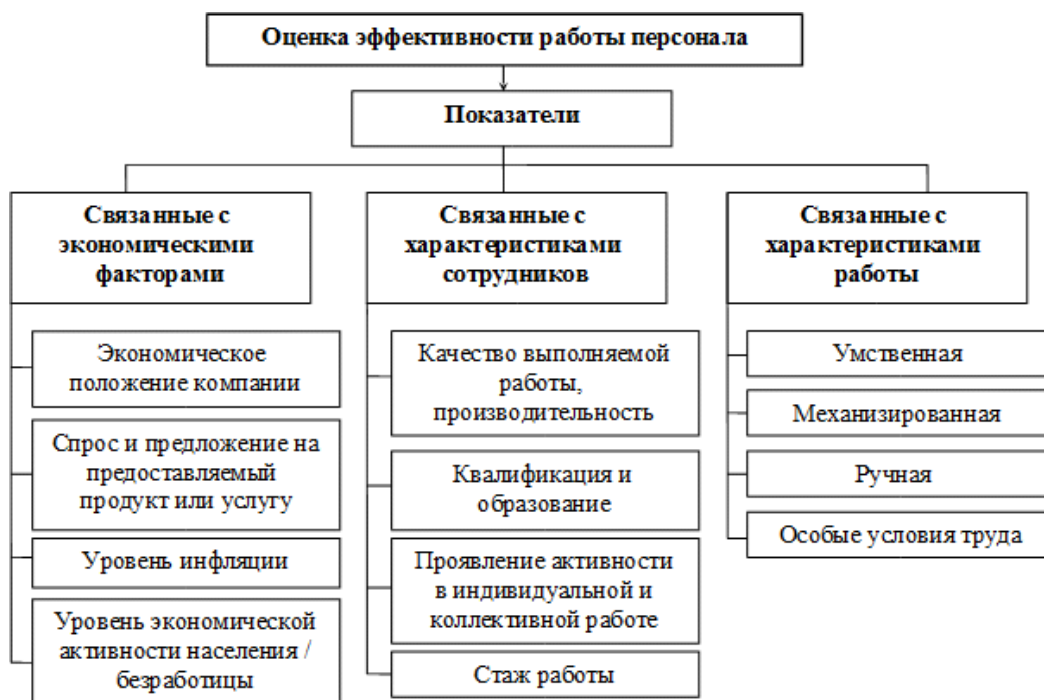


Рисунок 1 – Оценка эффективности работы персонала

Мотивация и удовлетворенность от работы- стремление сотрудников к достижению чего – либо, что может быть вознаграждением, достижением цели, удовлетворением потребности и так далее. Если рассматривать мотивацию и удовлетворенность работой как один из факторов оценки сотрудников, то в первую очередь нужно учитывать, что качество работы напрямую влияет с прибыльностью предприятия и его развитием.

Современные технологии делают возможной настоящую революцию в управлении кадрами. Сотрудники и управленческий персонал получают доступ к всеобъемлющей системе данных по кадровым ресурсам предприятия, что повышает уровень и скорость принятия решений, а также автоматизирует и систематизирует рутинные процессы, позволяя сконцентрироваться на стратегических задачах [3, с.2].

Также стоит учитывать коэффициент KPI - показатель эффективности, который в числовом выражении отражает качество и результат действий сотрудников. Думаю, для каждого сотрудника очень важно иметь стимул к росту и качественному выполнению задачи [4, с.1].

Одним из самых распространенных информационных систем для отслеживания решений и анализа работы персонала является система Jira от компании Atlassian. Система вышла на рынок в 2002 году. На данный момент продуктами Jira пользуются более 150 тысяч компаний по всему миру. В числе таких компаний - Samsung, Coca Cola, Visa, Dropbox и Audi. Данный софт позволяет организовать работу по способу Scrum (англ. "схватка"), при условии, что в проекте задействовано несколько команд. А для любого предприятия это огромное преимущество. Система позволяет затронуть многие процессы, в том числе и оценку работы персонала. Система позволяет учитывать такие базовые факторы как: скорость выполнения задачи (инцидента), задержки на разных линиях структуры информационной службы, грамотно построенный feedback, дает определить недостатки и преимущества в работе сотрудников, дает определить, какой процесс или инцидент более важен, а какой стоит понизить в приоритете [5, с.5].

На отечественном рынке преобладает компания SAP с системой SapSolman [6, с.8]. Продукт широко используется на предприятии ТОО "Казцинк". Данный продукт дает возможность не только построить структуру и провести анализ, а также управлять транзакциями всего предприятия. Данная система, также, как и Jira учитывает все факторы работы сотрудников. Каждый сотрудник имеет табельный номер, по которому работник идентифицируется в системе. К каждому отделу поступает заявка от пользователя или дочерней компании. В реальном времени ведется статистика заявок, по которой можно посмотреть, какой сотрудник насколько качественно относится ко своей работе. Если взять на рассмотрение Отдел Центра Обслуживания, группу технической поддержки ТОО «Казцинк», то статистика выгружается в отдельный отчет, в котором учитываются факторы скорости решения задачи. Начальник группы просматривает статистику и анализирует, какие заявки какой сотрудник выполняет лучше остальных.

Целями предприятия ТОО «Казцинк» в сфере HR являются:

- Приобретение лучших специалистов для осуществления трансформации бизнеса;
- Проактивный подбор пассивных талантов;
- Использование облачных технологий для подбора персонала от большого объема до руководства;

- Руководство всем процессом набора персонала с помощью встроенных интеллектуальных технологий и системы отслеживания кандидатов. [7, с.3]

Для осуществления данных целей на предприятии используется SAPSuccessFactors. Данная облачная информационная система управления персоналом позволяет стандартизировать процессы управления персоналом на глобальном и обеспечивает прозрачность для принятия более взвешенных кадровых решений [11, с.2]. Данный продукт помогает привлекать и вдохновлять людей всех возрастов, связывая их личные и рабочие устремления с более значимой целью; сформировать комфортную корпоративную культуру и создать для сотрудников соответствующую атмосферу; обеспечить реализацию таких приоритетов, как многообразие, равные возможности, здоровье, достойная работа, экономический рост и гендерное равенство. Решения SAP SuccessFactors помогают организациям и руководителям кадровых служб планировать, поддерживать, развивать и вознаграждать персонал на базе облачных HR-решений для основных процессов управления персоналом и расчета зарплаты, управления талантами и обучением, аналитики и планирования персонала, управления опытом сотрудников и эффективностью продаж[9, с.7]. Пакет SAP SuccessFactors Human Experience Management (HXM) Suite позволяет организациям выйти за рамки традиционного управления человеческим капиталом, чтобы повысить вовлеченность и продуктивность сотрудников, уделяя особое внимание данным, процессам и опыту сотрудников. SAP разрабатывает технологии и заключает партнерские союзы для содействия достижению целей устойчивого развития Организации Объединенных Наций, относящихся к устойчивому развитию персонала. [10, с.2].

В заключении хочу сказать, самый ценный ресурс – это сотрудник. Поиск преимуществ и сильных сторон сотрудников приведет к стопроцентной прибыльности предприятия. Взять из всего лучшее и получить из этого прибыль – вот самая главная цель любой компании.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Использование цифровых технологий в управлении персоналом, Зуева З.В., Катровский Ю.А., 2021, Иркутский государственный университет, г. Иркутск.
2. Умный HR: как интеллектуальные технологии совершают революцию в кадровом вопросе [Электронный ресурс]// Газета «Ведомости»: информ.портал – Электрон. Дан. – URL: <https://www.vedomosti.ru/salesdepartment/2019/03/20/umnii-hr-kak-intellektualnie-tehnologii-sovershayut-revoljutsiyu-v-kadrovom-voprose>.
3. Цифровые технологии в HR. [Электронный ресурс]//URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-tehnologii-v-sfere-hr/viewer>



4. Акинина Л.Н., Деркач Ю.В. Современные тенденции цифровой трансформации HR-процессов //Тенденции развития интернет и цифровой экономики: сборник трудов 4 Всероссийской с международным участием научно-практической конференции. -Симферополь,2021.-С.146-147.
5. Долгих С.А. Особенности трансформации HR-компетенций в рамках программы «Кадры для цифровой экономики» // Аллея науки, 2020.-Т. 1. - № 1 (40). -С. 322-329.
6. Сульдина Г.А., Поминова А.И., Владимирова С.А. Трансформация HR – процессов в условиях цифровой экономики// Наука Красноярья.-2020.-Т.9. - №1-2. -С.136-145.
7. HR-DIGITAL: решения по автоматизации управления персоналом. Динамика2019-2020 год [Электронный ресурс] – Режим доступа:[https://marketing.rbc.ru/research/issue/67348/full\\_free\\_download/](https://marketing.rbc.ru/research/issue/67348/full_free_download/).
8. Рашитова А.Р. HR в период цифровой трансформации экономики // Инновации в науке и практике: сборник по материалам 13 международной научно-практической конференции. -М., 2018. -С. 202-206.
9. Цифровизация охватила HR / Портал о бизнесе БизнесРост. 2021. [Электронный ресурс] – Режим доступа:<https://www.mirapolis.ru/blog/vygody-ot-cifrovizacii-i-avtomatizacii-v-hr-na-realnyh-kejsah/>.
10. Кауфман Н.Ю., Зеленцова С.Ю. Реализация HR-политики в условиях цифровой трансформации // Журнал исследований по управлению. – 2021.-Т. 7.-№ 2.-С.3-10.
11. SAP SuccessFactors Recruiting [Электронный ресурс], URL:<https://www.sap.com/central-asia-caucasus/products/hcm/recruiting-software.html>.
12. SuccessFactors – единая HR среда для управления бизнесом// [Электронный ресурс]// URL: <https://axes.pro/successfactors>
13. The Impact of the digital economy on the skill set of high potentials / M. P. Leite et al // Advances in Intelligent Systems and Computing.

УДК 004.891.2

Бигазинова М. (ВКТУ), Сулейменова Л. (PhD, ВКТУ)

## ДЕРЕКТЕРДІ ЗИЯТКЕРЛІК ТАЛДАУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ӨТІНІМДЕР КЕЗЕГІН ӨҢДЕУ МОДУЛІН ӘЗІРЛЕУ

***Аңдатпа.** Мақала деректерді өңдеу әдістерін қолдана отырып, өтінімдер кезегін өңдеу модулін әзірлеу сипатталған. Модуль машиналық оқыту және статистикалық талдау алгоритмдерін қолдану арқылы өтінімдерді өңдеу процесін тиімді басқаруға және оңтайландыруға арналған. Мақалада модульді әзірлеудің негізгі кезеңдері, соның ішінде деректерді жинау және өңдеу, модельдерді таңдау және оқыту, сондай-ақ оны қолданыстағы өтінімдерді өңдеу жүйесіне біріктіру қарастырылады. Ұсынылған модуль өтінімдерді өңдеу тиімділігін арттыруды және тұтынушыларға қызмет көрсету сапасын жақсартуды қамтамасыз етеді.*

***Түйін сөздер:** Өтінім кезегін өңдеу модулі, деректерді өңдеу, машиналық оқыту әдістері, өңдеу процесін оңтайландыру, өтінімдерді тиімді басқару, клиенттерге қызмет көрсету жүйелері, қолданыстағы жүйеге интеграция.*

Бүгінгі кәсіпорындар тез өзгертін қызметтер нарығымен, бәсекелестік деңгейінің жоғарылауымен және тұтынушылардың жоғарғы үміттерімен күресуге мәжбүр. Тұтынушылардан, серіктестерден және басқа да мүдделі тараптардан келіп түскен сұраныстарды жедел әрі дұрыс өңдеу компанияның сәтті жұмысына үлкен әсерін тигізеді. Сұраныстарды өңдеу мақсатында зияткерлік технологияларды қолдану қажеттілігі ақпарат ағындарының көлемінің ұлғаюына және бизнес – процесстердің күрделілігіне байланысты.

Тұтынушылар тез және сапалы қызмет көрсетуді күтеді, бұл компанияларға қысқа мерзімде өтінімдерді өңдеу міндетін қояды. Осыған байланысты өтінімдерді өңдеудің жоғары шығындарымен, қызметкерлердің жұмысындағы қателіктермен және өтінімдерді өңдеу процесін тиімсіз басқарумен байланысты мәселелер туындайды. Осы мәселелерді шешу үшін компаниялар әртүрлі технологияларды қолданады, олардың арасында деректерді талдау ерекше орын алады. Бұл тұрғыда деректерді зияткерлік талдау әдістерін қолдана отырып, өтінімдер кезегін өңдеуге арналған модульді әзірлеудің өзектілігі ашылады.

Модульдің негізгі міндеті – үлкен көлемдегі деректерді талдау негізінде өтінімдерді өңдеу процесін автоматтандыру. Модуль әртүрлі бағдарламалық өнімдерден алынған деректер негізінде өтінімдерді қабылдау, өтінімді сәйкес санатқа жіктеу және жаңадан келіп түскен өтінімдерді өңдеу үшін қажетті уақытты болжау функционалдық міндеттерді орындауы тиіс.

Деректерді өндіру әдістерін қолдана отырып, өтінімдер кезегін өңдеу модулін әзірлеу ақпаратты өңдеудің заманауи алгоритмдерін қолданумен қатар жүрді. Бұл модульдің құрылымы үш бағдарламалық компоненттің өзара әрекеттесуіне негізделген, бұл модульдің үздіксіз және сенімді жұмысына қол жеткізудің негізгі кезеңі.

Модуль жұмысының бірінші кезеңі – деректерді жинау. Инициализация кезінде модуль "1С"жүйесінде тіркелген келіп түскен өтінімдер негізінде оқыту процесін бастайды. Бұл өтінімдерді менеджерлер, операторлар және мамандар белгілі бір жағдайларда тіркей алады. Модуль тақырып, тіркеу күні және сипаттама сияқты өтінімдерден негізгі деректерді автоматты түрде алады, әрі қарай өңдеу үшін қажетті ақпаратты береді. Алынған мәліметтер JSON форматына түрлендіріліп, кейінірек талдау үшін flask серверіне жіберіледі.

Келесі қадамда деректер серверден Jupyter Notebook бағдарламалық жасақтамасына жіберіледі, онда жаңа кіріс өтінімдерді жіктеу процесі басталады. Ол үшін нейрондық желі арқылы алдын-ала дайындалған дайын модель болуы керек.

Ең алдымен, келіп түскен жаңа өтінімнің сипаттамасы деректерді алдын ала өңдеу функциясы арқылы өтеді. Бұл процесс артық ақпараттың жоқтығына көз жеткізу үшін сипаттаманы қалыпқа келтіруді қамтиды. Деректерді алдын ала өңдеу компоненті деректерді тазарту, жетіспейтін мәндерді толтыру, мүмкіндіктерді масштабтау және т.б. сияқты қадамдарды қамтиды.

Содан кейін өтінімнің тазартылған сипаттамасы векторлау функциясы арқылы өтеді, онда мәтін нейрондық желіге беру үшін сандық форматқа ауыстырылады. Жүктелген сипаттама алдын-ала дайындалған модельдің функционалдығын қолдана отырып жіктеледі.

Классификациямен қатар, өтінім сипаттамасында кілт сөздерге талдау жасалады, бұл қажетті әрекеттерді және өтінім қай санатқа жататынын анықтауға көмектеседі. Санат пен кілт сөздерді анықтағаннан кейін өтінімді өңдеудің болжамды уақыты беріледі.

Процестер аяқталғаннан кейін өтінім бойынша деректер цифрлық форматтан мәтіндік форматқа ауыстырылған flask серверіне қайтарылады.

Келесі кезеңде деректер серверден Jupyter Notebook бағдарламалық жасақтамасына жіберіледі, онда жаңадан келіп түскен өтінімдерді жіктеу процесі басталады. Бұл нейрондық желі негізінде дайындалған алдын ала дайындалған модельді пайдалануды талап етеді.

Біріншіден, келіп түскен жаңа өтінімнің сипаттамасы деректерді алдын ала өңдеу кезеңінен өтеді. Бұл процесте артық ақпаратты болдырмау үшін сипаттама қалыпқа келтіріледі. Алдын ала өңдеу құрамдас бөлігі деректерді тазалау, бос орындарды толтыру, мүмкіндіктерді масштабтау және т.б. сияқты қадамдарды қамтиды.

Әрі қарай, тазартылған сипаттама векторлау процедурасынан өтеді, оның барысында мәтін нейрондық желіге беру үшін сандық форматқа айналады. Содан кейін түрлендірілген деректер алдын-ала дайындалған модельді қолдана отырып жіктеледі.

Осы процеспен қатар, өтінімнің сипаттамасында кілт сөздерге талдау жасалады, бұл қажетті әрекеттерді анықтауға және өтінімді қай санатқа жатқызуға көмектеседі. Санат пен кілт сөздерді анықтағаннан кейін модуль өтінімді өңдеуге шамамен уақыт береді.

Барлық процестер аяқталғаннан кейін өтінім деректері flask серверіне қайтарылады, онда олар цифрлық форматтан мәтінге қайта түрлендіріледі.

Деректерді талдау және өңдеу деректерді талдауға немесе машиналық оқытуға қатысты кез келген жобаны іске асырудың негізгі кезеңдерін құрайды. Бұл зерттеу жоғары сапалы нәтижелерді қамтамасыз ету үшін осы процестерге ерекше назар аударды.

Деректерді өңдеу кезеңінде модельдеу нәтижелерін бұрмалайтын шығарындыларды немесе қалыптан тыс мәндерді анықтау мақсатында деректерді талдау жүргізілді. Шығарындылар анықталған жағдайда, оларды жою бойынша шаралар қабылданды, соның ішінде қалыптан тыс бақылауларды жою немесе тапсырманың мәнмәтініне байланысты оларды неғұрлым қолайлы мәндермен ауыстыру. Деректерді өңдеудің тағы бір маңызды кезеңі өткізіп алған мәндермен жұмыс істеу болды. Жіберілген деректердің болуына талдау жасалды және оларды өңдеу әдісі туралы шешім қабылданды.

Шығарындыларды тазалап, бос орындарды толтырғаннан кейін деректер көпөлшемді жіктеу мен болжамды модельдеудің сенімділігі мен дәлдігін қамтамасыз ететін оқытуға дайын болды.

Келесі маңызды қадам деректер жиынтығын оқыту және сынақ үлгілеріне бөлу болды. Бұл қадам тәуелсіз деректердегі модельдің сапасын бағалау және оның алған білімдерін жаңа мысалдарға жалпылау қабілетін тексеру үшін қажет болды.

Оқыту моделі модель параметрлерін реттеу үшін пайдаланылатын деректердің бөлігі болып табылады. Бұл модельге деректерден "үйренуге" және оңтайлы жұмыс істеу үшін параметрлерін реттеуге мүмкіндік береді.

Сынақ моделі, өз кезегінде, модельді оқытуға қатыспаған деректердің тәуелсіз үлгісі болып табылады. Ол модельдің өнімділігін және оның білімді жаңа деректерге жалпылау қабілетін бағалау үшін қолданылады. Сынақ үлгісі репрезентативті болуы керек және әртүрлі сценарийлерде модельдің жұмысын тексеру үшін әртүрлі мысалдарды қамтуы керек.

Деректерді оқыту және сынақ үлгілеріне бөлу модельдің жалпылау қабілетін бағалауға және ықтимал қайта оқытуды анықтауға мүмкіндік береді. Әдетте деректер пропорционалды түрде бөлінеді, мысалы, оқыту үшін 80% және тестілеу үшін 20%, бірақ нақты пропорциялар тапсырма мен қолда бар деректерге байланысты өзгеруі мүмкін.

Оқыту кезеңінде өтінім кезегін өңдеу модулі деректерді талдау үшін конвульсиялық нейрондық желіні пайдаланды. Деректерді бастау үшін мәтіндік ақпаратты сандық форматқа түрлендіруді және мүмкіндіктерді масштабтауды қоса алғанда, алдын ала дайындалған және өңделген.

Содан кейін осы деректерде нейрондық желіні оқыту процесі жүргізілді. Оқу барысында модель маңызды белгілер мен үлгілерді алу арқылы деректер құрылымына бейімделді. Бұл модельге алынған тәжірибеге сүйене отырып, жаңа қосымшаларды тануды және жіктеуді үйренуге мүмкіндік берді.

Оқу аяқталғаннан кейін модель нәтижелерін бағалау жүргізілді. Бағалау модельдің өтінімдерді қаншалықты сәтті жіктейтінін көрсететін модельдің

дәлдік үлесін анықтауды қамтыды. Сонымен қатар, модельдің дұрыс емес жауаптарының үлесі бағаланды, бұл оның тиімділігі мен қателіктерін бағалауға мүмкіндік берді.

Бұл процесс жоғары дәлдікті қамтамасыз ету және өтінімдерді жіктеу кезінде қателерді азайту арқылы өтінімдерді өңдеу модулінің жұмысын оңтайландыруға мүмкіндік берді.

Бұл мақалада деректерді өндіру әдістерін қолдана отырып, өтінімдер кезегін өңдеу модулін әзірлеу процесі қарастырылады. Деректерді талдау, өңдеу, сондай-ақ модельді оқыту және оның сапасын бағалау кезеңдеріне назар аударылады.

Бастапқыда деректерді талдау, соның ішінде шығарындылар мен ауытқуларды анықтау жүргізілді, бұл модельдеу нәтижелеріндегі бұрмалануларды жоққа шығарды. Содан кейін деректер өңделді, соның ішінде үлгіні оқытуға дайындық үшін бос орындарды толтыру және қалыпқа келтіру.

Келесі кезеңде модельді конволюциялық нейрондық желіні қолдана отырып оқыту жүргізілді, бұл деректерден күрделі тәуелділіктерді алуға және болжамды модель құруға мүмкіндік берді. Модельді оқытқаннан кейін оның сапасын сынақ деректерінде бағалау жүргізілді, бұл оның білімді жаңа мысалдарға жалпылау қабілетіне көз жеткізуге мүмкіндік берді.

Зерттеу барысында деректерді өндіру әдістерін қолдана отырып, әзірленген өтінім кезегін өңдеу модулі өтінімдерді болжау мен жіктеуде жоғары дәлдік пен сенімділікке ие екендігі көрсетілді. Бұл өтінімдерді басқару жүйесінің тиімділігін арттыруға және тұтынушыларға қызмет көрсету сапасын жақсартуға мүмкіндік береді.

Тұтастай алғанда, әзірленген модуль өтінімдерді басқару процестерін жетілдірудегі маңызды қадам болып табылады және күнделікті бизнес-процестерде деректерді өндіру әдістерін қолдану әлеуетін көрсетеді.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1 «Help desk система учёта и управления заявками» [Электронды ресурс]. Кіру сілтемесі: <https://okdesk.ru/> (қатынау күні 16.03.2023)

2 «Итилиум — российское решение для управления услугами (ITSM, ESM)» [Электронды ресурс]. Кіру сілтемесі: <https://itilium.ru/> (қатынау күні 16.03.2023)

3 «Customer Service - Quick Guide» [Электрондыресурс]. Кірусілтемесі: [https://translated.turbopages.org/proxy\\_u/en-ru.ru.a3133dff-6477553b-3d8ceb7c-74722d776562/https/www.tutorialspoint.com/customer\\_service/customer\\_service\\_quick\\_guide.htm](https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.a3133dff-6477553b-3d8ceb7c-74722d776562/https/www.tutorialspoint.com/customer_service/customer_service_quick_guide.htm) (қатынау күні 18.03.2023)

4 «Обработка заказов: основные этапы и пути совершенствования» [Электронды ресурс]. Кіру сілтемесі: <https://sales-generator.ru/blog/obrabotka-zakazov/> (қатынау күні 19.03.2023)

5 «Text Mining: Predictive Methods for Analyzing Unstructured Information» (Майкл В. Берри, Жеймс К. Шардин, Ричард С. Уинстон) [Электрондыресурс]. Кірусілтемесі:[https://www.researchgate.net/publication/247729936\\_Text\\_Mining\\_Predictive\\_Methods\\_for\\_Analyzing\\_Unstructured\\_Information](https://www.researchgate.net/publication/247729936_Text_Mining_Predictive_Methods_for_Analyzing_Unstructured_Information)(қатынау күні 23.03.2023)

6 «Practical Text Mining and Statistical Analysis for Non-structured Text Data Applications» [Электрондыресурс]. Кірусілтемесі:<https://www.semanticscholar.org/paper/Practical-Text-Mining-and-Statistical-Analysis-for-Miner-Elder/f9c14367818a4856675ec53e1fc85ce6d40571da>(қатынау күні 23.03.2023)

7 «Python for Data Analysis: Data Wrangling with Pandas, NumPy, and IPython» (Уэс Маккини)[Электрондыресурс]. Кірусілтемесі:<https://www.pdfdrive.com/python-for-data-analysis-data-wrangling-with-pandas-numpy-and-ipython-e158189564.html>(қатынау күні 25.03.2023)

8 «Natural Language Processing with Python» (Стивен Бёрд, Эдвард Лопез, Эрик Хансон Кирпатрик) [Электрондыресурс]. Кірусілтемесі:[https://www.researchgate.net/publication/220691633\\_Natural\\_Language\\_Processing\\_with\\_Python](https://www.researchgate.net/publication/220691633_Natural_Language_Processing_with_Python) (қатынау күні 28.03.2023)

9 «Foundations of Statistical Natural Language Processing» by Christopher D. Manning and Hinrich Schütze [Электрондыресурс]. Кірусілтемесі:[https://www.researchgate.net/publication/2874367\\_Foundations\\_of\\_Statistical\\_Natural\\_Language\\_Processing](https://www.researchgate.net/publication/2874367_Foundations_of_Statistical_Natural_Language_Processing)(қатынау күні 05.04.2023)

10«TF-IDF/Term Frequency Technique: Easiest explanation for Text classification in NLP using Python» (Chatbot training on words) [Электрондыресурс]. Кірусілтемесі:<https://medium.com/analytics-vidhya/tf-idf-term-frequency-technique-easiest-explanation-for-text-classification-in-nlp-with-code-8ca3912e58c3>(қатынау күні 11.04.2023)

11«Fast Text vs. Word2vec: A Quick Comparison» By Kavita Ganesan / AI Implementation, Machine Learning, Neural Embeddings [Электрондыресурс]. Кірусілтемесі:[https://medium.com/@kavita\\_ganesan/fast-text-vs-word2vec-a-quick-comparison-1234567890](https://medium.com/@kavita_ganesan/fast-text-vs-word2vec-a-quick-comparison-1234567890)

ӘОЖ 004.8.

Бидахметов Д.Ж., Шаяхметқызы К. (21-МКК-1, ШҚТУ), Тезекпаева Ш.Т. (ШҚТУ)

## МӘТІНДІ КЛАССИФИКАЦИЯЛАУ ҮШІН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУДЫ ҚОЛДАНУ: МОДЕЛЬДІ ОҚЫТУ ЖӘНЕ ЖАҢА ДЕРЕКТЕРДІ БОЛЖАУ

***Аңдатпа.** Бұл мақала деректерді дайындаудан бастап жаңа мәтіндерді болжауға дейінгі процеске назар аудара отырып, мәтіндік деректерді жіктеу үшін машиналық оқытуды қолдануды зерттейді. Python-да scikit-learn кітапханасын қолдана отырып, деректерді жүктеу, векторлау және масштабтау қадамдары, сондай-ақ Байес моделін оқыту қарастырылды. Бұл мақалада мәтіндерді әртүрлі санаттарға автоматты түрде жіктеу үшін машиналық оқытуды қалай тиімді қолдану керектігін көрсетеді. Осы тәсілді қолданудың әлеуетті салалары және оның ақпаратты заманауи өңдеудегі маңызы қарастырылды. Мақала нәтижелері мәтінді жіктеу мәселелерін шешу үшін машиналық оқытуды қолданатын табиғи тілді өңдеушілер үшін пайдалы болуы мүмкін.*

***Түйін сөздер:** Python бағдарламалау тілі, классификация, векторлау, масштабтау, машиналық оқыту.*

Қазіргі ақпараттық қоғамда мәліметтер уақыт өте келе ұлғайып отырады, бұл үзіліссіз процесс. Мәтіндік ақпарат осы ағынның едәуір бөлігін құрайды. Бұл тұрғыда мәтіндік деректерді тиімді басқару және талдау маңызды. Мәтінді өңдеуді автоматтандырудың қуатты құралдарының бірі-мәтіндік ақпаратты жіктеуге қабілетті интеллектуалды жүйелерді дамытуға мүмкіндік беретін машиналық оқыту.

Бұл мақаланың мақсаты- мәтінді жіктеу үшін машиналық оқытуды қолдану процесіне егжей-тегжейлі шолу жасау: модельдің бастапқы өңдеуден бастап жаңа деректерде сәтті болжауға дейін. Тапсырманы тұжырымдаудан және деректерді жинаудан бастап, жаңа мәтіндерді талдау үшін оқытылған модельді қолдануға дейінгі осы процестің негізгі кезеңдерін қарастырылады. Бұл тақырып тек мәтіндерді жіктеу негіздерін ғана емес, сонымен қатар қолайлы модельді таңдау, параметрлерді оңтайландыруды қамтиды. Мәтінді талдау үшін машиналық оқыту әлеміне терең үніліп, деректерден қорытындыға дейінгі осы қызықты жолды қарастырайық.

Мәтіндік деректерді жіктеу үшін және машиналық оқыту алгоритмін қолдану үшін Python бағдарламалау тілі мен scikit-learn кітапханасы пайдаланылады.

1-қадам: деректерді жүктеу және алдын ала өңдеу:

Процестің бірінші қадамы-деректерді жүктеу. csv файлындағы деректерді оқу үшін pandas кітапханасы қолданылады. Деректер жиынтығында мәтіндік сипаттамалар "Text", ал олардың класстары "Label" бағандарында сақталған. Деректер жиынтығын жүктеу 1 – суретте көрсетілген.

```
df = pd.read_csv('df_file.csv')

x = df["Text"]
y = df["Label"]
```

1 – сурет - Деректерді жүктеу

Деректер scikit-learn кітапханасының `train_test_split` функциясы көмегімен 2 – суретте көрсетілгендей жаттығу және тестілік болып деректер жиынтығына бөлінді.

```
x_train, x_test, y_train, y_test = train_test_split(x,y,test_size=0.3,random_state=10)
```

2 - сурет – Деректерді жаттығу және тестілік жиынтықтарына бөлу

2-қадам: мәтінді векторлау:

Машиналық оқыту моделін оқыту үшін мәтіндік деректер сандық векторларға түрлендірілуі қажет. Деректерді сандық векторларға түрлендіру үшін TF-IDF (`TfidfVectorizer`) векторлау алгоритмін қолдану арқылы қол жеткізуге болады. Ол мәтіндегі әрбір сөздің бүкіл мәтінге қатысты маңыздылығын көрсетеді. Деректерді сандық векторға түрлендіру 3 – суретте көрсетілген.

```
vectorizer = TfidfVectorizer(max_features=5000)
X_train_vectorized = vectorizer.fit_transform(x_train)
X_test_vectorized = vectorizer.transform(x_test)
```

3 -сурет –Деректерді сандық векторға түрлендіру

3-қадам: деректерді масштабтау:

Модельдің өнімділігін жақсарту үшін деректерді масштабтау қолданылады. Scikit-learn кітапханасының `MaxAbsScaler` функциясы векторланған деректерді бір шкалаға келтіруге көмектеседі. `MaxAbsScaler` функциясының пайдаланылуы 4 – суретте көрсетілген.

```
scaler = MaxAbsScaler()
scaler.fit(X_train_vectorized)

X_train_vectorized = scaler.transform(X_train_vectorized)
X_test_vectorized = scaler.transform(X_test_vectorized)
```

4 - сурет – Деректерді бір шкалаға келтіру

`MaxAbsScaler`-бұл машиналық оқытуда қолданылатын деректерді масштабтау әдісі. Ол деректерді максималды абсолюттік мәні бойынша -1-ден 1-ге дейінгі диапазонға дейін масштабтайды. Бұл түрлендіру әр белгінің максималды абсолютті мәніне негізделген және шығарындылардың әсерін азайту және тарату формасын өзгертпестен барлық белгілерді ұқсас масштабқа келтіру үшін қолданылады.



4-қадам: модельді оқыту:

Мәтіндерді жіктеу моделі ретінде мультиномдық аңғал Байес (MultinomialNB) таңдалды. Модель жаттығу деректері бойынша оқытылады, содан кейін болжамдардың дәлдігін көрсете отырып, тестілік жиынтығында бағаланады. 5 – суретте модельдің оқытылуы көрсетілген.

```
model = MultinomialNB()
model.fit(X_train_vectorized, y_train)
```

5 - сурет – Модельді оқыту

Мультиномдық аңғал Байес (multinomial Naive Bayes) - Байес статистикасының теориясына негізделген ықтималдық классификаторы. Бұл жіктеуіш-Байес теоремасына негізделген машиналық оқыту әдісі болып табылатын аңғал Байестің кеңейтілген нұсқасы болып табылады.

5-қадам: жаңа мәтінді болжау:

Модельді оқыту процесі аяқталғаннан кейін, жаңа мәтіндерді жіктеуге болады. Жүктелген мәтінді болжау моделіне енгізбес бұрын оны жоғарыда көрсетілген векторлау алгоритімі арқылы сандық формаға келтіру қажет. Сандық векторға келтіру процесі аяқталғаннан кейін жаңа мәтінді оқытылған модельге енгізуге болады. Енгізілген мәтінді болжау және бағалау 6 – суретте көрсетілген.

```
y_pred = model.predict(X_test_vectorized)
accuracy = accuracy_score(y_test, y_pred)
```

6 - сурет – Модельді бағалау

6-қадам: нәтижелерді шығару:

Болжам жасалғаннан кейін нәтиже шығарылады. Бұл мақалада көрсетілген код бойынша жаңа мәтін бес класстың біруіне жіктеледі. Нәтижені шығару 7 – суретте көрсетілген.

Қорытындылай келе, мәтіндерді жіктеу үшін машиналық оқытуды қолдану Мәтіндік ақпаратты өңдеу және талдау саласындағы қуатты құрал болып табылады. Алгоритм тапсырманы қоюдан және деректерді дайындаудан бастап, жаңа деректерді болжау үшін оқытылған модельді орналастыруға дейінгі осы процестің негізгі кезеңдерін қамтиды.

Бұл технологияның көптеген қосымшалары бар, соның ішінде мәтіннің кілтін талдау, спамды сүзу, мазмұнды классификациялау және басқа да көптеген салалар. Алайда, қол жеткізілген жетістіктерге қарамастан, тиімділік пен интерпретация мәселелері күресуді жалғастыратын қиындықтар болып қала береді.

```

file_path = 'word.txt'
article = ""

with open(file_path, 'r', encoding='utf-8') as file:
    article = file.read()

print(f'Енгiзiлген мәтiн (Мақала) : {article}')

text_to_predict = [article]

text_to_predict_vectorized = vectorizer.transform(text_to_predict)
predicted_class = model.predict(text_to_predict_vectorized)

predicted_class_name = ''

if predicted_class == 0:
    predicted_class_name = 'Саясат'
elif predicted_class == 1:
    predicted_class_name = 'Спорт'
elif predicted_class == 2:
    predicted_class_name = 'Технология'
elif predicted_class == 3:
    predicted_class_name = 'Ойын-сауық'
elif predicted_class == 4:
    predicted_class_name = 'Бизнес'

print(f"Енгiзiлген мәтiннiң тақырыбы: {predicted_class_name}")

```

### 7 - сурет – Жаңа енгiзiлген мәтiндi болжау және нәтиженi шығару

Технологияның қарқынды дамуын және машиналық оқытудың жаңа әдiстерiнiң пайда болуын ескере отырып, мәтiндердi жiктеу ақпаратты өңдеудi автоматтандыруды жақсартуда маңызды рөл атқара бередi деп болжануда. Әр түрлi салалардың нақты талаптарына бейiмделген әдiстердi дамыту әрi қарай зерттеудiң негiзгi бағыты болып табылады.

Осы бақылаулармен, мәтiндiк классификацияға арналған машиналық оқыту саласындағы алдағы қадамдар инновация мен дамудың қызықты мүмкiндiктерiн ұсынады. Бiздiң мақала машиналық оқытуды қолдана отырып, мәтiндiк талдау әлемiне енуге және осы қызықты салада жаңа идеяларды жүзеге асыруға ұмтылатын кез келген адам үшiн бастапқы нүкте болсын.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТIЗIМI:

1. Батура, Т. В. "Методы автоматической классификации текстов." Программные продукты и системы 30, 1 (2017): 85-89.
2. Носков Д.В. "Классификация текстов при помощи алгоритмов машинного обучения." Вестник науки и образования 2, 4 (40) (2018): 39-41.
3. Краснянский М. Н., Обухов А.Д., Воякина А.А. Соломатина Е.М. "Сравнительный анализ методов машинного обучения для решения задачи классификации документов научно-образовательного учреждения." Вестник ВГУ. Серия: Системный анализ и информационные технологии 3 (2018): 173-182.
4. Гусев П.Ю. "Разработка системы классификации текстов по научным специальностям с применением методов машинного обучения." Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии 19, 1 (2021): 39-47.

УДК 004.032.26

Боранбаева Н.Б. (ЕНУ им. Л.Н. Гумилева)

## ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ УСТАНОВКИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА НА ОСНОВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МЕТОДОВ

***Аннотация.** В этой статье перечислены методы интеллектуального моделирования и проведены сравнение их с традиционным подходом. Модели применяются к реальным данным установки каталитического крекинга, полученным от Шымкентского нефтеперерабатывающего завода. Модели, разработанные с использованием нечеткой нейронной сети, нечеткой логики могут быть применимы к установке каталитического крекинга на нефтеперерабатывающем заводе для максимизации выхода бензина, и показано, что они лучшие по сравнению с традиционным подходом моделирования. Для построения моделей нейронной сети были использованы программные обеспечения Qwicknet, MATLAB.*

***Ключевые слова:** Каталитический крекинг, нечеткое моделирование, нечеткая нейронная сеть.*

Установка каталитического крекинга является частью производственного процесса нефтеперерабатывающего завода, при котором за короткий промежуток времени производятся такие ценные продукты, как бензин, сжиженный нефтяной газ, дизельное топливо.

Целью данной статьи является поиск наиболее надежной модели путем сравнения моделей установки, разработанных с использованием различных методологий. Модели установки разрабатываются с использованием искусственной нейронной сети, нечеткой логики и традиционной методологии. В этой статье критерием, используемым для измерения производительности различных моделей, является среднеквадратичная ошибка (RMSE). Модели применяются к реальным данным, полученным от Шымкентского нефтеперерабатывающего завода. Программное обеспечение Qwicknet, MATLAB были использованы для построения моделей нейронной сети, нечеткой логики соответственно.

Установка каталитического крекинга является сердцем нефтеперерабатывающего завода, поскольку она создает значительную добавленную стоимость для национальной экономики. Небольшое усовершенствование процесса крекинга может привести к значительному выигрышу. Большинство нефтеперерабатывающих заводов, эксплуатирующих установки каталитического крекинга, стараются максимизировать выход бензина. Другие цели переработки, такие как максимизация выхода дистиллятов или сжиженного нефтяного газа, также становятся все более распространенными. Однако максимизация выхода бензина остается наиболее распространенной целью переработки нефти. Функция установки заключается в преобразовании тяжелых углеводородных нефтяных фракций в более полезные продукты, такие как бензин, средние дистилляты и легкие олефины. Каталитический крекинг - это сложная система, состоящая из теплового баланса, баланса давления и химического баланса. Сложность процесса

возникает из-за кинетики реакции, гидродинамики катализаторов, сжигания кокса на катализаторах, экономики процесса, эксплуатационных ограничений и взаимодействий переменных процесса, в которых преобладают тепловые балансы между реактором и регенератором. Изменения одной операционной переменной всегда приводят к уравнивающим изменениям других переменных. Теоретически, если доступна хорошая общая нелинейная модель, ее можно использовать для непосредственного управления всеми управляемыми (управляющими) переменными. Прежде чем приступить к изучению динамического и стационарного управления любой сложной системой, такой как система каталитического крекинга, необходима адекватная модель.

Основным блоком установки каталитического крекинга является реакторно-регенераторный блок, который состоит из реактора, регенератора (рисунки 1).

На рисунке 1 представлена схема блока реактора и регенератора установки каталитического крекинга RFCCСтитул 1000. Сырьем установки является прямогонный мазут или смесь мазута и фракции прямогонного вакуумного газойля - подается в емкость смешения сырья [1].

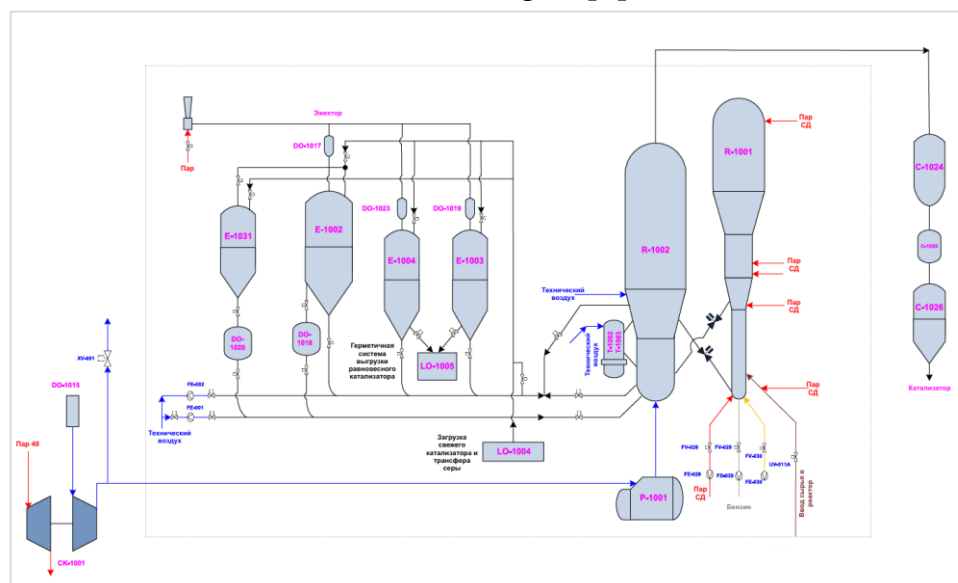


Рисунок 1 - Схемаблока реактора и регенератора установки каталитического крекинга RFCCСтитул 1000

Основные независимые и независимыми переменные определены с помощью опроса экспертов производства, данные переменные обычно напрямую контролируются с помощью контрольного измерителя. Основные переменные используемые для моделирования установки: температура реактора, скорость подачи свежего сырья, скорость рециркуляции, температура подачи сырья, подача воздуха в регенератор.

В ШНПЗ сновным критерием производительности является количество октанового числа. Основная цель нефтеперерабатывающего завода -

максимизировать выход бензина и минимизировать плотности бензина. В то время как плотность указывает на качество бензина, выход бензина показывает его количество. Производительность установки измеряется в зависимости от этого критерия, поэтому плотность и выход бензина назначается в качестве зависимой переменной в модели установки в ШНПЗ.

*Подход к системному моделированию с использованием нечеткой логики.*

В нечеткой логике акцент делается на использовании правил, в то время как в обычном управлении этот уровень акцента делается на обыкновенных дифференциальных уравнениях. Использование лингвистических правил, а не математической системы, более естественно для человеческого познания. В нечеткой логике правила всегда верны, но на разных уровнях, от нуля до единицы. Система логического вывода сначала проверяет, допустимы ли посылки правил для текущего случая [2].

В системе имеется 5 входных и одна выходная переменная. Известно, что моделирование и логический вывод более просты для нечетких систем. Идентификация системы применяется для нечеткого моделирования. После выполнения нечеткой кластеризации с использованием программного обеспечения NCSS найден 21 кластер (21 правило). Правила генерировались в MATLAB Fuzzy Toolbox. На рисунке 2 показаны результаты тестирования нечеткой модели. RMSE для данных тестирования рассчитывается как  $4,50E+04$ .

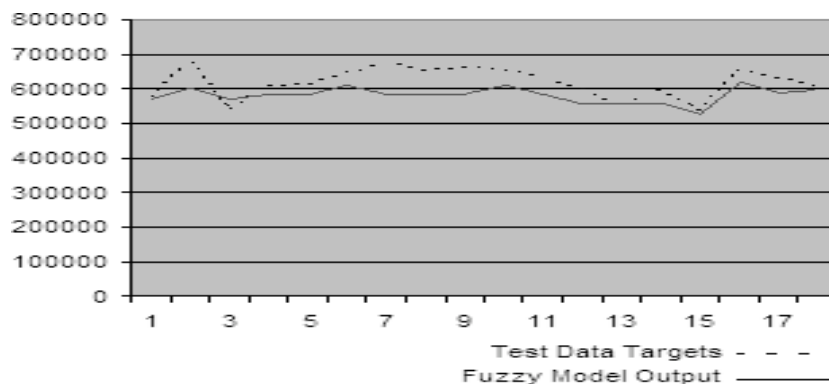


Рисунок 2 - Результаты тестирования нечеткого моделирования установки каталитического крекинга

*Подход к системному моделированию с использованием нейронных сетей*

В качестве модели использовалась нейронная сеть обратного распространения с одним скрытым слоем [3]. Входными переменными для сети являются скорость подачи свежего воздуха, воздуха в регенератор, температура подачи, температура реактора и скорость рециркуляции. Выходной переменной сети является количество бензина с требуемой плотностью. Параметры, используемые для моделирования нейронной сети показаны в таблице 1.

Таблица 1 - Критерии эффективности, используемые для нейронной сети

Свойства обучающего	Критерии остановки	Алгоритм обучения	Функция активации
скорость обучения: 0,1	эпохи: 100000	топология сети: обратное распространение в режиме онлайн	входные данные: logistic
импульс: 0	Среднее значение RMSE (среднеквадратичная ошибка): 0,01	скрытые слои: 1	Выходные данные: logistic
входной шум: 0	Максимальное значение RMSE: 0,01	скрытый ввод 1:5	
уменьшение веса: 0	Максимальная погрешность: 0.01		
допустимая погрешность: 0,1	процент правильности: 100		

Все критерии производительности в программном обеспечении Qwiknet были опробованы несколько раз [4]. Наилучшие результаты были получены в соответствии с условиями, приведенными в таблице 1. Результаты Qwiknet после тестирования приведены на рисунке 3. RMSE для данных тестирования рассчитан как  $3,90E+04$ .

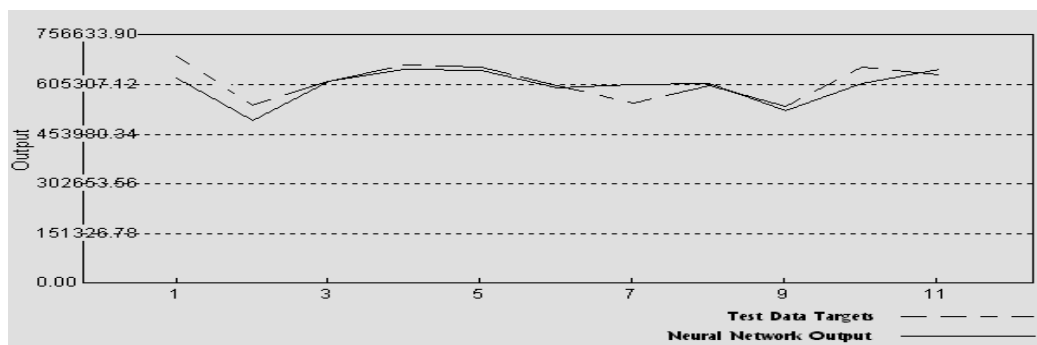


Рисунок 3 -Результаты тестирования нейросетевого моделирования

*Подход к системному моделированию с использованием традиционного метода.* В качестве традиционной модели используется модель Курихары [4]. Чтобы иметь возможность найти выход бензина, используется уравнение  $Y$  в уравнении выхода Курихары. Модель выхода чрезмерно упрощена, но удовлетворительна для оценки системы. Выход бензина и плотность рассчитывались в соответствии с моделью Курихары [5]. Результаты показаны на рисунке 4. RMSE для данных тестирования рассчитывается как  $9,25E+04$ .

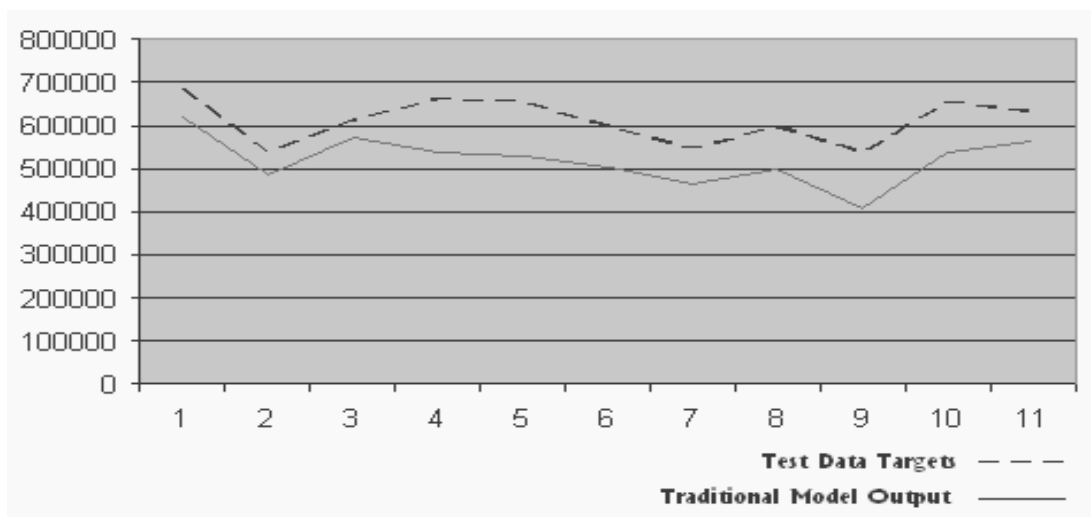


Рисунок 4 - Результаты традиционной модели.

Для всех методов при расчете значений RMSE используются фактические значения. Модель, полученная после обучения в интеллектуальных моделях, сравнивается с тестовыми значениями. В конце моделирования, в соответствии со значениями RMSE, все модели, полученные с помощью интеллектуальных и традиционных методов, сравниваются друг с другом. Модели, разработанные с использованием нечеткой нейронной сети, нечеткой логики могут быть применимы к установке каталитического крекинга на нефтеперерабатывающем заводе для максимизации выхода бензина, Модель Курихари имеет самое высокое значение RMSE по сравнению с другими интеллектуальными моделями. В будущем можно тестировать и другие модели кроме модели Курихари в качестве традиционной модели. По результатам исследования доказано, что интеллектуальные методы превосходят традиционные методы моделирования нелинейных систем.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- [1] Amblard, B., Singh R., Gbordzoe E., Raynal L. CFD modeling of the coke combustion in an industrial FCC regenerator. *Chemical Engineering Science*, 2016. - С.731-742
- [2] Алиев Р.А., Церковный А.Э., Мамедова Г.А. Управление производством при нечеткой исходной информации. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – С. 27-29.
- [3] Sabzi H.Z. Developing an intelligent expert system for streamflow prediction, integrated in a dynamic decision support system for managing multiple reservoirs: a case study. *Expert systems with applications*.2017. V. 82. №3. С.145–163.
- [4] Mithat Zeydan, *International Journal of Industrial Engineering*. С.8–11
- [5] S. S. E. H. Elnashaie, S.S. Elshishini, *Dynamic modelling bifurcation and chaotic behaviour of gas-solid catalytic reactors*. С.491

УДК 681.5

Бычков А.Д. (22-АУ-1, ВКТУ), Дельмаев Г.С. (22-АУ-1, ВКТУ), Торлопов М. Ю. (22-АУ-1, ВКТУ), Құсайын-Мұрат Ә.Т. (PhD, ВКТУ)

## АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ СИНТЕЗА СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

***Аннотация.** Статья рассматривает важность автоматизации в повышении эффективности производственных процессов в современной промышленности. Авторы обсуждают сложность технологических процессов, увеличение требований к качеству продукции и безопасности, а также роль передовых технических средств управления в обеспечении эффективной эксплуатации промышленных объектов. В статье представлен обзор теории автоматического управления, методов синтеза систем автоматического управления и их применения. Рассмотрены различные методы синтеза, такие как корневого метод, метод корневых годографов, метод стандартных переходных характеристик и метод логарифмических амплитудных характеристик. Особое внимание уделено выбору оптимального метода синтеза в зависимости от требований к системе управления и уровня сложности процессов. Авторы заключают, что постоянное совершенствование методов синтеза необходимо для обеспечения эффективности и качества управления в условиях быстро меняющейся технологической среды.*

***Ключевые слова:** Синтез, система автоматического управления (САУ), методы синтеза САУ, качество управления.*

В настоящее время известны различные методы синтеза систем автоматического управления, однако большинство из них являются итерационными. Целью статьи является представления метода аналитического синтеза систем с управлением по выходу и воздействиям, который позволяет преодолеть указанную трудность.

Синтезируемая система имеет частично заданную структуру, желаемые показатели качества, пониженную размерность и повышенную робастность. Параметры устройства управления находятся путем решения систем линейных алгебраических уравнений. Для обеспечения желаемых показателей качества таких как: порядки астатизма к задающему воздействию и возмущениям; перерегулирование, длительность переходного процесса и малая колебательность используются стандартные передаточные функции. Приводятся условия разрешимости задачи аналитического синтеза систем автоматического управления, с желаемыми передаточными функциями. Эти функции формируются в соответствии с требуемыми показателями качества синтезируемой системы автоматического управления. Повышение робастности достигается путем включения части полюсов и нулей объекта управления в число корней характеристического полинома замкнутой системы автоматического управления. Эффективность метода аналитического синтеза систем автоматического управления техническими объектами показана на численных примерах. Предложенный метод может использоваться при создании систем менее сложных, но более робастных для объектов химической,



текстильной, пищевой и других отраслей производства, а также при создании систем специального назначения [1].

На сегодняшний день линейная теория автоматического управления предлагает множество методов синтеза систем автоматического управления, которые помогают осуществить обоснованный выбор структур и параметров систем, соответствующих заранее заданным требованиям. Однако в процессе их применения качество управления может снижаться из-за нелинейности характеристик элементов, изменчивости параметров и мульти режимности работы объектов управления, иногда даже становясь недопустимым. Для синтеза систем автоматического регулирования широко используются различные электронные и электромеханические вычислительные машины, которые позволяют моделировать подобные системы. Однако такое моделирование, хотя и позволяет изучить влияние нелинейности и изменчивости параметров, не может полностью заменить расчетные методы проектирования, которые необходимы для поиска оптимального решения. Теория автоматического управления должна включать свои собственные методы, которые будут основой при нахождении оптимального решения и дополнять моделирование процессов. Использование более сложных нелинейных алгоритмов способствует повышению качества управления при больших отклонениях от нормы. Разработка методов синтеза линейных законов управления, обеспечивающих нужное качество в области линейного регулирования, остается важной и актуальной задачей [2].

Разберем некоторые методы синтеза систем, которые разработаны на данный момент.

Корневой метод эффективен при низкой степени характеристического уравнения. Однако в более сложных случаях достижение желаемых значений коэффициентов характеристического уравнения может быть затруднительным из-за влияния некоторых параметров системы и корректирующих средств на несколько коэффициентов характеристического уравнения одновременно. Недостатком этого метода является необходимость определения вида корректирующих средств, что часто делает полученное решение зависимым от опыта проектировщика. Данный метод прост в понимании и применении при низкой степени характеристического уравнения, но имеются затруднения в достижении желаемых значений коэффициентов в более сложных случаях, а также зависимость от опыта проектировщика при определении вида корректирующих средств.

Метод корневых годографов оценивает качество системы управления с точки зрения быстродействия и запаса устойчивости на основе расположения корней передаточной функции замкнутой системы на комплексной плоскости. При изменении отдельных параметров системы корни передаточной функции перемещаются, образуя траектории, называемые корневыми годографами. Построение этих траекторий позволяет выбрать оптимальные значения параметров для достижения наилучшего расположения корней. Вычисление корней и построение годографов может быть выполнено с использованием

стандартных программ на цифровых вычислительных машинах для визуализации результатов. Метод характеризуется такими достоинствами, как оценка качества системы с точки зрения быстродействия и устойчивости, возможность визуализации расположения корней на комплексной плоскости, но он не всегда приводит к оптимальному решению, требует дополнительных вычислительных ресурсов.

Метод стандартных переходных характеристик основан на использовании стандартных переходных характеристик для определения значений коэффициентов передаточной функции разомкнутой системы. При построении стандартных переходных характеристик необходимо задать распределение корней характеристического уравнения, что позволяет выбрать желаемый вид переходного процесса для заданной структурной схемы. Затем, найдя необходимое значение среднегеометрического корня, можно определить все коэффициенты желаемой передаточной функции системы. Этот метод часто используется для обеспечения требуемой точности работы системы. Однако принятие вещественных корней при построении стандартных переходных характеристик не всегда приводит к оптимальному решению, особенно в случае сложных систем. Тем не менее, построение стандартных переходных характеристик достаточно несложно и может быть применено для любого распределения корней, включая случаи с комплексными корнями. Основан на использовании стандартных переходных характеристик для определения значений коэффициентов. Часто используется для обеспечения требуемой точности. Принятие вещественных корней не всегда приводит к оптимальному решению, особенно для сложных систем [3].

Метод логарифмических амплитудных характеристик считается одним из наиболее оптимальных для синтеза систем автоматического управления, поскольку его основные этапы могут быть выполнены практически без использования вычислительных ресурсов. Особенно удобно использовать асимптотические логарифмические амплитудные характеристики. Процесс синтеза включает построение желаемой и фактической логарифмических амплитудных характеристик, определение параметров корректирующего устройства, техническую реализацию корректирующих устройств, а также проверку и коррекцию переходного процесса. Показатели качества, такие как время переходного процесса, перерегулирование и коэффициенты ошибок, служат основой для синтеза. Метод логарифмических амплитудных характеристик является одним из самых удобных и понятных. Однако сложность возникает при установлении связи между параметрами желаемой логарифмической амплитудной характеристики и показателями качества переходного процесса, что объясняет относительно сложную взаимосвязь между линейной переходной системой и ее частотными характеристиками. Построение желаемой логарифмической амплитудной характеристики может быть упрощено, если оценка качества работы системы будет проводиться непосредственно на основе ее частотных характеристик. Выполняется практически без использования вычислительных ресурсов. Его минус

заключается в сложности в установлении связи между параметрами желаемой характеристики и показателями качества переходного процесса.

Зачастую в производстве приходится производить синтез при заданных структуре регулятора и корректирующих устройств, тогда задача синтеза сокращается до выбора параметров регулятора и корректирующих устройств. Для этого широко применяются косвенные и непосредственные методы:

Параллельно-встречное корректирующее устройство: Это устройство, включенное по схеме с отрицательной или положительной обратной связью, охватывающей одно из звеньев системы. Местные обратные связи могут быть жесткими или гибкими. Жесткая обратная связь действует на систему как в переходном, так и в установившемся режиме, а гибкая обратная связь действует только в переходном режиме.

Выбор между этими методами зависит от требований к системе и ее характеристикам. Для увеличения точности статической САУ обычно увеличивают коэффициент передачи  $K$ , но это может привести к уменьшению запаса устойчивости, что является недостатком такой коррекции [4].

Управление представляет собой процесс выбора определенного набора действий на основе информации о текущем состоянии объекта, с целью поддержания или улучшения его функционирования в соответствии с определенной целью. Системы автоматического управления (САУ) предназначены для разработки и реализации управляющих воздействий на технологический объект управления (ТОУ).

Цель функционирования САУ заключается в оптимизации технологического процесса, основываясь на наборе заданных критериев. Эти системы спроектированы таким образом, чтобы эффективно воздействовать на ТОУ, принимая во внимание текущее состояние объекта и выстраивая стратегию управления, направленную на достижение оптимальных результатов.

САУ выполняют важную роль в автоматизации и оптимизации различных процессов, обеспечивая более эффективное и точное управление в соответствии с поставленными задачами и целями [5].

*Заключение.* В данной статье рассмотрены различные подходы к синтезу линейных систем автоматического управления (САУ). Основное внимание уделено тому, что выбор конкретного метода зависит от сложности системы, желаемых характеристик, а также требований к точности, быстродействию и устойчивости.

Современные методы синтеза призваны обеспечить высокое качество управления, соответствующее современным стандартам. Они также способствуют повышению надежности и безопасности систем, что особенно важно в критически важных приложениях. Кроме того, эти методы могут способствовать снижению затрат на производство и эксплуатацию за счет оптимизации систем управления.

В заключение, сравнив рассмотренные методы синтеза систем автоматического управления (САУ), можно выделить их различные

преимущества и ограничения, что позволяет определить оптимальные подходы к решению конкретных задач.

Методы классического анализа, такие как передаточные функции и критерии оптимальности, давно являются основой инженерного подхода к управлению. Они обеспечивают относительно простое математическое описание систем и широко используются в стандартных условиях. Однако, они часто ограничены применимостью к сложным нелинейным системам и требуют точной моделирования, что может быть трудоемким.

Основной задачей на будущее является повышение качества и надежности систем управления при одновременном снижении затрат на производство и эксплуатацию. Таким образом, интеграция различных методов синтеза САУ, учитывающих их преимущества и компенсирующих ограничения, может способствовать развитию эффективных и адаптивных систем управления для широкого спектра приложений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

[1] Чумаченко С.В. Электрические аппараты. Учебное пособие. - Костанай; КРУ имени А.Байтурсынова, 2020. –С. 98.

[2] Wen Yu. Recent Advances in Control Systems Synthesis, 2009. - С. 376.

[3] Classification of Control Systems Synthesis Problems. <https://www.geeksforgeeks.org/classification-of-control-systems>. Дата обращения 10.08.2024

[4] Рожкова, Ю. С. Методы синтеза систем автоматического управления / Ю. С. Рожкова. - Текст: непосредственный // Молодой ученый. - 2022. - № 51 (446). - С. 57-59.

[5] Старостин, А. А. Технические средства автоматизации и управления: учеб. пособие / А. А. Старостин, А. В. Лаптева. 2015. - С.168.

УДК 004.89

Гречухин Г., Умарбеков И., Бутурлина Т.С. (Областная специализированная IT-Школа-Лицей), Увалиева И.М. (PhD, ШКТУ)

## ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ МОНИТОРИНГА ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

***Аннотация.** Изучение механизмов развития и распространения эпидемии является важным методом борьбы с болезнями, наряду с поиском новых лекарств, вакцинацией и профилактическими мерами. На помощь врачам пришли математики-для этого им пришлось объединить дифференциальные уравнения и теорию вероятностей. В статье предлагается разработка компьютерных моделей, основанных на математическом аппарате мониторинга эпидемиологических процессов.*

***Ключевые слова:** эпидемиологические процессы, мониторинг, инфекция, математическая модель, компьютерная модель, дифференциальное уравнение*

### **Введение**

Эпидемии долгое время угрожали человечеству, и только в двадцатом веке были разработаны эффективные средства борьбы с инфекциями. Системы дифференциальных уравнений также являются одними из этих инструментов-математика помогает моделировать распространение эпидемий и помогает понять, как с ними бороться. В медицинской классификации эпидемия - это прогрессирующее распространение инфекционного заболевания на определенной территории выше среднего. О пандемии говорят, если она распространяется на большие территории или во многие страны.

Изучение механизмов развития и распространения эпидемии является важным методом борьбы с болезнями, наряду с поиском новых лекарств, вакцинацией и профилактическими мерами. На помощь врачам пришли математики-для этого им пришлось объединить дифференциальные уравнения и теорию вероятностей.

В рамках этого исследования предлагается разработка компьютерных моделей, основанных на математическом аппарате мониторинга эпидемиологических процессов.

### **Моделирование развития и угасания эпидемии**

Эпидемические модели в первую очередь предназначены для объяснения и прогнозирования скорости распространения инфекционных заболеваний. Эксперты рассматривают различные источники общедоступных данных, пригодных для моделирования эпидемий в отдельных развитых странах. Эпидемические модели играют решающую роль в понимании и прогнозировании распространения инфекционных заболеваний.

На рисунке 1 представлена основная классификация эпидемических моделей.

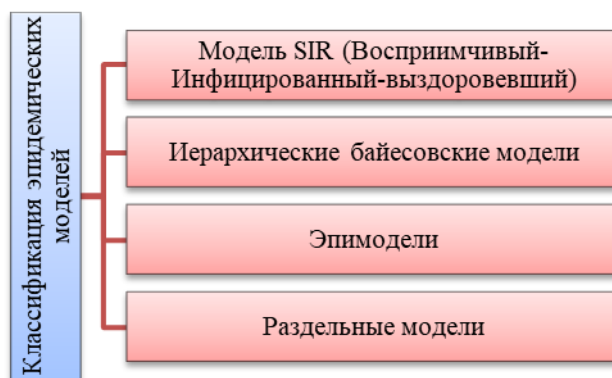


Рисунок 1. Классификация эпидемических моделей

На рисунке 2 представлено описание модели SIR.



Рисунок 2. Описание модели SIR

Для исследования классической модели динамики распространения эпидемии используются следующие обозначения:

- $S(t)$ —число восприимчивых к болезни (здоровых) членов (людей);
- $I(t)$  – число заболевших и способных заразить других(восприимчивых)членов.

Мы также отнесем к группе больных тех, кто обладает иммунитетом к эпидемии, поскольку они, практически не болевая сами, могут в течение некоторого времени заражать других. Тех, кто заболевает, можно далее разделить на две группы: тех, кто выздоровел и приобрел иммунитет к болезни  $R(t)$ , и, к сожалению, тех, кто умер  $D(t)$ .

Изменение числа восприимчивых, то есть числа новых случаев заболевания в единицу времени, пропорционально числу восприимчивых  $S(t)$  и числу инфицированных  $I(t)$ , способных заразить других как (1):

$$\frac{dS}{dt} = -K_s \cdot S \cdot I \quad (1)$$

где  $K_s$  – коэффициент, характеризующий степень контагиозности (вирулентности) заболевания и вероятность встречи инфицированного с восприимчивым.

Количество выздоровевших людей и умерших может быть связано с инфицированными следующим образом (2):

$$\frac{dR}{dt} = K_r \cdot I, \quad \frac{dD}{dt} = K_d \cdot I, \quad (2)$$

где  $K_r$  – показатель восстановления,  $K_d$  – показатель смертности.

Изменение числа инфицированных  $I(t)$  представляет собой разницу между числом случаев заболевания и числом выздоровевших и умерших (3):

$$\frac{dI}{dt} = K_s \cdot S \cdot I - (K_r + K_d) \cdot I \quad (3)$$

Чтобы функция  $I(t)$  достигла высое значение необходимо выполнить следующее условие (4):

$$S(0) > \frac{K_r + K_d}{K_s} \quad (4)$$

Иначе значение  $\frac{dI}{dt}$  будет принимать отрицательное значение и количество заразившихся будет снижаться.

В заключении можно сделать вывод что процесс распространения эпидемии может быть описана как математическая модель в виде СДУ (системы дифф. уравнения) (5):

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dS}{dt} = -K_s \cdot S \cdot I \\ \frac{dR}{dt} = K_r \cdot I \\ \frac{dD}{dt} = K_d \cdot I \\ \frac{dI}{dt} = K_s \cdot S \cdot I - (K_r + K_d) \cdot I \end{array} \right. \quad (5)$$

Решить данную СДУ можно методом Эйлера.

### Модель эпидемии SIR

Основным допущением многих математических моделей эпидемий является то, что популяция может быть разделена на набор различных отсеков. Эти отсеки определяются в зависимости от статуса заболевания. Простейшая модель, которая была описана Кермаком и Маккендриком в 1927 году, состоит из трех отсеков: восприимчивый (S), инфицированный (I), выздоровевший (R).

Модель SIR легко записывается с использованием обыкновенных дифференциальных уравнений (ODE), что подразумевает детерминированную

модель (случайность не задействована, одни и те же начальные условия дают один и тот же результат) с непрерывным временем (в отличие от дискретного времени). Частота новых инфекций может быть определена как  $\beta SI$ , где  $\beta$  - параметр инфекционности. Предполагается, что инфицированные люди выздоравливают с постоянной вероятностью в любое время, что приводит к постоянному показателю выздоровления на душу населения, который мы обозначаем через  $r$ , и, таким образом, к общему показателю выздоровления  $rI$ . Основываясь на этих предположениях, мы можем нарисовать схему модели (рисунок 3):

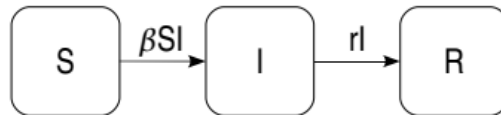


Рисунок 3. Схема базовой модели SIR. Прямоугольники обозначают отсеки, а стрелки указывают на перемещение между отсеками.

Схема также может быть преобразована в набор дифференциальных уравнений (6):

$$\begin{aligned}
 \frac{dS}{dt} &= -\beta SI \\
 \frac{dI}{dt} &= \beta SI - rI \\
 \frac{dR}{dt} &= rI
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

### Программное приложение реализации математической модели SIR

Компьютерное приложение решения системы дифференциальных уравнений для модели SIR было реализовано на языке программирования высокого уровня Python. Для этого были использованы модуль Integrate, библиотеки NumPy, MatplotlibPyPlot и SciPy (рисунок 4).

```

import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
%matplotlib inline
from scipy import integrate
  
```

Рисунок 4. Добавление необходимых библиотек

Функция решения СДУ модели SIR представлена на рисунке 150.

```

def sir_model(t, y, N, beta, gamma):
    S, I, R = y
    dS_dt = -beta*I*S/N
    dI_dt = beta*I*S/N - gamma*I
    dR_dt = gamma*I
    return dS_dt, dI_dt, dR_dt
  
```

Рисунок 5. Функция решения СДУ модели SIR  
Используя функцию sol, вычисляем уравнения S, I и R по всем точкам,



записанным в массиве  $t$ :  $y=\text{sol.sol}(t)$ . Чтобы получить ответ на каждое уравнение, необходимо записывать их следующим образом:

$S, I, R = y[0,:], y[1,:], y[2,:]$ .

Таким образом, мы можем изобразить уравнения  $S, I$  и  $R$  с помощью функции `plot`.

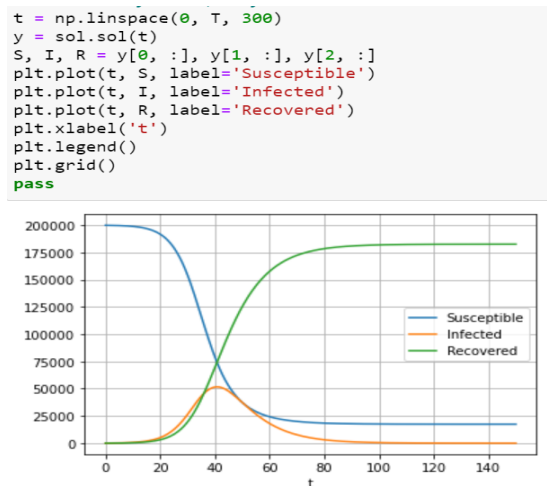


Рисунок 6. Визуализация решения

**Заключение.** Эпидемические модели играют решающую роль в понимании и прогнозировании распространения инфекционных заболеваний. Математическое моделирование в сочетании с вычислительными инструментами имеет важное значение для понимания развития заболеваний и руководства политикой общественного здравоохранения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Леоненко В. Н. Математическая эпидемиология //СПб: Университет ИТМО. – 2018. – Т. 38. – С. 23.
2. Кузьменко Р. В. и др. Математическое моделирование развития эпидемиологического процесса внутри группы //Актуальные проблемы деятельности подразделений УИС. – 2019. – С. 370-373.
3. Котова А. В., Ксенофонтова О. Л. Применение математического моделирования к исследованию распространения эпидемий //сборник научных трудов. – №. 50. – С. 173-176.
4. Гринченков Д. В. и др. Обзор и анализ математических методов прогнозирования эпидемиологического процесса на примере гриппа и орви //Вестник молодёжной науки России. – 2019. – №. 4. – С. 36-36.
5. Акимов В. А., Диденко С. Л., Олтян И. Ю. Моделирование биолого-социальных чрезвычайных ситуаций с использованием эпидемиологической модели SIR //Технологии гражданской безопасности. – 2020. – Т. 17. – №. 4 (66). – С. 4-8.

УДК 681.5

Даулен А.Т., Богдаев В.М. (22-АУ-1, ВКТУ), Кадыролдина А.Т. (PhD, ВКТУ)

## АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ 3D СКАНИРОВАНИИ

***Аннотация.** В данной статье проведен глубокий анализ проблем и особенностей в области 3D сканирования с целью предложения эффективных решений и совершенствования существующих методов. Современные технологии 3D сканирования становятся неотъемлемой частью различных отраслей. В статье рассматриваются, такие как виды 3D сканирования, применение, точность и разрешения.*

***Ключевые слова:** 3D сканер, лазерное сканирование, структурированное световое сканирование, фотограмметрия.*

Введение. Сканирование – это анализ исследуемого пространства путем последовательного его просмотра при передвижении мгновенного поля зрения по полю обзора. Одним из наиболее важных применений поверхностной реконструкции является 3D-сканирование - измерение и моделирование формы и других визуальных свойств [1-3]. Трехмерное (3D) измерение формы является очень важной темой, охватывающей почти все области науки и промышленности, включая контроля продукции, 3D моделирование для стереофильмов/ТВ, наблюдение за безопасностью, медицинскую визуализацию, взаимодействие человека с компьютером (HCI) и пр. С этим широким спектром приложений были разработаны многочисленные методы измерения трехмерной формы, которые были обобщены Curless и Seitz [4], которые сделали таксономию по методам получения трехмерной формы.

Однако, на пути к совершенствованию этой технологии возникают сложные вопросы, требующие детального анализа. Настоящая статья посвящена анализу современной ситуации в области роботизированного 3D сканирования. На сегодняшний день специалисты выделяют несколько видов 3D сканирования [1-5]:

-Лазерное сканирование - исследование применения лазерных лучей для точного измерения расстояний и создания облака точек объекта, что обеспечивает высокую точность воссоздания формы.

-Структурированное световое сканирование - анализ использования структурированных световых узоров для создания трехмерных моделей, что улучшает скорость и точность сканирования.

- Фотограмметрия - рассмотрение процесса создания 3D моделей на основе изображений, полученных с разных ракурсов, и оценка ее применимости и точности.

- Другие технологические методы - включение других инновационных методов, таких как время пролетное сканирование, стереозрение и пр., и их преимущества в различных сценариях. [5]

Одним из наиболее распространенных методов 3D сканирования является лазерное сканирование, которое использует лазерное излучение для захвата

точных трехмерных изображений объектов. Другой популярный метод - фотограмметрия, который основан на анализе изображений для создания точных моделей. В последнее время также широко применяются методы сканирования с помощью структурированного света и эхолокации.

Одной из ключевых проблем современных систем 3D сканирования является необходимость точной калибровки устройств и обработки данных для достижения высокой точности и качества изображений. Также существует проблема сканирования сложных поверхностей и объектов с отражающими свойствами, такими как стекло или металл.

Для решения этих проблем все больше компаний и исследовательских групп разрабатывают новые алгоритмы обработки данных, улучшают методы калибровки и создают инновационные технологии сканирования. Например, усовершенствованные софтверные инструменты помогают автоматизировать процесс обработки данных и улучшить точность результата. Преимущества 3D-сканирования включают возможность получения высокоточных и точных данных о объекте, сокращение времени и затрат на создание моделей, а также улучшение визуализации и взаимодействия с объектами. Благодаря 3D-сканированию можно создавать детальные и реалистичные модели, которые могут быть использованы для различных целей.

Однако, использование 3D-сканирования имеет и некоторые ограничения. Например, сложность и стоимость оборудования, необходимость обработки и анализа полученных данных, а также ограничения в сканировании сложных форм и поверхностей. [4]

В заключении, 3D-сканирование является мощным инструментом, который находит все большее применение в различных отраслях. Оно позволяет создавать точные и детальные модели объектов, улучшая процессы проектирования, производства и контроля качества. С развитием технологий ожидается расширение возможностей 3D-сканирования и его более широкое использование в будущем.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ChromyA., ZaludL. Robotic 3D scanner as an alternative to standard modalities of medical imaging//Springerplus. -2014. - vol. 3. - pp. 1-10.
2. ChromyA. Application of High-Resolution 3D Scanning in Medical Volumetry// INTL Journal of Electronics and Telecommunications. - 2016. - vol. 62. - no. 1. - pp. 23-31.
3. WalkerIan D. Continuous Backbone “Continuum” Robot Manipulators//Hindawi Publishing Corporation ISRN Robotics. -2013. - vol. 2013. - pp.1-19.
4. B. Curless and S. Seitz, “3d photography,” ACM Siggraph '00 Course Notes, Course No. 19 (2000).],
5. What is 3D Scanning in construction? | DataSeries (medium.com)

УДК 681.5, 621

Даулен А.Т. (22-АУ-1, ВКТУ), Байгонов Ж.Б. (22-АУТ-1, ВКТУ), Рахатов Р.М. (22-АУ-1, ВКТУ), Кадыролдина А.Т. (PhD, ВКТУ)

## АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ В РОБОТИЗИРОВАННОМ 3D СКАНИРОВАНИИ

***Аннотация.** В данной статье анализируются существующие системы и методы работа манипулятора. Выделяются перспективы в различных областях, применения робототехники.*

***Ключевые слова:** контактные, безонтактные, робототехника, манипуляционный робот, робот – манипулятор.*

Введение. Робот-манипулятор является одним из самых важных и широко используемых типов роботов в современной промышленности. Робототехника – весьма обширная сфера инженерной практики, причем в последнее время она все более расширяется. Он представляет собой механическое устройство, способное осуществлять различные манипуляции с предметами в соответствии с заданными программами.

Манипуляционный робот — это техническое устройство, снабженное манипуляторами и способное самостоятельно выполнять различные механические операции в своем рабочем пространстве. Роботы-манипуляторы применяются во многих отраслях промышленности, таких как автомобильное производство, электроника, медицина и пищевая промышленность. Они выполняют различные задачи, такие как сборка и монтаж, погрузка и разгрузка грузов, сварка и резка материалов, а также манипуляции с хрупкими и опасными предметами [1].

Преимущества использования роботов-манипуляторов включают повышение производительности, улучшение качества продукции, снижение трудозатрат и рисков для работников. Роботы могут работать непрерывно без усталости, выполнять сложные операции с высокой скоростью и повторяемостью, а также уменьшать количество ошибок.

Однако, помимо преимуществ, у роботов-манипуляторов есть и некоторые ограничения. Например, они требуют аккуратного программирования и настройки для выполнения сложных задач. Также, роботы-манипуляторы могут быть дорогими в приобретении и обслуживании.

Среди подзадач, на которые разбивается задача создания роботизированной системы, технически наиболее сложной является проблема синхронизации измерений и перемещений робота-манипулятора [2-4].

Задачу управления движением роботизированной системы можно разбить на две основные части: планирование движения и его исполнение во времени, при этом первую задачу выполняет компьютер, к которому поступают указания от человека-оператора, а вторую задачу решает контроллер движения, который рассчитывает и выдает сигнал на исполнительные приводы.

Следующей подзадачей создания роботизированной системы 3D сканирования является сканирование поверхности, предшествующее технологическим операциям плазменной резки или плазменного напыления.

Методы 3D сканирования классифицируются как контактные и бесконтактные. Второй метод можно, в свою очередь, классифицировать как активный метод и пассивный.

Для реализации большинства бесконтактных методов требуется применение специального и дорогостоящего оборудования. Эти методы подходят для дистанционного измерения крупномасштабных сцен.

Контактный метод заключается в использовании так называемого датчика, предназначенного для обводки объекта. Такое механическое устройство именуют щупом. Он делает замер точек в месте пересечения сетки, нанесенной изначально на объект, и результат выводит на ЭВМ. Далее, основываясь на этих точках, получают трёхмерную модель объекта

Технология эта далека от идеала и имеет следующие недостатки: невысокую скорость сканирования и невозможность (чаще всего) сканирования малых отверстий. Преимуществами таких систем являются - высокая степень контроля самого процесса оцифровки оператором и низкая стоимость измерительного оборудования.

Использование устройств контактного метода позволяет получить облако точек с помощью сканирования поверхности. Технология эта далека от идеала и имеет следующие недостатки: невысокую скорость сканирования и невозможность сканирования малых отверстий. Преимуществами таких систем является - высокая степень контроля самого процесса оцифровки оператором и низкая стоимость измерительного оборудования [3-8].

Промышленный робот-манипулятор относится к классу робототехнических устройств, способных самостоятельно и с высокой точностью выполнять в их рабочем пространстве широкий спектр технологических операций. Производители роботов – манипуляторов стремятся обеспечить их универсальность, отсюда вытекает проблема управления роботом при выполнении специфических технологических операций, а именно: приходится выбирать ориентацию рабочего инструмента, планировать траекторию, а затем обеспечивать управление с учетом изменяющихся скоростей и ускорений при прохождении выбранной траектории [5].

Ряд недавних научных публикаций [7] посвящен решению проблемы управления движением манипулятора с использованием встроенного датчика силы крутящего момента [9], с использованием кинематического управления со встроенным ПИ-регулятором [8], с исследованием электромеханической и электрической постоянной времени двигателей скорости вращения промышленного робота для планирования траектории [9] и с использованием адаптивного контроллера слежения [7]. Перечисленные методы несмотря на достоинства имеют проблемы ряда управления и планирования траектории робота – манипулятора, что требует дополнительного изучения, так как при

использовании остаются нерешенными проблемы согласованной работы всех систем позиционирования робота.

Обзор современных систем и методов роботизированного 3D сканирования подчеркивает их значительный вклад в промышленные и исследовательские области. Однако, несмотря на технологические прорывы, существуют некоторые проблемы, включая ограничения точности, высокие затраты и сложность внедрения в определенных сферах. В дальнейшем развитии этих систем кроется потенциал для решения данных проблем и улучшения эффективности 3D сканирования в различных областях применения.

В заключение, роботы-манипуляторы играют важную роль в современной промышленности и оказывают значительное влияние на процессы производства. С их помощью компании могут увеличить свою конкурентоспособность, повысить эффективность и снизить издержки. В будущем, с развитием технологий и искусственного интеллекта, роботы-манипуляторы станут еще более универсальными и интеллектуальными, что позволит им выполнять еще больше сложных задач.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- [1] Besl, P. J., & McKay, N. D. (1992). A method for registration of 3-D shapes. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 14(2), 239-256.
- [2] Pomerleau, F., Colas, F., & Siegwart, R. (2013). A review of point cloud registration algorithms for mobile robotics. *Foundations and Trends in Robotics*, 2(1), 1-104.
- [3] Chen, Y., Medioni, G., & Tang, X. (1992). Object modeling by registration of multiple range images. *Image and Vision Computing*, 10(3), 145-155.
- [4] Kriegel, H. P., Kroger, P., & Sander, J. (2011). Density-connected subspace clustering for high-dimensional data. In *Proceedings of the 2011 SIAM International Conference on Data Mining*, 246-257.
- [5] Mechatronics. <https://en.wikipedia.org/wiki/Mechatronics>. 22.09.2018.
- [6] Zhao R. Trajectory planning and control for robot manipulations: doctoral thesis: 24.09.2015 / Université Paul Sabatier. – Toulouse, 2015. - 158 p.
- [7] Campa R., Ramirez C., Camarillo K., Santibanez V., Soto I. Motion Control of Industrial Robots in Operational Space: Analysis and Experiments with the PA10 Arm / *Advances in Robot Manipulators*, Ernest Hall (Ed.). - InTech, 2010. - P. 417-442.
- [8] Liu Zh.G, Huang J.M. A New Adaptive Tracking Control Approach for Uncertain Flexible Joint Robot System // *International Journal of Automation and Computing*. - 2015. - Vol. 12(5). - P. 559-566. 82
- [9] Wang Zh., Liu W., Cui B., He J., Li Zh., and Zhao Yo. Research on Robot Surface Tracking Motion Based on Force Control of Six-Axis Wrist Force Sensors // *Advances in Mechanical Engineering*. – 2014. - P.1-9. - Article ID 249696

УДК 681.5.017

Джамбулов Д.К. (22-МАУ-2Т, ВКТУ), Алимханова А.Ж. (PhD, ВКТУ)

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ

***Аннотация.** Для разработки инновационных, а также экологически чистых технологий по получению и переработке биомассы первоочередной задачей является определение и описание технологических процессов. Несмотря на то, что биомасса используется в качестве источника энергии на протяжении множества веков, она по-прежнему привлекает внимание инженеров и ученых, как в экспериментальных, так и в теоретических исследованиях. Поэтому разработка математических моделей и процесса сжигания биогаза является актуальной задачей. В статье рассматривается модель функционирования биогазовой установки с целью дальнейшей разработки имитационной модели.*

**Ключевые слова:** бимогазовая установка, математическая модель, численное моделирование.

Проблема истощения традиционных энергетических ресурсов и как фактор, возникающий в процессе их эксплуатации, ухудшение состояния окружающей среды поднимают вопросы, связанные с внедрением альтернативных возобновляемых источников энергии. Истощение ископаемых ресурсов и вызванное этим глобальное потепление являются основными мотиваторами перехода от экономики, основанной на ископаемом сырье, к экономике, основанной на биотопливе.

По аналитическим данным показано, что спрос на биотопливо как альтернативный вид энергии соответствует нормативным требованиям, налагающим ограничения на объемы выбросов серы в окружающую среду, образующихся в результате сжигания традиционных горючих материалов.

Исследования использования различных видов переработанных биоматериалов в качестве топлива, а также анализ основных технико-экономических характеристик различных видов отходов биомассы относят к приоритетным и перспективным направлениям мировой экономики и энергетики [1]. Исследуется возможность использования альтернативного сырья на основе переработанных растительных биоматериалов в качестве возобновляемых заменителей источников энергии.

Существуют препятствия, с которыми сталкиваются биоперерабатывающие предприятия при производстве биотоплива из биомассы. Биоперерабатывающим заводам необходимо оптимизировать использование биомассы для производства продуктов, которые должны быть экономически эффективными по сравнению с ископаемым топливом.

Цель данной работы заключается в исследовании функционирования биогазовой установки с последующей разработкой модели системы управления

процессом сжигания биогаза для выработки тепловой энергии и электроэнергии.

Для того, чтобы биогазовая установка работала с максимальной эффективностью, в силу ее конструктивных параметров, необходимо провести ряд мероприятий по ее оптимизации. Для этого исследуются все факторы, влияющие на процесс производства биогаза, с целью определения оптимального уровня их сочетания. Определяется соотношение между фактическими и требуемыми параметрами работы биогазовой установки. После этого формулируются задачи и планы по реализации их решения, которые учитывают возможные последствия для других областей деятельности [2].

Биогазовая установка, являясь примером динамической системы, работает в условиях изменяющихся внешних воздействий, обусловленных многочисленными и разнообразными факторами. Такими факторами являются: температура, влажность, физико-механические свойства навоза, содержание органического вещества и т.д. Технологические параметры биогазовой установки делятся на входные и выходные. Входные параметры бывают внешние и внутренние. Внешние параметры описывают условия функционирования установки, а внутренние параметры характеризуют элементы установки (объем, дополнительные рабочие органы, конструкцию частей, свойства сбраживаемого субстрата и др.) и состояние биомассы в установке (изменения температуры и влажности биомассы, скорости развития, деятельности и концентрации анаэробных микроорганизмов, кинетику анаэробного сбраживания и т.д.).

Модель функционирования биогазовой установки может быть представлена в виде изображенном на рисунке 2.1, где  $\bar{Y} = y_1, y_2, \dots, y_n$  – векторы выходных параметров,  $\bar{X} = x_1, x_2, \dots, x_n$  – векторы внешних параметров,  $\bar{F} = F_1, F_2, \dots, F_n$  – векторы внутренних параметров.

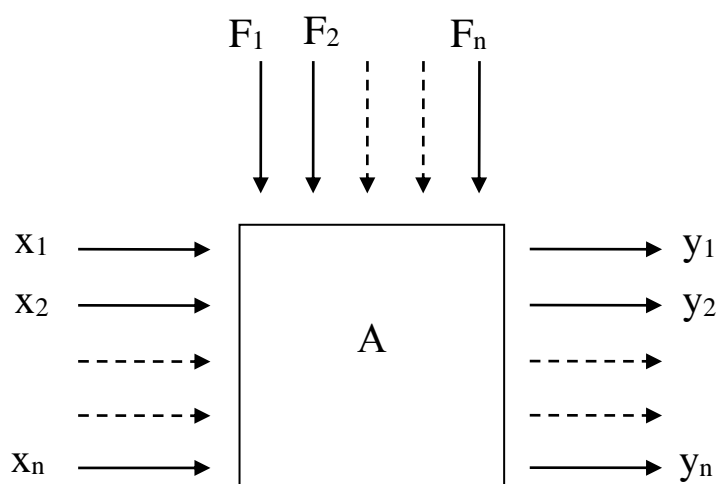


Рисунок 1 – Модель функционирования биогазовой установки

В соответствии с этим операторная форма математической модели представлена в следующем виде:



$$\bar{Y} = A(\bar{F})\bar{X} \quad (1)$$

Моделирование процесса получения биогаза заключается в определении вида оператора определяющего алгоритм преобразования внешних воздействий  $\bar{X}$  в выходные параметры  $\bar{Y}$ .

Разработка математических моделей и процесса сжигания биогаза является актуальной задачей [3]. Процесс сжигания биогаза является сложным, включая гомогенное и гетерогенное сгорание. Горючие газы, в основном CO, H<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub>, а также другие негорючие газы, такие как CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>, выделяются в окружающую среду из частицы при дебиогазации и подвергаются гомогенному сгоранию. Горючие компоненты твердого материала, в основном уголь, из оставшейся после дебиогазации частицы, называемый карбонизатом, подвергаются гетерогенному сгоранию.

Из-за сложности процессов, происходящих при гомогенно-гетерогенном сгорании, принято, что математическая модель сжигания биогаза будет описывать процесс в упрощенной форме, используя метод Эйлера-Лагранжа, который в настоящее время является стандартным методом для численного моделирования процессов сжигания биогаза и частиц или капель горючего материала.

В модели предполагается, что частица биомассы рассматривается как дискретная лагранжиан частица, которая, находясь в среде, определяет граничные условия для газообразной среды, рассматриваемой как среда Эйлера.

Подобно газообразной среде, эволюция частицы описывается уравнениями сохранения массы, импульса и энергии [4].

- уравнение сохранения массы

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla * (\rho u) = 0, \quad (2)$$

где  $\rho$  - плотность,  $u$  - скорость жидкости.

- уравнение сохранения импульса

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \nabla * (\rho u u) = -\nabla p + \nabla \tau + \rho g, \quad (3)$$

где  $p$  - давление (нормальное напряжение),  $\tau$  - тензор тангенциальных напряжений,  $g$  - гравитация.

- уравнение сохранения энергии

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \nabla * (\rho u e) = -\nabla(\rho u) + \nabla(\tau u) - \nabla * q + \rho u + g + p_r \quad (4)$$

где  $e$  – полная энергия на единицу массы, вычисляется по формуле:

$$e = \frac{1}{2} |u|^2 + c_v T, \quad (5)$$

где  $T$  - температура,  $c_v$  - удельная теплоемкость при постоянном объеме.

Тензор тангенциальных напряжений определяется следующим уравнением

$$\tau = \mu[\nabla u + (\nabla u)^T] + \lambda \nabla * u, \quad (6)$$

где  $\mu$  и  $\lambda$  являются соответственно динамическим и объёмным коэффициентами вязкости.

Тепловой поток  $q$  определяется следующим образом:

$$q = k \nabla T, \quad (7)$$

где  $k$  – коэффициент теплопроводности.

Одной из наиболее распространенных и точных математических моделей рассеивания тепла является модель процесса сжигания I.I.Vibe[5-7]. Главное предположение, на котором основывается данная модель, заключается в усреднении температур в топочном пространстве, что снижает точность расчета токсичности. Для повышения точности и эффективности использования данного математического инструмента предлагается введение двухзонной модели для расчета процесса сжигания, что позволяет точно оценить токсичность газов.

В данной работе нами принята двухзонная модель процесса сжигания, в которой модель I.I.Vibe будет использоваться для определения характеристик рассеивания тепла и продолжительности горения. Схема для расчета данной двухзонной математической модели процесса сжигания представлена на рисунке 2.

Для решения представленных выше уравнений удобно использовать метод ICE (ImplicitContinuous-fluidEulerian). При реализации необходимо ввести изменения граничных условий, определяющих поверхность пламени, а также дополнить уравнениями сохранения массы и энергии для горения. Для упрощения задач предполагается, что процесс является нестационарным одномерным процессом, что позволяет численно решать уравнения сохранения в сферических координатах.

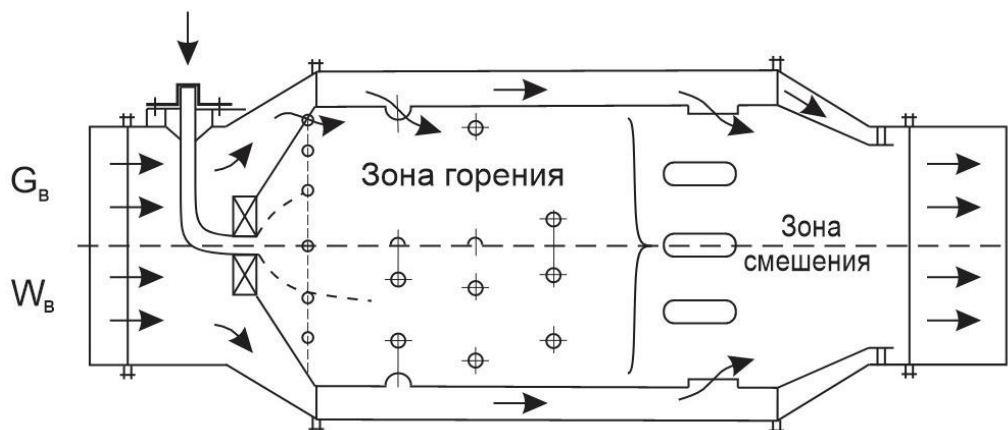


Рисунок 2 - Двухзонная модель биогазовой установки процесса сжигания биотоплива

Используя результаты численного моделирования можно перейти к построению имитационной модели и проверке согласованности полученных решений на всех этапах.

Исходя из приведенного материала, можно сделать вывод, что разработка устойчивой и эффективной модели газификации биомассы является важным шагом для создания новых, экологически чистых технологий по переработке и использованию данного ресурса.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- [1] Myasnikova O.Y., et.al. Ecological-and-economic Approach to the use of Recycled Biomaterials as an Energy Resource // International Journal of Energy Economics and Policy, 2019, 9(6), p. 234-241.
- [2] Wang Y., Huntington T., Scown C.D. Tree-Based Automated Machine Learning to Predict Biogas Production for Anaerobic Co-digestion of Organic Waste // ACS Sustainable Chem. Eng. 2021, 9, 12990–13000.
- [3] Brigljević B., et.al. Development of an automated method for modelling of bio-crudes originating from biofuel production processes based on thermochemical conversion // Applied Energy, 2018, 215, p.670–678.
- [4] Имәнбек Б.Т., Войцик В., Кожамбердиев М.И., Жирнова О.В. Построение математической модели процессов газификации биомассы // Новости науки Казахстана, 2017. – № 1 (131). – с.67-86.
- [5] Lebedevas S., Pukalskas S., Daušys V. (2020). Mathematical modelling of indicative process parameters of dual-fuel engines with conventional fuel injection system // Transport, 2020, 35(1), p.57-67.
- [6] Zamiatin N. Comparative Overview of Marine Fuel Quality on Diesel Engine Operation // 9th International Scientific Conference Transbaltica2015, Procedia Engineering 134, 2016, p.157 – 164.
- [7] Grujić I., Davinić A. Influence of working regimes on double vibration function parameters for diesel engines // Mobility & Vehicle Mechanics, Vol.42, N.1, 2016.

УДК 621.391.3

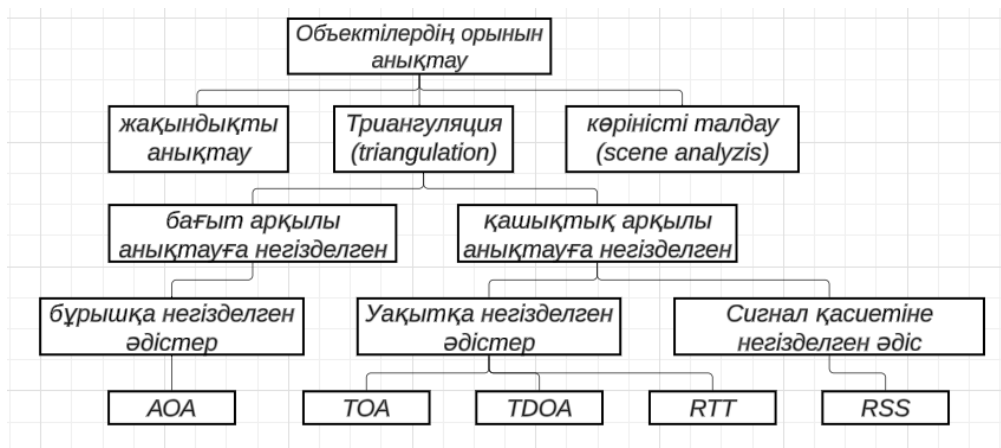
Дутбаева А.А. (22-МАУ-2т, ВКТУ), Алимханова А.Ж (PhD, ВКТУ)

## ТРИАНГУЛЯЦИЯ АЛГОРИТМІН ҚОЛДАНАТЫН ПОЗИЦИЯЛАУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІНЕ ТАЛДАУ

**Аннотация:** Берілген мақаладада ішкі позициялауда мобильді құрылғаның орнын анықтауға арналған триангуляция алгоритмінің ерекшеліктеріне толық талдау жұмысы жасалынған. Сондай-ақ, алгоритммен қолдануға болатын әдістер түрлері көрсетілген. Позициялау қателігі ең төмен деп танылған әдіс таңдалынып алынып, объектінің координаттарын анықтауға арналған қарапайым теңдеулер жүйесінің мысалы көрсетілген.

**Кілт сөздер:** триангуляция, AOA, TOA, TDOA, RSS.

Триангуляция мобильді құрылғының орналасқан жерін бағалау үшін үшбұрыштардың геометриялық қасиеттерін пайдаланады. Триангуляция әдісімен объектілердің координаттарын анықтау – шыңдары анықталатын және көмекші нүктелер болып табылатын іргелес үшбұрыштар жүйесін салудан тұрады. Триангуляция әдісімен нүктелердің координаттарын анықтау кезінде есептеу жұмыстары жүргізіледі, оған мыналар кіреді: далалық материалдарды өңдеу және алдын ала есептеу; серифтермен анықталған нүктелердің координаттарын есептеу (тікелей сериф); триангуляцияны теңестіру.



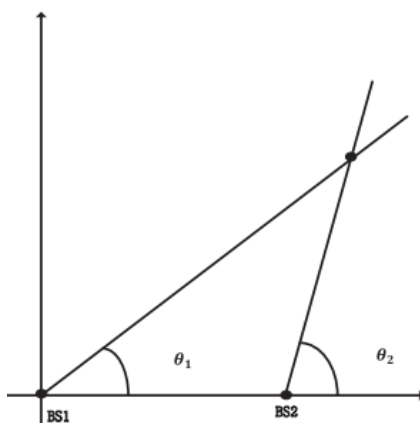
Сурет 1 - Объектілерді ішкі позициялаудың классификациясы

Ішкі позициялауда қолданатын әртүрлі әдістерге сәйкес біз триангуляцияны үш классқа бөлеміз: бірінші топқа: AOA; екінші топқа: TOA, TDOA және RTT; үшінші топқа: RSS. (Сурет 1). Осы алгоритммен қолданылатын әдістердің ерекшеліктеріне қысқаша талдау жасай кетейік:

1. AOA (angel of arrival) әдісінде позициялау базалық станция мен мобильді құрылғы арасындағы бұрышқа сәйкес жүзеге асырылады. Позициялау принципі – сымсызсигналдың бірнеше бағыттарының қиылысын қолдана отырып, мобильді құрылғының орналасқан жерін бағалау. AOA әдісі үшін кем дегенде екі базалық станция қажет. Егер біз екі немесе одан да көп түсу

бұрыштарына қол жеткізе алсақ, геометриялық қатынастарды қолдана отырып, бірнеше түзулердің қиылысын есептеуге болады, ал бұл қиылысу 2-суретте көрсетілгендей мобильді құрылғының орналасқан жері болып табылады. Сымсыз сигналдың азимут сызығы мен базалық станция, атап айтқанда BS1 және BS2 арасындағы түсу бұрыштары сәйкесінше  $\theta_1$  және  $\theta_2$  арқылы белгіленеді делік. Мобильді құрылғының координатасы  $(x_0, y_0)$ , ал базалық станцияның координатасы  $(x_i, y_i)$ . Содан кейін олар келесі формуланы қанағаттандырады:

$$\tan \theta_i = (y_i - y_0)/(x_i - x_0), i = 1, 2$$



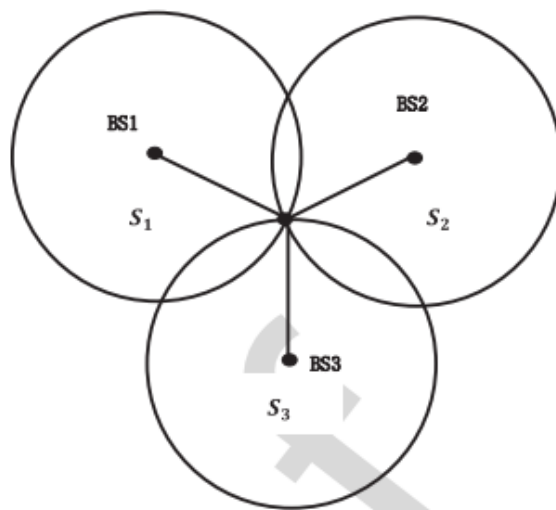
Сурет 2 - АОА әдісі бойынша мобильді құрылғының орнын анықтау

Сонымен қатар, зерттеулерге сәйкес АОА негізіндегі позициялау дәлдігіне әсер етуі мүмкін үш фактор көрсетіледі: жүйелік қателер, бұрыштық дәлдік және позицияның белгісіздігіне қатысты геометрия.

2. TOA (time of arrival) — әдіс сигналдың таратқыштан қабылдағышқа өту уақытына сәйкес объектіге дейінгі қашықтықты анықтайды. Әдісті сәтті жүзеге асыру үшін жарық диодтары мен қабылдағыштар арасындағы уақытты дәл синхрондау қажет. Нақты ортада мобильді құрылғы мен әрбір базалық станция арасындағы қашықтық бірдей емес. Демек, мобильді құрылғы мен жақын маңдағы базалық станция арасындағы қашықтық сигналдың базалық станцияға жету уақытына сәйкес есептеледі. 2d жазықтығында объект пен үш коллинеарлы емес тірек нүктелері арасындағы қашықтық белгілі болған кезде нысананың орнына жетуге болады. Мобильді құрылғы мен  $i$ -ші базалық станция арасындағы таралу уақыты  $t_i$ , ал таралу жылдамдығы  $v$  деп есептейік. Содан кейін мобильді құрылғы мен базалық станция арасындағы  $S_i$  қашықтығын  $v * t_i$  деп бағалауға болады. Мобильді құрылғы мен базалық станцияның координаттары сәйкесінше  $(x_0, y_0)$  және  $(x_i, y_i)$  деп есептейміз. Содан кейін келесі формуланы шығаруға болады:

$$(x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2 = s_i, i = 1, 2, 3 \dots n,$$

мұндағы  $n$ -анықталған базалық станциялардың саны. Содан кейін орталықтары әртүрлі базалық станциялар және радиусы  $S_i$  қашықтығы болатын үш шеңбер сызамыз. Идеал жағдайда үш шеңбер бір нүктеде қиылысады және бұл нүкте 3-суреттегі мақсатты нүктенің кеңістіктік орны болып табылады. Бұл әдіс таратқыш пен қабылдағыштың уақытты дәл синхрондауын талап етеді.

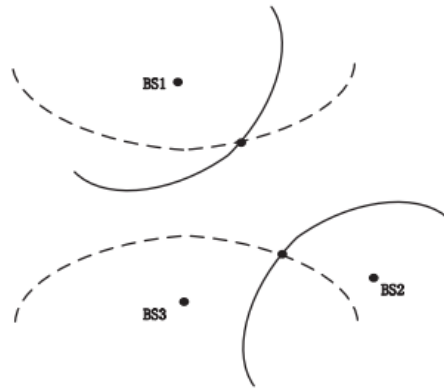


Сурет 3 - TOA әдісі бойынша мобильді құрылғының орнын анықтау

3. TDOA (Time Difference of Arrival) – бұл TOA-ны жақсарту әдісі, TDOA әдісі мобильді құрылғы мен базалық станциялар арасындағы таралу уақытының айырмашылығын өлшейді, содан кейін таралу жылдамдығын көбейту арқылы оны қашықтыққа түрлендіреді. Содан кейін біз гиперболалық позициялау әдісі арқылы мобильді клиенттің орналасқан жеріне қол жеткізе аламыз. 4-суретте көрсетілгендей, BS1 және BS2 базалық станциялары арасындағы қашықтық айырмашылығы  $S_{12} = v * (t_1 - t_2)$ . Мобильді құрылғы гиперболада жатуы керек, оның фокустары екі базалық станция, ал фокустық қашықтығы қашықтық айырмашылығы  $S_{12}$  болуы керек (4-Суреттің тұтас сызығын қараңыз). Сонымен қатар, фокустары BS1 және BS3, ал фокустық қашықтығы олардың арақашықтық айырмашылығы  $S_{13}$  болатын тағы бір гиперболаны салуға болады (4-Суреттің нүктелі сызығын қараңыз). Содан кейін екі гиперболаның қиылысы мобильді құрылғының орналасқан жері болып табылады. Сонда біз келесі формуланы шығара аламыз:

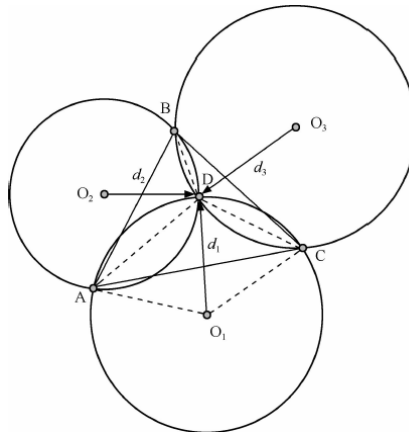
$$S_{1i} = (\sqrt{(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2} - \sqrt{(x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2}), i = 2, 3$$

4. RSS (Received Signal Strength) – шығарылатын сигнал күшінің әлсіреу қасиетін пайдалана отырып, мобильді құрылғы мен базалық станция арасындағы қашықтықты бағалаудың балама тәсілі. Қабылданған сигналдың қуат коэффициентін (RSS) қолданатын локализация әдісін ұсынды, бұл әр жарық диоды мен оптикалық қабылдағыш арасында анықталатын оптикалық қуаттың салыстырмалы қатынасы.



Сурет 4 - TDOA әдісі бойынша мобильді құрылғының орнын анықтау

Қабылданған сигналдар арасындағы күштердің арақатынасын қолдана отырып, үш теңдеуді алуға болады және терминалдың орны осы теңдеулерді шешу арқылы анықталады.



Сурет 5 - AOA әдісі бойынша мобильді құрылғының орнын анықтау

Жүргізілген зерттеу жұмыстарына байланысты, триангуляция алгоритміне ең тиімді әдіс ретінде ішкі позициялау жүйесіне AOA таңдап алынды.

Себебі, AOA қабылдағыш пен жарық таратушы арасындағы бұрышты қолдану арқылы позициялау жүйесі болып табылғандықтан триангуляциямен үлкен геометриялық сәйкестігі бар, сондай-ақ, триангуляцияны басқа әдістермен қолданатын болсақ дәлдігі әлдеқайда төмендеу ықтималдығы жоғары. Мысал TOA сигналдың келу уақытымен жұмыс жасайды, сол үшін бұрыштармен жұмыс жасау триангуляцияға көбірек сәйкес келеді.

TOA, TDOA позициялау нәтижесі аппараттық құралға байланысты, бұл өзіндік құнын едәуір арттыруы мүмкін. Әдістерде уақытты қатаң синхрондауды қажет ететіндіктен, салыстырмалы түрде аз зерттеулер бар

Триангуляция әдетте AOA әдісіне негізделген қашықтықты өлшеу кезінде қолданылады. Ол белгісіз түйіндерге қатысты белгілі координаттары бар үш түйіннің салыстырмалы бұрыштары негізінде түйіндердің координаттарын анықтайды. А, В және С үш түйінінің координаттары  $(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3)$



болса (сурет 5), D түйінінің координаттары суретте көрсетілгендей (x,y) болады деп белгілейік.

D белгісіз түйінінен A, B, C түйіндеріне дейінгі бұрыштар мынаған тең:  $\angle ADB, \angle ADC, \angle BDC, \angle ADB, \angle ADC, \angle BDC$ .

Координаталық ақпаратты және A және C түйіндерінің бұрышынан  $\angle ADC$   $O_1$  шеңбердің орталығы,  $d_1$  шеңбердің радиусы біркәнді түрде анықталуы мүмкін. Содан кейін шеңбердің орталығы  $(x_{O_1}, y_{O_1})$  болады, демек  $\alpha = \angle AO_1C = 2(180 - \angle ADC)$ . Келесі формулалар бар:

$$(x_{O_1} - x_1)^2 + (y_{O_1} - y_1)^2 = d_1^2$$

$$(x_{O_1} - x_3)^2 + (y_{O_1} - y_3)^2 = d_1^2$$

$$(x_1 - x_3)^2 + (y_1 - y_3)^2 = 2d_1^2 - 2d_1^2 * \cos \alpha$$

Шеңбердің центрін  $O_1$  жоғарыдағы үш формула арқылы анықтауға болады.

Координаттар және радиус:

$$d_1^2 = \frac{(x_1 - x_3)^2 + (y_1 - y_3)^2}{2(1 - \cos \alpha)}$$

Дәл осылай A, B, D және B, C, D үшін сәйкес центр мен радиусты анықтауға болады, соңында d координатын үш жақты өлшеу арқылы анықтауға болады.

Қорытындылай келе, мақалада мобильді құрылғының орналасқан жерін бағалау үшін үшбұрыштардың геометриялық қасиеттерін пайдаланатын триангуляция алгоритміне толық анықтама беріліп, алгоритмнің объектілерді позициялаудағы орны көрсетілді. Сонымен қатар алгоритммен бірге қолдаунуға болатын позициялаудағы әдістерге талдама жасалынып, ең тиімді деген АОА таңдалынып алынды. АОА-ның қарапайым алгоритмі түсіндіріліп, объектінің орнын анықтау формулалары жазылды.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

[1] Поспелова И. В., Врагин Д. С., Черепанова И. В. Оптические технологии локального позиционирования в здравоохранении//ПРОГРАММНЫЕ СИСТЕМЫ: ТЕОРИЯ И ПРИЛОЖЕНИЯ.НИИ Кардиологии Томского НИМЦ, 2020. - №3(46). С. 133–151

[2] Вахрушева А. А. Технологии позиционирования в режиме реального времени// Вестник СГУГиТ, Том22, №1, 2017. -С.170-177

[3] Толстых А. В. Модель состояния воздушного объекта при обнаружении оператором радиолокационной автоматизированной измерительно-информационной системы в условиях неопределенности// Вестник Воронежского института ФСИН России, 2016. -№1., С. 58–61.



UDC 004.89

Yerbolatov K. (22-MIS-2t, EKTU), Tlebaldinova A. (PhD, EKTU)

## RECOMMENDATION SYSTEM FOR SCIENTIFIC PUBLICATIONS USING DEEP LEARNING

***Annotation.** With the increase in the number of scientific publications, there arises a need for innovative recommendation systems based on deep learning. The main focus is on the transformers' capability for sequence processing and identifying complex patterns in large volumes of textual information. Their potential in solving the cold start problem and personalizing recommendations is analyzed. The Semantic Scholar dataset, which includes extensive information about scientific papers, was chosen as the dataset for the project implementation. The proposed system can significantly simplify the search for relevant materials, ensure high accuracy in article selection, and contribute to the discovery of new research directions, enriching the academic experience of researchers.*

***Keywords:** recommendation system, deep learning, neural network, learning methods, transformers, cold start problem, personalization.*

The need for recommendation systems for scientific works is conditioned by the intensive growth of scientific data and their need for structuring to improve access in the educational and research spheres. Recommendation systems based on deep learning offer a solution to this problem by providing a personalized approach to selecting relevant information. The application of modern machine learning algorithms not only significantly speeds up the process of searching for necessary materials but also improves the quality of research work by offering relevant and significant scientific articles that might have remained unnoticed. Thus, the relevance of creating and improving recommendation systems for scientific publications based on deep learning becomes evident in the context of continuous information growth and the pursuit of optimizing the scientific research process [1].

Moreover, the integration of recommendation systems into scientific databases and knowledge-sharing platforms not only facilitates more efficient dissemination of scientific achievements among researchers but also eases interdisciplinary interaction. This opens up new prospects for the synthesis of ideas and the development of comprehensive research projects, which is especially important in the context of the modern scientific environment, where the focus shifts towards complexity and a holistic view of the problems under study. Such systems can adapt to the changing interests and needs of the user, offering materials that will help expand the boundaries of their scientific knowledge and competencies.

Recommendation systems that integrate deep learning methods have fundamentally changed the ways in which users discover and interact with content in fields such as cinema, music, literature, and online shopping, offering personalized suggestions that match the unique preferences and behavioral patterns of each user. These systems, using complex algorithms to analyze massive data sets about users' past interactions with content, contribute to a significant improvement in user experience, increase engagement, and promote increased loyalty to the platform [2].

One notable example of such an approach was presented by Yehuda Koren's team for Netflix, which developed matrix factorization algorithms for collaborative filtering, demonstrating high accuracy in predicting user preferences based on their previous movie ratings. This approach allows for effective analysis of user-content interaction data, contributing to improved recommendation quality and enhancing user satisfaction levels. The application of matrix factorization algorithms opens new avenues for optimizing the user experience, enabling platforms like Netflix to more accurately predict and meet the needs and preferences of their clients. This confirms the significant contribution of a data-driven approach to the development of recommendation systems and the enhancement of online video streaming services' quality. Although this method led to significant achievements in recommendation accuracy, it revealed several limitations, especially when dealing with new users and movies for which historical data are absent, complicating the task of personalization and content selection. This underscores the necessity for continuous improvement and innovation in the field of recommendation systems to ensure the best user experience and satisfy the needs of diverse audiences [3].

In the music domain, research conducted by Aaron van den Oord and his colleagues highlighted the prospects of convolutional neural networks (CNNs) in analyzing audio files for creating music recommendations, facilitating a deeper understanding of listener preferences. CNNs enable the extraction of significant audio features from music tracks, including rhythm, melody, and timbral characteristics, creating opportunities for more accurate analysis of user music preferences and providing personalized recommendations. Such research opens perspectives for the application of deep learning in music recommendation systems, increasing their efficiency and accuracy. This approach stimulates the development of innovative methods for analyzing and processing audio data to improve the user experience in the music industry. However, despite their ability to recognize complex sound patterns, such systems face difficulties in accounting for musical context and listening sequences, limiting the possibilities for detailed personalization [4]. Moreover, as with Netflix, processing vast amounts of data and training models require significant computational resources, increasing the cost and complexity of supporting such systems.

These examples underscore common issues of scalability and adaptation to novelty encountered in recommendation systems, highlighting the need for the development of new approaches and algorithms capable of more efficiently processing users' changing preferences and providing timely recommendations with less dependency on previously collected large data sets.

Considering the limitations of current recommendation systems and aiming for innovations in this area, the dissertation pays significant attention to the development of a system based on transformer architecture. This choice is strongly justified by the exceptional capabilities of transformers to analyze and process vast amounts of textual data efficiently. Unlike traditional models that often struggle with understanding the nuances and the complex nature of language, transformers excel in identifying intricate contextual and interdisciplinary connections in scientific

publications. Their architecture, which leverages self-attention mechanisms, enables the model to weigh the importance of different words in a sentence, thereby capturing the essence of the textual content more accurately. Transformers have revolutionized the way we approach problems in natural language processing (NLP), offering unprecedented accuracy in tasks such as language translation, text summarization, and sentiment analysis. Their ability to handle long-range dependencies in text makes them particularly suitable for analyzing scientific literature, where understanding the context and the specific terminology is crucial. By integrating transformer-based models into recommendation systems, it becomes possible to tailor suggestions more closely to the user's interests and research needs, taking into account not just the explicit content of the publications but also their deeper semantic connections. Furthermore, the adoption of transformer architecture in recommendation systems opens up new avenues for interdisciplinary research. By effectively processing and linking concepts across different fields, these systems can facilitate the discovery of novel insights and foster collaborations that might not have been evident through traditional methods. This approach aligns with the growing trend towards cross-disciplinary research, reflecting the complex nature of modern scientific inquiries. In light of these advantages, the dissertation explores the potential of transformer-based models to enhance the performance and relevance of recommendation systems in academic settings. Through a comprehensive analysis of their architecture and functionalities, this work aims to contribute to the advancement of recommendation technologies, ensuring that they meet the evolving needs of the scientific community. By leveraging the power of transformers, the proposed system is not only capable of handling the sheer volume of scientific publications but also of unlocking new possibilities for knowledge discovery and dissemination [5].

For the training and testing of the model, the Semantic Scholar dataset, accessible via API, was chosen. This dataset includes extensive information about scientific articles, such as titles, abstracts, authors, keywords, and citation counts, which allows covering various aspects of scientific content [6]. In the preprocessing phase, the data were cleansed of duplicates, texts were normalized to eliminate formatting differences, and missing values were processed, ensuring high-quality input data for subsequent model training. Through text processing methods, such as TF-IDF, key words and phrases were extracted, enriching the representation of each article in the dataset and improving the model's ability to analyze and interpret scientific materials.

In the context of transformer architecture for recommendation systems, the key role is played by the attention mechanism, which is mathematically expressed as:

$$\text{Attention}(Q, K, V) = \text{softmax} \left( \frac{QK^T}{\sqrt{d_k}} \right) V$$

where,  $Q$  represents the query matrix,  $K$  the key matrix,  $V$  the value matrix, and  $d_k$  the dimensionality of the keys, providing scaling of the product. The softmax function normalizes the attention weights, turning them into probabilities, which allows the model to determine which data elements should be given the most

attention when forming recommendations. This formula underlies the transformers' ability to adapt NLP technologies for accurate analysis of user preferences and behavior. Transformers, thanks to their unique attention mechanism, are capable of capturing subtle dependencies and nuances in the text, making them ideal for creating deeply personalized and accurate recommendations [7].

The operation principle of a recommendation system based on transformers involves analyzing and modeling sequences of user interactions with content to identify hidden preferences and interests. The system starts with preprocessing the input data, including normalization and encoding, to prepare it for training. Then, the transformer is trained on these data, using the attention mechanism to identify important dependencies in the sequences of interactions. After training, the model is capable of generating predictions about new or unknown content, assessing its relevance for each user. Based on these predictions, the system forms personalized recommendations, selecting content that is most likely to interest the user, thereby improving the user experience and engagement. A schematic representation of the system's operation based on transformers is shown in Figure 1.

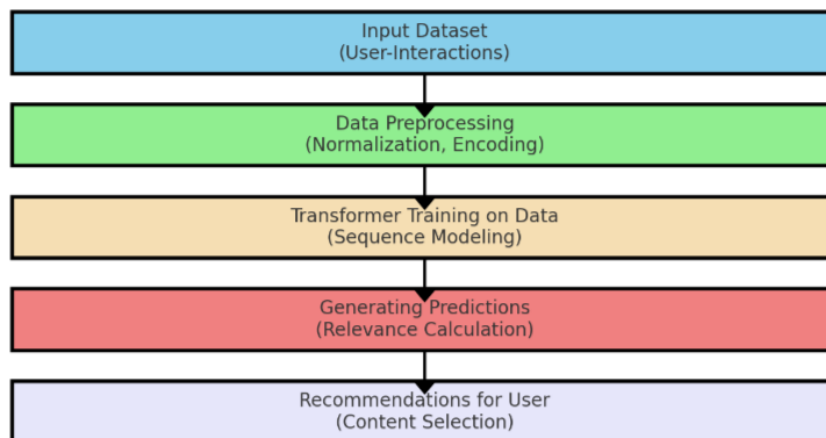


Figure 1 - Diagram of the operation of a recommendation system based on transformers

The research results show that using the transformer architecture in the recommendation system for scientific publications significantly increases the model's accuracy during training. For instance, as the number of training epochs increases from one to five, there is a substantial decrease in training losses from 0.935 to 0.537 and in validation losses from 0.880 to 0.608. Training accuracy increases from 0.501 to 0.804, and validation accuracy from 0.503 to 0.741. Moreover, the transformer-based model demonstrates better results on metrics such as RMSE (1.20), Precision (0.75), Recall (0.70), and F1-Score (0.725) compared to other traditional methods, such as TF-IDF and collaborative filtering. Training the model on a split sample allows testing its ability to generate relevant recommendations on new data. The innovative implementation of context-dependent representation strengthens the

system's ability to offer meaningful recommendations, opening new prospects for academic search and mutual understanding between different scientific fields.

Based on the analysis conducted, the study highlights the potential of transformer architecture in creating recommendation systems for scientific publications. The presented concept demonstrates how deep learning and natural language processing can significantly improve the personalization and accuracy of recommendations, adapting to the complex information needs of the academic community. Special attention is given to the transformers' ability to identify context-dependent and interdisciplinary connections, opening new prospects for researchers in searching for relevant materials. The study lays the foundation for future developments in this area, heralding the evolution of recommendation systems towards a deeper understanding of scientific content.

#### REFERENCES:

1. Zholidova, O. "Deep Learning in E-commerce: The Dawn of Recommender Systems Based on Deep Learning (DL) | Chapter 6," 10 Jul. 2022.
2. Sciforce. "Deep Learning Based Recommender Systems," Sciforce, 30 Apr. 2021.
3. Bell, R. M., Koren, Y., & Volinsky, C. "Chasing \$1,000,000: How We Won The Netflix Progress Prize," *Statistical Computing and Statistical Graphics Newsletter*, vol. 18, 2007, pp. 4–12.
4. Van den Oord, A., Dieleman, S., & Schrauwen, B. "Deep content-based music recommendation," *Advances in Neural Information Processing Systems*, vol. 26, 2013.
5. Lang, N. "Transformers: The Revolutionary Deep Learning Architecture - Understanding the Mechanics Behind the NLP Powerhouse," *Nerd For Tech*, 24 Feb. 2022.
6. Semantic Scholar Team. "Semantic Scholar API - Overview," Semantic Scholar, 2021.
7. Sanseviero, O. "The Random Transformer: Understand how transformers work by demystifying all the math behind them." 1 Jan. 2024.

UDC 681.5; 004.896

Yerbolkyzy A. (22-MAU-2t), Krassavin A. (PhD, EKTU), Alontseva D. (Dr.Sc., EKTU)

## DEVELOPMENT OF A BALANCING ROBOT MATHEMATICAL MODEL

**Annotation.** The article presents the adjustment of the PID (proportional–integral–derivative) controller to control a two-wheeled balancing robots with an emphasis on the application of the inertia MEMS (MicroElectroMechanical System) sensors to maintain the balance of the robot. The main results are the PID controller model and the components calculated based on the model, such as proportional integral and derivative constants, which provide stable control of the balancing robot.

**Keywords:** two-wheeled balancing robot, control, PID regulator.

The main purpose of the overturned pendulum theory is to hold the wheels of this robot at the center of the chassis mass. If the robot leans forward to maintain stability and balance, the wheels will move forward to return under the chassis mass [1]. According to the reversed pendulum theory, if the balance is not maintained, this robot will fall. The pendulum is a mass deviated from the vertical at an angle  $Q$  attached on a weightless rod of length  $L$  to the wheel, the wheel being considered a radius  $r$  ring and a mass. The wheel is driven by the torque of the engine, turning the wheel at an angle  $z$  of its initial position (see Figure1).

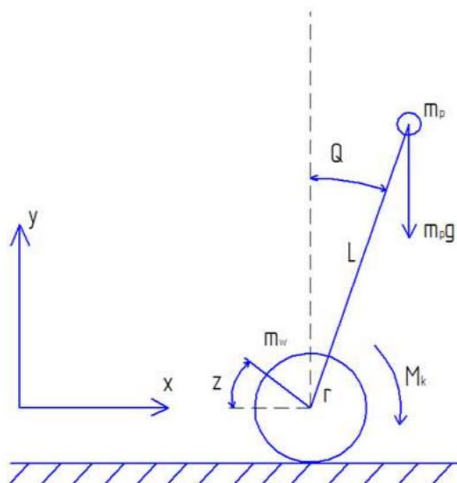


Figure 1 - Diagram of balancing robot

The Euler-Lagrange equations (1) are used to describe the system

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial L}{(\partial \dot{q})} \right) - \frac{\partial L}{\partial q} (q, \dot{q}) = \tau \quad (1)$$

Note the position of the centre of the wheel through the angle of rotation (2):

$$x = rz \quad (2)$$

The center of mass coordinates of the pendulum are as follows (3), (4):

$$x_g = x + l \sin Q \quad (3)$$

$$y_g = l \cos Q \quad (4)$$

The kinetic energy of the pendulum is equal to (5):

$$T_p = \frac{1}{2} (m_p \dot{y}_g^2(t) + m_p \dot{x}_g^2(t)) \quad (5)$$

The kinetic energy of the wheel is equal to (6):

$$T_w = \frac{1}{2} (m_w \dot{x}^2(t) + m_w \dot{z}^2 r^2(t)) \quad (6)$$

By substituting (2), (3), (4) into (5) and (6) the total kinetic energy will be obtained as (7):

$$T = \frac{1}{2} m_p l^2 Q \sin(Q)^2 + \frac{1}{2} m_p r^2 z + \frac{1}{2} m_p l^2 Q^2 \cos(Q)^2 + m_w r^2 z^2 + \frac{1}{2} m_p l^2 Q^2 \quad (7)$$

The total potential energy is equal to (8):

$$\Pi = m_p g L \sin(Q) \quad (8)$$

The Lagrange function is set to (9)

$$L = T - \Pi \quad (9)$$

Substituting (8) in (9), we get (10):

$$L = \frac{1}{2} m_p l^2 Q \sin(Q)^2 + \frac{1}{2} m_p r^2 z + \frac{1}{2} m_p l^2 Q^2 \cos(Q)^2 + m_w r^2 z^2 + \frac{1}{2} m_p l^2 Q^2 - m_p g L \sin(Q) \quad (10)$$

Let's derive equations of motion using Lagrange equations of the second kind (1). As generalized coordinates we shall take corners of wheel and pendulum. The vector of the generalized coordinates is presented as (11):

$$q = \begin{pmatrix} z \\ Q \end{pmatrix} \quad (11)$$

The vector of generalized forces will be equal to (12):

$$\tau = \begin{pmatrix} M_k \\ 0 \end{pmatrix} \quad (12)$$

Substituting derivatives in Lagrange equations (1), we get equations (13) and (14) of motion:

$$r \cos(Q) L m_p Q + r^2 (m_p + 2m_w) z - r \sin(Q) Q^2 L m_p = M_k \quad (13)$$

$$\dot{z} \cos(Q) L m_p r - m_p g L \sin(Q) + 2m_p L^2 \dot{Q} = 0 \quad (14)$$

From equations (13) and (14) we shall express accordingly (15) and (16).

$$\dot{z} = \frac{-r \cos(Q) L m_p Q + r \sin(Q) Q^3 L m_p + M_k}{r^2 (m_p + 2m_w)} \quad (15)$$

$$\dot{Q} = \frac{-\dot{z} \cos(Q) L m_p r + m_p g L \sin(Q)}{2m_p L^2} \quad (16)$$

Based on the data of mathematical equations (15) and (16), which describe the dynamic characteristics of the balancing robot, a model was made in the Simulink package Matlab. The balancing robot model presented in Figure 2.

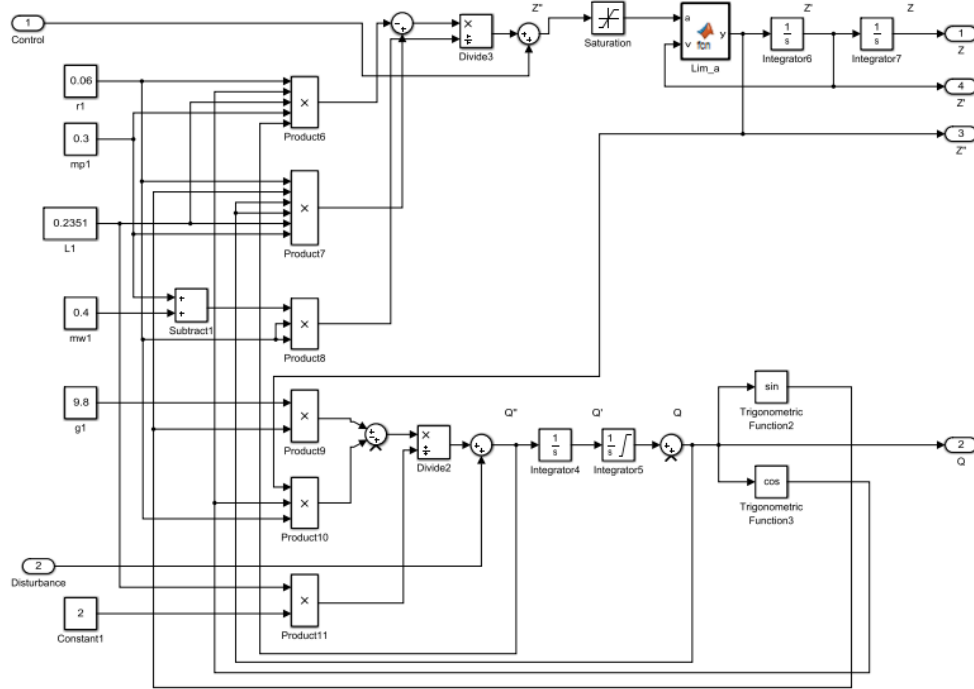


Figure 2 - Balancing robot model

*Adjust the PID of the controller.* Recently, considerable work has been done on the study of self-balancing robots. Given the inverted pendulum theory, the concept of self-balancing begins with the balancing of an inverted pendulum. In this project, the robot model was developed using integral, proportional and derived conditions of the PID controller. The PID cycle is integrated into the balance software [2]. The proportional term integrates the slope error of this robot and gives a scaled value on the engines to keep the wheel rolling in the slope direction. The integral term is used similarly, but it is the sum of all angular errors recorded over time. The derivative member is also crucial because without it the acceleration of the robot cannot be controlled [3]. The PID algorithm is considered an adequate method for creating a control system. In the base algorithm, the error signals received are treated as input signals. The equation (17) applies when an error signal is generated.

$$U(t) = K_p * e(t) + K_d * \frac{d}{DT} e(t) + K_i * \text{integral}(e(t)) \quad (17)$$

Taking into account the above equation, the integral and derived variants of the signal error are computed and multiplied by the corresponding constants and summed together with the  $K_p$  constant are multiplied by  $(e(t))$ . The result of this calculation



is then transmitted to the drive that makes this system work [4]. The PID algorithm is divided into three parts: 1. The proportional part that reduces climb time and reduces steady state error. 2. Derivative part that reduces settling and exceeding time. 3. An integral part that eliminates stationary state errors and reduces time [5].

Customization is also part of the algorithm because a good control system has low rise time, stabilization time, steady error and peak exceedance [6]. In this system, the variables to be controlled are wheel speed, angle of inclination and yaw angle. Wheel speed control is necessary to control the robot to the desired speed to the target. The angle control is very important because the robot must always be in the vertical position. Control of yaw angle is important for the robot turning left or right according to the direction of the target. Thus, the system needs three three PID controllers with three feedbacks to minimize three bugs. In order to keep the inverted pendulum in the inverted state, two PID regulators are used, one for keeping the robot upside down and the other for keeping the robot in a given linear position. When configuring systems, the contour is configured sequentially, first the internal contour is configured, then the contour that covers it. When inward feedback is enabled on the corner as shown in Figure 3, the loop is configured.

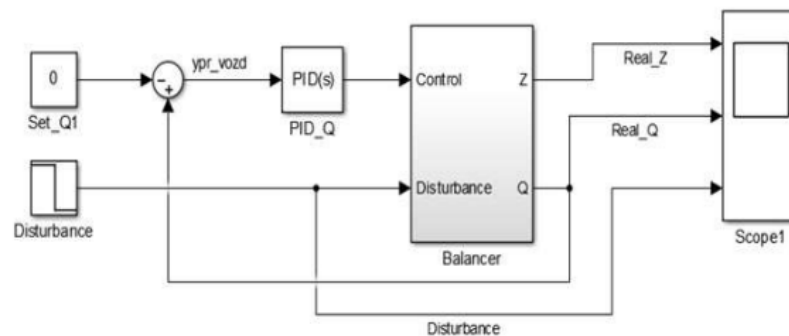


Figure 3 - Corner feedback loop

The first thing to do is to choose the proportional coefficient values so that the system enters the oscillating mode, see Figure 4.

After that, we need to increase the differential component so that the system becomes unstable, then goes back to the last stable value. The resulting values will be the values for the PID of the internal circuit controller.

$Kp\phi$  is the proportional constant for pitch angle error, which takes the error of the angle and sends it to the motors as a scaled value.

$Kd\phi$  is the derivative constant for pitch angle for controlling the rate of error. In theory, the derivative constant is used for compensating overshoot and improve stability.

$Ki\phi$  is integral constant helping to cancel out center of gravity issues.

During the experiment the following values were obtained for our system: proportional constant reached to 200, integral constant was 0, derivative constant (i.e., differential component) was 30.

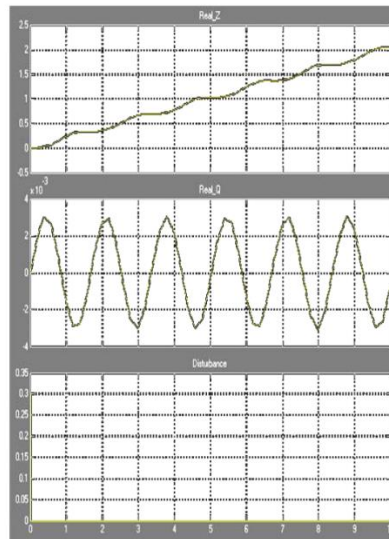


Figure 4 - Aperiodic fluctuations in the system

*Conclusion.* The PID controller is used to control the pitch and yaw angles, while only the Proportional Integral (PI) controller is used to control the velocity of the robot.

The most crucial constant is the constant related to control the pitch angle because it sets the robot to balance.

Based on the results of this research, we have configured the PID clearing and got all the value we need to control a balanced robot.

#### REFERENCES:

- [1] Yuan, S., Lei, G & Bing, X 2016, 'Dynamic modelling and sliding mode controller design of a two-wheeled self-balancing robot', 2016 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation, Harbin, pp. 2437-2442.
- [2] Binugroho, E, Pratama, D, Syahputra, A & Pramadihanto, D 2016, 'Control for balancing line follower robot using discrete, cascaded PID algorithm on ADROIT V1 education robot', 2015 International Electronics Symposium (IES), pp. 245-250.
- [3] alancing robot using a cascaded PID controller', 2015 International Electronics Symposium (IES), Surabaya, pp. 94-99.
- [4] Ali, E & Apheratsakun, N 2016, 'AU ball on plate balancing robot', 2015 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO), 2015, pp. 2031-2034.
- [5] Martins, R & Nunes, F 2017, 'Control system for a self-balancing robot', 4th Experiment@International Conference (exp.at'17), Faro, pp. 297-302.
- [6] Dai, F, Li, F, Bai, Y, Guo, W, Zong, C & Gao, X 2012, 'Development of a coaxial self-balancing robot based on sliding mode control', 2012 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation, Chengdu, pp. 1241-1246.

УДК 004.056.53

Ермеков А.Е. (23-МАУ-2зт, ВКТУ), Григорьева С.В. (PhD, ВКТУ)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ BLUETOOTHLOWENERGY

***Аннотация.** Решение проблемы определения местоположения внутри помещений в тех случаях, когда сигнал спутниковых средств (GPS, Глонасс) недоступен или ограничен очень актуально. В таких случаях для определения координат используют другие источники навигационной информации. В настоящее время, системы позиционирования на основе Bluetooth-маяков получили широкое распространение, поскольку использование таких датчиков имеет множество преимуществ. В статье приводится сравнительный анализ технологии позиционирования. Ставится задача разработки прототипа системы контроля перемещения людей в помещении.*

***Ключевые слова:** навигация, Bluetooth, маяк, местоположение, iBeacon, помехоустойчивость.*

Все системы позиционирования можно разделить на два класса: глобальные системы, или так называемые системы «открытого поля», и локальные системы позиционирования, работающие на ограниченной территории [1].

Целью проведения анализа систем позиционирования является выявление системы, пригодной для определения местоположения объекта внутри помещения с наивысшей точностью в режиме реального времени.

Задачи для достижения данной цели ставятся следующие:

- 1) изучить современные системы позиционирования;
- 2) определить значимые критерии сравнения;
- 3) сравнить технологии позиционирования;
- 4) определить наиболее подходящую систему для разработки прототипа системы контроля перемещения людей в помещении.

Система позиционирования в режиме реального времени (Real Time Location Services, RTLS) - относительно новая технология при организации беспроводной локальной сети. RTLS является автоматизированной системой, которая обеспечивает идентификацию, определение координат, отображение на плане местонахождения контролируемых объектов в пределах территории, охваченной необходимой инфраструктурой. Она способна накапливать, обрабатывать и хранить информацию о местонахождении и перемещении людей, предметов, мобильных механизмов и транспортных средств. Также эта система позволяет просигнализировать об отклонениях движения объектов от заданных параметров [2].

Основные используемые для позиционирования группы технологий представлены на рисунке 1.

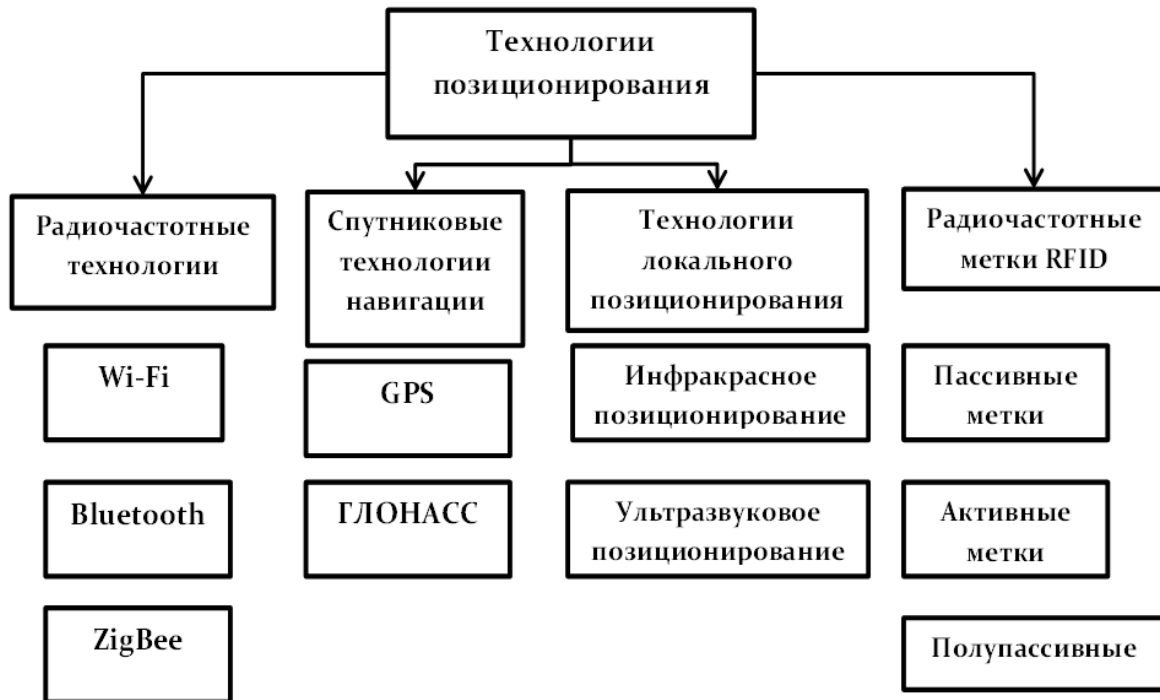


Рисунок 1– Технологии позиционирования

**RFID** представляет собой метод автоматической идентификации через радиосигнал. Система состоит из считывателей, меток и программного обеспечения. Метка – это микросхема, в которой хранятся данные, а также антенна для беспроводной передачи информации. Внешний считыватель сканирует память метки радиочастотной идентификации и обрабатывает полученные данные. Программное обеспечение отвечает за целостную работу системы.

**Машинное зрение.** IPS система с использованием машинного зрения собирает информацию с установленных камер, идентифицирует объекты и отслеживает их перемещение. Можно выделить два вида систем позиционирования с машинным зрением: пассивный подход - когда пользователь или объект инициирует слежение камерой этого объекта или активный подход, где система идентифицирует объект автоматически и отслеживает его перемещение. Некоторые разработчики используют Visual odometry (VO) для обновления информации о перемещении пользователей. VO оценивает процесс движения человека или оборудования, используя источник одной или нескольких камер.

**iBeacon** работает на технологии Bluetooth и задумывалась, как альтернатива системам позиционирования на Wi-Fi, но с использованием энергосберегающей технологии BLE (Bluetooth Low Energy). Широкое применение IPS на iBeacon строится с использованием мобильных телефонов - приемник сигнала и iBeacon маяков - трансмитер (передатчик) сигнала, установленных стационарно в помещении. Второй вариант реализации - RTLS на iBeacon: стационарно установленные шлюзы (приемник) iBeacon и

мобильные iBeacon маяки (передатчик сигнала). Построение системы позиционирования на Bluetooth по методу Feldmann использует триангуляцию на RSSI сигнале с точностью позиционирования 2-3 метра.

Одна из причин довольно быстрого распространения систем позиционирования, основанных на использовании технологий **Wi-Fi**, как и в случае с сотовыми сетями, – их широкое распространение.

Наиболее простым способом позиционирования в сетях Wi-Fi, как и в сотовых сетях, – по факту подключения к конкретной базовой станции. Такие системы используются обычно для предоставления конкретного вида услуг, в зависимости от типа и местонахождения прибора. Радиус действия точек доступа Wi-Fi составляет от 30 до 200 метров, в зависимости от конкретного исполнения. Соответственно, такова же и точность позиционирования.

**UWB (Ultrawideband).** UWB основана на передаче сверхширокополосных форм электромагнитных волн, образованных последовательностью коротких импульсов с использованием очень большой полосы пропускания. Сферы применения UWB: кабельное ТВ, отслеживание перемещения оборудования, высокопроникающие радиолокационные системы, отслеживание перемещения и позиционирование. UWB применяется в системах позиционирования внутри помещений по причине энергоэффективности, высокой точности измерения времени передачи импульсов и многолучевой возможности передачи сигнала. Используется два метода измерения UWB в системах RTLS: Time of Arrival (ToA) и Time Difference Of Arrival (TDOA).

В системах **инфракрасного позиционирования** мобильные приборы испускают инфракрасные импульсы с определенной периодичностью. Эти импульсы воспринимаются приемниками системы, и местонахождение прибора рассчитывается по времени прохождения сигнала от источника к приемнику.

Система ActiveBadge - это широко признанная система активного ИК-позиционирования для определения местоположения объектов или людей, носящих бейджи или бирки. Система использует ИК-сигналы для определения положения объектов или людей и состоит из сети ИК-датчиков, соединенных проводами и подключенных к централизованному месту или серверу. Активная ИК-система позиционирования выгодна из-за длительного времени автономной работы, дешевых датчиков и бейджей, а также легкого веса бейджей, которые носят пользователи Система без использования бейджей или меток относится к категории пассивной инфракрасной системы позиционирования в помещении, основанной на пассивном тепловизоре. Пассивная ИК-система позиционирования состоит из тепловых ИК-датчиков, которые измеряют тепловое излучение, излучаемое любым человеком в пределах ее радиуса действия.

Недостатки системы на основе инфракрасного излучения: невысокая относительная точность и помехи от солнечного света. ИК лазер повышает дальность и точность измерений, но обходится дороже. Точность позиционирования составляет до 10 сантиметров.

**ZigBee**— это беспроводной протокол, который использует маломощные радиосигналы для подключения устройств. Он основан на стандарте IEEE 802.15.4, который определяет физический уровень и уровень управления доступом к среде для низкоскоростных беспроводных персональных сетей (LR-WPAN).

ZigBee работает путем создания ячеистой сети устройств, которые связываются друг с другом с помощью маломощных радиосигналов. Каждое устройство в сети может действовать как маршрутизатор, это означает, что оно может принимать и пересылать сообщения другим устройствам в сети. Это позволяет ZigBee создавать избыточный путь связи между устройствами, что повышает надежность сети.

**Ультразвуковые** датчики работают на частотах от 40 до 130 кГц. Расстояние рассчитывается по времени прохождения сигнала от датчика до приемника. Используя несколько приемников, можно точно рассчитать местоположение передатчика. Рекомендуется использовать четыре приемника. Недостатки: потери сигнала из-за препятствий, ложные сигналы из-за отражений и помехи от высокочастотных источников звука.

Выделены основные критерии для проведения сравнительного анализа технологий позиционирования [3, 4]:

1. Точность, поскольку необходимо выбрать технологию, которая будет обеспечивать максимальную точность позиционирования.
2. Область покрытия, потому что для реализации поставленной задачи важна конкретная площадь.
3. Стоимость, поскольку дорогое оборудование будет проблематично использовать и проводить с помощью него эксперименты.
4. Помехоустойчивость, которая будет обеспечивать стабильную работу оборудования.

Нами были проанализированы существующие решения для контроля перемещения людей в помещениях в соответствии с выделенными критериями. Полученные данные приведены в таблице 1.

Из таблицы видно, что выделенным критериям больше всех подходит технология iBeacon. Теоретическая область покрытия и помехоустойчивость удовлетворяют заданным требованиям. Данный метод реализуется на основе технологии Bluetooth Low Energy (BLE). Она является одной из самых низкозатратных, наиболее точной, поскольку существуют методы, с помощью которых можно увеличить данный показатель, а именно алгоритм Fingerprint. Но технология iBeacon имеет ряд недостатков, например, открытый эфир вещания сигнала, что упрощает взлом системы, а также высокая стоимость и невозможность быстро заменить маячок.

На основании этого для разработки прототипа системы контроля перемещения людей в помещении мы предлагаем использовать собственное решение на базе микроконтроллера ESP32 с использованием технологии Bluetooth Low Energy (BLE).

Таблица 1–Сравнительный анализ технологии позиционирования в помещении

Технология	Точность	Дистанция	Стоимость	Помехоустойчивость
RFID	1–5 м	20-100 м	Оборудование: высокая; эксплуатация: низкая	Зависит от способа обработки сигнала
Машинное зрение	0.01–1 м	30 м	Высокая	Чувствительна к освещению
iBeacon	0.01–1 м	10-30 м	Низкая	Невысокая
Wi-Fi	~1 м	50 м	Низкая	Невысокая
UWB	0.1–0.3 м	10 м	Высокая	Высокая
Инфракрасные технологии	~0.2 м	3-10 м	Высокая	Невысокая
ZigBee	0.3–1 м	20-30 м	Невысокая	Высокая
Ультразвуковые технологии	~0.3 м	3-10 м	Высокая	Невысокая

Предлагаемая система получится достаточно простой, так как для её реализации не требуется большого количества составляющих, а также легко устанавливается и быстро развёртывается. Ещё одним преимуществом является гибкость системы – она легко масштабируется и нет ничего сложного, чтобы подстроить её под помещения практически любой сложности и конфигурации. Отсутствие открытого эфира вещания позволит повысить надёжность по сравнению с аналогами. Из-за применения технологии Bluetooth Low Energy система обладает одним из самых высоких значений точности определения позиционирования.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- [1] Marza H. H. A review of Indoor Positioning Techniques // Journal of Al-Farabi For Engineering Sciences, 2022. – Vol. 1, No. 2.
- [2] Sakpere W., Oshin M.A., Wilton Mlitwa N.B. A State-of-the-Art Survey of Indoor Positioning and Navigation Systems and Technologies // South African Computer Journal, 2017. – 29(3):145, DOI:10.18489/sacj.v29i3.452
- [3] Ossai, E.N, Oliha A. O. Navigating the Future: Emerging Technologies and Applications of Indoor Positioning Systems (IPS) // Journal of Scientific and Engineering Research, 2023, 10(12): 126-131
- [4] Шаповалов Д.С., Заргарян Ю.А. Особенности типов позиционного трекинга при реализации VR и AR систем // Информационные технологии, системный анализ и управление. – Ростов-на-Дону – Таганрог, 2020. – С. 48-52.

ӘОЖ 004.932

Жансеитова А.М. (Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ)

## КОНВОЛЮЦИЯЛЫҚ НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІЛЕРДІ ПАЙДАЛАНЫП КЕСКІНДЕР МЕН БЕЙНЕ ДЕРЕКТЕРДЕГІ БЕТ ЭМОЦИЯЛАРЫН ТАЛДАУ

***Аңдатпа.** Конволюциялық нейрондық желілерді пайдаланып кескіндер мен бейне деректердегі бет эмоцияларын талдау және зерттеу қазіргі заманда актуалды және перспективалы сала болып табылады. Конволюционды нейрондық желілерді пайдалану кескіндерден бет-әлпеттің негізгі элементтерінің пішіні мен орналасуы және тері текстурасы мен мимика сияқты маңызды белгілерді алуға мүмкіндік береді. Бұл эмоцияларды олардың бет әлпетіндегі көріністерінің ерекшеліктерін ескере отырып дәлірек жіктеуге мүмкіндік береді. Бейне деректердегі бет эмоцияларын талдау адамның эмоционалды күйінің өзгеру динамикасын зерттеуге мүмкіндік береді.*

***Түйін сөздер:** конволюциялық нейрондық желі(CNN) , Convolution Neural, Computer Vision, Neural Network.*

**Кіріспе.** Конволюциялық нейрондық желілер (CNN) кескіннен және бейнеден бет эмоцияларын талдау үшін қолданылатын ережелерді, алгоритмдерді және модельдерді қамтамасыз ететін маңызды компонент. Мұндай желілер адамдардың эмоционалды күйлерін мимикасын автоматты түрде анықтап, жіктей алады. Конволюционды нейрондық желілерді пайдалану кескіндерден бет-әлпеттің негізгі элементтерінің (көз, мұрын, ауыз) пішіні мен орналасуы, сондай-ақ тері текстурасы мен мимика сияқты маңызды белгілерді алуға мүмкіндік береді. Бұл эмоцияларды олардың бет әлпетіндегі көріністерінің ерекшелігін ескере отырып, дәлірек және толық жіктеуге мүмкіндік береді.

Бейне деректердегі бет эмоцияларын талдау адамның эмоционалды күйінің өзгеру динамикасын зерттеуге мүмкіндік береді. Белгілі бір эмоцияның көріну ұзақтығы мен қарқындылығы олардың арасындағы ауысулар адамның эмоциясын тереңірек және дәлірек талдау үшін пайдаланылуы мүмкін.

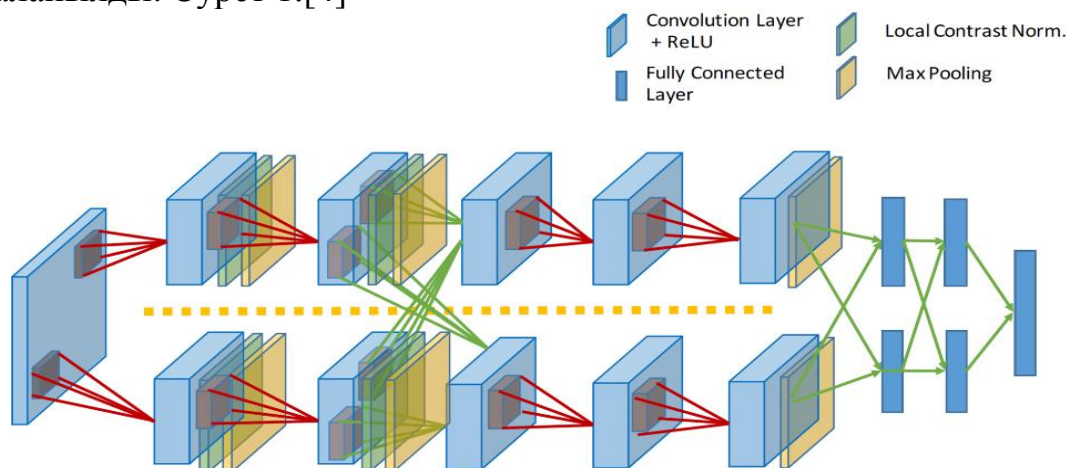
Кескінен немесе бейнеден эмоцияны және мимиканы тану, талдау адамның эмоционалды күйі туралы құнды түсінікке ие болу арқылы соған сәйкес стратегияларды реттей алады. Бұл мақаланың мақсаты кескіннен немесе бейнеден адам эмоциясын талдау үшін конволюционды нейрондық желілерді (CNN) пайдаланатын автоматты жүйені құру болып табылады. CNN – кескіндер, дыбыстар және бейнелер сияқты күрделі деректерді талдау және өңдеу үшін пайдаланылатын жасанды интеллект желілерін жіктеуде кеңінен қолданылатын терең оқыту алгоритмінің бір түрі. Бұл жүйе үш кезеңнен тұрады: бетті анықтау, қалыпқа келтіру және эмоцияны тану, жеті эмоцияны таңдайды: бейтарап, ашу, қорқыныш, қайғы, қуаныш, таңдану және жиіркеніш. Келесі бөлімдерде біз байланысты жұмыстарды қарастырамыз, ұсынылған жүйемізді сипаттаймыз, енгізу мәліметтерін ұсынамыз және эксперимент нәтижелерін талқылаймыз. Қорытынды бөлімде дамудың болашақ бағыттарын талқылаймыз.



**Зерттеу әдістері.** Конволюциялық нейрондық желі Convnets (CNN) — жасанды терең оқытудың бір түрі. Суреттерді тану және талдау үшін қолданылатын нейронды желі. Ол маңызды мүмкіндіктерді автоматты түрде анықтайды. CNN негізінен кескінді өңдеу үшін қолданылатын, компьютерлік көруді атап айтқанда окшаулау, сегменттеу, бейнені талдау, тану. [1]

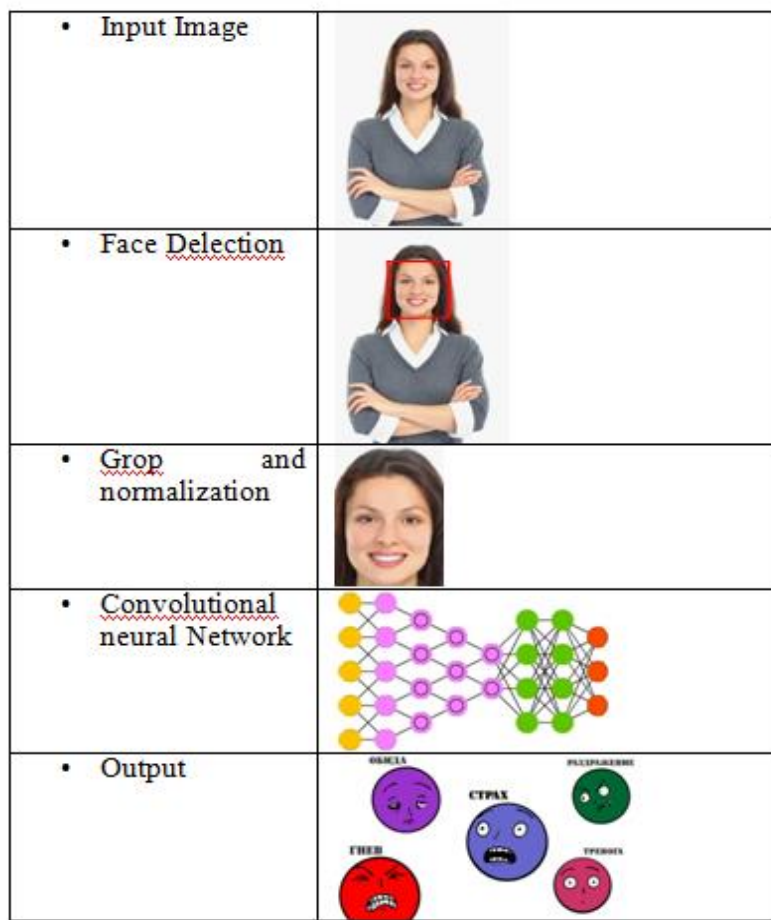
KL университеті, КЛУ информатика және инженерия кафедрасы, Философия ғылымдарының докторы, *Swarna Kuchibhotla*ғалымының зерттеуінде эмоцияны анықтау — камера алдындағы мойын өрнектеріне негізделген адамның эмоциясын анықтау процесі деп көрсетеді. Жасанды интеллект және машиналық оқыту оның табысты іске асырылуына жауап беретін екі маңызды және пайдалы технология болып табылады. Орындалуды қажет ететін ең маңызды үш қадам – өңдеу, ерекшеліктерді шығару және жіктеу. Бұл модельде пайдалы әр түрлі әдістер бар. Олардың кейбіреулері: CNN (Convolutional Neural Network), Machine Learning, Deep Learning, Transfer Learning, SVM (Support Vector Machines), TensorFlow, Python және OpenCV, Жасанды интеллект, Нейрондық желі [3].

Лекун постдоктор болған зертханадан Алекс Крижевский формулаға соңғы ингредиенттерді қосты. Терең оқыту = модель + оқыту теориясы + үлкен деректер + аппараттық құрал. GPU жаттықтырылатын параметрлердің санын айтарлықтай арттыруға мүмкіндік берді. Модельде 60 миллион параметр бар, үш ретке артық; мұндай модельді дайындау үшін екі графикалық үдеткіш пайдаланылды. Сурет 1.[4]



Сурет1. Терең конволюциялық нейрондық желілермен ImageNet классификациясы (2013)

Бұл мақалада конволюциялық нейрондық желі (CNN) архитектурасын қолдана отырып, кескіннен немесе бейнеден адамның бет әлпетін талдауға арналған жүйені сипаттаймыз. Алдымен жүйе кіріс кескініндегі бетті анықтайды, содан кейін анықталған беттер 48x48 өлшеміне дейін қалыпқа келтірілген бет суреттері CNN үшін кіріс ретінде пайдаланылады. Нәтижесінде ашу, қуаныш, қайғы, жиіркеніш, тандану сияқты адам эмоциясын аламыз. Төменде көрсетілген 2-ші суретте ұсынылған шешімнің алгоритмі суреттелген.



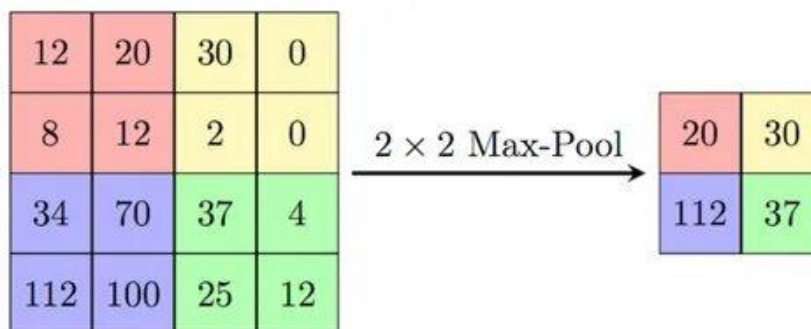
Сурет 2. Эмоцияны тану алгоритмі.

Конволюция қабаты (Convolution Layer) –кіріс кескінінен белгілерді шығаратын бірінші қабат. Convolutional Neural Network жағдайында конволюцияның негізгі мақсаты-кіріс кескінінен белгілерді алу . [5].

Конволюция пикселдер арасындағы кеңістіктік қатынастарды сақтайды, кіріс деректерінің шағын квадраттарын пайдаланып кескін белгілерін зерттейді. Ол екі матрица арасында скаляр көбейтіндісін орындайды, мұнда біреуі кескін, екіншісі ядро. Конволюция формуласы 1-теңдеуде берілген:

$$\text{net}(t, f) = (x * w)[t, f] = \sum^m \sum^n x[m, n]w[t - m, f - n] \quad (1)$$

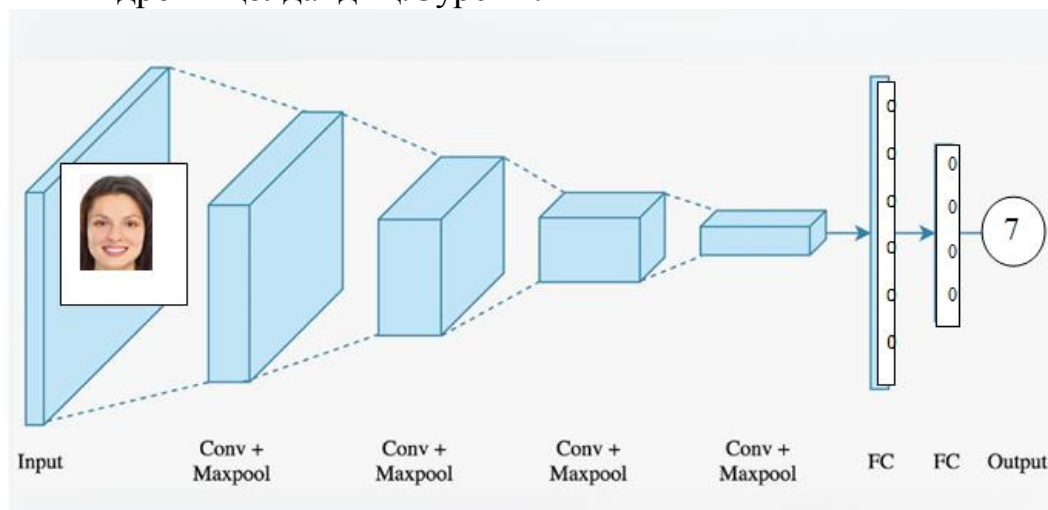
Мұндағы  $\text{net}(t, f)$  келесі қабаттағы шығыс,  $x$  -кіріс кескіні,  $w$  -сүзгі матрицасы,  $*$  -конволюция операциясы. Біріктіру қабаты сүзгіге ұқсайды, ол әрбір нысан картасын конволюция қабатынан шығарады және маңызды ақпаратты сақтай отырып, оны қысады. Ол әр объект картасындағы объектілердің шағын блогының максималды, орташа немесе қосындысын алу арқылы объектілерді қыса алады. Біріктірудің мақсаты –кіріс көрінісінің көлемін біртіндеп азайту және желінің кіріс кескініндегі шамалы өзгерістерге төзімділігін арттыру [6]. Бұл жұмыста біз 4-ші суретте көрсетілгендей біріктіру қабатының шығысы ретінде әр блоктың максималды мәнін ғана қолдандық.



Сурет 3. Pooling layer туралы мәліметтер

Толық қосылған деңгей –жіктеу үшін пайдаланылатын нейрондық желі қабатының түрі. Ол «толық қосылған» деп аталады, себебі алдыңғы қабаттағы әрбі нейрон келесі қабаттағы әрбір нейронмен байланысқан.[7]

Бұл қабаттың мақсаты конвульсиялық және жинақтау қабаттарынан шығысты алу және оны оқыту деректер жинағы негізінде кіріс кескінді әртүрлі санаттарға жіктеу үшін пайдалану болып табылады. Негізінде конвульсия және біріктіру қабаттары кіріс кескінінен мүмкіндіктерді анықтайды және шығарады, ал толық қосылған қабат бұл мүмкіндіктердіалады және кескінді жіктеу үшін пайдаланады. Төменде көрсетілген суретте конволюциялық нейрондық желі модел ұсынылды оның құрамында 4 қабатты пулинг бар 4 конволюциялық қабат, сондай-ақ 2 толық байланысқан қабат және 7 эмоция класы softmax қабаты бар. Кіріс кескіні  $48 \times 48$  өлшемді ақ-қара бет кескіні. Әрбір конволюциялық қабат үшін біз 2-қадаммен  $3 \times 3$  өлшемді сүзгілерді қолдандық. Пулинг қабаттары үшін біз максималды пулинг қабатын және 2-қадаммен  $2 \times 2$  ядроны қолдандық. Сурет 4.



Сурет4. CNN Конволюциялық желінің моделі

CNN архитектурасын оқу үшін дерекқорын қолдандық. Ол Google кескін іздеу API көмегімен жасалған және ICML 2013 Challenges кезінде енгізілген. Штатасу матрицасы әрқайсысының дәлдігін қарастырады әртүрлі суреттердің деректер жинағын дайындау арқылы сезіну сезімдер. Сілтемеленген эмоциялар 1. ашулы, 2. жиіркенішті, 3. қорқыныш, 4. қуанышты, 5. бейтарап, 6. қайғылы,

7. таңданыс. Деректер базасындағы адамдар автоматты түрде 48×48 пиксель өлшеміне дейін қалыпқа келтірілді. [8]

**Қорытынды.** Ұсынылған мақала CNN-ге негізделген бет эмоцияларын тануды және талдауды жүзеге асырады. Зерттеу нәтижесінде ұсынылған модель беттерді анықтауға және оларды жеті эмоцияның біріне жіктеуге арналған бірнеше нейрондық желілерді қамтиды. Жүйе кіріс кескіндеріндегі беттерді табу үшін деректер қорын пайдаланып сәйкес эмоцияны анықтау үшін CNN үлгісін қолданады. Таңдалған модельді деректер қорына топтап сынап көрдік және 70% дәлдікке қол жеткіздік. Мұндай технологиялар бейнеден және кескінен адам эмоциясын анықтауға мүмкіндік береді. Ұсынылған программа ақпараттық қауіпсіздік саласында, медицинада, білім беру мекемелерінде және тергеу амалдарын жүргізуде адам эмоциясын анықтауға мүмкіндік береді.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. Tang, Chuangao, et al. «Automatic facial expression analysis of students in teaching environments». Biometric Recognition: 10th Chinese Conference, CCBR 2015./ Tianjin, China, November 13-15, 2015, Proceedings 10. Springer International Publishing, –2015.
2. Ж.С. Исмагулова, Б.Е.АйтжанҚ.А. Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университетінің хабарлары (математика, физика, информатика сериясы), No2(25), 2023
3. Swarna Kuchibhotla, Proceedings of the Sixth International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA 2022) IEEE Xplore Part Number: CFP22J88-ART; ISBN: 978-1-6654-8271-4
4. Обзор топологий глубоких сверточных нейронных сетей <https://habr.com/ru/companies/vk/articles/311706/> Қолжетімділік мерзімі 2024
5. Kim, Yelin, olgaSoyata, and Reza FeyziBehnagh. «Towards emotionally aware AI smart classroom: Current issues and directions for engineering and education». IEEE Access 6 (2018): 5308-5331.
6. Lv, Yadan, Zhiyong Feng, and Chao Xu. «Facial expression recognition via deep learning». 2014 internationalconferenceonsmartcomputing. IEEE, –2014.
7. Albawi, Saad, Tareq Abed Mohammed, and Saad Al-Zawi. «Understanding of a convolutional neural network». 2017 internationalconferenceonengineeringandtechnology (ICET). Ieee, –2017.
8. Khairuddin, Y., & Chen, Z. (2021). Facial emotion recognition: State of the art performance on FER2013. arXiv preprint arXiv:2105.03588.

УДК 681.32.5

Жеңысов А.Е. (22-ММК-2т, ВКТУ), Увалиева И.М. (PhD, ШҚТУ)

## ИНТЕГРАЦИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА С МОДУЛЕМ 1С

***Аннотация.** С развитием технологий у многих компаний возникла потребность избавиться от бумажной документации и перевести весь документооборот в электронный формат. Таким образом, начали появляться первые системы электронного документооборота (СЭД). Важной функцией является интеграция сервиса с продуктами 1С. В Казахстане продукты компании пользуются высоким спросом, поэтому важно уделить этому вопросу большое внимание. Сама компания предоставляет разработчикам возможности организовать процесс электронного документооборота. В Казахстане есть свои компании-франчайзи, которые адаптируют возможности платформы 1С для законодательства РК.*

***Ключевые слова:** СЭД, системы электронного документооборота, сервис, подпись, бизнес-процесс, моделирование.*

**Введение.** В современном мире растет значимость цифровых технологий. Практически любой человек умеет пользоваться смартфоном или компьютером, а работа в дистанционном режиме стала нормой современного человека. Мир все больше цифровизируется, а это означает, что инструменты и методы работы переносятся вслед за людьми в цифровое пространство.

Один из аспектов жизни каждого человека – это работа с документами. Документация активно используется во многих сферах общества. Примечательно, что в Казахстане до сих пор бумажный документооборот преобладает над электронным. Это важное примечание, учитывая, что в остальных случаях цифровые копии объектов стали гораздо популярнее, чем их физические аналоги. Действительно, бумажные документы являются более надежным вариантом для граждан. Несмотря на наличие в нормативно-правовых актах Республики Казахстан существования и правил для работы с электронными документами, большинство населения обходит эту возможность стороной.

С развитием технологий у многих компаний возникла потребность избавиться от бумажной документации и перевести весь документооборот в электронный формат. Таким образом, начали появляться первые системы электронного документооборота (СЭД). Подобные системы обладают функционалом, который автоматизирует операции с документами внутри компаний, а также, с их контрагентами.

Электронный документооборот – это обмен электронными документами по защищенным каналам связи. Подобный тип обмена позволяет пользователям обмениваться цифровыми версиями документов на расстоянии, с сохранением всех юридических сил оригинала. В качестве ручных подписей используются их цифровые аналоги.

**Сервисы.** Любая компания может настроить подобную систему самостоятельно, если есть сотрудники, специализирующиеся на данной сфере,

или воспользоваться услугами компаний, предоставляющих готовое решение. Подобные компании называют операторами ЭДО. Сервисы операторов удобны для маленьких или средних компаний, так как обладают всеми необходимыми функциями, для ведения электронного документооборота. Среди них можно выделить:

- Подписание документов, с помощью электронный подписей;
- Отправка документов на подпись сотрудникам или контрагентам;
- Отзыв отправленных документов;
- Проверка правильности заполнения данных со стороны получателя;
- Проверка валидности подписи полученных документов;
- Обмен документами в любых форматах (PDF, Word, Excel);
- Наличие хранилища для хранения документов;
- Обеспечение конфиденциальности данных компании;
- Интеграция с прочими сервисами.

### **Проблемы использования ЭЦП**

В результате использования сравнительного метода было выявлено что работа с электронными документами реализована у государственных и частных порталов на высоком уровне, однако поиск в открытых источниках дал понять, что у ресурсов есть некоторые проблемы в работе с ЭЦП ключами. Вообще, процесс работы с электронными документами в РК не имеет строго определенных правил, а ключи электронных цифровых подписей Казахстана отличаются от международных, что также вызывает ряд неудобств. Среди самых существенных можно выделить следующие проблемы:

- Выбор хранилища для ключей ограничен. Ключи ЭЦП возможно хранить в разных местах: на персональном компьютере, в удостоверении личности, в KAZTOKEN, eToken и др. Большинство сервисов позволяют выбирать ключи на персональном компьютере, но для других носителей возможность может отсутствовать;
- Изменение подписываемого документа системой. Суть проблемы – пользователь загружает один документ на подписание, в процессе операций система заменяет файл;
- Разграничение полномочий и отзыв ЭЦП. При создании ключа сотрудника юридического лица можно указать, какие полномочия имеет данный сотрудник. Это вполне обычная практика, существующая и при подписании бумажных документов;
- Проблемы, связанные с аутентификацией пользователя. Процесс аутентификации сертификата пользователя является важным и требующим особого внимания разработчика, ведь это связано с личными данными других людей. Для данного процесса обычно используется программа NSALayer, которое позволяет выбрать хранилище ключей, пароль, а также выводит данные о владельце ключей.
- Использование сторонних криптографических библиотек. При работе с хранилищами некоторые сервисы используют сторонние криптографические

программы. Стандартно используется NCALayer и является проверенным, по каким алгоритмам работают остальные программы точно неизвестно. Сюда можно добавить проблему с устаревшей версией NCALayer, когда сервисы не своевременно обновляют ПО.

Услуги ЭДО предоставляют компании во многих странах, отчего выбор для владельцев компании становится более трудным. В целом, большинство сервисов схожи друг с другом рядом особо важных функций, однако есть и различия, которые могут быть полезны при выборе нужного оператора.

Соответствие законодательству в области ЭДО является, пожалуй, главным условием существования системы. Нужно внимательно изучать нормативно-правовые акты РК, чтобы подписываемые электронные документы имели юридическую силу и признавались на всех уровнях.

**Интеграция системы электронного документооборота с модулем 1С.** Важной функцией является интеграция сервиса с продуктами 1С. В Казахстане продукты компании пользуются высоким спросом, поэтому важно уделить этому вопросу большое внимание. Сама компания предоставляет разработчикам возможности организовать процесс электронного документооборота. В Казахстане есть свои компании-франчайзи, которые адаптируют возможности платформы 1С для законодательства РК.

Интеграция системы электронного документооборота с модулем 1С имеет ряд преимуществ, представленные на рисунке 1.



**Рисунок 1.** Преимущества интеграция системы электронного документооборота в модуль 1С

### **Результаты и их обсуждения**

На сегодняшний день понятно, что процесс перехода от бумажного документооборота к электронному неизбежен. Поэтому востребованность систем, позволяющих осуществлять подобные манипуляции, будет расти с



каждым годом. Такие системы обладают рядом преимуществ, в отличие от бумажных документаций.

В первую очередь, можно отметить отсутствие расходов, связанных с бумагой. Помимо самой бумаги, компании также тратят много средств на приобретение печатных машин, и расходных материалов для них. Электронный документ имеет юридическую силу только в цифровом виде, поэтому здесь компания будет существенно экономить. Кроме создания бумажной версии документа, компании также расходуют средства на транспортировку документов. Системы электронного документооборота позволяют в один клик отправить документы своим контрагентам без лишних хлопот. Не стоит забывать про случаи, когда документ может быть утерян, разорван или поврежден любым другим способом. И наконец, еще один аспект – архивация документов и их хранение на определенный срок. В крупных компаниях документация может достигать огромных размеров, отчего процесс хранения документов в архиве может занимать большие площади.

Очевидно, что у СЭД есть и недостатки. Один из существенных – отсутствие четко регламентированных нормативно-правовых актов. В Республике Казахстан существуют законы, определяющие понятия «электронный документ», «электронная цифровая подпись» и др., однако из-за того, что подобные механизмы только входят в жизнь большей части населения, то в стране отсутствуют единые правила для операций с электронными документами. Отсюда, каждый оператор ЭДО имеет возможность самостоятельно определять, контейнер для подписанного документа, его печатную форму и способ подтверждения юридической силы документа. Это проблема является естественной, когда речь заходит о нововведениях, но на данном этапе она существует и требует внимательного рассмотрения. Отдельный нюанс – это электронная цифровая подпись РК. Дело в том, что в Республике существуют свои механизмы формирования ЭЦП, которые не соответствуют международным цифровым подписям. Отсюда, процесс подписания документа усложняется. У каждого физического или юридического лица при формировании ЭЦП создаются специальные ключи, которые позволяют подписывать электронные документы. Эти ключи требуют хранения на отдельных защищенных носителях, так как являются конфиденциальными данными владельца. Кроме того, для подписания документа большинство ресурсов требует использования программы NCALayer – специальной библиотеки для работы с хранилищами ключей. В стране отсутствует единый механизм проверки валидности подписанного документа. Есть сервис «ezSigner», позволяющий подписывать и проверять документы. Однако, для проверки подписи нужно иметь файл в формате CMS, который выдается далеко не всеми операторами. Если говорить о международных программах, которые используют цифровые подписи, такие как MicrosoftWord или AdobeAcrobat, то в этих приложениях ЭЦП Казахстана не распознается. Наконец, стоит затронуть вопрос информационной безопасности



подписываемых документов. Здесь все очевидно, юридически-значимые счета-фактуры должны быть хорошо защищены.

Помимо проблем, связанных с механизмами электронного документооборота, есть также ряд опасений со стороны компаний. У большинства компаний есть опасения по поводу большей надежности бумажных документов. Здесь все понятно, документы в бумажном виде прочно закрепились во всем мире на всех уровнях ведения отношений. Кроме того, некоторые скептически относятся к документам в цифровом виде, считая их менее надежными. И конечно, безопасность хранения данных на серверах операторов ЭДО подвергается сомнению. Стоит упомянуть про процесс подписания документов «задним числом». Здесь также возникает проблема для компаний, занимающихся подобной деятельностью, ведь механизм ЭЦП таков, что сохраняет время подписания документа с точностью до секунды. Возникает трудность обучить персонал работе с системой. В крупных компаниях работают люди с разной степенью обученности работе с техникой, некоторые из них могут быть не готовы к переходу на электронный формат. Не готовыми могут быть и другие компании-контрагенты, отчего возникнут трудности.

**Заключение.** Подводя итоги, сегодня у компаний, желающих сменить формат ведения документации, могут возникнуть определенные трудности. Большинство из них носят временный характер и имеют пути решения, которые будут исправляться со временем. При этом, плюсы перехода на электронный документооборот являются существенными и могут сократить время и деньги компании при ведении бизнеса. Система электронного документооборота является важным пунктом для достижения этой цели.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Коньжева Н. В. Изучение сервиса электронного документооборота «1С-ЭДО» при выполнении лабораторных работ в «1С: Бухгалтерия 8» // Новые информационные технологии в образовании. – 2022. – С. 386-388.

2. Завьялова А. И., Сизова О. В. Повышение эффективности деятельности организации путем использования сервисов 1С // Сборник научных трудов вузов России " Проблемы экономики, финансов и управления производством". – 2021. – №. 48. – С. 126-134.

3. Ковалев С. А., Щелкунова М. Е. Внедрение программы электронного документооборота «1с» на предприятии: этапы, цели, задачи // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований. – 2022. – С. 391-393.

4. Diffie W., Hellman M. E. New Directions in Cryptography (англ.) // IEEE Trans. Inf. Theory / F. Kschischang - IEEE, 1976. - Vol. 22, Iss. 6. - P. 644-654. - ISSN 0018-9448; 1557-9654 - doi:10.1109/TIT.1976.1055638

УДК 681.5

Закариянова Т. (23-МАУ-2т, ВКТУ), Құсайын-Мұрат Ә. Т. (PhD, ВКТУ)

## ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА КОМПЕНСАЦИИ ДИНАМИКИ И ВОЗМУЩЕНИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОМ-МАНИПУЛЯТОРОМ

***Аннотация.** В статье представлен краткий обзор современных направлений развития и применения метода компенсации динамики и возмущений на существующие системы управления с применением метода для управления роботом-манипулятором. Выделяется значимость этих систем для повышения эффективности мехатронных промышленных комплексов и подвижных объектов в различных отраслях. Рассматривается метод компенсации динамики и возмущений, который применяется в системах управления для минимизации влияния внешних возмущений на производительность системы. Приводятся примеры применения методов компенсации и динамики в различных областях, таких как робототехника, программное обеспечение и управление производственными процессами. Подчеркнута значимость этих методов для повышения точности, производительности и устойчивости роботов в различных условиях работы, перспективы интеграции методов компенсации с технологиями машинного обучения для дальнейшего улучшения производительности и адаптивности систем управления.*

***Ключевые слова:** робот-манипулятор, алгоритм управления, управление движением, математическое моделирование, метод компенсации динамики и возмущений.*

***Введение.** В настоящее время задачи построения систем управления многостепенными взаимосвязанными нелинейными электромеханическими объектами с параметрической неопределенностью и неизвестными возмущениями, обеспечивающих повышение эффективности функционирования мехатронных промышленных комплексов и подвижных объектов, занимают одно из передовых мест по числу применений для высокотехнологичных и прецизионных установок в различных отраслях. К таким мехатронным комплексам как объектам управления относятся высокоточные металлорежущие станки, экстремальные роботы-манипуляторы, быстроходные наземные и морские подвижные объекты, высокоманевренные летательные аппараты, испытательные стенды, стационарные и подвижные антенные установки и другие объекты различного назначения.*

*Метод компенсации динамики и возмущений (Dynamics and Disturbance Compensation, DDC) - техника, используемая в системах управления, особенно в робототехнике и автоматизации, для управления динамикой системы и компенсации воздействия внешних возмущений [1].*

***Постановка задачи.** В основе метода DDC лежит идея о том, что системы могут быть подвержены внешним возмущениям, таким как шумы, смещения, изменения в окружающей среде и т. д., которые могут оказывать негативное влияние на их производительность или точность. Целью метода DDC является минимизация влияния этих возмущений на систему путем их компенсации или коррекции.*

В контексте технологий метод компенсации и динамика могут использоваться для разработки и совершенствования систем, приложений и устройств с целью улучшения их функциональности, гибкости и адаптивности [2].

В разработке робототехнических систем метод компенсации может применяться для устранения физических ограничений робота. Например, если робот имеет ограниченную точность или скорость движения, инженеры могут использовать методы компенсации, такие как датчики обратной связи или алгоритмы коррекции траектории, чтобы улучшить его производительность. В контексте разработки программного обеспечения динамика может относиться к изменениям в требованиях пользователей или внешних условиях. Разработчики могут использовать динамические методы адаптации, такие как непрерывное обновление программного обеспечения или использование алгоритмов машинного обучения для анализа и прогнозирования изменений в поведении пользователей. В области робототехники динамика может относиться к изменениям в окружающей среде или внешних условиях работы робота. Например, если робот работает в переменной среде с непредсказуемыми препятствиями или изменяющимися условиями освещения, он может использовать динамические методы планирования и управления движением для адаптации к этим изменениям и обеспечения безопасности и эффективности работы [3-4].

К примеру, можно привести исследования, посвященные различным аспектам компенсаций внешних возмущений в различных типах линейных и нелинейных систем.

В исследовании Вана Хуана Буя и А.А. Маргуна [5] речь идет о компенсации внешних неизвестных возмущений по выходу при неизмеримом векторе состояния для класса линейных систем с запаздыванием в канале управления. Предполагается, что возмущение является выходом автономного линейного генератора.

В статье А.В. Парамонова [6] рассмотрена задача компенсации внешнего возмущения для класса линейных стационарных объектов с известными параметрами и запаздыванием. Алгоритм адаптивной компенсации рекомендуется использовать в задачах управления различными устройствами активной виброзащиты, где возможно выделение доминирующих гармоник и спектра вибрационного сигнала; задачах управления робототехническими комплексами при наличии периодических (повторяющихся) движений; задачах компенсации качки в корабельных системах; задачах стабилизации космических объектов при наличии неконтролируемого вращения и т.д.

В исследовании Д.Н. Герасимова, А.В. Парамонова, В.О. Никифорова [7] рассматривается задача компенсации мультигармонического возмущения для класса линейных стационарных объектов с известными параметрами и запаздыванием. Возмущение представляется как неизмеряемый выход линейной автономной модели (экзосистемы) с известным порядком и неизвестными параметрами. Для решения задачи с помощью наблюдателя

вектора состояния экзосистемы и предиктора этого вектора формируется параметризованное представление возмущения, которое позволяет применить метод непосредственной компенсации.

В работе И.В. Петраневскийя, О.И. Борисова, В.С. Громова, А.А. Пыркина [8] представлен алгоритм управления по выходу для нелинейных многоканальных систем. Модель квадрокоптера выбрана для наглядной демонстрации эффективности метода последовательного компенсатора для стабилизации объектов этого класса. В данной работе предполагается, что на каждый из каналов объекта действует ветровое возмущение, причем значения и направления этих возмущений меняются пренебрежимо медленно. Таким образом, мы можем рассматривать их как неизвестные константы, которые подлежат компенсации.

Во всех случаях метод компенсации и динамика играют важную роль в обеспечении адаптивности и эффективности системы или робота в различных условиях и ситуациях, все исследования связаны с разработкой методов компенсации внешних возмущений для различных типов систем. Работы изучают различные аспекты этой проблемы, такие как компенсация возмущений по выходу, адаптивная компенсация, учет мультигармонических возмущений, и компенсация ветровых возмущений. Эти исследования предлагают методы и алгоритмы, которые могут быть применены в широком спектре приложений, включая управление активной виброзащитой, робототехническими комплексами, стабилизацию квадрокоптеров и других объектов. Ключевой точкой в этих работах является разработка эффективных стратегий компенсации, учитывающих разнообразие возможных типов возмущений и особенностей конкретных систем.

Одним из важных разделов современной теории автоматического управления является разработка систем управления многозвенными роботами-манипуляторами. Вызвано это высоким спросом на подобные системы со стороны промышленности. Манипуляционные роботы, как правило, характеризуются большей стоимостью в сравнении с традиционными устройствами, но за счет гибкой конфигурируемости способны выполнять широкий круг всевозможных задач в условиях промышленного производства, в том числе те, которые раньше мог выполнять только человек. Возможность перенастройки с целью выполнения различных функций позволяет использовать роботы-манипуляторы в течении длительного времени для решения разных задач без необходимости закупки дорогостоящего специализированного оборудования, что ведет к экономии средств в перспективе [4].

В управлении роботом-манипулятором метод компенсации может использоваться для устранения или смягчения недостатков в аппаратуре или программном обеспечении. Например, если робот имеет ограничения в точности или скорости, метод компенсации может применяться для автоматической коррекции этих недостатков. Динамика в управлении роботом-манипулятором может относиться к изменениям в окружающей среде,

требованиям задачи или состоянию робота. Например, робот может автоматически адаптировать свои стратегии работы в зависимости от изменений веса груза или поверхности, на которой он работает. В автономных роботах метод компенсации может использоваться для устранения физических ограничений или неидеальностей в конструкции робота. Например, робот-манипулятор может компенсировать небольшие ошибки в расчетах кинематики или динамики, чтобы точнее выполнять задачи [2].

В робототехнике динамика может относиться к изменениям во внешней среде, например, при перемещении робота по неровной поверхности или при взаимодействии с объектами переменной формы и размера. Робот может адаптировать свое поведение и стратегии действий, чтобы эффективно взаимодействовать с окружающей средой и выполнять задачи.

Математическое моделирование динамических характеристик робота-манипулятора лежит в основе метода DDC. Эти модели могут быть физическими моделями, основанными на уравнениях динамики манипулятора, или эмпирическими моделями, полученными из экспериментальных данных. В процессе работы робота могут возникать различные возмущения, такие как внешние силы, трение, изменения внешних условий и т.д. Метод DDC предусматривает механизмы оценки и анализа этих возмущений с целью их компенсации. На основе моделей динамики и оценки возмущений разрабатываются стратегии компенсации, которые позволяют корректировать управляющие сигналы таким образом, чтобы компенсировать влияние возмущений и обеспечить требуемую динамику движения манипулятора.

Для реализации стратегий компенсации используются различные алгоритмы управления, такие как пропорционально-интегрально-дифференциальные (PID) контроллеры, адаптивные контроллеры, нелинейные контроллеры и т.д. Эти алгоритмы регулируют управляющие сигналы в соответствии с текущими условиями и требованиями задачи [9].

Метод компенсации динамики и возмущений может интегрироваться с другими системами управления, такими как системы визуального распознавания, планирования траектории, датчиков обратной связи и т.д., для обеспечения комплексного и эффективного управления роботом-манипулятором [1].

*Выводы.* В целом, системы метода компенсации динамики и возмущений предоставляют эффективный инструмент для управления роботом-манипулятором, повышая его точность, производительность и устойчивость в различных условиях работы. Однако выбор конкретной системы зависит от требований конкретного приложения и компромиссов между точностью, вычислительной сложностью и стоимостью реализации. Метод компенсации динамики и возмущений может быть адаптивным, что означает способность системы к настройке и изменению параметров компенсации в реальном времени на основе изменяющихся условий окружающей среды или требований задачи. Это позволяет достигать высокой эффективности и точности управления при различных условиях работы.

В реальных условиях работы робота-манипулятора могут присутствовать различные неопределенности, такие как изменения в динамике окружающей среды, износ компонентов системы, нелинейности и т.д. Метод DDC может помочь управлять этими неопределенностями путем коррекции управляющих сигналов на основе актуальных данных.

Одним из важных свойств метода компенсации динамики и возмущений является его робастность, то есть способность поддерживать высокую производительность и устойчивость даже при наличии шумов, возмущений и модельных ошибок. С развитием технологий машинного обучения и искусственного интеллекта метод компенсации динамики и возмущений может интегрироваться с методами обучения с подкреплением, нейронными сетями и другими алгоритмами машинного обучения для улучшения производительности и адаптивности системы управления.

Эффективная реализация метода компенсации динамики и возмущений требует высокой вычислительной мощности и низкой задержки, особенно в случае применения в реальном времени. Поэтому разработка эффективных алгоритмов и их реализация на быстрых вычислительных устройствах является важным аспектом данного метода. Поскольку метод компенсации динамики и возмущений часто используется в критических и сложных приложениях, таких как хирургическая робототехника или автомобильная промышленность, экспериментальная проверка его эффективности и надежности в реальных условиях является важным этапом. Эти дополнительные аспекты позволяют лучше понять особенности и возможности метода компенсации динамики и возмущений и его применимость в различных областях робототехники и автоматизации.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- [1] Suulker C., Emirler M.T. Comparison of different time delay compensation methods for networked DC motor speed control // Proc. of the 6th International Conference on Electrical and Electronics Engineering (ICEEE). 2019. - P. 225–229. <https://doi.org/10.1109/ICEEE2019.2019.00050>
- [2] Basturk H.I., Krstic M. State derivative feedback for adaptive cancellation of unmatched disturbances in unknown strictfeedback LTI systems // Automatica. 2014. - V. 50. N 10. P. 2539–2545. doi: 10.1016/j.automatica.2014.08.002
- [3] Li K., Cai Z., Zhao J., Lou J., Wang J. Signal compensation control algorithm for quadrotor unmanned aerial vehicles // Proc. of the 36th Chinese Control Conference (CCC). 2017. - P. 3266–3271. <https://doi.org/10.23919/ChiCC.2017.8027861>
- [4] Zheng W., Chen M. Tracking control of manipulator based on highorder disturbance observer // IEEE Access. 2018. V. 6. - P. 26753–26764. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2834978>
- [5] Ван Хуан Буй, Алексей Анатольевич Маргун. Компенсация внешних возмущений по выходу для класса линейных систем с запаздыванием в канале

управления. – Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики, 2022, том 22, № 6 – С.1072-1077.

[6] Парамонов А.В. Адаптивная робастная компенсация возмущений в линейных системах с запаздыванием – Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики, 2018, том 18, № 3 – С. 384-391.

[7] Герасимова Д.Н., Парамонова А.В., Никифорова В.О. Алгоритм компенсации мультигармонических возмущений в линейных системах с произвольным запаздыванием: метод внутренней модели – Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики, 2016, том 16, № 6 – С. 1023-1030с.

[8] Петраневский И.В., Борисова О.И., Громова В.С., Пыркина А.А. Управление квадрокоптером с компенсацией ветровых возмущений – Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики, 2015, том 15, № 6 – С. 1045-1053.

[9] Narendra K., Annaswamy A. Stable Adaptive Systems. New Jersey: Prentice Hall, 1989. – P.496.

УДК 004.89

Замаев В.А., Шершнев С.Д. (EKTU Educational Academy ВКТУ им. Д. Серикбаева), (Увалиева И.М. (PhD, ШКТУ)

## КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ АНАЛИЗА 11 ПЕРВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗДОРОВЬЯ В КРОВИ

***Аннотация.** При анализе крови обычно измеряют множество различных показателей, которые могут дать представление о состоянии здоровья человека. В статье рассмотрены 11 основных показателей, которые обычно измеряют при общем анализе крови: гемоглобин (Hb), эритроциты (RBC), лейкоциты (WBC), тромбоциты (PLT), общий белок (Total Protein), СОЭ (Скорость оседания эритроцитов), глюкоза (Glucose), креатинин (Creatinine), альбумин (Albumin) и холестерин (Cholesterol). В рамках исследования на языке программирования Python была разработана компьютерная модель «11 BIOCHEMISTRY INDICATORS», которая анализирует значения 11 показателей здоровья в крови пациента и на их основе выдает ему рекомендации.*

***Ключевые слова:** биохимический анализ крови, компьютерная модель, Python, индикатор, алгоритм, показатель, общий анализ, здоровье, медицинский анализ.*

### **Введение.**

Анализ крови является одним из самых распространенных и информативных методов обследования, который помогает врачам диагностировать и следить за многими различными заболеваниями. Вот несколько основных причин, по которым анализ крови так важен:

1. Диагностика заболеваний: Общий анализ крови: Позволяет оценить общее состояние организма, выявить анемию, инфекции и другие нарушения.

Биохимический анализ крови: Дает информацию о работе органов и систем организма, таких как печень, почки, сердце, поджелудочная железа и другие. В этом анализе могут быть измерены уровни глюкозы, белков, липидов, ферментов и других веществ.

2. Оценка функции органов: Печень и почки: Оценка уровней ферментов и других маркеров может помочь выявить заболевания этих органов. Сердце: Уровень холестерина и триглицеридов в крови связан с риском сердечно-сосудистых заболеваний.

3. Мониторинг лечения: Анализы крови помогают врачам контролировать эффективность лечения и корректировать его при необходимости. Например, уровни глюкозы помогают контролировать сахарный диабет, а уровни лекарственных препаратов могут быть проверены для убеждения в их наличии в крови в достаточном количестве.

4. Скрининг: Анализы крови используются для скрининга определенных заболеваний, таких как рак (например, определение уровня определенных маркеров рака), наследственные болезни и инфекции.

5. Предупреждение заболеваний: Некоторые изменения в крови могут указывать на риск развития заболеваний, позволяя начать профилактические меры заблаговременно.



6. Индивидуальное планирование лечения Уровни определенных веществ в крови могут помочь врачам выбрать наиболее эффективное и безопасное лечение для конкретного пациента.

7. Оценка состояния здоровья: Проведение регулярных анализов крови может помочь выявить незаметные изменения в организме и предотвратить развитие болезней.

Итак, анализ крови является важным инструментом для диагностики, мониторинга заболеваний, оценки общего состояния здоровья и планирования лечения. Он может помочь выявить проблемы даже до появления явных симптомов, что позволяет начать лечение или корректировать образ жизни вовремя, что, в свою очередь, способствует поддержанию здоровья и предотвращению осложнений.

### **11 первых показателей здоровья в крови.**

При анализе крови обычно измеряют множество различных показателей, которые могут дать представление о состоянии здоровья человека. В таблице 1 представлены 11 основных показателей здоровья в крови, которые часто анализируются в медицинских лабораториях.

Таблица 1. Описание основных показателей анализа крови

№	Показатель	Описание
1.	Гемоглобин (Hb)	это белок, который переносит кислород в крови
2.	Эритроциты (RBC)	красные кровяные клетки, которые также переносят кислород
3.	Гематокрит (Hct)	процент объема крови, занимаемый эритроцитами
4.	Лейкоциты (WBC)	белые кровяные клетки, которые играют роль в иммунной системе
5.	Тромбоциты (PLT)	клетки, которые способствуют свертыванию крови
6.	Средний объем эритроцитов (MCV)	средний размер красных кровяных клеток
7.	Среднее содержание гемоглобина в эритроцитах (MCH)	среднее количество гемоглобина в одной красной кровяной клетке
8.	Среднее содержание гемоглобина в гематокрите (MCHC)	среднее содержание гемоглобина в объеме крови
9.	Эритроцитарный объем распределения (RDW)	мера изменчивости размера и формы красных кровяных клеток
10.	Общий белок	суммарное количество белка в плазме крови
11.	Билирубин	продукт распада гемоглобина, который удаляется из организма через желчь

Эти показатели дают врачам представление о состоянии крови, помогая выявить анемию, инфекции, проблемы с свертываемостью крови и другие состояния. Помните, что интерпретация этих результатов должна производиться в контексте конкретного клинического случая, и только врач может дать конкретные рекомендации по их анализу.

Нормальные значения для этих 11 основных показателей здоровья в крови могут немного различаться в зависимости от лаборатории и методики исследования. Общие диапазоны нормальных значений представлены в таблице 2.

Таблица 2. Общие диапазоны нормальных значений

Показатель	Диапазоны нормальных значений для мужчин	Диапазоны нормальных значений для женщин
Гемоглобин (Hb)	13,5 - 17,5 г/дл	12,0 - 15,5 г/дл
Эритроциты (RBC)	4,5 - 5,9 млн/мкл	4,1 - 5,1 млн/мкл
Гематокрит (Hct)	41,0% - 53,0%	36,0% - 46,0%
Лейкоциты (WBC)	4,5 - 11,0 тыс/мкл	
Тромбоциты (PLT)	150 - 400 тыс/мкл	
Средний объем эритроцитов (MCV)	80 - 100 фл	
Среднее содержание гемоглобина в эритроцитах (MCH)	27 - 33 пг	
Среднее содержание гемоглобина в гематокрите (MCHC)	32 - 36 г/дл	
Эритроцитарный объем распределения (RDW)	11,5% - 14,5%	

Эти значения представляют собой общие диапазоны, и для точной интерпретации результатов следует обращаться к врачу или медицинскому специалисту. Они могут изменяться в зависимости от возраста, пола, физического состояния и других факторов.

### **Разработка компьютерной модели анализа показателей крови.**

Компьютерная модель анализа 11 первых показателей здоровья в крови была разработана в среде Visual Code. Visual Studio Code (или VS Code) - это бесплатный и открытый исходный код редактор кода, разработанный и поддерживаемый компанией Microsoft. Он предназначен для использования разработчиками при создании и редактировании программного обеспечения.

Некоторые ключевые особенности Visual Studio Code:

- Многофункциональный редактор;

- **Расширяемость:** С помощью расширений, которые могут быть установлены напрямую из редактора, можно значительно расширить возможности VS Code;
- **Интеграция с Git;**
- **Отладка:** Встроенные инструменты отладки позволяют запускать и отлаживать код прямо внутри редактора.
- **Терминал:** В VS Code встроен терминал, который позволяет выполнять команды непосредственно из редактора, без необходимости переключения между окнами.
- **Кросс-платформенность:** Редактор доступен на Windows, macOS и Linux, что позволяет разработчикам работать на любой платформе.

Visual Studio Code стал одним из самых популярных редакторов кода благодаря своей легкости, скорости работы, множеству функций и открытой архитектуре для расширений. Он широко используется для разработки веб-сайтов, мобильных приложений, серверной разработки, анализа данных и многого другого.

Окно с кодом программы представлено на рисунке 1.

```
print("Вас приветствует КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ АНАЛИЗА 11 ПЕРВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗДОРОВЬЯ В КРОВИ ")
print("Необходимо ввести Ваши данные")
pol=input("Ваш пол (мужчина/женщина) = ")
obel = int(input("1) Значение показателя белка = "))
gemo = int(input("2) Значение показателя гемоглобина = "))
luke_skyworker = float(input("3) Значение показателя глюкозы = "))
mora = float(input("4) Значение показателя мочевины = "))
kreat= int(input("5) Значение показателя креатинина = "))
hulk = float(input("6) Значение показателя холестерина = "))
biru = int(input("7) Значение показателя билирубина = "))
alt = int(input("8) Значение показателя АЛТ = "))
ast = int(input("9) Значение показателя АСТ = "))
lip = int(input("10) Значение показателя липазы = "))
ami = int(input("11) Значение показателя Альфа-амилазы = "))
```

Рисунок 1. Код программы

На рисунке 2 представлены результаты работы программы.

```
Вас приветствует КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ АНАЛИЗА 11 ПЕРВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗДОРОВЬЯ В КРОВИ
Необходимо ввести Ваши данные
Ваш пол (мужчина/женщина) = мужчина
1) Значение показателя белка = 80
2) Значение показателя гемоглобина = 125
3) Значение показателя глюкозы = 5
4) Значение показателя мочевины = 9
5) Значение показателя креатинина = 60
6) Значение показателя холестерина = 15
7) Значение показателя билирубина = 25
8) Значение показателя АЛТ = 48
9) Значение показателя АСТ = 50
10) Значение показателя липазы = 82
11) Значение показателя Альфа-амилазы = 98
```

РЕЗУЛЬТАТЫ ДИАГНОСТИКИ:

- 1) Показатель белка в норме
- 2) Показатель белка ниже нормы. Рекомендация: Включить в рацион продукты богатые железом
- 3) Показатель глюкозы в норме
- 4) Показатель мочевины выше нормы. Рекомендация: Меньше употреблять мясные изделия и отказ от алкоголя
- 5) Показатель креатинина ниже нормы. Рекомендация:употреблять больше продуктов с высоким содержанием белка и пить меньше жидкости
- 6) Показатель холестерина выше нормы. Рекомендация: Откажитесь от курения и алкогольных напитков, жирных видов мяса
- 7) Показатель билирубина выше нормы. Рекомендация: Ешьте чаще но маленькими порциями, также ешьте больше овощей и фруктов, откажитесь от алкоголя
- 8) Показатель АЛТ выше нормы. Рекомендация: Откажитесь от острой еды и алкоголя
- 9) Показатель АСТ выше нормы. Рекомендация: Обратитесь к врачу
- 10) Показатель липазы в норме
- 11) Показатель Альфа-амилазы в норме

Рисунок 1. Результаты работы программы

**Заключение.** Компьютерная модель анализа 11 первых показателей здоровья в крови была разработана в среде Visual Code. Программа анализирует 11 основных показателей: крови: гемоглобин (Hb), эритроциты (RBC), лейкоциты (WBC), тромбоциты (PLT), общий белок (Total Protein), СОЭ (Скорость оседания эритроцитов), глюкоза (Glucose), креатинин (Creatinine), альбумин (Albumin) и холестерин (Cholesterol).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Богомоллов А. И., Небезин В. П., Жданов Г. А. Искусственный интеллект и экспертные системы в мобильной медицине //Хроноэкономика. – 2018. – №. 3 (11). – С. 17-28.
2. Челнокова Н. О., Маслякова Г. Н., Островский Н. В. Патоморфологические изменения стенки венечных артерий человека в аспекте построения адекватной компьютерной модели гемодинамики //Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. – 2012. – №. 4. – С. 56-64.
3. Потылицына Е. Н., Липинский Л. В., Сугак Е. В. Использование искусственных нейронных сетей для решения прикладных экологических задач //Современные проблемы науки и образования. – 2013. – №. 4. – С. 51-51.

УДК628.9

Иванов Д.А. (22-АУ-1), Сергазинов В.Е. (22-АУ-1), Убей-Конь М.М.(22-АУ-1),  
Құсайын-Мұрат Ә.Т. (PhD, ВКТУ)

## ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ LI-FI

***Аннотация.** Технология передачи данных Li-Fi - инновационный подход к передаче информации, обладающий высокой скоростью, безопасностью и энергоэффективностью. Ее преимущества делают ее привлекательной для применения в различных областях, таких как высокотехнологичные промышленные системы и медицинские учреждения. Однако для широкого внедрения Li-Fi необходимо решить ряд технических и стандартизационных вопросов.*

***Ключевые слова:** Технология передачи данных, Li-Fi, светодиоды (LED), световые импульсы.*

**Введение.** В настоящее время технология передачи данных находится в центре внимания благодаря стремительному развитию цифровых коммуникаций. В этом контексте появление новых методов передачи данных становится все более значимым. Одним из таких инновационных подходов является технология передачи данных на основе видимого света, или Li-Fi (LightFidelity). Li-Fi представляет собой метод передачи информации с использованием световых лучей вместо радиоволн, что открывает новые перспективы для сетевых коммуникаций [1].

Введение Li-Fi в мир сетевых технологий открывает новые горизонты для передачи данных. Она обладает рядом уникальных особенностей, таких как высокая скорость передачи данных, безопасность и энергоэффективность, что делает ее конкурентоспособной на рынке сетевых коммуникаций. В данной статье мы рассмотрим принципы работы технологии Li-Fi, ее преимущества и ограничения, а также перспективы применения в различных областях.

Технология передачи данных на основе видимого света, Li-Fi, основана на использовании светодиодов (LED) для передачи информации. Основной принцип работы Li-Fi заключается в использовании световых импульсов для передачи данных. Процесс передачи данных через Li-Fi можно разделить на несколько этапов [2] (смотрите рисунок 1):

1. Генерация светового сигнала: Светодиоды используются для генерации светового сигнала. Светодиоды могут быть быстро включены и выключены, что позволяет модулировать световой сигнал в соответствии с передаваемой информацией;

2. Модуляция данных: Информация модулируется на световом сигнале путем изменения его интенсивности во времени. Это позволяет кодировать данные для передачи через световой канал;

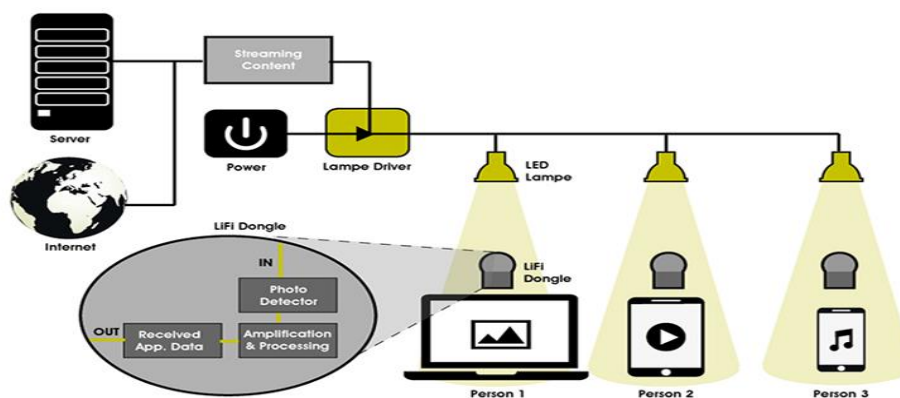


Рисунок 1 – Этапы процесса передачи данных через Li-Fi

3. Генерация светового сигнала: Светодиоды используются для генерации светового сигнала. Светодиоды могут быть быстро включены и выключены, что позволяет модулировать световой сигнал в соответствии с передаваемой информацией;

4. Модуляция данных: Информация модулируется на световом сигнале путем изменения его интенсивности во времени. Это позволяет кодировать данные для передачи через световой канал;

5. Передача данных: Модулированный световой сигнал передается через оптический канал к приемнику. Приемник, обычно фотодиод, обнаруживает изменения интенсивности света и преобразует их в электрический сигнал;

6. Демодуляция данных: Полученный электрический сигнал демодулируется для восстановления исходных данных. Эти данные могут быть обработаны и переданы на другие устройства для дальнейшего использования.

Основное преимущество Li-Fi в передаче данных заключается в том, что использование света вместо радиоволн позволяет достичь высокой скорости передачи данных. Также стоит отметить, что свет не проходит через стены, что делает Li-Fi более безопасным с точки зрения защиты данных от несанкционированного доступа.

Преимущества технологии Li-Fi:

1. Высокая скорость передачи данных: Одним из ключевых преимуществ Li-Fi является высокая скорость передачи данных. Скорость Li-Fi может достигать нескольких гигабит в секунду, что на порядок превосходит скорость Wi-Fi. Это делает Li-Fi идеальным решением для сфер, где требуется быстрая передача больших объемов данных, таких как высокотехнологичные производственные системы или медицинские учреждения;

2. Безопасность: Поскольку свет не проникает через стены, передача данных Li-Fi ограничена областью освещения, что делает ее более безопасной и защищенной от несанкционированного доступа. Это особенно важно для сетей, где безопасность данных играет ключевую роль, например, в финансовых учреждениях или государственных структурах;

3. Энергоэффективность: Использование светодиодов для передачи данных более энергоэффективно, чем использование радиочастотного излучения, что может сократить энергопотребление устройств и улучшить энергетическую эффективность систем связи;

4. Меньшая подверженность интерференции: Li-Fi менее подвержен интерференции, так как использует видимый свет, который имеет меньше помех от других устройств. Это позволяет достичь более стабильной и надежной передачи данных;

5. Возможность использования в специальных условиях: Li-Fi может быть полезен в медицинских учреждениях, самолетах и других местах, где запрещено использование радиочастотного излучения, так как он не создает электромагнитных помех;

6. Высокая плотность устройств: Использование световых сигналов позволяет создавать сети с высокой плотностью устройств, так как свет не пересекает другие каналы передачи данных и не создает помех другим устройствам.

Таким образом, технология Li-Fi обладает рядом преимуществ, которые делают ее привлекательным решением для широкого спектра приложений, от домашних сетей до высокотехнологичных промышленных систем [3].

Ограничения и вызовы технологии Li-Fi:

1. Ограниченная область покрытия: Одним из основных ограничений Li-Fi является его ограниченная область покрытия. Световой сигнал не может проходить через стены и другие препятствия, что ограничивает область, в которой можно использовать Li-Fi;

2. Необходимость постоянного источника света: Для работы Li-Fi необходим постоянный источник света. Это может ограничить его использование в условиях недостаточной освещенности или в ситуациях, когда световой источник недоступен;

3. Влияние окружающего освещения: Окружающее освещение может влиять на качество передачи данных через Li-Fi. Сильное освещение может вызвать помехи и снизить эффективность передачи данных [4];

4. Сложности в управлении световыми источниками: Управление световыми источниками в Li-Fi сети может быть сложным и требовать специальных технологий для обеспечения стабильной передачи данных;

5. Необходимость выравнивания приемника и передатчика: Для эффективной передачи данных через Li-Fi необходимо выравнивать приемник и передатчик, что может быть неудобно в некоторых ситуациях;

6. Совместимость с другими технологиями: Вопросы совместимости Li-Fi с другими технологиями передачи данных, такими как Wi-Fi, также могут создавать вызовы для его широкого внедрения;

7. Безопасность передачи данных: Важно обеспечить безопасность передачи данных через Li-Fi, чтобы избежать возможных атак и утечек информации.

Таким образом, Li-Fi имеет ряд ограничений и вызовов, которые необходимо учитывать при его использовании. Однако, несмотря на эти ограничения, Li-Fi остается перспективной технологией с большим потенциалом для развития и применения в различных областях [5].

Перспективы технологии Li-Fi:

1. Развитие высокоскоростных сетей: Одним из основных направлений развития Li-Fi является создание высокоскоростных сетей передачи данных. Благодаря высокой скорости передачи данных Li-Fi может стать ключевой технологией для обеспечения быстрого доступа к информации в различных областях, включая бизнес, медицину и образование;

2. Интеграция с другими технологиями: Li-Fi может быть интегрирована с другими технологиями передачи данных, такими как Wi-Fi и мобильные сети, для создания гибридных сетей с повышенной надежностью и пропускной способностью. Это позволит создать более эффективные и удобные сети связи;

3. Применение в умных городах и Интернете вещей (IoT): Li-Fi может быть использована для создания умных городов и сетей Интернета вещей, где требуется передача большого объема данных в реальном времени. Это может быть особенно полезно для мониторинга и управления различными системами, такими как системы безопасности и управления транспортом;

4. Применение в медицине и науке: В медицине Li-Fi может быть использована для передачи данных внутри тела для мониторинга здоровья или доставки лекарств. В науке Li-Fi может быть использована для передачи данных в лабораторных условиях, где требуется высокая скорость и точность передачи данных;

5. Энергоэффективность и экологическая устойчивость: Использование светодиодов для передачи данных делает Li-Fi более энергоэффективной и экологически устойчивой технологией по сравнению с радиочастотными технологиями;

6. Развитие стандартов и протоколов: Для успешной реализации Li-Fi необходимо развитие стандартов и протоколов, которые обеспечат совместимость и интероперабельность различных устройств и сетей Li-Fi.

Таким образом, Li-Fi имеет большой потенциал для развития и применения в различных областях, что делает его одной из самых перспективных технологий передачи данных на сегодняшний день [6].

*Заключение.* Технология передачи данных на основе видимого света, Li-Fi, представляет собой инновационный подход к передаче информации, который обладает значительным потенциалом для применения в различных областях. Ее преимущества в скорости передачи, безопасности и энергоэффективности делают ее привлекательной для использования в сетях связи.

Одним из ключевых преимуществ Li-Fi является высокая скорость передачи данных, которая значительно превосходит скорость Wi-Fi. Это делает Li-Fi идеальным решением для областей, где требуется быстрая передача больших объемов данных, например, в высокотехнологичных промышленных системах или медицинских учреждениях.



Кроме того, безопасность Li-Fi выше, чем у Wi-Fi, благодаря ограниченной области передачи данных, что делает ее более защищенной от несанкционированного доступа. Это особенно важно для сетей, где безопасность данных играет ключевую роль, например, в финансовых учреждениях или правительственных структурах.

Однако, у Li-Fi есть и свои ограничения. Недостаточная освещенность или наличие препятствий между передающим и принимающим устройствами могут снизить эффективность передачи данных. Кроме того, для широкого внедрения Li-Fi необходимо решить ряд технических и стандартизационных вопросов, таких как совместимость с другими технологиями передачи данных.

В целом, технология Li-Fi представляет собой перспективное направление развития сетей связи. Ее преимущества в скорости, безопасности и энергоэффективности делают ее привлекательной для широкого спектра приложений. Однако для успешной реализации Li-Fi необходимо продолжать исследования и разработки для преодоления текущих вызовов и обеспечения ее широкого внедрения в будущем.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

[1] Lightbecomesdata [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://purelifi.com/>.

[2] 3dnews [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://3dnews.ru/>.

[3] Cisco, Cisco Visual Networking Index: Forecast and Methodology, 2016–2021, September 15, 2017. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.cisco.com/>

[4] Режим доступа: <http://wiki.zadarma.com/index.php>, свободный, — Загл. с экрана. — Яз. рус.

[5] Анализ технологии LI-FI Храпов С. Д., Старичихин М. Г., Бурдуковский Н. П. магистры по направлению «Прикладная информатика», Технологический университет, Россия, г. Королев

[6] FizaRasool. Li-Fi: будущее Интернета // Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/435262/>.

[7] Dean Sigler. Sion Power, Airbus, UAE Team Up to Set Dubai Altitude Record. [blog.cafefoundation.org](http://blog.cafefoundation.org). Cutting-edge Aviation News from the CAFf Foundation.

[8] Алексеев Д. А. Li-Fi — прорыв в науке или бесполезная игрушка? Преимущества и недостатки Li-Fi перед Wi-Fi [Текст] / Д. А. Алексеев, В. В. Ермолаева // Молодой ученый. — 2015. — № 11. — С. 161–164.

[9] Павлов И.И., Павлова М.С., Гусельников И.А., Тагаков С.С. Общее понятие о помехе в инвариантных системах передачи информации // Colloquiumjournal: польский международный журнал научных публикаций. 2018. №11(22), ч. 6. С. 64-66.

УДК 004.8

Искаков А.Т. (22-МВТ-2т, ВКТУ), Хасенова З.Т. (PhD, ВКТУ)

## РАСПРЕДЕЛЁННОЕ ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ ДЛЯ УСКОРЕНИЯ ОБУЧЕНИЯ МОДЕЛЕЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ TENSORFLOW

***Аннотация.** В статье рассматривается проблематика обучения моделей глубокого обучения для генерации изображений искусственным интеллектом. Анализируются различные аспекты и методы в области глубокого обучения, включая использование распределенного обучения и параллельных моделей при помощи библиотеки TensorFlow. Особое внимание уделяется технологии NVLink, которая позволяет увеличить количество обрабатываемых изображений в секунду, значительно повышая эффективность обучения. Также представлен обзор современных графических процессоров и их вклад в производительность параллельных вычислений.*

***Ключевые слова:** Искусственный интеллект, глубокое обучение, распределенное обучение, NVLink, производительность вычислений.*

### **Введение**

Обучение моделей искусственного интеллекта, особенно в области глубокого обучения, стало значительно эффективнее благодаря использованию распределенного обучения и параллельных моделей. Распределенное обучение позволяет обрабатывать большие объемы данных и сложные модели, распределяя задачи по множеству сопроцессоров или узлов. Это достигается через техники, такие как параллелизм данных, параллелизм моделей и гибридные подходы. Оптимизация производительности также включает выбор подходящего оборудования, например, использование мощных GPU и их эффективное соединение (например, через NVLink), а также применение оптимизаций программного обеспечения, таких как использование смешанной точности (fp16, bf16) для ускорения вычислений и уменьшения потребления памяти. Эти подходы важны для обучения современных, масштабных моделей искусственного интеллекта, таких как Midjourney для генерации фотографий, и они обеспечивают баланс между производительностью, точностью и использованием ресурсов.

Обучение моделей искусственного интеллекта — это процесс, который требует значительных вычислительных ресурсов. Это обусловлено необходимостью обработки больших объемов данных и сложных вычислений, особенно в области глубокого обучения. Для этого часто используются высокопроизводительные вычислительные системы, включающие дорогостоящие чипы, обычно такие как GPU (графические процессоры) так как на данный момент только они имеют подходящие вычислительные ядра, оптимизированные для параллельной обработки данных. Для эффективного глубокого обучения обычно недостаточно одного мощного GPU, поэтому на помощь приходит распределённое параллельное обучение, которое можно классифицировать на два основных направления [3]:

- Аппаратное обеспечение, при помощи NVLink. NVLink - это проводной последовательный многоканальный канал связи ближнего радиуса действия, разработанный Nvidia [1], который позволяет объединить две графические карты, тем самым увеличивая объем памяти и повышая производительность для выполнения сложных вычислений.

- Программное обеспечение, при помощи различных библиотек и концепций. Этот подход включает в себя множество технологий и методик для распределения задач по обучению моделей между несколькими процессорами или узлами. Примерами могут служить TensorFlow, который обеспечивает расширенные возможности для распределенного обучения моделей, и другие концепции, такие как DataParallel (DP), TensorParallel (TP), PipelineParallel (PP), Zero Redundancy Optimizer (ZeRO) и Sharded DDP.

Эти методы обеспечивают более эффективное использование ресурсов и улучшают масштабируемость обучения, распределяя нагрузку и оптимизируя процессы обработки данных. Для глубокого понимания реальной производительности таких систем, важно рассмотреть конкретные данные и метрики. Используя TensorFlow, фреймворк, который стал стандартом в индустрии для разработки и обучения моделей машинного обучения, можно провести анализ с замерами производительности, используя 32-битные числа с плавающей точкой (FP32) для получения точных и надежных результатов. Например, в графике 1 и 2 показано обучение моделей за 50 шагов прирост производительности с разными моделями видеокарт и их количества.

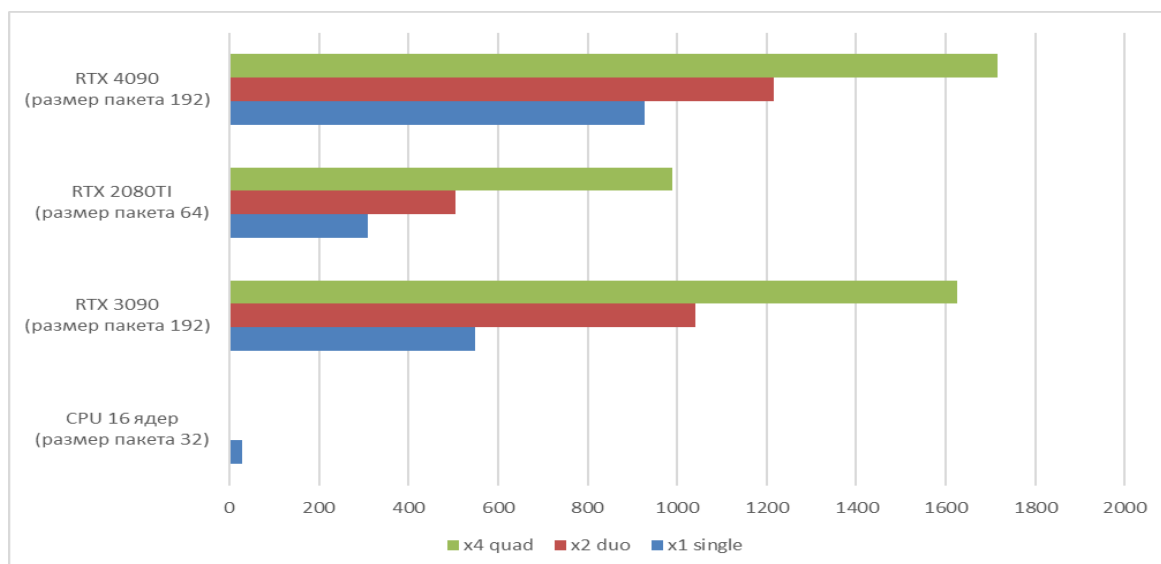


Диаграмма 1 -тест модели ResNET50в режиме FP32: количество обработанных изображений в секунду

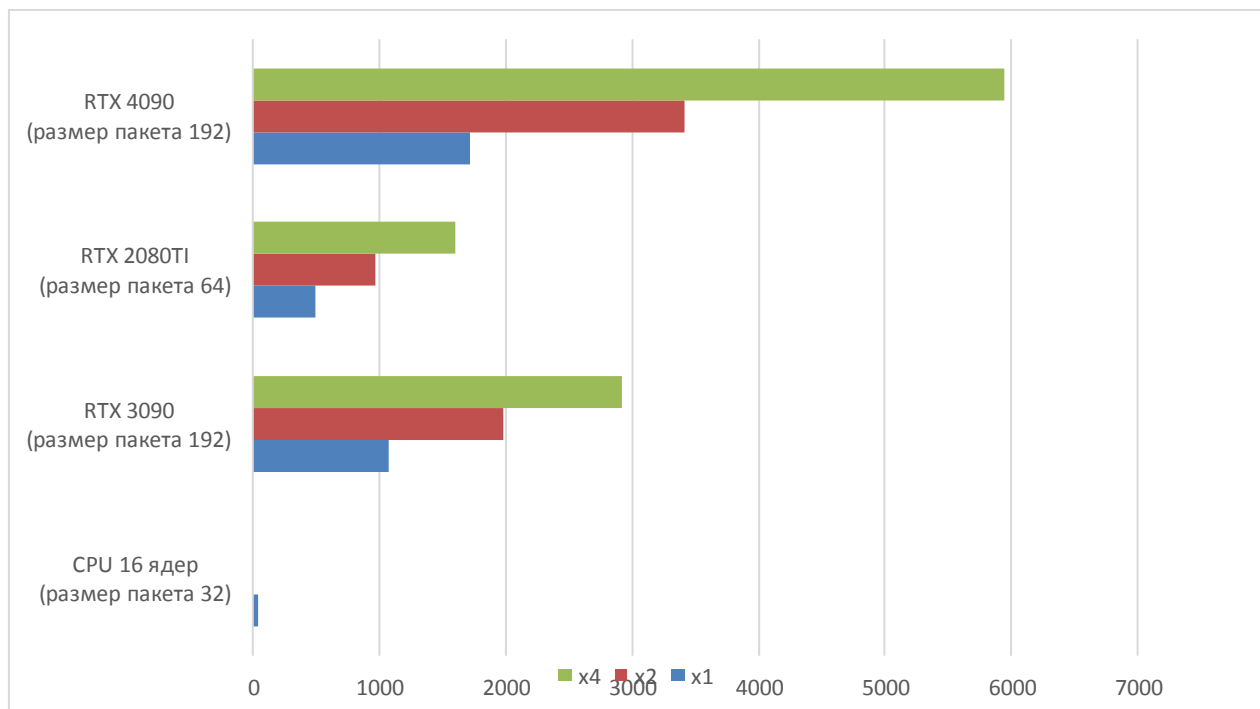


Диаграмма 2- тест модели ResNET50в режиме FP16: количество обработанных изображений в секунду

Как видно из графика прирост производительности графического процессора по сравнению с 16-ядерным процессором возрастает в сотни раз, что делает его обязательным для обучения моделей. Так же стоит отметить, что использование младших и старых моделей графических карт невозможно из-за слишком низкого объема видеопамати и нецелесообразности из-за малого количества тензорных и RTядер.

Глубокое обучение хорошо масштабируется на нескольких графических процессорах. Предпочтительным методом масштабирования нескольких графических процессоров является распределение пакета по графическим процессорам.

Что касается обмена данными, то на пике взаимодействия происходит сбор результатов пакета и корректировка весов перед расчетом следующего пакета. Пока графические процессоры работают над расчетом пакета, между графическими процессорами практически не происходит обмена данными или вообще не происходит никакого обмена данными [4].

Теперь проведём анализ влияния технологии NVLink на процесс обучения моделей с использованием TensorFlow. В тестировании будут принимать участие 4 видеокарты RTX 2080TI, где по 2xRTX 2080TI будут соединены между собой при помощи NVLink.

Анализ данных, представленных на диаграмме 3, показывает, что применение технологии NVLink приводит к увеличению количества обрабатываемых изображений в секунду. Средний прирост производительности составляет 13%, в системе с четырьмя графическими процессорами, где соединение выполнено через два интерфейса NVLink.

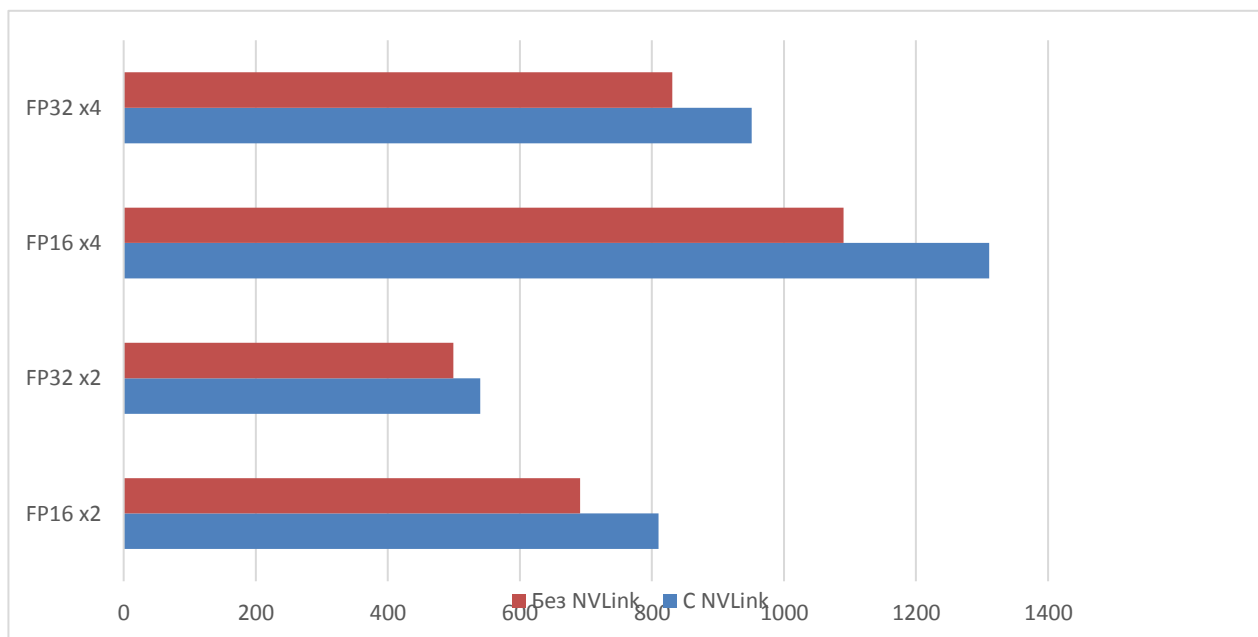


Диаграмма 3 – тест модели ResNET50 в режиме FP16 и FP32 с NVLink и без NVLink

**Вывод.** Исследование подчеркивает значимость и эффективность применения распределенного обучения и технологии NVLink в сфере глубокого обучения для искусственного интеллекта. Повышение производительности достигается за счет оптимизации распределения задач и обработки данных на множестве сопроцессоров. Применение современных графических процессоров заметно улучшает процесс обучения моделей ИИ. Данные выводы могут стать основой для последующих разработок в области искусственного интеллекта и глубокого обучения, особенно в контексте задач, связанных с обработкой и генерацией.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. NVLink. Электронный ресурс:  
URL:<https://en.wikipedia.org/wiki/NVLink>(Дата последнего посещения: 17.02.2024)
2. ModelParallelism. Электронный ресурс: URL:  
<https://huggingface.co/docs/transformers/v4.15.0/parallelism#concepts> (Дата последнего посещения: 18.02.2024)
3. Performance and Scalability: How To Fit a Bigger Model and Train It Faster. Электронный ресурс: URL:  
<https://huggingface.co/docs/transformers/v4.15.0/performance#tf32>(Дата последнего посещения: 18.02.2024)
4. Overview of the benchmarked GPUs. Электронный ресурс:  
URL:<https://www.aime.info/blog/en/deep-learning-gpu-benchmarks-2022>(Дата последнего посещения: 19.02.2024)

УДК 621.391.8

Кенесов Э. (21-РТТ-1, ВКТУ), Алимханова А.Ж. (PhD, ВКТУ)

## АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОМЕХ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЯХ СВЯЗИ

***Аннотация.** В данной статье рассматривается проблема помех в беспроводных сетях связи. Особое внимание уделяется анализу и моделированию различных типов помех, включая аддитивный белый гауссовский шум, многолучевое распространение, импульсные помехи и частотно-селективные помехи. Предложены математические модели для описания этих помех и их влияния на качество сигнала. Также рассмотрены методы борьбы с помехами, направленные на улучшение производительности беспроводных сетей. Результаты исследования могут быть использованы для повышения надежности и эффективности систем беспроводной связи.*

***Ключевые слова:** беспроводные сети, помехи в связи, аддитивный белый гауссовский шум, многолучевое распространение, импульсные помехи, частотно-селективные помехи, моделирование помех, методы борьбы с помехами.*

Актуальность изучения помех в беспроводных сетях обусловлена быстрым развитием технологий связи и возрастающим использованием беспроводных устройств в повседневной жизни. С ростом плотности сетей и увеличением числа устройств возрастает вероятность возникновения ко-канальных и смежно-канальных помех, что требует разработки эффективных методов их устранения. Источники помех могут быть разнообразными, включая естественные, техногенные и умышленные, что делает задачу их идентификации и минимизации особенно сложной. Кроме того, понимание и управление помехами имеет ключевое значение для развития новых технологий связи, таких как 5G, которые ставят высокие требования к качеству и надежности передачи данных. Таким образом, исследование помех в беспроводных сетях является важным направлением для обеспечения надежной и эффективной беспроводной связи.

В нашем исследовании нами проанализированы и смоделированы различные типы помех, влияющих на беспроводные сети связи. Основное внимание было уделено аддитивному белому гауссовскому шуму, многолучевому распространению, импульсным и частотно-селективным помехам. Мы разработали математические модели для описания этих помех и их влияния на качество сигнала. Кроме того, были рассмотрены методы борьбы с помехами, направленные на улучшение производительности беспроводных сетей.

Целью исследования было не только понимание механизмов возникновения и воздействия помех, но и разработка рекомендаций по их устранению или минимизации для повышения надежности и эффективности систем беспроводной связи.

В работе представлены математические модели для основных типов помех, включая аддитивный белый гауссовский шум, многолучевое

распространение, импульсные помехи, частотно-селективные помехи, а также ко-канальные и смежно-канальные помехи. Эти модели позволяют количественно оценить влияние помех на сигнал и служат основой для разработки методов борьбы с ними в беспроводных сетях связи.

Математические модели помех для беспроводных сетей были разработаны в среде программирования Python, что является стандартом для выполнения технических и научных вычислений благодаря своей гибкости и обширной библиотеке пакетов. Для моделирования и визуализации помех использовалась библиотека NumPy, предоставляющая мощные инструменты для работы с массивами и матрицами, а также SciPy, которая включает в себя модули для оптимизации, решения дифференциальных уравнений, статистики и обработки сигналов. Визуализация результатов была выполнена с помощью библиотеки Matplotlib, широко используемой для создания высококачественных графиков и диаграмм. Эти инструменты вместе образуют мощную среду для моделирования сложных систем и анализа данных.

В нашем исследовании мы используем следующие математические формулы для моделирования различных типов помех в беспроводных сетях:

Исходный сигнал

$$x(t) = A \cdot \cos(2\pi ft + \phi)$$

где:  $A$  — амплитуда сигнала;

$f$  — частота сигнала;

$t$  — время;

$\phi$  — начальная фаза сигнала (в вашем случае она равна нулю).

Используя библиотеку NumPy в Python для создания массива времени и расчета значений сигнала, можно легко генерировать исходный сигнал и визуализировать его с использованием Matplotlib. Были получены следующие результаты по экспериментальным данным:

1. Аддитивный белый гауссовский шум (AWGN):

$$y(t) = x(t) + n(t)$$

где  $n(t)$  - гауссовский шум с нулевым средним и дисперсией.

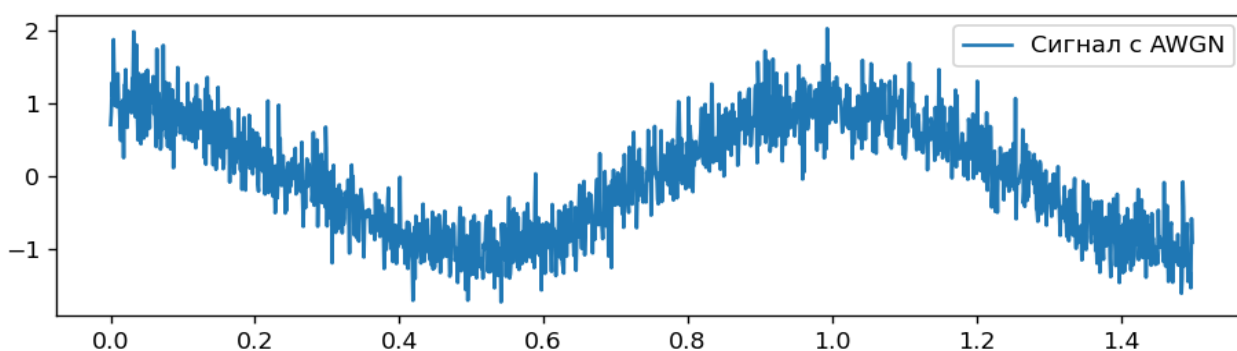


Рисунок 1 - Аддитивный белый гауссовский шум (AWGN)

## 2. Многолучевое распространение:

$$y(t) = \sum_{i=0}^N a_i \cdot x(t - \tau_i)$$

где  $a_i$  и  $t_i$  - коэффициенты амплитудного затухания и временные задержки соответственно для каждого из N лучей.

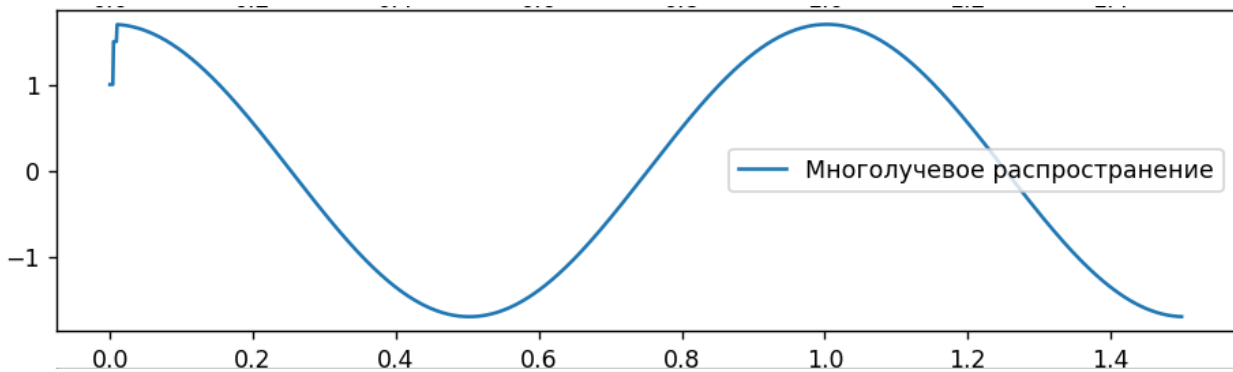


Рисунок 2 - Многолучевое распространение

## 3. Импульсные помехи:

$$y(t) = x(t) + \sum_{i=0}^M b_i \cdot \delta(t - t_i)$$

где  $b_i$  и  $t_i$  - амплитуды и моменты времени появления импульсов.

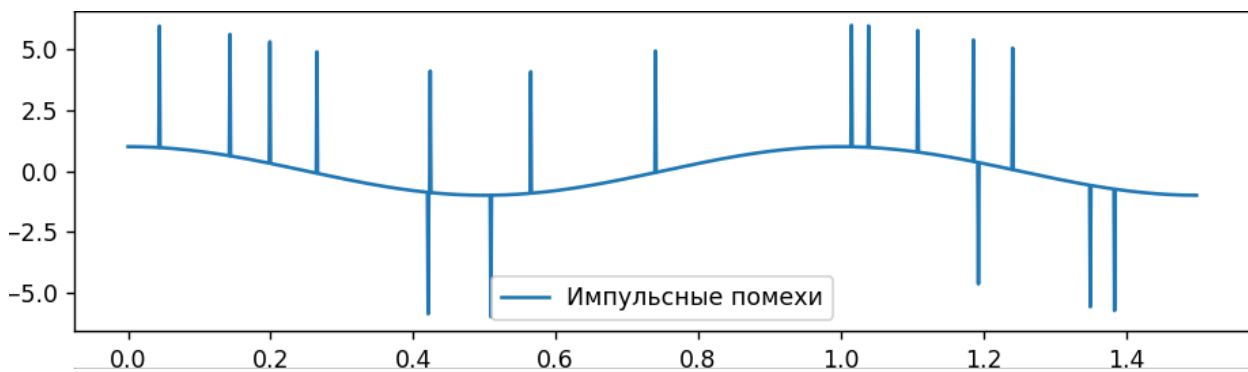


Рисунок 3 –Импульсные помехи

## 4. Частотно-селективные помехи (Фильтрация):

$$y(t) = (h * x)(t)$$

где  $h(t)$  - импульсная характеристика фильтра.



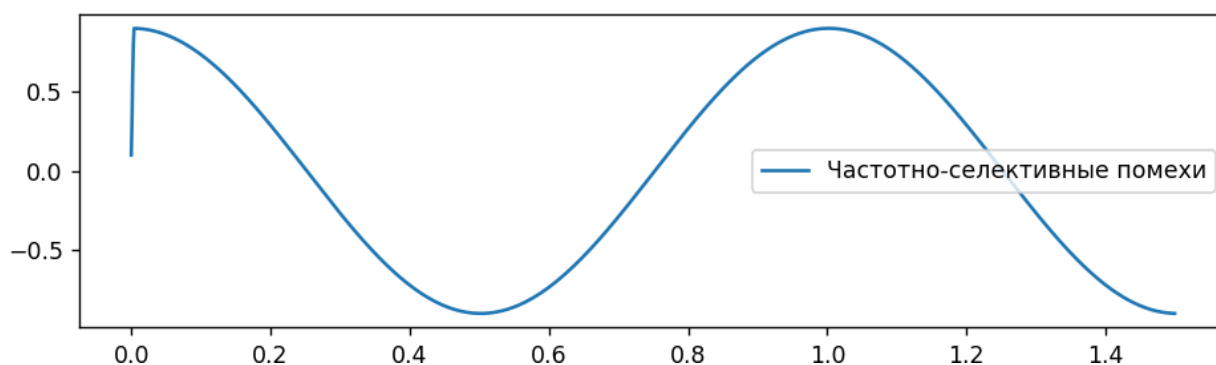


Рисунок 4 - Частотно-селективные помехи

## 5. Доплеровский сдвиг:

$$f' = f \left( \frac{c \pm v_r}{c \pm v_s} \right)$$

где:

$f'$  — наблюдаемая частота волны;

$f$  — исходная частота волны;

$c$  — скорость распространения волны (скорость света в вакууме или скорость звука в среде);

$v_r$  — скорость приемника относительно среды, положительная, если приемник приближается к источнику;

$v_s$  — скорость источника относительно среды, положительная, если источник удаляется от приемника.

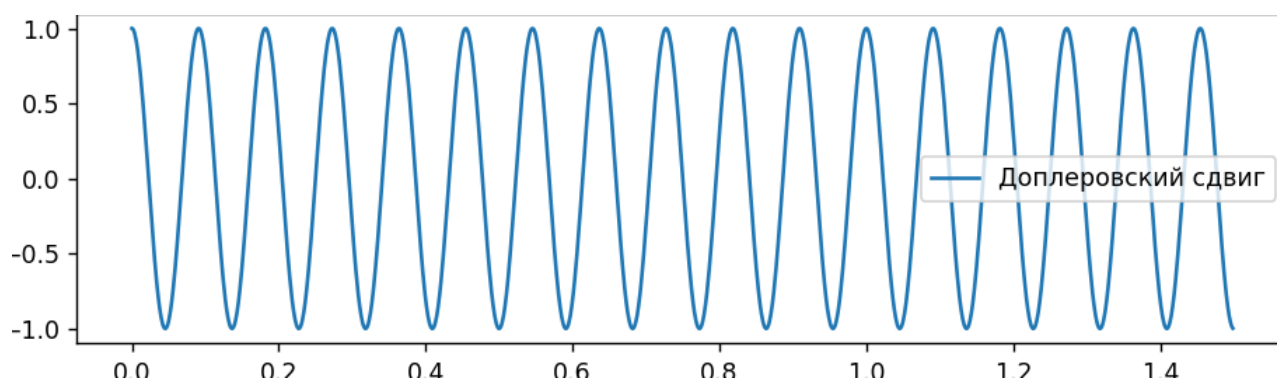


Рисунок 5 - Доплеровский сдвиг

В данной работе был проведен глубокий анализ помех в беспроводных сетях и разработаны их математические модели с использованием средств программирования Python и специализированных библиотек NumPy и Matplotlib. Были исследованы основные типы помех, включая аддитивный белый гауссовский шум, многолучевое распространение, импульсные, частотно-селективные, ко-канальные и смежно-канальные помехи. Ключевым выводом исследования является то, что адекватное математическое

моделирование помех позволяет не только точнее понять воздействие данных искажений на сигнал, но и разработать эффективные методы их минимизации. Также было продемонстрировано, что использование цифровых методов обработки сигнала и разнообразных методик кодирования может значительно повысить устойчивость беспроводных сетей к негативному воздействию помех. Основываясь на полученных результатах, можно сделать вывод, что дальнейшее изучение помех и их влияния на беспроводные сети связи имеет важное значение для развития надежных и эффективных коммуникационных технологий. Результаты данной работы могут быть использованы при проектировании новых и оптимизации существующих систем беспроводной связи.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- [1] Immaculate, Reshma & Rajanbabu, Jeya & Nikhilesh, N. & Balakrishnan, Amutha. (2019). Signal Interferences in Wireless Communication - An Overview. ISSN: 1306-3057 OPEN ACCESS 2018 13 (SP): P. 466-471
- [2] Panić, Stefan; Stefanović, Mihajlo; Anastasov, Jelena; Spalević, Petar. "Fading and Interference Mitigation in Wireless Communications". 2013
- [3] Kavra, Radhika & Gupta, Anjana & Kansal, Sangita. (2023). Dual-interference minimization routing techniques in wireless sensor networks. Wireless Networks. P. 1-13. 10.1007/s11276-023-03602-3.
- [4] Key Technologies for 5G Wireless Systems", под редакцией Vincent W. S. Wong, Robert Schober, Derrick Wing Kwan Ng, Li-Chun Wang. Cambridge University Press, 2017: P. 23-31

УДК 371.4

Коваленко А.М. (ученик 10 «А» класса), Тарасова О. В. (учитель ОБЖ МБОУ СОШ №76, г.Барнаул, РФ)

## СОВРЕМЕННЫЕ БЕСПИЛОТНИКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЗВИТИЯ

***Аннотация:** В данной статье рассматриваются современные беспилотные летательные аппараты и их перспективы развития. Освещаются основные виды беспилотников, их применение в различных областях, а также технологические инновации, способствующие улучшению их функциональности. Особое внимание уделяется оценке правовых и этических аспектов использования беспилотных технологий, включая вопросы конфиденциальности, безопасности и ответственности. В статье также рассматриваются вызовы и преимущества, связанные с расширением использования беспилотных аппаратов в различных сферах деятельности и их влияние на общество и экономику.*

***Ключевые слова:** беспилотные летательные аппараты, дроны, применение беспилотников, развитие беспилотных систем, безопасность и конфиденциальность.*

В настоящее время беспилотные летательные аппараты, или дроны, становятся все более популярными и находят все большее применение в различных сферах человеческой деятельности. Они представляют собой беспилотные летательные аппараты, которые могут быть управляемыми издалека с помощью радиоуправления или программного обеспечения. Они могут быть различных видов, включая мультироторные дроны с несколькими винтами, фиксированные крылья, вертолеты и даже беспилотные гидросамолеты.

Беспилотные летательные аппараты становятся все более популярными и находят все большее применение в различных сферах человеческой деятельности. От простых игрушечных моделей до сложных и высокотехнологичных аппаратов, беспилотники предлагают широкий спектр возможностей и перспектив для дальнейшего развития.

Одной из наиболее активно развивающихся сфер, где применение беспилотных аппаратов имеет большое значение, является авиационная промышленность. Беспилотные летательные аппараты используются для военных целей, разведки и мониторинга, а также для доставки грузов и почты. Военные дроны позволяют проводить разведку в опасных зонах без риска для жизни солдат, что позволяет значительно уменьшить потери вооруженных сил. Кроме того, дроны используются для патрулирования границ и охраны территорий [1].

В мире наблюдается также растущий интерес к гражданскому применению беспилотных летательных аппаратов. Все больше компаний и организаций начинают использовать дроны для аэрофотосъемки и видеосъемки, особенно в сферах, связанных с недвижимостью, туризмом и спортом. Беспилотные аппараты также могут использоваться для доставки

товаров и продуктов питания. Несомненно, это является одним из наиболее перспективных направлений развития беспилотных технологий.

Однако развитие беспилотников не ограничивается только авиацией. Современные технологии также делают возможным создание беспилотных автомобилей и судов. Беспилотные автомобили могут значительно повысить безопасность дорожного движения, уменьшить количество аварий и снизить загруженность дорог. Похожие технологии могут быть использованы для создания беспилотных судов, что позволит автоматизировать морскую торговлю и перевозки.

Одним из главных преимуществ беспилотников является их способность работать в труднодоступных и опасных условиях. Дроны могут использоваться для эксплорации неизвестных территорий, исследования чресполосных районов, мониторинга экосистем и многого другого. Беспилотные аппараты также могут быть использованы для борьбы с бедствиями и обеспечения быстрой реакции на возникшие чрезвычайные ситуации [2].

В мире наблюдается также растущий интерес к гражданскому применению беспилотных летательных аппаратов. Все больше компаний и организаций начинают использовать дроны для аэрофотосъемки и видеосъемки, особенно в сферах, связанных с недвижимостью, туризмом и спортом. Беспилотные аппараты также могут использоваться для доставки товаров и продуктов питания. Несомненно, это является одним из наиболее перспективных направлений развития беспилотных технологий.

Ниже приведены основные аргументы, подтверждающие актуальность темы и значимость внедрения беспилотных аппаратов в различные сферы деятельности:

1. **Технологический прогресс и инновации:** Беспилотные технологии представляют собой результат интенсивного развития высоких технологий, таких как искусственный интеллект, автономное вождение, компьютерное зрение и многие другие. Их внедрение в различные сферы жизни открывает новые возможности для увеличения эффективности, безопасности и комфорта.

2. **Увеличение производительности и снижение затрат:** Беспилотные аппараты способны выполнять повторяющиеся задачи более точно, быстро и эффективно, чем человек. Это помогает сократить рабочую силу, снизить риски человеческих ошибок и повысить общую производительность в различных отраслях.

3. **Безопасность и снижение рисков:** Внедрение беспилотных аппаратов может значительно улучшить безопасность в различных сферах, например, в транспорте, медицине или строительстве. Автономные системы могут оперировать в опасных средах или выполнять задачи, которые представляют угрозу для жизни человека.

4. **Экологическая устойчивость:** Использование беспилотных аппаратов может способствовать сокращению выбросов и оптимизации использования ресурсов. Например, беспилотные автомобили могут снизить транспортные

пробки и улучшить трафик, что в свою очередь приведет к снижению выбросов углекислого газа.

Одним из важнейших является вопрос классификации БЛА. Беспилотные летательные аппараты могут быть классифицированы по различным критериям, включая размер, назначение, способность к автономному полету и т.д. Существует несколько основных видов БПЛА:

1. Мультикоптеры: это многоцелевые БПЛА с несколькими винтами, способные выполнять маневры в воздухе и оставаться на месте. Они часто используются для аэрофотосъемки, видеосъемки, поисково-спасательных операций и других задач.

2. Фиксированные крылья: это тип БПЛА, обычно имеющий жесткие крылья и двигатель. Они обладают хорошей дальностью полета и могут использоваться для мониторинга, разведки, геодезии и других целей.

3. Вертолетные БПЛА: эти аппараты обладают вертикальным взлетом и посадкой, что делает их удобными для выполнения задач в труднодоступных местах. Они могут использоваться для различных целей, включая транспортировку, спасательные операции и т.д.

4. Гидрокоптеры: это БПЛА, способные работать как в воздухе, так и в воде. Они часто используются для мониторинга морских и водных ресурсов, а также для поисково-спасательных операций на воде.

Беспилотные аппараты, такие как дроны и беспилотные автомобили, обладают рядом ключевых технических характеристик и возможностей, которые делают их эффективными в различных областях.

Вот некоторые из них:

1. Автоматическое управление: Беспилотные аппараты обычно оснащены системами автоматического управления, которые позволяют им выполнять заданные миссии и задачи без участия человека. Это позволяет им быть более эффективными и точными в выполнении задач.

2. Искусственный интеллект: Многие беспилотные аппараты используют искусственный интеллект для принятия решений в реальном времени, анализа окружающей среды и выполнения сложных задач. Искусственный интеллект позволяет им быть более автономными и адаптивными в различных ситуациях [3].

3. Дальность действия: Беспилотные аппараты могут иметь различные дальности действия в зависимости от их назначения и типа. Например, дроны для разведки могут иметь более ограниченную дальность действия, чем беспилотные автомобили для доставки грузов.

4. Другие возможности: Беспилотные аппараты также могут быть оснащены различными сенсорами, камерами, радиосвязью и другими технологиями, которые позволяют им выполнять различные задачи, такие как наблюдение, картографирование, поиск и спасение, доставка и многое другое.

В целом, беспилотные аппараты представляют собой мощный инструмент современных технологий, который может быть использован во многих отраслях, от военной сферы до коммерческих и гражданских

приложений. Их возможности и характеристики продолжают развиваться, делая их все более эффективными и универсальными.

Беспилотные летательные аппараты имеют огромный потенциал в различных областях и продолжают развиваться и совершенствоваться для выполнения разнообразных задач.

Исходя из этих факторов, можно утверждать, что тема внедрения беспилотных аппаратов в различные сферы деятельности является актуальной и имеет огромное значение для общества. Это способствует развитию инноваций, повышению производительности и безопасности, сокращению затрат и улучшению экологической устойчивости. Поэтому изучение и эффективное внедрение беспилотных технологий должно быть приоритетом для компаний, правительств и общества в целом [4].

Вот несколько обоснований, почему тема будущего беспилотных технологий требует внимания и исследования:

1. **Технологический прогресс:** Беспилотные технологии продолжают развиваться и улучшаться с каждым годом. Новые достижения в области искусственного интеллекта, автономного управления и датчиков создают возможности для создания более умных и эффективных беспилотных систем.

2. **Широкий спектр применения:** Беспилотные технологии уже нашли применение в таких областях, как транспорт, сельское хозяйство, медицина, оборонная промышленность и многое другое. Прогнозируется, что их применение будет расширяться и в будущем обойдет все сферы человеческой деятельности.

3. **Потенциал для улучшения жизни:** Беспилотные технологии могут значительно повысить эффективность, безопасность и комфорт в различных областях. Например, беспилотные автомобили могут снизить количество дорожных происшествий, а беспилотные дроны могут помочь спасателям в экстренных ситуациях.

4. **Экономический потенциал:** Использование беспилотных технологий может привести к снижению затрат, увеличению производительности и созданию новых бизнес-моделей. Это может способствовать развитию экономики и стимулировать инновации.

Применение беспилотных технологий, таких как беспилотные летательные аппараты (БПЛА), вызывает важные вопросы в сфере правовых и этических аспектов. Важно оценить эти аспекты для обеспечения безопасности, конфиденциальности и ответственности при использовании беспилотных технологий.

Одним из ключевых вопросов является обеспечение безопасности при операциях с беспилотными аппаратами. Необходимо разработать строгие стандарты и правила для их использования, чтобы избежать возможных аварий и инцидентов. Также важно обеспечить защиту личных данных и конфиденциальности при сборе и обработке информации с помощью беспилотных технологий. Вопросы ответственности также играют важную роль.

В случае возникновения проблем или несчастных случаев, необходимо четко определить ответственность за ущерб или вред, причиненный при использовании беспилотных аппаратов. Это может включать как юридические аспекты, так и этические вопросы, связанные с принятием решений в критических ситуациях.

Другим важным аспектом является защита частной жизни и конфиденциальности граждан при использовании беспилотных технологий. Сбор и хранение данных о людях с помощью БПЛА могут вызывать опасения относительно нарушения частной жизни и прав на конфиденциальность. Поэтому необходимо разработать соответствующие законы и политики для защиты данных и обеспечения соблюдения приватности.

В целом, оценка правовых и этических аспектов применения беспилотных технологий является важным шагом для обеспечения безопасности, конфиденциальности и ответственности в использовании таких технологий. Исходя из этих обоснований, изучение и прогнозирование будущего беспилотных технологий является крайне важным для понимания потенциала и возможных вызовов, с которыми столкнется общество. Внимание к этой теме поможет обеспечить более эффективное и ответственное внедрение технологий, создание соответствующего законодательства и подготовку специалистов для работы с беспилотными системами.

Заключение. Развитие беспилотных технологий и дронов имеет огромный потенциал для трансформации различных отраслей, начиная от авиации и транспорта, и заканчивая сельским хозяйством и медициной. Беспилотные аппараты уже сейчас внедряются в различные области, а в будущем они станут неотъемлемой частью нашей повседневной жизни, улучшая безопасность и эффективность благосостояния общества

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Моисеев В.С. Основы теории эффективного применения беспилотных летательных аппаратов: монография. – Казань: Редакционно-издательский центр «Школа», 2015. - 444 с.
2. Зубарев Ю.Н., Фомин Д.С., Чащин А.Н., Заболотнова М.В. Использование беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве // Вестник Пермского федерального исследовательского центра. – 2019 - №2.-С47 -51.
3. Муминов, А. А. Искусственный интеллект в авиации: новые горизонты и безопасность // Материалы XVII Королевские чтения: Всерос. молодеж. науч. конф. (3–5 окт. 2023 г.) - Самара: Изд-во Самар. ун-та, 2023. - Т. 1. - С. 161.
4. Варламов, А. С., А. В. Седых А.В., Бачурин Д.С. Перспективы развития систем и средств комплексов с беспилотными летательными аппаратами // Молодой ученый. - 2023. - № 47 (494).- С. 25-27.- URL: <https://moluch.ru/archive/494/108015/> (дата обращения: 20.02.2024)

ӘОЖ 009.4

Қабылғазы Ж., Қайырбаева Н. М. (Дарынды балаларға арналған Жамбыл атындағы ОММГИ)

## САУЫН СИЫРЛАР КӘСІБІНІҢ БИЗНЕС ЖОСПАРЫНЫҢ ЕСЕПТЕУЛЕРІН АВТОМАТТАНДЫРУ

***Аңдатпа.** Қазақ халқының ауылшаруашылығында сиырлардың орны әрдайым ерекше болатын. Сиырлар ауыл экономикасы бар басқа елдердегідей Қазақстанның ауыл шаруашылығында маңызды рөл атқарды және ойнауды жалғастыруда. Қазақ халқы үшін мал өсіру – ежелгі кәсіптерінің бірі. Бұл өнеркәсіптің сұранысы зор. Бүгінгі күні, жүздеген жылдар бұрынғыдай, бұл пайдалы және жақсы табыс әкелуі мүмкін. Мал шаруашылығы саласында ет, әсіресе, сиыр етін өндіруді арттыру мәселесі өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Қазіргі уақытта Қазақстанда ол негізінен сүтті және құрама тұқымды мал өсіру арқылы шешілуде. Бірақта сауын сиырлар кәсібінің бизнес жоспарын дұрыс есептеулермен құру, автоматтандыру ең оңтайлы шешім.*

***Түйін сөздер:** сауын сиыр, бизнес-жоспар, шығындар, табыс, автоматтандыру, тиімділік.*

Ауыл шаруашылығы өнімдерін кейіннен сүт және ет түрінде халыққа сату үшін етті-сүт бағытындағы ірі қара малын өсіру қажет. Сиырларды ұстау-бұл өте күрделі мәселе. Бұл топтағы ауылшаруашылық жануарларына күтім жасау әрқашан көп уақытты қажет етеді. Сонымен қатар, ірі қара малды ұстау технологиясының өзі, мысалы, сол қояндар мен тауықтардан айырмашылығы, өте күрделі. Сиыр өсіру бизнесі тиімді болу үшін фермер көп нәрсені білуі және білуі керек. Жылына 6-8 мың литр сүт беретін бір жоғары өнімді сауын сиыр айына орта есеппен 192 мың теңге табыс алып келеді. Сиырды ұстауға және сиыр өнімдерін сатуға кететін шығындар айына орта есеппен 72 мың теңгені құрайды. Бір сиырдан алынған таза пайда айына шамамен 120 мың теңге.

Зерттеу жұмысында сүтті бағыттағы сиырларды (Гольштейн, симменталь) және бұзауларды сатудан түскен табыс туралы зерттелген.

Жоғары өнімді (сүтті) сиырларда табыстың екі негізгі түрі бар:

1. Сүт және сүт өнімдерін сату;
2. Бұзауларды сату.

Сүт бизнесінің кірісі, ең алдымен, сатылатын сүттің бағасымен (Өскемен қаласында – литріне 400-440 теңге) және жоғары өнімді тұқымдарды ұстауға және өнімді сатуға кететін шығындармен анықталады.

Орташа есеппен сүтті зауытқа құны 122-144 теңге/л болатын бағамен тапсыру тиімсіз екенін бірден атап өту қажет. Оның орнына көтерме саудагерлерге бағасы 200-240 теңге/л сатылады. Бірінші жағдайда табыссыз жұмыс жасалады, екіншісінде өте аз пайда табу мүмкіндігі пайда болады. Мақсатымыз көбірек пайда алу. Ол үшін бизнес-жоспар құру қажет.





Сурет 1. Голштейн сиырлары

Сүттің құнын есептеу алгоритімі:

1) Шамамен сүттің құны келесідей анықталады:

Ұстауға және сатуға арналған жылдық шығындар лактацияның 10 айындағы сүт көлеміне бөлінеді. Сандық түрде:

$(72000 \cdot 12) / 6000 = 144$  теңге.

Сиыр лактация кезінде 8 мың литр сүт берген жағдайда, сүт құны аз болады - 112 теңге, яғни әр литрден пайда жоғары болады ( $480 - 112 = 368$  теңге).

Егер шыңында тәулігіне шарықтау шегінде 15 литр немесе лактация уақытында шамамен 3 мың литр беретін қарапайым сиыр болса, есептеулер басқандай болады. Сүттің өзіндік құнын 144 теңге бағасында сақтау үшін шығындарды 2 есе азайту қажет. Алайда, содан кейін сізге сататын немесе өзіңіз қолданатын сүттің мөлшері азайады.

2) Сүттен түскен пайда-бұл сүтті сатудан түскен табыс пен барлық шығындар арасындағы айырмашылық. Ақшалай түрде:

$194936 - 72000 = 122\ 936$  теңге айына

3) Шығындар үлесін есептеу:

Егер сізде бірнеше ірі қара мал болса, онда өз қажеттіліктеріңізге жеткілікті сүт бөлу оңайырақ болады. Сонымен қатар, шығындар үлесі аздап азаяды:

- коммуналдық қызметтерге;
- жанармайға;
- жөндеу және техникалық қызмет көрсету.

Нәтижесінде 1 жоғары өнімді сиырға орташа шығындар азаяды.

Жылына бір жоғары өнімді сиырды ұстауға кететін барлық шығындар егжей-тегжейлі зерттейік. Бір жоғары өнімді сиырды ұстау құны және өнімді сатуға кететін шығындар айына шамамен 72 мың теңге құрайды.

Шығындар тізіміне сурет 2-де көрсетілген.



Сурет 2. Сиярға және өнімді сатудағы қажетті шығындар

1) Жем. Жоғары өнімді сиярдың тамақтануының негізі-шөп және дәнді дақылдар (концентраттар).

2) Дәнді дақылдар. Дәнді дақылдар саны (бидай, арпа, сұлы және басқалары) жыл бойына сиярдың сауылуына, лактация кезеңіне және семіруіне байланысты өзгереді. Кейбір сәттерде сияр 12 кг, ал басқаларында 3 кг алады. Және астықтың құрамы жануардың қажеттілігіне байланысты өзгереді.

3) Бір реттік концентраттар. Мүмкін болса, жемнің басқа түрлерін сатып алуға болады. Мысалы, бұршақ ұны, жүгері кебегі немесе соя (кестеде олар бір реттік концентраттар ретінде енгізілген). Үнемі сатылымда олар жоқ, тек кейбір партиялар. Олардың көмегімен рационды әртараптандыруға болады, бірақ тек бір жарым, екі айға бір рет қажет болады.

4) Тамыр дақылдары. Бір жыл ішінде тамыр дақылдарының саны саууға, лактация кезеңіне, басқа жемдердің болуына немесе болмауына және тамыр дақылдарының түріне байланысты әр түрлі болады. Сонымен қатар, көкөністердің құрамдас бөлігін ескеру маңызды. Мысалы, аймағыңызға тән көкөністерді пайдалану, оларды алу арзанырақ және оңайырақ. Мысалы, бұл қызылша целлюлозасы болуы мүмкін.

5) Зерттеу және вакцинация. Зерттеуге қан алу жылына 1-2 рет, әр түрлі аймақтарда әр түрлі жолмен жасалады. Лейкемия және бруцеллезге талдау міндетті болып табылады. Туберкулезге, лептоспирозға және басқа ауруларға тексерулер жүргізілуі мүмкін. Сүт өнімдерін сатуға құжаттар мен рұқсаттарды алудың қажеті бар болса (мысалы, базардағы сауда үшін), онда сиярлардың ай сайынғы шығындары жоғары болады. Ол үшін сиярлардың денсаулығы туралы анықтама алу қажет. Олар сиярларды сату, тасымалдау кезінде қажет болады.

6) Жайылым. Ол орманды дала, бірақ топырақ құмды, өсімдік жамылғысы аз және жыл сайын құрғақшылық жер болуы мүмкін. Әрине, сиярларды табынға шығарып, ұзақ уақытқа байлап қоюға болады, бірақ жоғары өнімді сиярлар үшін бұл сүттің азаюына әсер етеді. Егер аз өнімді сиярлар

болса, онда жайылымдық кезең ұзағырақ болады, өйткені жануарлар аз рационмен жүре алады.

7) Ұрықтандыру. Бұл жағдайда екі нұсқа бар, бұқаға апару немесе жасанды түрде ұрықтандыру. Екінші нұсқаны таңдау тиімдірек, өйткені ол техникалық жағынан да, аурулар жағынан да үнемді, сапалы және қауіпсіз болып табылады. Әр сиыр үшін ең қолайлы бұқа тұқымын таңдап, асылдандыру жұмыстарын жүргізу өте ыңғайлы болады.

8) Төсемені. Төсемені (үгінділер) қолдану қажет, өйткені сиырлар едені бар қорада сақталады. Сиырлардың тазалығы мен жылуын қамтамасыз ететін төсеменің минималды қабаты 5 см және одан жоғары болады. Егер сиырларды ағаш едені бар дүңгіршектерде ұсталынса, онда төсемені пайдаланбауға болады, бірақ дүңгіршекті тезекті жинауға ыңғайлы болатындай етіп жобалау керек.

9) Су және электр энергиясы. Күндіз қорада жарық, ал түнде кезекші шамды қосу қажеттілігі бар. Жарықтандыру сапалы, қора жақсы жарықтану қажет. Сонымен қатар, сауу кезінде әрқашан қосымша шамдар қосылу қажет. Бір сиырға судың шығыны әрдайым әртүрлі болады және ол лактация кезеңіне байланысты болады. Лактация шарықтау шегінде жануар 80-100 литр су іше алады, бірақ әдетте сәл аз – күніне 60-80 литр. Ал құрғақ кезеңде сиыр әдетте 40-50 литр ішеді.

10) Дайын өнімге арналған ыдыс. Әдетте менде 3 литрлік құтылар мен қақпақтар бар – бұл тұрақты шығын, сонымен қатар 2 литрлік құтылар да бар (сирек). Май мен қаймаққа арналған пластикалық контейнерлер қажет болады. Ірімшік, сүзбені орауға арналған пакеттер сатып алу қажет. Сонымен қатар, құтыларды тасымалдауға арналған тұтқалары бар сөмкелер де қажет.

Бір жоғары өнімді сиырды ұстауға, сондай-ақ өнімді сатуға айына 72 мың теңге жұмсауға дайын болыңыз. Бірақ бұл тұрарлық зат, өйткені менің бір сиырым айына орта есеппен 192 мың теңге әкеледі.

Әр түрлі айларда әр түрлі сүт алынады:

- төлдегеннен кейін бірінші айда сүт көлемі артады. Сиыр 18-20 литр сүт берсе, бірінші айдың аяғында ол 30-32 литр береді, егер 14-16 литр берсе, ол 24-26 литр болады. Бастапқыдан 28-30 литр бергенде, сауудың соңында күніне 40-42 литр болады (бұл толық жастағы сиырлар);

- екінші-үшінші айлар-лактацияның шарықтау шегі. Алғаш төлдеген сиырлар әдетте күніне 25-32 литр береді, ал бірнеше төлдегеннен кейін-күніне 35-45 литр;

- ұрықтанғаннан кейін (төртінші айдан бастап) сүт көлемі біртіндеп азаяды және лактацияның оныншы айының соңында немесе жүктіліктің 7 айында кептіру кезеңі басталады. Осы кезеңде сүт тәулігіне 8-14 литрге дейін азаяды.

Сиырды төлдегенге дейін сауудың қажеті жоқ, әйтпесе төлдегеннен кейін сүт көлемін жоғалту қаупі бар.

Жоғары өнімді сиырдың лактациясы кезінде сүттің орташа өзгеру туралы есептер 1 кестесінде көрсетілген.

Кесте 1. Жоғары өнімді сиырдың лактациясы кезінде сүттің орташа өзгеру кестесі

Ай	Орташа сауу, л.	Сүт көлемі, л.
Мамыр	27-29	868
Маусым	30-32	930
Шілде	29-31	930
Тамыз	28-30	899
Қыркүйек	27-29	840
Қазан	25-27	806
Қараша	23-25	720
Желтоқсан	20-22	651
Қаңтар	17-19	558
Ақпан	14-15	420
Лакация кезінде		7622

```

8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
  
```

```

  #* add to page
  page.add(
    popup_menu,

    ft.TextField(ref=cow_count, label="Количество коров", autofocus=True),
    ft.TextField(ref=mounth_count, label="Сколько месяцев"),
    ft.Text(ref=current_month, value=f"Текущий месяц: {months[datetime.now().month-1]}"),

    ft.ElevatedButton("Рассчитать", on_click=show_banner_click),
    ft.Column(ref=greetings),
  )
  #* add to page

  #! page route
  page.on_route_change = route_change
  page.on_view_pop = view_pop
  page.go(page.route)
  #! page route

  # ft.app(target=main, view=ft.AppView.WEB_BROWSER)
  ft.app(target=main)
  
```

Routes Example

⚠ Примерные числа, могут быть 'форс-мажорные' обстоятельства ()

⋮

Количество коров  
1

Сколько месяцев  
8

Текущий месяц: Октябрь

Рассчитать

Сколько получишь: 708000.0 +-10%

Потребуется(без учета сбыта и ремонта): 360000 +-10%

Жылына 6-8 мың литр сүт беретін бір жоғары өнімді сауын сиыр айына орта есеппен 192 мың теңге табыс алып келеді. Сиырды ұстауға және сиыр өнімдерін сатуға кететін шығындар айына орта есеппен 72 мың теңгені құрайды. Бір сиырдан алынған таза пайда айына шамамен 120 мың теңге.

Зерттеу жұмысында сүтті бағыттағы сиырларды (Гольштейн, симменталь) және бұзауларды сатудан түскен табыс туралы зерттелген.

Жоғары өнімді (сүтті) сиырларда табыстың екі негізгі түрі бар:

1. Сүт және сүт өнімдерін сату;
2. Бұзауларды сату.

Сүт бизнесінің кірісі, ең алдымен, сатылатын сүттің бағасымен (Өскемен қаласында – литріне 400-440 теңге) және жоғары өнімді тұқымдарды ұстауға және өнімді сатуға кететін шығындармен анықталады.

Орташа есеппен сүтті зауытқа құны 122-144 теңге/л болатын бағамен тапсыру тиімсіз екенін бірден атап өту қажет. Оның орнына көтерме саудагерлерге бағасы 200-240 теңге/л сатылады. Бірінші жағдайда табыссыз жұмыс жасалады, екіншісінде өте аз пайда табу мүмкіндігі пайда болады. Мақсатымыз көбірек пайда алу. Ол үшін бизнес-жоспар құру қажет.

Осылайша, жоғары өнімді сиырларға жұмсайтын барлық шығындар зерттелді. Әрине, оларды мүмкіндігінше оңтайландыруға болады. Осы тұрғыдан келесідей кеңестер қолдануға болады:

- жергілікті жемді барынша пайдалану;
- жайылымға ақша жұмсамау;
- қолдан келгенше медициналық манипуляцияларды өзіңіз жасай алу;
- сиырларды өзіңіз ұрықтандыру;
- базардағы орын үшін артық төлемей, өнімді тікелей сатып алушыға жеткізу.

Бір жоғары өнімді сиырды ұстауға, сондай-ақ өнімді сатуға айына 72 мың теңге жұмсауға дайын болыңыз. Бірақ бұл тұрарлық зат, өйткені менің бір сиырым айына орта есеппен 192 мың теңге әкеледі.

#### ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. Шевцов В. В. Бизнес-модель-конструктивная часть бизнес-плана // Экономика и социум. – 2020. – №. 11 (78). – С. 1544-1547.

2. Анохина С. А. Бизнес-план в системе финансового планирования предприятия // Форум молодых ученых. – 2019. – №. 1-1 (29). – С. 237-241.

3. Суетин С. Н. Моделирование финансов в бизнес-планах // Актуальные вопросы экономики и финансов. – 2020. – С. 103-107.

4. Ечин Н. М., Нежелъченко Д. И. Бизнес-планирование как инструмент эффективного управления деятельностью сельскохозяйственного предприятия // ББК 65.32 С 56. – 2020. – С. 32.

5. Пайтаева К. Т. Анализ бизнес-процессов предприятия: описание, цели, методика // Экономические науки. – 2020. – №. 193. – С. 119-122.

6. Азжеурова М. В. Особенности бизнес-планирования в условиях сельскохозяйственного производства // Наука и Образование. – 2020. – Т. 3. – №. 3.

ӘӨЖ 681.5

Қайсанова Ш.Д. (22-МАУ-2т, ШҚТУ), Кадыролдина А.Т. (PhD, ШҚТУ)

## КҮШТІК ЭНЕРГИЯ ТҮРЛЕНДІРГІШТЕРІН БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІ

***Аңдатпа.** Қазіргі уақытта энергияны тиімді пайдалану басты басымдылықтардың біріне айналды. Күштік түрлендіргіштер энергияны бір формадан екіншісіне түрлендіруде шешуші рөл атқарады, мысалы, электр энергиясын тікелей түрлендіру, электр энергиясын механикалық энергияға айналдыру және т.б. Бейсызықтық жүйелер өзгермелі жағдайларға бейімделу және сызықтық жүйелермен салыстырғанда кеңірек функционалдылыққа ие болу қабілетімен ерекшеленеді. Осыған байланысты энергетикалық түрлендіргіштерді бейсызықтық басқаруды зерттеу энергетика саласындағы жаңа перспективаларды ұсынады. Бұл мақалада күштік түрлендіргіштерді басқару жүйесінің негізгі функциялары және басқару алгоритмі талданады, бейсызықтық жүйелерді сызықтық және басқарумен байланысты негізгі мәселелер қарастырылады. Әрі қарай күштік түрлендіргіштерді бейсызықтық басқарудың әртүрлі тәсілдері, соның ішінде оңтайлы басқару теориясына негізделген әдістер мен алгоритмдер талданады. Энергия түрлендіргіштерін бейсызықтық басқарудың тиімді әдістерін әзірлеудің маңыздылығы энергетика саласындағы өзгеретін жағдайлар мен талаптарға байланысты өзекті бола түсуде.*

***Түйін сөздер:** күштік энергия түрлендіргіш, ПИД реттегіш, күштік түрлендіргішті басқару, күштік түрлендіргішті модельдеу.*

Күштік энергия түрлендіргішін басқару жүйесі-бұл күштік энергия түрлендіргіштерінің жұмысын бақылауға және реттеуге арналған құрылғылар мен бағдарламалық жасақтама жиынтығы.

Басқару жүйесі келесі негізгі функцияларды қамтамасыз етеді:

1. Кернеу мен жиілікті басқару: жүйе түрлендіргіштің шығыс кернеуі мен жиілігін бақылайды және реттейді, оларды белгіленген деңгейде ұстайды.
2. Шамадан тыс жүктеме мен қысқа тұйықталудан қорғау: жүйе түрлендіргіштегі ықтимал шамадан тыс жүктемелер мен қысқа тұйықталуларды анықтайды және алдын алады, оны зақымданудан қорғайды.
3. Жұмыс параметрлерін басқару: жүйе түрлендіргіштің тогы, кернеуі, қуаты және басқа жұмыс параметрлері туралы деректерді оқиды және талдайды, оның жұмысын бақылау мен оңтайландыруды қамтамасыз етеді.
4. Жұмыс режимдерін реттеу: басқару жүйесі түрлендіргіштің әртүрлі жұмыс режимдерін жұмыс талаптары мен шарттарына байланысты таңдауға және реттеуге мүмкіндік береді.
5. Басқа жүйелермен байланыс: жүйе өзара әрекеттесе алады.

Күштік түрлендіргіштерді басқару жүйесін басқару алгоритмі келесі қадамдарды қамтиды:

1. Токтар, кернеулер, айналу жылдамдығы, позиция және т. б. сияқты өлшемдер мен жүйенің физикалық параметрлерін алу.
2. Жүйенің ағымдағы күйін және оның талаптарын анықтау үшін алынған деректерді талдау және өңдеу.

3. Өңделген мәліметтер, модельдер және жүйенің берілген параметрлері негізінде қажетті басқару сигналын есептеу.

4. Басқару сигналын генерациялау және оны жүйенің шығыс қуатын реттеу үшін қуат түрлендіргішіне беру.

5. Жүйенің жұмысын бақылау және қажет болған жағдайда алгоритм параметрлерін басқару және түзету тиімділігін бағалау үшін кері байланыс алу.

6. Үздіксіз басқару және жүйенің қажетті жұмыс режимін сақтау үшін циклде 1-5 қадамдарды қайталау.

Күштік түрлендіргіштерді басқару жүйесін есептеу бірнеше кезеңдерді қамтиды. Мұнда жалпы есептеу алгоритмі берілген:

1. Жүйенің қажетті сипаттамаларын анықтау:

- Күштік түрлендіргіштің түрі (мысалы, инвертор, тұрақты ток түрлендіргіші, айнымалы ток түрлендіргіші және т. б.);

- Жүктеме сипаттамалары (мысалы, қуат, кернеу, ток);

- Басқару әдісі (мысалы, ПИД реттеу, синхронды алгоритмді басқару, импульстік ендік модуляциясын басқару және т.б.).

2. Басқару жобасын жүйелеу:

- Өлшеу құрылғыларынан (мысалы, ток, кернеу, жылдамдық, позиция) кері байланысты қоса алғанда, басқару жүйесінің құрылымын анықтау;

- Жүйенің математикалық моделін анықтау (мысалы, беріліс функциясы, күй теңдеулері);

- Басқару жүйесінің параметрлерін анықтау (мысалы, PID реттегіші үшін пропорционалды, интегралды және дифференциалды компоненттердің коэффициенттері);

- Басқару жүйесін талдау және синтездеу әдісін таңдау (мысалы, түбірлік нүкте әдісі, ағындық функция әдісі және т.б.).

3. Басқару жүйесінің параметрлерін есептеу:

- Реттеудің қажетті дәлдігін анықтау (мысалы, сапа коэффициенті, өтпелі уақыт, тұрақты жұмыс қателігі);

- Реттегіштің параметрлерін есептеу (мысалы, ПИД реттегішінің коэффициенттері, реттегіштің өткізу қабілеттілігі).

4. Басқару жүйесін модельдеу және талдау:

- Мамандандырылған бағдарламалық жасақтаманы (мысалы, MATLAB, Simulink) қолдана отырып, басқару жүйесінің математикалық моделін құру[1];

- Модельдеу және нәтижелерді талдау (мысалы, өтпелі сипаттамалар, жиілік сипаттамалары, жүйенің тұрақтылығы).

5. Басқару жүйесін оңтайландыру және баптау:

- Қажет болған жағдайда, қажетті сипаттамаларға қол жеткізу үшін басқару жүйесінің параметрлерін оңтайландыруды жүргізу (мысалы, градиентті түсіру әдісі, генетикалық Алгоритмдер, жүйені сәйкестендіру әдістері).

- Нақты жағдайларда басқару жүйесінің параметрлерін реттеу (мысалы, Ziegler-Nichols әдісін қолдана отырып, ПИД реттегішін орнату).

Күштік түрлендіргіштердің басқару жүйесінің математикалық моделі жүйенің динамикасын сипаттайтын теңдеулер түрінде ұсынылады. Мұндай модельдің негізгі компоненттері келесі элементтерді қамтиды:

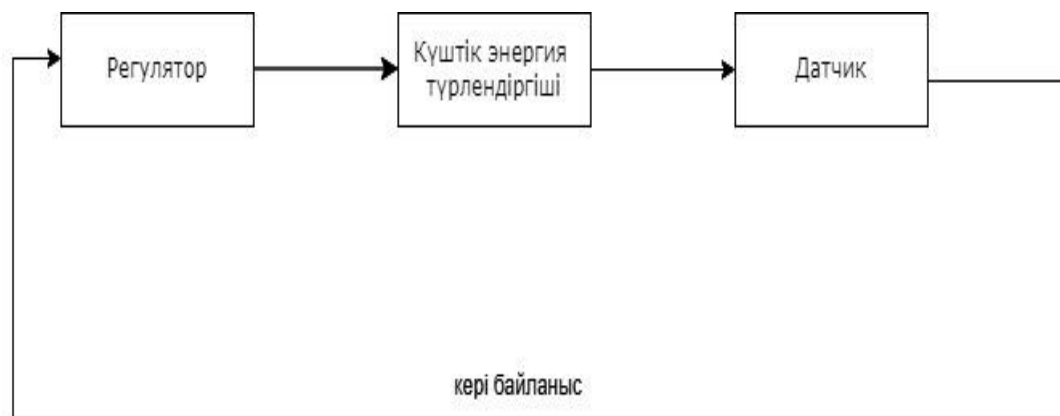
1. Энергия түрлендіргіші: Бұл энергияның бастапқы түрін қажетті пішінге түрлендіретін элемент. Мұндай түрлендіргішті модельдеу үшін оның электромагниттік, механикалық немесе басқа сипаттамаларын сипаттайтын теңдеулерді қолдануға болады.

2. Реттегіш: реттегіштің міндеті-түрлендіргішке басқару әсерін өзгерту арқылы жүйенің қажетті сипаттамаларын сақтау. Реттегіштің математикалық моделі оның жұмыс режимін сипаттайтын теңдеу түрінде ұсынылуы мүмкін.

3. Кері байланыс: жүйені оңтайлы басқару үшін кері байланыс арқылы алынған ақпаратты пайдалануға болады, яғни жүйенің ағымдағы күйін қажетті күймен салыстырып, осы сигнал негізінде басқару әсерлерін өзгертуге болады. Кері байланысты басқару жүйесінің математикалық моделінде де ескеруге болады.

4. Датчиктер мен есептегіштер: жүйенің ағымдағы күйі туралы ақпарат алу үшін кернеу, ток, айналу жылдамдығы және т.б. сияқты әртүрлі параметрлерді өлшейтін датчиктер мен есептегіштерді қолдануға болады.

Күштік түрлендіргіштердің басқару жүйесін 1-суреттен көруге болады.



Сурет 1 - Күштік энергия түрлендіргіштерін бейсызықтық басқару

Энергия түрлендіргішінің дифференциалдық теңдеуін тұжырымдай отырып, түрлендіргіштің барлық элементтері үшін энергия мен массаның сақталу заңдылықтарын ескереміз. Бізде энергия көзінен, электромагниттік орамнан, жүктемеден және теңдеуде қарастырылатын басқа элементтерден тұратын күштік түрлендіргіш бар делік. Жалғыз айнымалы электромагниттік орам арқылы өтетін  $I(t)$  ток болсын. Бұл жағдайда энергия түрлендіргішінің дифференциалдық теңдеуі келесідей болады:

$$LdI/dt = V(t) - R*I(t) - \text{BackEMF}(t)$$

Мұндағы:



- L-электромагниттік ораманың индуктивтілігі
- R-электромагниттік ораманың кедергісі
- $V(t)$  - күштік түрлендіргішке қолданылатын кернеу
- BackEMF (t) - күштік түрлендіргіштің өзі шығаратын және кіріс тогына кері бағытталған электр қозғаушы күш

Бұл дифференциалдық теңдеу энергия көзінен келетін энергияны, электромагниттік ораманың кедергісінде жоғалған энергияны, сондай-ақ күштік түрлендіргіштің өзі тудыратын электр қозғаушы күшті ескереді[4,5].

Энергияның күштік түрлендіргішінің нақты конфигурациясы мен параметрлеріне байланысты теңдеудің әр түрлі түрлері мен қосымша терминдері болуы мүмкін.

Энергия түрлендіргіштерін басқару жүйесінің дифференциалдық теңдеуін келесідей жазуға болады:

$$dX/dt = A*X + B*u$$

мұндағы:

- $dX/dt$  - уақыт бойынша жүйенің туынды күйлерінің векторы,
- $X$  - жүйе күйлерінің векторы,
- $A$  - жүйенің матрицасы,
- $B$  - басқару матрицасы,
- $u$  - басқару әсерінің векторы.

Әдетте, күштік түрлендіргіштердің басқару жүйесінде кері байланыс (feedback) бар, оны теңдеуде келесідей қарастыруға болады:

$$dX/dt = A*X + B*u + G*(Y - Y_{ref})$$

мұндағы:

- $G$  - кері байланыс матрицасы,
- $Y$  - жүйенің шығыс айнымалыларының векторы,
- $Y_{ref}$  - шығыс айнымалыларының берілген (анықтамалық)

мәндерінің векторы.

Сондай-ақ, күштік түрлендіргіштердің басқару жүйелерінде басқару әсеріне шектеулер болуы мүмкін, бұл теңдеуде келесідей ескерілуі мүмкін:

$$u = U_{min}, \text{ если } u < U_{min}$$

$$u = U_{max}, \text{ если } u > U_{max}$$

мұндағы  $U_{min}$  және  $U_{max}$  сәйкесінше басқару әсерінің минималды және максималды мәні болып табылады.

Бұл дифференциалдық теңдеу энергия түрлендіргіштерін басқару жүйелерін талдау және жобалау үшін негіз болып табылады.

Күштік түрлендіргіштердің басқару жүйесінің математикалық сипаттамасы түрлендіргіштің динамикасын және оның кіріс сигналының әсерінен болатын әрекетін сипаттайтын теңдеулер мен модельдерді қолдануды қамтиды [2,3].

Басқару жүйесінің математикалық моделінің негізгі элементтеріне мыналар жатады:

1. Түрлендіргіш моделі: бұл түрлендіргіштің математикалық сипаттамасы және оның жұмыс режиміндегі динамикалық әрекетін сипаттайтын теңдеулерді қамтиды.

2. Жүктеме моделі: бұл түрлендіргіш қосылған сыртқы жүктеменің математикалық сипаттамасы. Жүктеме моделі оның кедергісін, индуктивтілігін, сыйымдылығын және басқа параметрлерін сипаттайтын теңдеулерді қамтиды.

3. Математикалық басқару моделі: бұл түрлендіргішті басқару алгоритмін сипаттайтын модель. Басқару моделі ПИД реттегіші, алдын ала болжау модельдері, оңтайлы басқару модельдері және т. б. сияқты әртүрлі әдістер мен алгоритмдерді қолдана алады.

4. Кері байланыс моделі: бұл түрлендіргіштің немесе жүктеменің ағымдағы күйі туралы ақпаратты сипаттайтын және басқару сигналын реттеу үшін қолданылатын модель. Кері байланыс тоқты, кернеуді, ағынды немесе басқа параметрлерді өлшеуді қамтиды.

5. Электр желісінің теңдеулері: түрлендіргіштің желімен өзара әрекеттесуі жағдайында математикалық модельде электр желісін сипаттайтын теңдеулер де болуы керек. Бұл түрлендіргіштің желіге әсерін анықтауға және басқару алгоритмін жасау кезінде оның әсерін ескеруге мүмкіндік береді.

Күштік түрлендіргіштерін басқару жүйесінің математикалық сипаттамасы олардың жұмысын талдауға және оңтайландыруға, сондай-ақ олардың басқару алгоритмдерін жобалауға мүмкіндік береді.

#### ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

[1] VitorFernão Pires, José Fernando A. Silva. Teaching Nonlinear Modeling, Simulation, and Control of Electronic Power Converters Using MATLAB/SIMULINK. IEEE Transactions on Education, 2002. - 45(3), P. 253-261.

[2]Zhu, Q., Song, X., & Wu, B..Nonlinear Control of DC-DC Boost Converters: A Survey. IEEE Transactions on Power Electronics, 2015. - 30(1), P.189-204.

[3] Yang, J., Wu, B., Li, S., & Yu, X. Nonlinear Control of Switching Power Converters: A Review. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 2015. - 62(2), 1016-1030.

[4] Shi, X., Li, S., Zhang, Q., & Yu, X. Nonlinear Control of Grid-Connected Inverters for Renewable Energy Systems: A Review. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 2017. - 64(4), 2789-2801.

[5] Yu, X., Yang, J., Wu, B., & Li, S. Nonlinear Control of Switched Power Converters: A Survey. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 2014. -61(3), 1398-1411.

УДК 004.75

Кожанжаров Е.Е. (23-DAУ-3а, ВКТУ), Григорьева С.В. (PhD, ВКТУ)

## АНАЛИЗ ПОДХОДОВ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ

*Аннотация.* В данной статье проводится анализ существующих подходов к уменьшению потребления энергии в беспроводных сенсорных сетях. Авторы рассматривают различные методы, включая оптимизацию маршрутизации, адаптацию передачи данных, а также использование энергосберегающих протоколов и архитектур. Каждый из подходов обсуждается с точки зрения его преимуществ, недостатков и применимости в различных сценариях использования беспроводных сенсорных сетей. Авторы приходят к выводу, что для достижения эффективного энергосбережения в беспроводных сенсорных сетях необходимо интегрировать и адаптивно использовать различные методы в зависимости от условий и требований приложений.

**Ключевые слова:** беспроводная сенсорная сеть, датчики, энергопотребление, управление, передача данных.

Беспроводные сенсорные сети (Wireless Sensor Networks, WSN) - это сети, состоящие из множества миниатюрных датчиков (сенсоров) и исполнительных устройств, которые объединяются в единую сеть без использования проводных соединений. Эти устройства собирают информацию об окружающей среде, выполняют измерения и передают данные на удаленный сервер или другое устройство. WSN используются в различных областях, включая мониторинг окружающей среды, здравоохранение, промышленность, сельское хозяйство и многое другое.

WSN – идеальное решение для сбора данных в ситуациях, когда традиционный сбор данных невозможен. Эти крошечные электронные модули оснащены микропроцессором (интеллект), сенсорным модулем (MEMS), радиолинией (недорогие радиочастотные радиоприемники на базе КМОП), памятью (буфер) и встроенным аккумулятором. Датчики могут самоорганизовываться в многоинтервальные и одноранговые сетевые архитектуры. Эти устройства собирают информацию об окружающей среде и преобразуют аналоговые результаты в цифровые данные. После преобразования в цифровую форму эти значения дополнительно анализируются и передаются в центр принятия решений/базовую станцию.

Сенсорные узлы используются в WSN со встроенным процессором, который управляет и контролирует окружающую среду в определенной области. Они подключены к базовой станции, которая действует как процессор в системе WSN. Базовая станция в системе WSN подключается через Интернет для обмена данными.

Любая технология характеризуется как преимуществами, так и недостатками. Особенности организации и эксплуатации присущие современной WSN приведены в таблице 1.

Таблица 1. Преимущества и недостатки беспроводной сенсорной сети

Преимущества	Недостатки
Гибкость: Беспроводные сенсорные сети можно легко настроить и адаптировать к различным условиям и требованиям. Они могут быть развернуты в различных местах, включая промышленные объекты, жилые дома и даже в окружающей среде.	Ограниченная мощность и энергия: WSN обычно состоят из датчиков с батарейным питанием, которые имеют ограниченные энергетические ресурсы. Это затрудняет обеспечение бесперебойной работы сети без необходимости частой замены батарей.
Масштабируемость: WSN легко масштабируются, что позволяет добавлять или удалять устройства без необходимости перестройки всей сети.	Ограниченные возможности обработки и хранения. Сенсорные узлы в WSN обычно небольшие и имеют ограниченные возможности обработки и хранения. Это затрудняет выполнение сложных задач или хранение больших объемов данных.
Низкое энергопотребление: Беспроводные сенсорные устройства обычно имеют низкое энергопотребление, что увеличивает срок службы их батарей и снижает затраты на обслуживание.	Гетерогенность: WSN часто состоят из множества различных типов датчиков и узлов с разными возможностями. Это затрудняет обеспечение эффективного и результативного функционирования сети.
Удаленный мониторинг и управление: Данные, собранные WSN, могут быть доступны удаленно, что позволяет контролировать и управлять устройствами в реальном времени.	Безопасность. WSN уязвимы для различных типов атак, таких как подслушивание, глушение и спуфинг. Обеспечение безопасности сети и данных, которые она собирает, является серьезной проблемой.
Мониторинг окружающей среды: Беспроводные сенсорные сети могут использоваться для мониторинга различных параметров окружающей среды, таких как температура, влажность, уровень шума и т.д.	Масштабируемость: сети WSN часто должны иметь возможность поддерживать большое количество сенсорных узлов и обрабатывать большие объемы данных. Обеспечение возможности масштабирования сети для удовлетворения этих требований является серьезной проблемой.
Создание умных городов и домов: WSN могут играть ключевую роль в создании умных домов и городов, обеспечивая сбор данных о состоянии окружающей среды и предоставляя возможность принимать обоснованные решения на основе этих данных.	Помехи: WSN часто развертываются в средах с сильными помехами от других беспроводных устройств. Это может затруднить обеспечение надежной связи между сенсорными узлами. Надежность: WSN часто используются в критически важных приложениях, таких как мониторинг окружающей среды или управление промышленными процессами. Обеспечение надежности сети и ее способности правильно функционировать в любых условиях является серьезной задачей.

Основные задачи, которые необходимо решать при развертывании сети связаны с проблемой энергозависимости сенсорных узлов. Можно выделить следующие:

1. Ограниченный срок службы батареи: WSN обычно используют небольшие, легкие и недорогие датчики, которые часто имеют ограниченные

возможности источника питания. Это может привести к необходимости частой замены батарей или даже к полной замене датчика.

2. Сложность масштабирования: Масштабирование WSN может быть сложным из-за проблем с энергопотреблением. Добавление большего количества датчиков или увеличение радиуса действия может быстро увеличить энергопотребление и сократить срок службы батареи.

3. Проблемы с надежностью: Проблемы с энергозависимостью могут привести к снижению надежности WSN. Если датчики не могут работать стабильно из-за ограничений энергопотребления, это может повлиять на точность и надежность собираемых данных.

4. Сложность управления питанием: Управление питанием в WSN может быть сложным, поскольку датчики обычно работают в удаленных и труднодоступных местах. Настройка параметров энергопотребления, таких как мощность передачи или время сна, может быть затруднительной.

5. Ограничения в области применения: Некоторые области применения WSN могут быть ограничены из-за энергозависимости. Например, использование датчиков в автономных системах или в условиях отсутствия доступа к электросети может быть затруднительным.

Для уменьшения энергопотребления в WSN используются различные методы. Нами выделены основные направления, которые рассматриваются в работах [1-3] для решения существующих проблем.

1. Оптимизация протокола связи. Разработка протоколов связи, которые обеспечивают более эффективное использование энергии, например, путем уменьшения мощности передачи и увеличения времени сна.

В работе [4] предлагается адаптивная иерархия кластеризации с низким энергопотреблением (LEACH) – это протокол управления доступом к среде (MAC) на основе TDMA, который использует стратегию кластеризации для обеспечения равномерного распределения энергии между датчиками в сети. Сенсорные узлы организованы в группы, передающие важные данные на базовую станцию через кластерную головку. Конечные пользователи могут получать данные через базовую сеть через Интернет. Кроме того, режимы передачи данных в кластерных сетях подразделяют на три типа: внутрикластерная, межкластерная и дальняя связь.

2. Адаптивное управление питанием. Настройка параметров питания, таких как время сна и мощность передачи, в зависимости от потребностей приложения и условий окружающей среды.

Из-за ограниченности ресурсов этих датчиков массивные и повторяющиеся задачи создают перегрузки в сети и истощают энергию датчиков. Отправка ненужных и избыточных пакетов данных опасна для жизни и влияет на доступность других ресурсов. В статье [5] предлагается новая схема «Энергоэффективное динамическое и адаптивное планирование на основе состояний» (EDASS) для WSN. Предлагаемый метод динамически переключает узлы между состояниями и адаптирует состояния датчика на основе содержимого воспринимаемых пакетов данных. Четыре различных состояния

энергии получают из комбинации внутренних модулей датчика –route, sleep, active, wait.

3.Группировка данных. Сведение к минимуму количества передач данных путем объединения данных от нескольких датчиков перед отправкой. WSN состоят из большого количества недорогих сенсорных узлов, которые имеют ограниченные энергетические и вычислительные возможности, а также низкую емкость хранения. Узлы обычно генерируют большие объемы данных с высокой временной согласованностью.

Ключевой стратегией использования преимущества низкой стоимости миниатюрных устройств является оптимизация ограниченной энергии батарей беспроводных датчиков за счет ограничения количества передач в сети. Хотя количество пакетов данных, генерируемых каждым узлом/устройством, может быть относительно небольшим, количество пакетов, генерируемых совместно всеми узлами значительное. Передача большого количества пакетов промежуточными узлами/устройствами приводит к многократному увеличению сетевого трафика.

Из-за развертывания большого количества датчиков для мониторинга одного и того же явления, например, использования термодатчиков, термисторов и инфракрасных датчиков для контроля температуры; приводит к избыточности данных.

Кроме того, из-за ограниченной емкости хранилища сенсорный узел/устройство может не иметь достаточно большого буфера для размещения входящих данных, что приводит к отбрасыванию пакетов после заполнения буфера. Помимо потери данных, это влечет за собой существенную нагрузку на сетевой трафик, поскольку узлы вынуждены повторно передавать отброшенные пакеты. Это приводит к более быстрому расходу энергии из узлов, а также приводит к нежелательным последствиям, таким как увеличение задержки.

Эффективным механизмом обработки данных является агрегирование, объединение или сжатие данных на промежуточных узлах перед передачей сжатых данных на базовую станцию [6].

4.Использование энергоэффективных технологий. Применение технологий, таких как энергоэффективные радиомодули и датчики с низким энергопотреблением, для снижения общего энергопотребления системы. Сенсорные узлы питаются от батареи, ресурс которой ограничен. В зависимости от требований приложения и желаемой задачи срок службы установленных батарей варьируется от одного узла к другому в зависимости от вычислительных усилий. По истечении срока годности батарейки необходимо вовремя заменять, чтобы сеть не вышла из строя. В некоторых случаях обслуживание узлов становится сложным. В конечном итоге это приводит к необратимому отказу узла, и затем исключению из работы сети.

В этом контексте необходимы автономные, интеллектуальные и простые в использовании решения для сбора энергии, чтобы предложить альтернативный источник питания для узлов путем изучения ресурсов окружающей среды. Альтернативные источники энергии необходимы для

поддержания срока службы сети, и не зависят только от ограниченных батарей. Поэтому изучение методов сбора данных необходимо для создания эффективного источника питания для узлов сети и достижения большей устойчивости.

В заключение можно сказать, что исследования в области уменьшения энергозависимости беспроводных сенсорных датчиков являются актуальными и важными. Во-первых, уменьшение энергопотребления датчиков может значительно увеличить время их автономной работы, что снижает затраты на замену батарей и обслуживание системы в целом. Во-вторых, меньшее энергопотребление позволяет датчикам работать дольше и стабильнее, что улучшает качество собираемых ими данных. И, в-третьих, WSN с низким энергопотреблением могут быть использованы в более широком спектре приложений, таких как мониторинг окружающей среды и здравоохранение.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

[1] Energy-efficient techniques in wireless sensor networks: Technology, Components and System Design [Текст] / Khriji Sabine [идр.] // Energy Harvesting for Wireless Sensor Networks – 2018. - С. 287-303.

[2] Mohammad Ordouei. Proposing a new framework for optimizing energy consumption in sensor nodes used in the Internet of Things [Текст] / Ordouei Mohammad, Jalali Bahareh, Nourbakhsh Azamossadat // Journal of Systems Engineering and Electronics – 2024. - № 34. - С. 106-119.

[3] Runliang Jia. Wireless Sensor Network (WSN) Model Targeting Energy Efficient Wireless Sensor Networks Node Coverage [Текст] / Jia Runliang, Zhang Haiyu // IEEE Access – 2024. - № 12. - С. 27596-27610.

[4] Ferry Fachrizal. Optimization of the LEACH algorithm in the selection of cluster heads based on residual energy in wireless sensor networks [Текст] / Fachrizal Ferry, Zarlis Muhammad, Sihombing Poltak // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies – 2024. - № 1. - С. 14-21.

[5] Muhammad Nawaz Khan. Energy-Efficient Dynamic and Adaptive State-Based Scheduling (EDASS) Scheme for Wireless Sensor Networks [Текст] / Nawaz Khan Muhammad, Haseeb Ur Rahman, Zahid Khan Muhammad, Gulzar Mehmood, // IEEE Sensors Journal – 2022. - № 22. - С. 12386-12403.

[6] Beneyaz Ara Begum. Data aggregation protocols for WSN and IoT applications – A comprehensive survey [Текст] / Begum Beneyaz Ara, Satyanarayana V. Nandury // Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences – 2023. - № 35. - С. 651-681.

УДК 681-5

Құбайдолданов М.М. (23-МАУ-2т), Красавин А. Л. (PhD, ВКТУ)

## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ МПМ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СКОРОСТЬЮ КОЛЛЕКТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

***Аннотация.** В данном исследовании рассматривается применение модель прогнозирующего управления (метод прогнозирующих моделей, МПМ) для управления скоростью коллекторного двигателя постоянного тока (ДПТ), используемого в приводе. Определение целевой функции оптимизации является критическим процессом в МПМ. В работе предложены различные функции для проектирования наиболее подходящей целевой функции МПМ, учитывая параметры, которые могут влиять на динамику двигателя, такие как скорость, ток, мощность и состояния коммутации. В результате анализа получены наилучшие результаты с целевой функцией, состоящей из ошибки скорости, расчетного тока и разницы между двумя расчетными значениями скорости.*

***Ключевые слова:** (метод прогнозирующих моделей) МПМ, (двигатель постоянного тока) ДПТ, коллекторный двигатель, H-мост, метод Эйлера.*

***Введение.** Двигатели постоянного тока щетками (ДПТ) широко используются в различных областях, таких как насосы, вентиляторы, механизмы стеклоподъемников и стеклоочистители автомобилей. С развитием технологий они находят интенсивное применение в высокотехнологичных областях, таких как робототехника, дроны и приводы ракет [1, 2].*

*Важным этапом управления ДПТ является коммутация. Процесс коммутации в ДПТ осуществляется контактом щетки с скользящей механической поверхностью. Этот механический метод надежен и способен выдерживать высокое напряжение и ток. Помимо этих преимуществ, в механическом коммутаторе могут возникать искры или дуги, что создает опасную ситуацию [3].*

*Из-за этих недостатков проектирование контроллера является еще одним критическим шагом для управления ДПТ. В 2000-х годах МПМ стало предпочтительным способом управления электрическими машинами, включая высокоскоростные ДПТ. Особенно за последние десять лет уровень его использования значительно возрос [4].*

*При управлении ДПТ с помощью классического регулятора, такого как PID, для уменьшения пульсаций момента и достижения более эффективного управления используется метод широтно-импульсной модуляции (ШИМ) [5]. На каждом шаге управления с помощью МПМ контроллер определяет напряжение или выбор коммутации, который дает наилучшее значение целевой функции. Это приводит к более плавному переключению инверторов и, следовательно, к меньшим пульсациям момента [6, 7].*

*При проектировании МПМ одним из критических шагов является определение подходящей целевой функции. В целом, целевая функция состоит из двух частей: разница между опорным сигналом и выходным сигналом и разность управляющего сигнала контроллера между двумя шагами. В то время*



как первый параметр минимизирует ошибку, второй параметр пытается обеспечить более плавное управление [8].

Для управления скоростью постоянного тока в целевой функции использовались ошибка скорости и значения тока и будущих управляющих сигналов [9]. Также в исследованиях по передаточной функции двигателя вводился весовой коэффициент во входные сигналы, и в зависимости от изменения этих коэффициентов оценивалась работа регулятора [10]. Весовые коэффициенты нуждаются в настройке системой. Одним из методов настройки этих коэффициентов является детерминированный метод. В детерминированных методах значение коэффициентов увеличивается или уменьшается на постоянную величину от определенной начальной точки [11].

Еще одной мотивацией исследования является то, что разработанный МПМ может работать на простом микроконтроллере. Это важный параметр, позволяющий создавать экономичные проекты. По этой причине в аналитических исследованиях предпочтение отдавалось периодам дискретизации, при которых алгоритм может работать на микроконтроллерах.

Уравнения двигателя постоянного тока (ДПТ) и схема H-моста. Уравнения ДПТ основаны на переменных тока якоря и угловой скорости.

$$\frac{dia}{dt} = \frac{1}{La} (Va - Raia - Vemf) \quad (1)$$

$Ra$  обозначает сопротивление якоря,  $La$  — индуктивность якоря,  $ia$  и  $Va$  — ток и напряжение якоря, а  $Vemf$  — напряжение обратной ЭДС. Напряжение противо-ЭДС зависит от скорости двигателя ( $\omega m$ ) и постоянной противо-ЭДС ( $kb$ ):

$$Vemf = kb\omega m \quad (2)$$

Электрический крутящий момент ( $Te$ ), создаваемый двигателем, зависит от тока якоря и постоянной крутящего момента ( $kt$ ) и находится в следующем уравнении.

$$Te = ktia \quad (3)$$

Скорость двигателя ( $\omega m$ ) зависит от устойчивости электрического момента к внешним и внутренним факторам. В приведенном ниже уравнении скорости  $Tl$  представляет собой внешнюю нагрузку, коэффициент трения  $B$  и инерцию двигателя  $Jm$ .

$$\frac{d\omega m}{dt} = \frac{1}{Jm} (Te - Tl - B\omega m) \quad (4)$$

ДПТ обычно управляются с помощью H-мостов. H-мост - это электронная схема, позволяющая подавать напряжение на ДПТ в обоих направлениях. Базовая схема H-моста содержит четыре коммутационных элемента.

МПМ — это надежный метод оптимизации и управления, позволяющий прогнозировать работу системы. Оптимальный сигнал управления генерируется путем прогнозирования будущих реакций системы, минимизируя функцию стоимости. Процесс оптимизации настроен так, чтобы минимизировать ошибку между прогнозируемым и эталонным значением, а МПМ управляет переменными, которые позволят осуществить эту минимизацию. Оценка функции стоимости для каждого периода выборки определяется в соответствии с горизонтом прогноза ( $N$ ), выбранным в зависимости от типа системы и требований к производительности. Функцию стоимости, включающую будущие ситуации, ссылки и будущие действия, можно определить следующим образом:

$$J = e(x(k), u(k), \dots, u(k + N - 1)) \quad (5)$$

Более подробная версия уравнения, приведенного в (5), показана ниже. В уравнении  $x_{ref}$  представляет опорное значение,  $x(i + 1)$  представляет прогнозируемый отклик системы, а  $u(i)$  и  $u(i - 1)$  представляют управляющие переменные.  $\lambda$  - это весовой коэффициент больше 0, который можно использовать для настройки. Для  $u(i)$  могут использоваться такие переменные, как напряжение, ток и состояния коммутации.

$$J = \sum_{i=k}^{k+N-1} ((x(i + 1) - x_{ref})^2 + \lambda(u(i) - u(i - 1))^2) \quad (6)$$

МПМ для управления двигателем постоянного тока с помощью H-моста можно спроектировать с помощью следующих трех шагов:

1) Подготовлены уравнения, описывающие связь между всеми возможными состояниями переключения и генерируемыми напряжениями [22]:

Переключатели S1 и S3 должны работать противоположно друг другу. (S2 и S4 одинаковы.) Поэтому для упрощения Однако вместо четырех переключателей использовались только два переключателя. S1 и S2 контролируются Sa, а S3 и S4 контролируются Sb. Значения напряжения, полученные тремя переключениями H-моста, показаны ниже:

Sa	Sb	V <sub>a</sub>
1	0	V <sub>dc</sub>
0	1	-V <sub>dc</sub>
0	0	0

2) Уравнения дискретного времени составляются для прогнозирования будущего поведения переменных, которыми нужно управлять:

Для получения модели дискретного времени для расчета прогнозов можно использовать различные методы дискретизации. Одним из самых простых методов является метод прямого Эйлера, основанный на производных.

Этот метод позволяет получить выражение прогнозирования, оставляя член  $x(k+1)$  в покое.  $T_s$  — время выборки.

$$\frac{dx}{dt} \approx \frac{x(k+1) - x(k)}{T_s} \quad (7)$$

Скорость двигателя зависит от тока, поэтому сначала необходимо спрогнозировать ток. Следующее уравнение получается, если использовать метод Эйлера, приведенный в (7) применяется к уравнению (1).

$$i_a(k+1) = \left(1 - \frac{Ra}{La} T_s\right) i_a(k) + \frac{Va}{La} T_s - \frac{V_{emf}}{La} T_s \quad (8)$$

Аналогично, следующее уравнение получается, когда метод Эйлера применяется к уравнению скорости, приведенному в (4).

$$\omega_m(k+1) = \left(1 - \frac{B}{J_m} T_s\right) \omega_m(k) + \frac{k_t}{J_m} T_s i_a(k+1) - \frac{T_l}{J_m} T_s \quad (9)$$

3) Функция стоимости, представляющая поведение системы, определяется с использованием уравнений, полученных на шаге 2, и добавления других переменных или ограничений, если это необходимо.

Первый член функции стоимости — это разница между опорным значением и реакцией системы. Это значение будет откликом на скорость с опорной скоростью в этом приложении. Также можно использовать функцию стоимости, состоящую только из этого члена, но, как видно из предыдущих исследований, для управления всей динамикой систем необходимо нечто большее, чем такая функция. В этом разделе подготовлены четыре различные функции стоимости для анализа влияния различных параметров на функцию стоимости.

Необходимо ограничить ток, чтобы получить более плавный отклик и предотвратить перерегулирование. В первой функции использовались прогнозируемое значение тока и ошибка скорости. Эта функция выбирает переключение, которое дает наименьшую ошибку по скорости и наименьшее значение тока на каждом шаге.

$$J_{cur} = \lambda_1 * (\omega_m(k+1) - \omega_{mref})^2 + \lambda_2 * i_a(k+1)^2 \quad (10)$$

*Заключение.* В данном исследовании был разработан метод предсказательного управления (МПМ) для управления скоростью коллекторного двигателя постоянного тока (ДПТ). МПМ позволяет прогнозировать будущие значения скорости и тока ДПТ, что обеспечивает более плавное управление по сравнению с классическими регуляторами, такими как PID. Были предложены различные функции стоимости для учета влияния разных параметров, таких как ошибка скорости, ток и ограничения коммутации. Функция стоимости, состоящая из ошибки скорости, расчетного тока и разницы между двумя расчетными значениями скорости, показала

наилучшие результаты. МПМ может работать на простом микроконтроллере, что делает его экономичным и подходящим для различных применений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- [1] Batool A, Ain NU, Amin AA, et al. A comparative study of DC servo motor parameter estimation using various techniques. *Automatika*. 2022;63(2):303–312.
- [2] Tripathi RP, Singh AK, Gangwar P, et al. Sensor-less speed control of DC motor using EKF estimator and TSK fuzzy logic controller. *Automatika*. 2022;63(2):338–348.
- [3] Xiang X, Chai J, Sun X. A novel DC motor based on mechanical–electrical hybrid commutation. *IEEE J Emerg Sel Top Power Electron*. 2018;6(3):1605–1615.
- [4] Schwenzer M, Ay M, Bergs T, et al. Review on model predictive control: An engineering perspective. *Int J Adv Manuf Technol*. 2021;117(5):1327–1349.
- [5] Sainz, B, Leal, D, & Martinez, E. Novel Method to Ensure the Reliability of the DC Motors Controlled by an IGBT/PWM Converter. In 2021 IEEE IAS Pulp and Paper Industry Conference (PPIC); 2021, pp. 1–9.
- [6] Trivedi MS, Keshr RK. Evaluation of predictive current control techniques for PM BLDC motor in stationary plane. *IEEE Access*. 2020; 8:46217–46228.
- [7] Taher, SM, Niasar, AH, & Taher, SA. (2021). A new МПМ-based approach for torque ripple reduction in BLDC motor drive. 12th Power Electronics, Drive Sys- tems, and Technologies Conference (PEDSTC), p. 1–6.
- [8] Dani, S, Sonawane, D, Ingole, D, & Patil, S. Performance evaluation of PID, LQR and МПМ for DC motor speed control. 2nd International Conference for Convergence in Technology (I2CT); 2017.
- [9] Sahoo, S, Subudhi, B, & Panda, G. Optimal Speed Con- trol of DC Motor using Linear Quadratic Regulator and Model Predictive Control. International Conference on Energy, Power and Environment: Towards Sustainable Growth (ICEPE); 2015.
- [10] Alkurawy, LEJ, & Khamas, N. Model predictive control for DC motors. 1st International Scientific Conference of Engineering Sciences – 3rd Scientific Conference of Engineering Science (ISCES); 2018, p. 56–61.
- [11] Carvalho, DF, Ganzaroli, CA, Dias, RN, Couto LA, Calixto, WP. Optimization process applied to tuning of dynamic matrix control: study case with DC motor. IEEE 16th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC); 2016.

УДК 004.89

Луговской Д., Матвеев Т., Савинова Л.Н. (Областная специализированная IT-Школа-Лицей), Увалиева И.М. (PhD, ШКТУ)

## КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ НЕДВИЖИМОСТИ

***Аннотация.** Оценка стоимости недвижимости играет важную роль в различных сферах. Оценка помогает определить рыночную стоимость жилья перед покупкой или продажей. Это важно для обеих сторон продавца и покупателя. Реальная стоимость недвижимости влияет на размер налогов. Также оценка стоимости помогает планировать бюджет, основываясь на текущей рыночной цене квартиры. В статье описано научное исследование связанная с применением методом корреляционно-регрессионного анализа в задачах оценки стоимости жилья. Метод корреляционно-регрессионного анализа, обладающий рядом преимуществ, позволил получить обоснованно расчётный, более точный и доказательный результат оценки.*

***Ключевые слова:** недвижимость, компьютерная модель, корреляционно-регрессионный анализ, рыночная стоимость, реальная стоимость.*

### **Введение**

Необходимость оценки стоимости недвижимости вытекает из важности недвижимости в социально-экономической сфере, ее роли в обеспечении материального благополучия и обеспечении качества жизни общества. В рыночных экономических условиях недвижимость участвует в торговом цикле, принимает различные формы и влияет на процесс инвестирования потребителей.

Концепция земли и недвижимости приобрела новое экономическое значение, и появились новые профессиональные интересы, связанные с консалтингом, оценкой, недвижимостью, девелопментом и другими видами деятельности. В сфере личного потребления и во многих сферах предпринимательской деятельности появился новый слой собственников.

Для определения стоимости недвижимости проводится соответствующая оценка. Оценка стоимости недвижимости является востребованной и неотъемлемой частью оценочной деятельности на рынке недвижимости. Суть оценки недвижимости заключается в определении стоимости оцениваемого объекта с учетом всех факторов, которые в той или иной степени влияют на увеличение или уменьшение цены оцениваемого объекта. Рынок недвижимостирегулируется уровнем спроса и предложений. Уровень спроса определяется различными показателями (местонахождение, область, состояние инфраструктуры и т.д.).

Регрессионная модель оценки недвижимости с относительным подходом

При оценке стоимости объекта недвижимости регрессионный анализ создает модель влияния факторных переменных, составляющих цену, индивидуально и в совокупности на показатели стоимости каждого фактора.

Применение корреляционной регрессии позволяет определить аналитическую форму зависимости переменной затрат от переменного

аргумента. Далее необходимо вычислить значение этой зависимости.

Вычислив значение аналитической зависимости полученного показателя от переменной-аргумента можно получить регрессионную модель.

Типовые модели множественной регрессии можно представить следующего вида (1):

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_k, u) \quad (1)$$

где  $y$  - результирующая переменная,  $x_1, x_2, \dots, x_k$  - факторные переменные;  $k$  - число факторных переменных;  $u$  - возмущение (отклонение);  $y, u$  - случайные переменные, а остальные переменные в регрессионной модели считаются неслучайными.

Для того что бы построить регрессионную модель необходимо провести несколько этапов, которые приведены на рисунке 1.

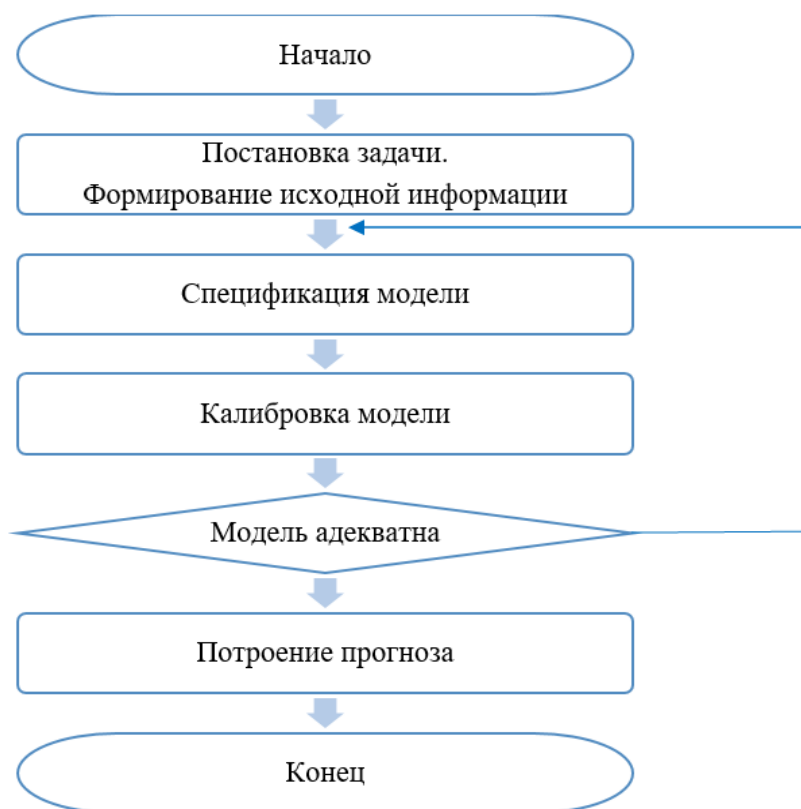


Рисунок 1. Этапы построения регрессионной модели оценки

I этап разработки модели заключается в том чтобы определить постановку задачи и исходные данные для анализа.

II этап разработки модели заключается в том чтобы осуществить выбор спецификаций модели регрессионной модели, определились вида функции зависимости результирующей переменной от факторных переменных.

III этап разработки модели направлен на корректировку и оценку адекватности разработанной модели.

Закрывающийся этап – этап нахождения факторных переменных для прогнозирования результирующей переменной.

Метод регрессионного моделирования обладает неоспоримым преимуществом перед другими известными методами сравнительного подхода – он позволяет исследователю контролировать качество создаваемых моделей по степени воспроизведения ими рыночных данных, на которых они построены.

Метод регрессионного моделирования в итоге позволяет получить обоснованно расчётный и, следовательно, более точный и доказательный результат оценки.

Применение методов корреляционно-регрессионного анализа в задачах оценки стоимости жилья и его автоматизация

Алгоритм практического применения многофакторного корреляционного регрессионного анализа в задаче оценки стоимости жилья представлен на рисунке 2.



Рисунок 2. Алгоритм практического применения многофакторного корреляционного регрессионного анализа в задаче оценки стоимости жилья

Полученное уравнение регрессии (2):

$$y = (5,04 - 0.0014 * x_1 - 0,155 * x_2 + 0.112 * x_3) * 43.62 \quad (2)$$

где  $y$  – результирующая переменная,

$x_1$ – факторная переменная (площадь квартиры),

$x_2$ – факторная переменная (высота этажа),

$x_3$ – факторная переменная (количество парковочных мест).

Таблица 1. Данные оцениваемой квартиры

Площадь	Высота этажа	количество парковочных мест	цена продажи за 1 кв.м.
100	3	5	? $y$

$$y = (5.04 - 0,0014 * 100 - 0,155 * 3 + 0,112 * 5) * 43.62 = 217\,882 \text{ тенге за 1 кв.м.}$$

Оцененная стоимость жилья методом корреляционно-регрессионного анализа составляет 2178821 тенге за 1 кв.м. и средняя ошибка аппроксимации составляет не более 10%.

В результате описания множественной корреляционно-регрессионной модели реализован алгоритм решения и нахождения коэффициентов уравнения регрессии моделей. Модель построена на основе линейной регрессии. В результате практического применения метода установлено, что средняя погрешность приближения не превышает 10%. На основе полученного алгоритма создается и реализуется программное приложение на платформе Python.

Программная реализация компьютерной модели оценки стоимости жилья

Программная реализация компьютерной модели была осуществлена на языке Python. Функция, вычисляющая цену 1 кв. м представлена на рисунке 3.

```
def solver3(b,c,d):
    return(round((5.04-0.0014*b-0.155*c+0.112*d)*43.62*1000))

def inserter(j_lab):
    output.delete("0.0", END)
    output.insert("0.0", j_lab)

def D2():
    try:
        a_val = str(a.get())
        b_val = float(b.get())
        c_val = float(c.get())
        d_val = float(d.get())
        inserter("Общая стоимость за квадратный метр в улице " + a_val + " :"+ str(solver3(b_val, c_val, d_val)))
    except ValueError:
        inserter('уедитесь, что ввели числа')
```

Рисунок 3. Программная реализация функции вычисления стоимости 1 кв. м

Окно разработанного программного приложения представлено на рисунке 4.



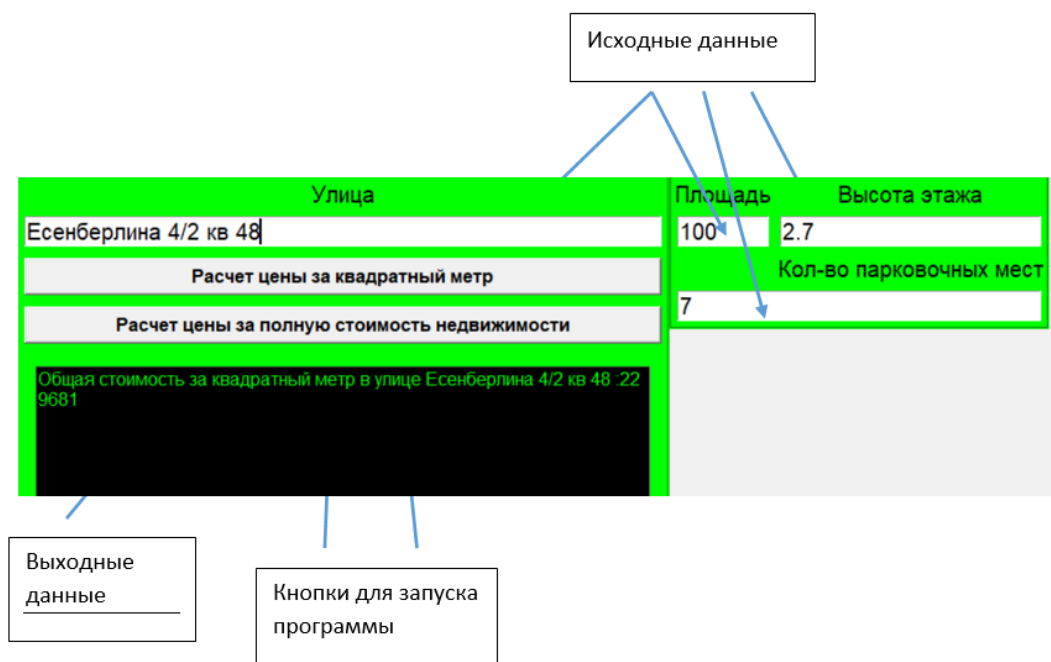


Рисунок 4. Окно разработанного программного приложения

Возможное экономическое объяснение параметров модели: увеличение  $X_1$  на 1 единицу,  $Y$  приводит к снижению в среднем на 0,0014 единицы; увеличение  $X_2$  на 1 единицу,  $Y$  приводит к снижению в среднем на 0,155 единицы; увеличение  $X_3$  на 1 единицу,  $Y$  приводит к увеличению в среднем на 0,112 единицы. По максимальному коэффициенту  $\beta_1 = 0,914403$  делаем вывод, что наибольшее влияние на результат  $Y$  оказывает фактор  $X_1$ .

#### Заключение

По результатам исследования, можно сделать вывод, что метод регрессионного моделирования в итоге позволяет получить обоснованно расчётный и, следовательно, более точный и доказательный результат оценки.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Вахрушев В. И., Курзаева Л. В. Обзор методов и средств интеллектуального анализа данных при оценке стоимости жилой недвижимости //Научный электронный журнал- 2020- №2 – С.108-110.
2. Добренко Д. С., Ольшевский А. И. Интеллектуальная система анализа и оценки объектов недвижимости //Информатика, управляющие системы, математическое и компьютерное моделирование- 2020. С.353-357.
3. Воронина Е. В., Ярош О. Б., Берёза Н. В. Интеллектуальная система расчета стоимости объекта жилой недвижимости. – 2019.
4. Омаров К. А. Особенности интеллектуального анализа данных для агентства недвижимости //Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». – 2019. – №. 3. – С. 370-377.

УДК 681.5

Малигаждарова А.М. (23-МАУ-2т), Алонцева Д.Л. (д.ф.-м.н., ВКТУ)

## ТРАЕКТОРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ КОЛЕСНЫМ МОБИЛЬНЫМ РОБОТОМ

***Аннотация.** В данной статье рассматривается проблема следования по траектории для колесных мобильных роботов. В исследовании решена задача разработка подсистемы траекторного управления колесным мобильным роботом. Развитие методов и алгоритмов, направленных на оптимизацию траекторного управления с целью обеспечения более эффективного и точного перемещения мобильных роботов. В данной работе были использованы методы наведения, с помощью которых были получены новые системы управления применяемая к любой плоской динамической системе. Результаты моделирования, демонстрирующие возможности предложенной схемы наведения и управления успешно проведены для одноколесного мобильного робота.*

***Ключевые слова:** ПИД-регуляторы, траекторное управление, колесный мобильный робот, математическое моделирование, автоматическое управление, вектор ошибки.*

***Введение.** Основной идеей предлагаемого в настоящей заметке метода траекторного управления является применение двух каскадно соединяемых систем управления. Системой управления верхнего уровня служит система управления фиктивным объектом – точкой на плоскости (в практическом применении координаты этой точки будут интерпретироваться как координаты центра масс колесного робота). При построении системы управления верхнего уровня, мы будем полагать, что мы можем управлять только направлением вектора скорости точки, а зависимость модуля вектора скорости точки от времени детерминирована.*

*Задача системы управления верхнего уровня провести объект управления по плоскости так, чтобы его пространственная траектория минимально отличалась бы от заданной пространственной траектории. Построенную указанным в заметке систему управления верхнего уровня можно описать как динамическую систему в пространстве состояний. Одной из переменных, описывающих состояние системы верхнего уровня, будет зависящий от времени вектор ошибки, определяющий отклонение объекта управления от его желательного положения на пространственной траектории.*

*Система управления нижнего уровня – собственно система управления мобильным роботом. В качестве сигнала обратной связи используется вектор ошибки, описанный выше, а в качестве сигнала задания - сигнал, описывающий желательную зависимость модуля вектора скорости центра робота от времени. При каскадном соединении систем, на вход задания системы управления высокого уровня подается реальная величина мгновенной линейной скорости центра масс робота, а вектор ошибки с системы верхнего уровня поступает на вход системы управления роботом.*

*Было проведено множество исследований в области следования по траектории, особенно в области колесных мобильных роботов. Соответствующие результаты представлены в работах (Samson 1992) [1],*

(Aicardi et al. 1995) [2], (Fierro and Lewis 1995) [3], (Aguilar et al. 1998) [4], (del Río et al. 1999) [5] и (Soetanto et al. 2003) [6]. Рассмотрение одной из наиболее часто используемых схем следования по траектории можно найти в работе Клода Самсона (Samson 1992) [1].

Авторы рассматривают стратегию проецирования положения реального мобильного робота на желаемую геометрическую траекторию, гарантируя, что воображаемое виртуальное транспортное средство существует на той позиции траектории, которая ближе всего к реальному роботу в любой момент времени [7,8]. Это достигается путем применения так называемых уравнений Серрета-Френе, что дает кинематику, связанную с рамкой Серрета-Френе, которая является тангенциальной рамкой пути в точной точке проекции. Задача следования по траектории затем решается в пространстве ошибок этого кадра.

Самсон решает эту проблему, ограничивая положение мобильного робота внутри трубки, окружающей траектории, радиус которой меньше минимального радиуса, полученного из максимальной кривизны пути. Такое ограничение является затруднительным, особенно с теоретической точки зрения, и фактически исключает получение каких-либо глобальных результатов следования по траектории.

*Система управления верхнего уровня.* Обозначим положение точки на плоскости вектором  $p = [x, y]^T$ , а скорость точки вектором  $v = \dot{p} = [\dot{x}, \dot{y}]^T$ . Будем обозначать модуль вектора скорости как  $U = |v|$ , а направление вектора скорости будем задавать углом  $\chi = \text{atan}\left(\frac{\dot{y}}{\dot{x}}\right)$  (азимут). Пусть пространственная траектория задается параметризованной кривой на плоскости  $p(\theta)$ , полагая, что  $p(\theta) = [x(\theta), y(\theta)]^T$  радиус-вектор точки, принадлежащей этой кривой, и соответствующей заданному значению параметра. Будем обозначать положение точки –фиктивного объекта управления как  $p_d = [x_d, y_d]^T$ , а скорость и азимут этой точки как  $U_d$  и  $\chi_d$  соответственно. Каждой точке кривой можно поставить в соответствие декартову систему координат  $L$ , одна из осей которой направлена по касательной к кривой. Такая система координат будет повернута относительно исходной декартовой системы координат на угол  $\chi_t(\theta) = \arctan\left(\frac{y'_d(\theta)}{x'_d(\theta)}\right)$ . Введем в рассмотрение вектор ошибки  $\varepsilon = p - p_d(\theta)$ . В системе координат  $L$  координаты вектора  $\varepsilon$  определяются формулой (2):

$$\varepsilon = R_t^T (p - p_d(\theta)) \quad (1)$$

В формуле (1)  $R_t$  ортогональная матрица определенная формулой (2):

$$R_t(\chi_t) = \begin{pmatrix} \cos \chi_t & -\sin \chi_t \\ \sin \chi_t & \cos \chi_t \end{pmatrix} \quad (2)$$

В системе координат  $L$ , вектор ошибки будет иметь координаты  $s, e$ , причем мы будем интерпретировать  $s$  как продольное отклонение, а  $e$  как поперечное отклонение. Рассмотрим положительно определенную функцию (3)

$$V_\varepsilon = \frac{1}{2} |\varepsilon|^2 = \frac{1}{2} \varepsilon^T \varepsilon = \frac{1}{2} (s^2 + e^2)$$

Если мы будем рассматривать (1) как уравнение динамики для вектора  $\varepsilon$ , то производная по времени  $\dot{V}_\varepsilon$  вдоль траектории, заданной уравнением (1) определится выражением 4.

$$\dot{V}_\varepsilon = s \cdot (U_d \cdot \cos(\chi_d - \chi_t) - U_p) + e \cdot U_d \cdot \sin(\chi_d - \chi_t) \quad (4)$$

Мы будем рассматривать величину тангенциальной (направленной по касательной к траектории) скорости  $U_p$  как виртуальный вход системы для стабилизации по переменной  $s$ . Если мы выберем закон управления (5)

$$U_p = U_d \cdot \cos(\chi_d - \chi_t) + \gamma \cdot s \quad (5)$$

где константа  $\gamma > 0$  - настройка контроллера управления, мы получим

$$\dot{V}_\varepsilon = -\gamma \cdot s^2 + e \cdot U_d \cdot \sin(\chi_d - \chi_t)$$

Мы видим, что разность  $\chi_d - \chi_t$  можно использовать как виртуальный вход для стабилизации по переменной  $e$ . Обозначим разность углов из последнего равенства как  $\chi_r = \chi_d - \chi_t$ , т.е.  $\chi_r$  это относительный угол между желаемым углом азимута и азимутом касательной к траектории. Очевидно, такая переменная должно зависеть от самой ошибки поперечного маршрута, так что  $\chi_r = \chi_r(e)$ . Функциональную зависимость  $\chi_r(e)$  мы предлагаем задать как (6)

$$\chi_r(e) = \arctang\left(-\frac{e}{\Delta}\right) \quad (6)$$

В выражении ()  $\Delta > 0$  - зависящая от времени величина  $\Delta = \Delta(t)$ , один из сигналов задания, поступающий в систему извне и определяющий скорость  $s$  которой реальная траектория сходится к заданной. Величина  $\Delta$  имеет простую физическую интерпретацию - это "упреждение". Важно отметить, что эту зависимость можно задать косвенным образом, определив функциональную зависимость  $\Delta$  от ортогональной компоненты отклонения  $e$ . Направление (азимут) скорости точки определяется соотношением (7)

$$\chi_d(\theta, \varepsilon) = \chi_t(\theta) + \chi_r(e)$$

Далее, нам необходимо установить связь между изменяющимся во времени параметром  $\theta$  и тангенциальной скоростью  $U_p$ . Легко показать, что

$$\dot{\theta} = \frac{U_p}{\sqrt{x_d'^2 + y_d'^2}} = \frac{U_d \cdot \cos(\chi_r) + \gamma \cdot s}{\sqrt{x_d'^2 + y_d'^2}}$$

Теперь мы можем получить окончательное выражение для  $\dot{V}_\varepsilon$

$$\dot{V}_\varepsilon = -\gamma \cdot s^2 - U_d \cdot \frac{e^2}{\sqrt{e^2 + \Delta^2}} \quad (8)$$

Поскольку при выбранных нами законах управления, как видно из ()  $\dot{V}_\varepsilon < 0$ ,  $V_\varepsilon = \frac{1}{2} |\varepsilon|^2$  будет функцией Ляпунова описываемой системы управления верхнего уровня. Существование функции Ляпунова, в свою очередь, доказывает устойчивость построенной системы управления верхнего уровня.

*Система управления низкого уровня.* Кинематическая модель колесного робота задается уравнениями (9)

$$\dot{x} = u \cdot \cos(\psi)$$

$$\dot{y} = u \cdot \sin(\psi) \quad (9)$$

$$\dot{\psi} = r$$

Где  $p = [x, y]^T \in \mathbb{R}^2$  обозначает положение центра масс КМР относительно инерциальной системы отсчета,  $\psi \in \mathbb{R}$  обозначает угол поворота (курсовой угол) транспортного средства,  $u \in \mathbb{R}$  обозначает скорость движения вперед (продольная скорость), а  $r \in \mathbb{R}$  обозначает скорость поворота. Мобильный робот считается недоуправляемым в поперечном направлении (боковое направление), то есть у него нет возможности создавать силу в этом направлении. Кроме того, транспортное средство движется по поверхности без скольжения. Следовательно, оно не испытывает поперечной скорости (боковой скорости).

Упрощенная кинетическая модель рассматриваемого недоуправляемого колесного мобильного робота может быть выражена следующим образом:

$$M\dot{\xi} = \tau,$$

где  $M = \text{diag}(m, I_z) \in \mathbb{R}^{2 \times 2}$  представляет собой матрицу инерции транспортного средства с массой  $m$  и моментом инерции  $I_z$ .  $\xi = [u, r]^T \in \mathbb{R}^2$  - это вектор, закрепленный за телом, состоящий из продольной скорости  $u$  и угловой скорости поворота  $r$ , а  $\tau = [\tau_1, \tau_2]^T$  представляет собой вектор входного силового и моментного воздействия, закрепленный за телом.

Определим вектор проекции  $h$ :

$$h = [0, 1]^T \quad (10)$$

затем переменные ошибки  $z_1 \in \mathbb{R}$  и  $z_2 \in \mathbb{R}^2$  определяются следующим образом:

$$\begin{aligned} z_1 &= \psi - \psi_d \\ z_2 &= [z_{2,1}, z_{2,2}]^T = \xi - \alpha \end{aligned} \quad (12)$$

где  $\alpha = [\alpha_1, \alpha_2]^T \in \mathbb{R}^2$  - это вектор стабилизирующих функций, которые будут определены позже. Таким образом, система ошибок для управляемого недоуправляемого колесного мобильного робота может быть представлена состоянием

$$z = [z_1, z_2^T]^T \in \mathbb{R}^3$$

Определим положительно определенную и радиально неограниченную функцию управления Ляпунова:

$$V_z = \frac{1}{2} \kappa_1 z_1^2 + \frac{1}{2} z_2^T M z_2 \quad (13)$$

Где  $\kappa_1 > 0$  и  $M = M^T > 0$  Дифференцирование  $V_z$  по времени вдоль  $z$ -динамики дает:

$$\begin{aligned} \dot{V}_z &= \kappa_1 z_1 \dot{z}_1 + z_2^T M \dot{z}_2 \\ &= \kappa_1 z_1 (h^T \dot{\xi} - \dot{\psi}_d) + z_2^T (\tau - M \dot{\alpha}) \\ &= \kappa_1 z_1 (\alpha_2 - \dot{\psi}_d) + z_2^T (h \kappa_1 z_1 + \tau - M \dot{\alpha}) \end{aligned}$$

что мотивирует выбор стабилизирующей функции  $\alpha_2$  следующим образом:

$$\alpha_2 = \dot{\psi}_d - z_1 \quad (14)$$

и управляющий закон  $\tau$  как:

$$\tau = M\dot{\alpha} - hk_1 z_1 - K_2 z_2 \quad (15)$$

где  $K_2 = \text{diag}(k_{2,1}, k_{2,2}) > 0$ ,

что дает:

$$\dot{V}_z = -k_1 z_1^2 - z_2^T K_2 z_2 \quad (16)$$

которая является отрицательно определенной, следовательно, функция управления Ляпунова является функцией Ляпунова. Поскольку мы хотим, чтобы скорость движения вперед колесного мобильного робота отслеживала заданное значение скорости, мы выбираем  $\alpha_1 = u_d$ . Основной результат проектирования управления затем можно сформулировать следующим предложением:

*Предложение.* Для непрерывных опорных сигналов  $\psi_d, \dot{\psi}_d, \ddot{\psi}_d \in L_\infty$  и  $u_d, \dot{u}_d \in L_\infty$ , начальное состояние  $z = 0$  становится равномерно глобально экспоненциально устойчивым.

*Доказательство.* Мы заключаем стандартными методами Ляпунова, что начало координат  $z = 0$  является равномерно глобально экспоненциально устойчивым, поскольку функция Ляпунова положительно определена и радиально неограничена, а ее временная производная становится квадратично отрицательно определенной.

*Поведение закрытой петли.* Поскольку мы рассматриваем колесный мобильный робот, который движется вперед и не скользит, интерпретация угла курса  $\psi$  из управляющего раздела становится такой же, как для азимутального угла  $\chi$  из раздела управления. Следовательно, мы будем продолжать, используя только символ  $\psi$ .

Эпсилон-динамика управляемого колесного мобильного робота задается:

$$\dot{s} = -\dot{\psi}_t e - \gamma s \quad (17)$$

и:

$$\begin{aligned} \dot{e} &= \dot{\psi}_t s + U \sin(\psi - \psi_t) \\ &= \dot{\psi}_t s + U \left( \frac{\Delta \sin z_1 - e \cos z_1}{\sqrt{e^2 + \Delta^2}} \right) \end{aligned} \quad (18)$$

поскольку  $\psi - \psi_t = z_1 + \psi_r$ , и где  $U = u = z_{2,1} + u_d \geq 0$  - это скорость колесного мобильного робота. Динамика  $\theta$  задается:

$$\dot{\theta} = \frac{U \cos(z_1 + \psi_r) + \gamma s}{\sqrt{x_d^2 + y_d^2}} \quad (19)$$

Таким образом, систему с замкнутым контуром для управляемого и наведенного колесного мобильного робота можно рассматривать как каскадное соединение неподверженной воздействиям подсистемы управления и возмущающей подсистемы управления.

*Заключение.* В данной статье были использованы методы наведения, с помощью которых были получены новые системы управления применяемая к любой плоской динамической системе. Результаты моделирования, демонстрирующие возможности предложенной схемы наведения и управления успешно проведены для одноколесного мобильного робота. Ввиду недостатка места мы не можем привести доказательство устойчивости системы в целом. В настоящее время мы работаем над моделированием предложенной системы в среде mathcad.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- [1]Samson C. Path following and time-varying feedback stabilization of a wheeled mobile robot. In: Proceedings of the ICARCV'92, Singapore. 1992.
- [2]Aicardi M., CasalinoG., BicchiA., Balestrino.. Closed loop steering of unicycle-like vehicles via Lyapunov techniques. IEEE Robotics and Automation Magazine 2(1), 1995. - P. 27–35.
- [3]Fierro, R. and F. L. Lewis. Control of a nonholonomic mobile robot: Backstepping kinematics into dynamics. In: Proceedings of the 34th IEEE CDC, New Orleans, LA, USA. 1995/
- [4] Aguilar, L. E., P. Souères, M. Courdesses and S. Fleury. Robust path-following control with exponential stability for mobile robots. In: Proceedings of the IEEE ICRA, Leuven, Belgium.1998
- [5] del Río, F. D., G. Jiménez, J. L. Sevillano, S. Vicente and A. Civit Balcells. A generalization of path following for mobile robots. In: Proceedings of the IEEE ICRA, Detroit, Michigan, USA. 1999
- [6]Soetanto, D., L. Lapierre and A. Pascoal. Adaptive, non-singular path-following control of dynamic wheeled robots. In: Proceedings of the 42nd IEEE CDC, Maui, Hawaii, USA. 2003
- [7]Loría, A. Cascaded nonlinear time-varying systems: Analysis and design. Lecture notes, Minicourse at ECTS, France. 2004
- [8] Teel, A., E. Panteley and A. Loría. Integral characterization of uniform asymptotic and exponential stability with applications. Mathematics of Control, Signals, and Systems 15, 2002. - P. 177–201.

ӘӨЖ 004.85

Маратбеков А.Ә. (22-АУК-1, ШҚТУ), Кадыролдина А.Т. (PhD, ШҚТУ)

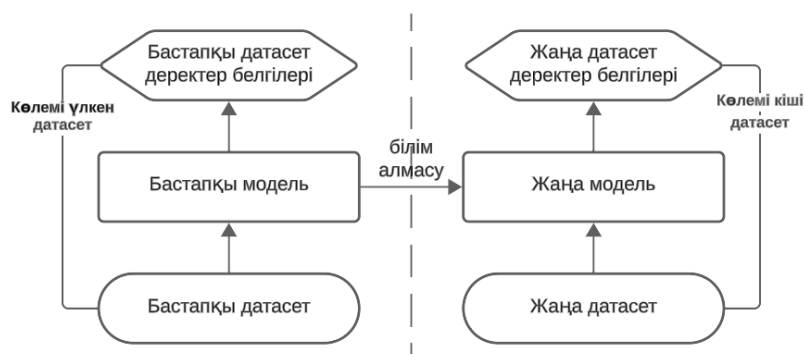
## АЛДЫН АЛА ОҚЫТЫЛҒАН МОДЕЛДЕР

***Аңдатпа.** Бүгінгі күні жасанды интеллект адамның күнделікті өмірінің ажырамас бөлігіне айналып кетті. Алайда, нейрондық желілерді пайдалану оларды оқыту процесімен тығыз байланысты. Тіпті ең жетілдірілген және күрделі терең нейрондық желі, дұрыс емес деректер жиынында оқытылса, ол ең қарапайым мәселелерді де шеше алмайды. Оқытылатын нейрондық желілердің тиімділігі оқыту үлгісінің көлемі мен сапасына және оқу уақытына тікелей байланысты. Ал оқу уақыты, өз кезегінде, модельдің өзгермелілігіне байланысты. Модель неғұрлым айнымалы, терең және күрделі болса, соғұрлым ол көбірек уақыт қажет етеді және шамадан тыс оқытудың алдын алу үшін көбірек деректер қажет етеді. Жасанды интеллектті нөлден бастап оқыту тек деректер базасын ғана құру емес, сонымен қатар оқыту архитектурасын таңдауды және көп процессорлық уақыт талап етеді. Бірақ нәтижесінде біз тек қана матрицалар жиынтығын және желі архитектурасы сипаттамасын ғана аламыз. Егер де жедел жады сонша қымбат емес екенін еске түсірсек, біз оқытылған моделдерді қайта қолдануға болады деген тұжырымға келеміз.*

***Түйін сөздер:** машиналық оқыту, алдын ала оқытылған моделдер, трансферттік оқыту.*

Алдын ала оқытылған модельдерді кеңінен қолдану нейрондық желіні модельдеу құралдарының дамуымен тығыз байланысты. Оқытылған нейрондық желілерді пайдалану ғылыми-техникалық әдебиеттерде «трансферттік оқыту» деп аталады.

Трансферттік оқыту – машиналық оқытудың кіші бөлімі. Оның мақсаты – бір мәселені шешу арқылы алған білімдерін басқа, бірақ ұқсас есептерге қолдану. Бұл уақыт пен ақшаны үнемдейтін дәл үлгілерді шығаратын танымал компьютерлік желі әдісі. Трансферттік оқыту арқылы біз үлгілерді нөлден оқытудан гөрі, басқа мәселеден үйренген мүмкіндіктерден бастаймыз. Трансферттік оқыту моделі төмендегі суретте көрсетілген.



Сурет-1. Трансферттік оқыту моделі

Трансферттік оқыту алдын ала дайындалған үлгілерді (жалпыға қолжетімді деректердің үлкен жиынтығы бойынша жасалған және оқытылған) пайдалануды қамтиды. Оларды көбінесе ірі технологиялық компаниялар немесе



жетекші компьютерлік желі зерттеушілері әзірлейді. Бұл модельдер әсерлі деректер көлеміне үйретілген (мысалы, ImageNet - ~14 миллион кескін, Google Landmarks Dataset v2 - ~5 миллион кескін).

Алдын ала дайындалған үлгіні таңдау тапсырмаға байланысты бөлінеді. YOLOv2 нысанды анықтау және жіктеу үшін, бетті тану үшін OpenFace, кескінді жіктеу үшін ResNet қолданылады.

Табысты трансфертті оқыту мақсатқа ұқсас деректер жиынында дайындалған үлгіні қажет етеді. Осылайша, бет кескіндері бойынша дайындалған модель мәтінді тану тапсырмасын жақсы қорыта алмайды. Сондықтан үлкен және алуан түрлі деректер жиындарында дайындалған модельдер танымал (үйренілген мүмкіндіктер ықтималдығы жоғары басқа жинақтарда кездеседі).

Машиналық оқыту фреймворктері оқытылған үлгілердің бір көзі болып табылады. Алдын ала дайындалған модельдер жиынтығын Tensorflow, PyTorch, Keras, Caffe2 ұсынады. Мысалы:

- Tensorflow Model Garden - TensorFlow негізіндегі SOTA үлгілерінің көптеген іске асырулары бар репозиторий.
- Torchvision - кескінді классификациялау тапсырмасының негізгі архитектурасын қамтиды (AlexNet, VGG, ResNet және т.б.).
- Keras applications - Keras қабықшасының көмегімен оңай жүктелетін жіктеу мәселелеріне арналған танымал үлгілердің жинағын ұсынады.
- Caffe и Caffe2 - алдын ала дайындалған дайын үлгілердің жиынтығын ұсынады.

Трансферттік оқытудың қандай пайдасы бар?

- Тиімділікті арттыру.

Машиналық оқыту үлгілерін оқыту уақытты алады, өйткені олар білім жинайды және үлгілерді анықтайды. Бұл процесс сонымен қатар үлкен деректер жиынтығын және жоғары есептеу құнын талап етеді. Трансферттік оқыту жүйесінде алдын ала дайындалған үлгі тапсырмалар, мүмкіндіктер, салмақтар және функциялар туралы негізгі білімді сақтайды, бұл оның жаңа тапсырмаларға жылдам бейімделуіне мүмкіндік береді. Сіз әлі де жақсы нәтижелерге қол жеткізе отырып, әлдеқайда аз деректер жинағын және аз ресурстарды пайдалана аласыз.

- Қол жетімділікті арттыру

Терең білім беретін нейрондық желілерді құру деректердің, ресурстардың, есептеу қуатының және уақыттың үлкен көлемін талап етеді. Трансферттік оқыту ұйымдарға теңшелген пайдалану жағдайлары үшін машиналық оқытуды пайдалануға мүмкіндік беру арқылы бұл кедергілерді еңсереді. Қолданыстағы үлгілерді өз қажеттіліктеріңізге аздаған шығынмен бейімдей аласыз. Мысалы, алдын ала дайындалған кескінді тану үлгісін пайдалану арқылы медициналық кескінді талдау, қоршаған ортаны бақылау немесе бетті тану үшін ең аз орнатумен үлгілерді жасауға болады.

- Өнімділікті арттыру

Трансферттік оқыту арқылы әзірленген модельдер әртүрлі және күрделі жағдайларда көбірек сенімділікті көрсетеді. Олар нақты әлемдегі өзгермелілік пен шуммен жақсырақ күреседі, өйткені олар жаттығулардың басында кең ауқымды сценарийлерге ұшырады. Олар жақсы нәтиже береді және күтпеген жағдайларға икемді түрде бейімделеді.

Сонымен қатар трансферттік оқытудың бірнеше стратегиясы бар. Трансферттік оқыту стратегиялары әртүрлі салаларда генеративті жасанды интеллектті қолдану үшін өте маңызды. Жаттығуды жеңілдету үшін пайдаланатын стратегия сіз құрастырып жатқан модельдің функционалды аймағына, оны орындау қажет тапсырмаға және оқу деректерінің қолжетімділігіне байланысты болады. Басты түрлері:

– Трансдуктивті трансферттік оқыту

Трансдуктивті трансферттік оқыту білімнің белгілі бір көздің функционалды доменінен басқа, бірақ байланысты мақсатты доменге, фокусты мақсатты доменге беруді қамтиды. Бұл мақсатты функционалды аймақтан белгіленген деректер аз немесе мүлде болмаған кезде әсіресе пайдалы. Трансдуктивті трансферттік оқыту модельден бұрын алынған білімді пайдалана отырып, мақсатты деректер негізінде болжам жасауды сұрайды. Мақсатты деректер бастапқы деректерге математикалық ұқсас болғандықтан, үлгі үлгілерді табады және жылдамырақ жұмыс істейді. Мысалы, фильм рейтингтерін талдау үшін өнім шолуларына негізделген хабардың көңіл-күйін талдау үлгісін бейімдеуді қарастырыңыз. Бастапқы функционалды аймақ (өнімге шолулар) және мақсатты (фильм рейтингтері) контекст пен белгілер бойынша ерекшеленеді, бірақ құрылымы мен тілді қолдануда ұқсастықтары бар. Модель өнімді шолу хабарларының эмоционалды реңкін түсінгенін фильм рейтингтеріне қолдануды тез үйренеді.

– Индуктивті трансферттік оқыту

Индуктивті трансферттік оқыту – бұл бастапқы және мақсаттық домендері бірдей, бірақ модель шешуі керек мәселелер әртүрлі болатын әдіс. Алдын ала дайындалған модель бастапқы деректермен бұрыннан таныс және жаңа мүмкіндіктерді тезірек меңгереді. Индуктивті трансферттік оқытудың мысалы табиғи тілді өңдеу (NLP) болып табылады. Модельдер мәтіндердің үлкен жинағында алдын ала оқытылады, содан кейін сезімді талдау сияқты нақты мүмкіндіктерге индуктивті тасымалдауды оқыту арқылы нақтыланады. Сол сияқты, VGG сияқты компьютерлік көру үлгілері үлкен кескін деректер жинақтарында алдын ала оқытылады, содан кейін нысанды тану үшін дәл реттеледі.

– Оқуды бақылаусыз көшіру

Бақылаусыз трансферттік оқыту жаңа қабілеттерді дамыту үшін индуктивті трансферттік оқытуға ұқсас стратегияны пайдаланады. Дегенмен, тасымалдауды үйренудің бұл түрін тек бастапқы және мақсатты домендерде таңбаланбаған деректер болған кезде қолдануға тұрарлық.

Модель таңбаланбаған деректердің ортақ мүмкіндіктерін үйренеді, осылайша олар мақсатты тапсырманы орындау сұралғанда дәлірек жалпылануы

мүмкін. Белгіленген бастапқы деректерді алу қиын немесе қымбат болса, бұл әдіс пайдалы. Мысалы, қозғалыс бейнелеріндегі мотоциклдердің әртүрлі түрлерін анықтау мәселесін қарастырыңыз. Модель бастапқыда таңбаланбаған автомобиль суреттерінің үлкен жинағында оқытылады. Бұл жағдайда модель автомобильдер, автобустар және мотоциклдер сияқты әртүрлі көлік түрлерінің ұқсастықтары мен айырмашылықтарын дербес анықтайды. Әрі қарай, модель алдыңғы нұсқамен салыстырғанда оның өнімділігін айтарлықтай жақсартатын мотоцикл кескіндерінің шағын, нақты жиынтығына ұшырайды.

Машиналық оқыту үлгісін орнату кезінде жаңа тапсырманы орындау үшін сізге үш негізгі қадамды өту керек.

– Алдын ала дайындалған үлгіні таңдау

Біріншіден, тиісті тапсырманы орындау үшін білімі немесе дағдылары бар алдын ала дайындалған модельді таңдаңыз. Сәйкес үлгіні таңдау үшін пайдалы контекст оның бастапқы мәселесін анықтау болып табылады. Модель қандай бастапқы тапсырмаларды орындағанын түсінсеңіз, жаңа тапсырмаға тиімдірек ауысатын біреуін таба аласыз.

– Алдын ала дайындалған модельді орнату

Бастапқы үлгіні таңдағаннан кейін оны сәйкес тапсырманы орындау үшін үлгіге білімді тасымалдау үшін конфигурациялаңыз. Мұны істеудің екі негізгі жолы бар.

Алдын ала дайындалған қабаттарды мұздатыңыз.

Қабаттар нейрондық желілердің құрылыс блоктары болып табылады. Әрбір қабат нейрондар жиынтығынан тұрады және кіріс деректерінде белгілі бір түрлендірулерді орындайды. Салмақ - желі шешім қабылдау үшін пайдаланатын параметрлер. Бастапқыда салмақтар кездейсоқ ретпен белгіленеді, бірақ алынған деректер негізінде үлгіні үйрететіндіктен, олар процесс барысында реттеледі.

Алдын ала дайындалған қабаттардың салмақтарын мұздату арқылы сіз бастапқы тапсырмадан үйренген терең оқу үлгісінің білімін сақтай отырып, оларды өзгеріссіз сақтайсыз.

Соңғы қабатты алып тастаңыз.

Кейбір жағдайларда алдын ала дайындалған үлгінің соңғы қабаттарын жоюға болады. Көптеген машиналық оқыту архитектураларында соңғы қабаттар тапсырмаға тән. Осы соңғы қабаттарды жою мәселенің жаңа талаптарын қанағаттандыру үшін үлгіні қайта конфигурациялауға көмектеседі.

Жаңа қабаттарды ендіру.

Алдын ала дайындалған үлгінің үстіне жаңа қабаттарды енгізу жаңа тапсырманың мамандандырылған сипатына бейімделуге көмектеседі. Жаңа қабаттар үлгіні талаптың нюанстары мен ерекшеліктеріне бейімдейді.

– Мақсатты домен үшін үлгіні жаттықтырыңыз

Жаңа тапсырмаға сәйкес стандартты нәтижелерді әзірлеу үшін мақсатты тапсырма деректеріне үлгіні үйретесіз. Алдын ала дайындалған модель сіз қалағаныңыздан өзгеше нәтижелер беруі мүмкін. Жаттығу кезінде үлгі өнімділігін бақылап, бағалағаннан кейін шығысты одан әрі жақсарту үшін

гиперпараметрлерді немесе негізгі нейрондық желі архитектурасын реттеуге болады. Салмақтардан айырмашылығы, гиперпараметрлер деректерден оқытылмайды. Олар алдын ала құрылған және оқу-тәрбие процесінің тиімділігі мен тиімділігін анықтауда шешуші рөл атқарады. Мысалы, мақсатты мәселені шешу мүмкіндігін жақсарту үшін реттеу параметрлерін немесе үлгінің оқу жылдамдығын реттеуге болады.

Қорытындыласақ, алдын ала оқытылған моделдер жасанды интеллект аймағындағы алдыға жасалған үлкен қадам болып табылады. Алдын ала оқытылған моделдер жасанды интеллект жасаған кезде жұмыс уақытын бірнеше есе қысқартып, ал моделдің дәлдігін өсіреді. Бұл әрбір адам үшін өзін жасанды интеллект аймағында еңбек жасауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, кіші зерттеушілер тобы үшін мәліметтер базасын құру, нейрондық желілерді басынан бастап оқыту секілді мәселелерді шешеді. Ал нәтижесінде шыққан проект дәлдік және тиімділігімен ерекшеленеді. Алдын ала оқыту жасанды интеллектті қол жетімді етті және адам өмірінің әр аспектіне енуінің бірден бір себебіне айналды.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

[1] Dong D., Wu H., He W., Yu D. and Wang H. (2015). Multi-task learning for multiple language translation //Proceedings of the 53rd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics and the 7th International Joint Conference on Natural Language Processing, July 26–31. P. 1723–1732.

[2] Yang Z., Keung J., Yu X., Gu X., Wei Z., Ma X., Zhang M. A Multi-Modal Transformer-based Code Summarization Approach for Smart Contracts // The 2021 International Conference on Program Comprehension. 2021. pp. 1-12.

[3] Raffel C., Shazeer N., Roberts A., Lee K., Narang S., Matena M., Zhou Y., Li W., Liu P.J. Exploring the Limits of Transfer Learning with a Unified Text-to-Text Transformer // Journal of Machine Learning Research, Volume 21. 2020. pp. 1-67.

[4] Devlin J., Chang M.-W., Lee K., Toutanova K. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding

ӘӨЖ 004(574)

Мәуілхан А.Т., Болат Д.Б. (21-РТК-1, ШҚТУ), Байшуақ Д.Б. (оқытушы, ШҚТУ)

## ЖЕРДІ ҚАШЫҚТЫҚТАН ЗОНДТАУ ӘДІСІНІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ МЕН АРТЫҚШЫЛЫҚТАРЫН ЗЕРТТЕУ

*Аңдатпа:* бұл мақалада жерді қашықтықтан зондтау технологиялары мен әдістері көрсетілген. Қазіргі таңда ЖҚЗ-дың қаншалықты маңызды екені, не үшін қолданылатыны және қандай қарқынмен дамып жатқаны туралы ақпарат алу.

*Түйін сөздер:* зондтау, ГИС, ғарыштық түсірілім, фотосурет, сәулелену.

Деректерді алу және өңдеу ГИС үшін ақпараттық жүйелерді құрудағы ең маңызды және еңбекті көп қажет ететін кезең болып табылады. Қазіргі уақытта Жерді қашықтықтан зондтау (ЖҚЗ) деректері мен GPS өлшемдері негізінде объектілер туралы мәліметтерді алу әдісі ең перспективалы және экономикалық тұрғыдан тиімді әдіс болып саналады.

Кең мағынада қашықтықтан зондтау - бұл кез келген байланыссыз әдістермен Жер беті, ондағы немесе оның тереңіндегі объектілер туралы ақпаратты алу. Дәстүрлі түрде қашықтықтан зондтау деректері ғарыштан немесе ауадан электромагниттік спектрдің кейбір бөліктерінде жер бетінің кескінін алуға мүмкіндік беретін әдістерді ғана қамтиды.

Әртүрлі толқын ұзындығы бар сәулеленудің ерекше қасиеттерін пайдаланатын түсірілімдердің бірнеше түрі бар. Географиялық талдауды жүргізу кезінде қашықтықтан зондтау деректерінің өзінен басқа, міндетті түрде басқа көздерден алынған кеңістіктік деректер пайдаланылады - цифрлық топографиялық және тақырыптық карталар, инфрақұрылымдық диаграммалар, сыртқы деректер базасы. Бейнелер әртүрлі құбылыстар мен заттарды анықтауға ғана емес, сонымен қатар оларды сандық тұрғыдан бағалауға мүмкіндік береді.

*Жерді қашықтықтан зондтау әдісінің артықшылықтары келесідей:*

- түсіру кезіндегі деректердің өзектілігі (картографиялық материалдардың көпшілігі ескірген);
- мәліметтерді алудың жоғары тиімділігі;
- GPS технологиясын қолдану арқылы деректерді өңдеудің жоғары дәлдігі;
- жоғары ақпарат мазмұны (спектрозоналды, инфрақызыл және радиолокациялық фотосуреттерді пайдалану қарапайым фотосуреттерде көрінбейтін бөлшектерді көруге мүмкіндік береді);
- экономикалық орындылығы (қашықтықтан барлау арқылы ақпарат алу
- шығындары жерүсті дала жұмыстарына қарағанда айтарлықтай төмен);
- стерео режимді немесе лидарлық зондтау әдістерін қолдану арқылы жердің үш өлшемді моделін (рельефтік матрицаны) алу мүмкіндігі және соның

салдары ретінде жер бетінің бөлігін үш өлшемді модельдеуді жүзеге асыру мүмкіндігі (виртуалды шындық жүйелері).

Қашықтан зондтаудың әртүрлі классификациялары бар. Мұнай-газ өнеркәсібіндегі практикалық мәліметтерді жинау тұрғысынан ең маңыздыларын атап өтейік.

Объектілердің өзіндік сәулеленуін және басқа көздерден шағылған сәулеленуін тіркеуге болады. Бұл көздер Күн немесе түсіру жабдығының өзі болуы мүмкін. Соңғы жағдайда когерентті сәулелену қолданылады (радарлар, сонарлар және лазерлер), бұл тек сәулеленудің қарқындылығын ғана емес, сонымен қатар оның поляризациясын, фазасын және доплерлік ығысуын тіркеуге мүмкіндік береді.

Түсіру жабдықтарын әртүрлі платформаларға орналастыруға болады. Платформа ғарыш кемесі (ғарыш аппараты, спутник), ұшақ, тікұшақ, тіпті қарапайым штатив болуы мүмкін.

Бір платформа ғарыш аппараттары үшін әдеттегідей аспаптар немесе сенсорлар деп аталатын бірнеше бейнелеу құрылғыларын орналастыра алады. Мысалы, Resurs-O1 спутниктері MSU-E және MSU-SK сенсорларын, ал SPOT спутниктері екі бірдей HRV сенсорларын (SPOT-4 - HRVIR) тасымалдайды. Зерттелетін объекіден сенсоры бар платформа неғұрлым алыс болса, алынған кескіндердің қамтуы көбірек және азырақ детальдау болады. Сондықтан қазіргі уақытта қашықтықтан зондтау деректерін алу үшін зерттеудің келесі түрлері бөлінеді:

1. Ғарыштық түсірілім (фотографиялық немесе оптикалық-электрондық):

- панхроматикалық (әдетте спектрдің бір кең көрінетін бөлігінде) - қарапайым мысал - қара және ақ фотосурет;
- түсті (бір ортада бірнеше, көбінесе нақты түстермен түсіру);
- көп аймақтық (спектрдің әртүрлі аймақтарындағы кескіндерді бір уақытта, бірақ бөлек бекіту);
- радар (радиолокациялық);

2. Аэрофототүсірілім (фотографиялық немесе оптикалық-электрондық):

- ғарыштық фотосуреттегідей қашықтықтан зондтау түрлері;
- лидарлық (лазер).

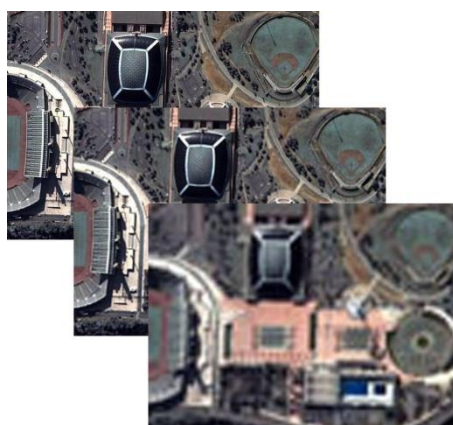
Мұнай-газ өнеркәсібінде ГИС кәсіпорнын құру кезінде түсірудің екі түрі де кеңінен қолданылады, бұл ретте олардың әрқайсысы өз орынын алады. Ғарыштық түсірілімнің түсіру рұқсаты төмен (бейнелеу түріне және ғарыш аппаратының түріне байланысты 30-дан 1 м-ге дейін), бірақ осыған байланысты ол үлкен аумақтарды қамтиды. Ғарыштық түсірілім болжамды геологиялық барлау алаңы туралы жедел және өзекті ақпарат алу, тау-кен аймағы үшін ғаламдық ГИС құрудың базалық негізі, мұнай төгілулерінің экологиялық мониторингі және т.б. алу үшін үлкен аумақтарды зерттеу үшін қолданылады. Бұл жағдайда кәдімгі монохромды (ақ және қара) және спектрзональды фотосуреттер де қолданылады.

Аэрофототүсірілім жоғары түсіру рұқсаты бар кескіндерді алуға мүмкіндік береді (1-2 м-ден 5-7 см-ге дейін). Аэрофототүсірілім жалға алынған кен орындарына қатысты жер кадастры мәселелерін шешу, есепке алу және мүлікті басқару үшін өте нақты материалдарды алу үшін қолданылады. Сонымен қатар, аэрофототүсірілімді пайдалану бүгінгі күні сызықты ұзартылған объектілер (мұнай, газ құбырлары және т.б.) үшін ГИС құрып, деректерді алудың ең жақсы нұсқасы болып табылады.

*Қашықтықтан зондтау жүйелері рұқсаттардың бірнеше түрлерімен сипатталады:* кеңістіктік, спектрлік, радиометриялық және уақытша.

Кеңістіктік рұқсат (1-сурет) кескінде көрінетін ең кішкентай объектілердің өлшемін сипаттайды. Шешілетін тапсырмаларға байланысты төмен (100 м-ден астам), орташа (10 – 100 м) және жоғары (10 м-ден аз) рұқсат деректері пайдаланылуы мүмкін. Кеңістіктік рұқсаты төмен кескіндер бір уақытта үлкен аумақтарды, тіпті бүкіл жарты шарға дейін қамтуға мүмкіндік береді. Мұндай деректер көбінесе метеорологияда, орман өрттерін және басқа да ауқымды табиғи апаттарды бақылау кезінде қолданылады. Орташа кеңістіктік рұқсатты кескіндер бүгінгі таңда табиғи ортаны бақылау үшін деректердің негізгі көзі болып табылады. Бұл диапазондарда жұмыс істейтін спутниктік түсірілім аппараттары Ресей, АҚШ, Франция, т.б көптеген мемлекеттерде ғарышқа ұшырылған және әлі де қолданыста.

Соңғы уақытқа дейін ғарыштан жоғары рұқсаттағы суретке түсіру тек қана әскери барлау мүддесі үшін дерлік қолданылған, ал ауадан түсіру - топографиялық карта жасау мақсатында жүзеге асырылды. Дегенмен, бүгінде кеңістіктік талдауды жоғары дәлдікпен жүргізуге, орташа немесе төмен рұқсатта талдау нәтижелерін нақтылауға мүмкіндік беретін бірнеше коммерциялық қолжетімді жоғары рұқсаттағы ғарыш сенсорлары (KVR-1000, IRS, IKONOS) бар. [4]

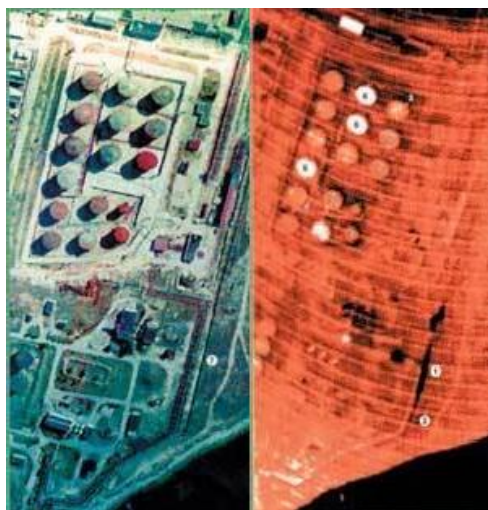


Сурет 1 - Әртүрлі кеңістіктікте рұқсат етілген аэрофотосуреттердің мысалдары: 0,6 м (жоғарғы), 2 және 6 м (төменгі)

Әдетте, оптикалық суретке түсіру бірден бүкіл көрінетін диапазондапанхроматикалық) немесе спектрдің бірнеше тар аймақтарында

(мультиспектральды) жүзеге асырылады. Қалған бірдей жағдайларда панхроматикалық кескіндердің кеңістіктік рұқсаты жоғары болады. Олар топографиялық тапсырмаларды орындау үшін және төменгі кеңістіктік рұқсаттағы мультиспектрлік кескіндерде анықталған объектілердің шекараларын нақтылау үшін ең қолайлы болып табылады.

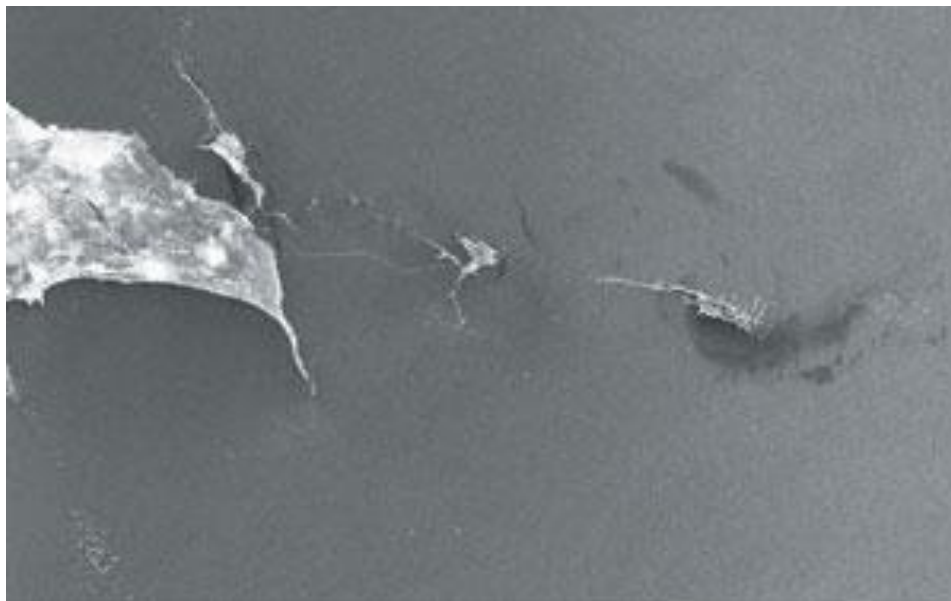
Жылулық сәулелену (2-сурет) негізінен бет температурасы туралы ақпаратты тасымалдайды. Жылулық бейнелер көзге көрінетін заттар мен құбылыстардың (табиғи да, жасанды да) температуралық режимдерін тікелей анықтаумен қатар, жер астында не жасырылғанын жанама түрде анықтауға мүмкіндік береді (жер асты өзендері, құбырлар және т.б). Жылулық сәулеленуді объектілердің өздері жасайтындықтан, суретке түсіру үшін күн сәулесі қажет емес (ол іс жүзінде кедергі жасайды). Мұндай суреттер орман өрттерінің, мұнай-газ алауларының, жер асты эрозия процестерінің динамикасын бақылауға мүмкіндік береді. [4]



Сурет 2 - Көрінетін жарық диапазонындағы мұнай базасының аэрофотосурет (сол жақта) және сол аймақтың диапазонындағы түнгі жылулық фотосурет (оң жақта)

Радиотолқындардың сантиметрлік диапазоны радарлық түсірілім үшін қолданылады. Радар жер бетінен шағылған радиацияны анықтайтындықтан, оның жұмыс істеуі үшін күн сәулесі қажет емес. Сонымен қатар, осы диапазондағы радиотолқындар бұлттар арқылы еркін өтеді және тіпті топыраққа біршама тереңдікке еруге қабілетті. Сантиметрлік радиотолқындардың бетінен шағылысуы оның құрылымымен және ондағы әртүрлі қабыршақтардың болуымен анықталады. Мысалы, радарлар су объектілерінің бетінде тіпті айтарлықтай толқындар кезінде де қалыңдығы 50 мкм (3-сурет) немесе одан да көп мұнай қабықшасының болуын анықтауға қабілетті. Негізінде, әуе кемелерінен радиолокациялық бейнелеу жер асты объектілерін, мысалы, құбырлар мен олардың ағып кетуін анықтауға қабілетті. [4]





Сурет 3 - Су бетіндегі мұнай дақтарының радарлық суреті

Сонымен қатар қашықтан зондтауды рұқсаттары мен қамтудың әртүрлі түрлері бойынша, мәліметтерді тасымалдаушы түрі бойынша (фотографиялық және цифрлық), сенсордың жұмыс істеу принципі бойынша (фотоэффект, пирозлектрлік эффект және т.б.), кескін әдісі бойынша жіктеуге болады.

Қазіргі уақытта мұнай-газ өнеркәсібінде объектілердің кеңістіктегі орналасуының параметрлерін анықтауға арналған спутниктік навигация жүйелерін қолдану қарқынды дамып келеді. Бүгінгі таңда екінші буын жүйесі – американдық GPS (Global Positioning System), NAVSTAR деп те аталады және ресейлік ГЛОНАСС (Жаһандық навигациялық спутниктік жүйе) қолданылады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

[1] Спутниковые системы связи, Учебное пособие для вузов. Под ред. А.М. Сомова / Сомов А.М., Корнев С.Ф. 2011. – С. 244.

[2] Жерді қашықтықтан зондтаудың қолданылу аймағы (Электрондық ресурс) -<https://innoter.com/otraslevye-resheniya/> дата обращения: 14.02.2024

[3] Мұнай-газ өндірісіндегі ЖҚЗ (Электрондық ресурс)-<https://innoter.com/otraslevye-resheniya/neftegazovyy-kompleks/> дата обращения: 16.02.2024

[4] Аэрофототүсірілім (Электрондық ресурс) -  
<https://kazgeosfera.kz/аэрофотосъемка/> дата обращения: 16.02.2024

UDC 681.5

Mekhnina K. (22-MIK-1), Skosnyagin A. (20-AU-1), Kussaiyn-Murat A. (PhD, EKTU)

## FDM (FUSED DEPOSITION MODELING) 3D PRINTER WITH COREXY KINEMATICS

**Annotation.** *The paper describes the additive manufacturing process, where materials are gradually deposited layer by layer based on 3D models. The widespread use of 3D printing technology, especially in medicine, is considered, as well as active research conducted by foreign scientists in the field of improving 3D printers based on Core-XY kinematics. The background and goals of 3D printer development are described based on the results of the plasma processing project and the challenges associated with the development of adaptive implants. The tasks performed to achieve the goal are presented, including studying the principles of operation and comparing the characteristics of Core-XY kinematic printers, designing and creating own printer, as well as researching the printing process and its practical application. The progress in medical applications of FDM 3D printing and the desire to improve the performance of own 3D printer are emphasized.*

**Keywords:** *FDM (Fused Deposition Modeling) with CoreXY kinematics 3D printers, Medicine, bioprinting, 3D models, technological evolution.*

In connection with scientific and technological progress, digital technologies are rapidly improving, which makes it possible to use innovations in various spheres of human life. Additive technologies are one of the most advanced and in demand all over the world. Currently, the Republic of Kazakhstan is undergoing an active transition to fully automated digital production controlled by intelligent systems. The topic of 3D printing, or additive manufacturing, revealed in this research work is one of the main technologies of Industry 4.0, which mainly confirms the relevance of the research.

Additive manufacturing is a manufacturing technology in which materials, including powder, plastic or metal, are gradually deposited layer by layer based on a computer-aided design (CAD) model. The result of this process is the creation of a tangible, three-dimensional model of the desired object [1]. This method differs from traditional manufacturing methods in that instead of removing material, as with computer numerical control (CNC) machining of an implant, it adds materials layer by layer. Thus, additive manufacturing is the process of selectively combining materials to create objects layer by layer using digital information about the parts, i.e. 3D CAD models. This definition highlights the fundamental difference between the additive manufacturing process and traditional manufacturing methods such as machining processes (e.g., CNC turning), forming processes (e.g., forging), and solidification processes (e.g., casting) [2]. Additive manufacturing is often also called 3D printing, rapid prototyping or stereolithography.

3D printing allows you to create complex and precise geometric shapes that may be difficult or impossible to achieve using other manufacturing methods. It also allows you to quickly produce prototypes and small series of products, without the need to create complex tooling or molds.

Various types of materials can be used in 3D printing, including plastic, metal, ceramics, and even some biological materials. Depending on the type of material and the 3D printer used, the process can take from several hours to several days.

3D printing has found wide application in various industries, including mechanical engineering, medicine, architecture, modular construction, design and many others. This process continues to evolve and improve, opening up new opportunities for innovation and creativity.

FDM 3D printing in medicine is increasingly common. The use of 3D printers, including those with Core-XY kinematics, in medicine covers various fields [3-5]: bioprinting of tissues and organs, personalized implants and prostheses, modeling for surgical preparation, research in the field of medical instruments, educational and training models, integration with other technologies.

Foreign scientists are conducting a lot of scientific research on the topic "FDM 3D printer based on Core-XY kinematics." Scientists are working to develop and optimize materials that can be used in 3D printers with Core-XY kinematics, strive to improve the accuracy and stability of positioning systems in 3D printers using Core-XY kinematics, and explore various technologies and algorithms that can achieve higher accuracy and positioning repeatability, are working to develop new printing algorithms that improve productivity and print quality on 3D printers with Core-XY kinematics. This includes improving print speed, error detection and correction, and optimizing model design to achieve more accurate and high-quality results.

The impact of this research on science is the possibility of developing more advanced and efficient 3D printers using Core-XY kinematics. Improvements in materials, positioning systems and printing algorithms will improve the accuracy, speed and quality of 3D printing. This, in turn, can lead to new opportunities in various fields such as mechanical engineering, medicine, architecture, modular construction, design and many others. In addition, new research may lead to the development of new materials and methods that will be used not only in 3D printing, but also in other areas of science and technology, which is what our team is striving for.

This paper discusses the stages and approaches of developing the 3D printer we assembled, which will allow us to contribute and bring fresh perspective and new ideas to the field of 3D printer research.

The prerequisites for the development of a 3D printer were, on the one hand, previously obtained results on the project AP05130525 "Intelligent robotic system for plasma processing and cutting of large-sized products of complex shape" [6-16], which involves the use of preliminary 3D scanning for further microplasma spraying of coatings based on the obtained 3D Models from Scan Data and Challenges Related to Adaptive Implant Achievement is a term that refers to the use of shell design algorithms, such as scaling the underlying design of a medical device to adapt it to a patient's unique anatomy. That is, additive manufacturing allows the design and manufacture of customized implants with controlled volumetric porosity, which is most valuable for orthopedics, as well as complex geometries such as porous structures. Based on the constructed 3D model based on scanning data, it will be

possible to print a model of the sprayed object using an FDM 3D printer using Core-XY kinematics, which will provide the opportunity for additional study.

Based on an analysis of research by scientists [3-16], we have set a goal, which is to

- Selection and assembly of mechanical components;
- Selecting and connecting electronics, firmware configuration;
- Receiving the first printed model and performing analysis in terms of the obtained characteristics.

To achieve the goal, we completed the following tasks, the results of which are presented in our papers [17-18]:

- Studying the principles of operation of 3D printers based on Core-XY kinematics;
- Analysis and comparison of the characteristics and performance of 3D printers based on Core-XY kinematics with other types of kinematics;
- Development and creation of own 3D printer using Core-XY kinematics;
- Studying y of the printing process using a 3D printer using Core-XY kinematics;
- Practical application of completed solutions in the field of 3D printing using Core-XY kinematics;
- Conducting experiments and testing to confirm research results in the field of 3D printing on Core-XY kinematics.

The Core-XY kinematic printer is one of the most efficient and accurate types of 3D printers on the market. Thanks to its unique design, the Core-XY kinematic printer also has high reliability and stable operation. This type of printer is becoming increasingly popular among professional makers and 3D printing enthusiasts.

As continued progress in the medical applications of FDM 3D printing emerges and the technology's potential for innovation in healthcare is highlighted, we continue to research to improve the performance of our 3D printer. If we compare it with the Wanhao Duplicator D12/500 FDM/FFF 3D printer already available in the “Smart engineering” Competence Center, of which the “Sector of Prototyping and 3D Printing” laboratory is part, our 3D printer has almost the same characteristics (see table 1) that suggests that we are on the right path, although one can say, that our printer is a little behind in terms of characteristics.

Table 1 – Comparison of characteristics between the developed 3D printer and the FDM/FFF 3D printer Wanhao Duplicator D12/500

Characteristic	Our 3D printer	3D printer Wanhao Duplicator D12/500
Printspeed	40 mm/s	upto 150 mm/s
Printingmaterial	PETG	PLA, PETG, SILK
Printinglayerthickness	0.4 mm	from 0.1 to 0.4 mm
Nozzletemperature	220 °C	upto 260 °C
Software	CURA	CURA, Repetier Host, Simplify 3D

Thus, assembling, setting up and supporting 3D printers based on Core-XY kinematics is a complex but exciting process. This is a complex process that requires certain skills and knowledge. However, a properly assembled and configured Core-XY kinematic printer can ensure printing accuracy, fast speed of the printer head, structural stability and reliability when printing 3D objects. Building the mechanics of an FDM 3D printer using Core-XY kinematics requires assembling and configuring several components.

To develop the project, a reviewer of our research work suggested installing a vibration sensor (to eliminate “ripples” on the walls of the model), a filament presence sensor, an auto-level sensor (BL-Touch), and replacing the motherboard with a more productive one to expand functionality and computing power.

This research work was submitted to the republican competition of student research works.

#### REFERENCES:

- [1] Tilton, M.; Lewis, G.S.; Manogharan, G.P. Additive Manufacturing of Orthopedic Implants. In *Orthopedic Biomaterials: Progress. in Biology, Manufacturing, and Industry Perspectives*; Li, B., Webster, T., Eds.; Springer International Publishing: Cham, Switzerland, 2018; pp. 21–55
- [2] Javaid, M.; Haleem, A. Additive manufacturing applications in orthopaedics: A review. *J. Clin. Orthop. Trauma* 2018, 9, 202–206
- [3] <https://www.novusls.com/post/medical-3d-printing-material-selection-guide> - Choosing 3D Printing Materials for Different Medical Applications (Updated on 14th May 2023)
- [4] Karthik Tappa \* and Udayabhanu Jammalamadaka. Novel Biomaterials Used in Medical 3D Printing Techniques // *Journal of Functional Biomaterials*, 2018, 9, 17; doi:10.3390/jfb9010017
- [5] Julian Quodbach and other. Quality of FDM 3D Printed Medicines for Pediatrics: Considerations for Formulation Development, Filament Extrusion, Printing Process and Printer Design // *Therapeutic Innovation & Regulatory Science*, p. 1-19, <https://doi.org/10.1007/s43441-021-00354-0>
- [6] Shadrin G. K., Alontseva D. L., Kussaiyn-Murat A. T., Kadyroldina A. T., Ospanov O.B., Haidegger T. Application of Compensation Algorithms to Control the Movement of a Robot Manipulator// *Acta Polytechnica Hungarica* Vol. 17, No. 1, 2020, P. 191-214. DOI: 10.12700/APH.17.1.2020.1.1 Журнал индексируется Scopus и Web of Science, Q2, Impact Factor 2018: 1.51, CiteScore 2.7, % цитирования 50, процентиль в Scopus 75 <https://www.scopus.com/sourceid/19700173166>
- [7] Alontseva D. L., Ghassemieh E., Krasavin A. L., Shadrin G. K., Kussaiyn-Murat A. T., Kadyroldina A. T. Development of Control System for Robotic Surface Tracking//*International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research*, Vol. 9, No. 2, February 2020. – P. 280-286. doi:

10.18178/ijmerr.9.2.280-286 Индексируется Scopus, CiteScore 2019 = 0.8, процентиль 26, <https://www.scopus.com/sourceid/21100788860>

[8] Alontseva D., Krasavin A., Kadyroldina A., Kussaiyn-Murat A. Segmentation Algorithm for Surface Reconstruction According to Data Provided by Laser-Based Scan Point // Communications in Computer and Information Science, vol 998, 2019. - pp, 1-10. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-12203-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-12203-4_1). Индексируется Scopus, процентиль в Scopus 31 % (General Mathematics), <https://www.scopus.com/sourceid/17700155007>

[9] Алонцева Д.Л., Красавин А.Л., Шадрин Г.К., Кадыролдина А.Т., Құсайын-Мұрат Ә.Т. Разработка системы управления промышленным роботом-манипулятором для трехмерного сканирования поверхностей //«Вестник ВКГТУ им. Д.Серикбаева» № 1, 2019. - С. 81-87. [https://www.ektu.kz/files/vestnik/geo1\\_2019.pdf](https://www.ektu.kz/files/vestnik/geo1_2019.pdf) Рекомендован КОКСОН, импакт-фактор за 2017 год по Казахстанской базе цитирования KazBC составляет 0,058 [https://nauka.kz/page.php?page\\_id=795&lang\\_id=1](https://nauka.kz/page.php?page_id=795&lang_id=1)

[10] Кадыролдина А.Т., Құсайын-Мұрат Ә.Т., Красавин А.Л., Прохоренкова Н.В. Күрделі формадағы бұйымдарға плазмалық өңдеуді жүргізетін робот-манипулятор үшін ақпараттық жүйені әзірлеу (Разработка информационной системы для робота – манипулятора, производящего плазменную обработку изделий сложной формы)// Вестник ВКГТУ им. Д.Серикбаева, №3 (89), 2020.

[11] Alontseva, D., Krasavin, A., Nurekenov, D., Ospanov O., Kusaiyn-Murat, A., Zhanuzakov, Y. Software development for a new robotic technology of microplasma spraying of powder coatings //Przegląd Elektrotechniczny. - Vol. 94. - No7. - 2018. - P. 26-29. doi:10.15199/48.2018.07.06. Индексируется Scopus и ISI Web of Science, Q3, Scopus CiteScore 2019 = 0.8, процентиль 26, <https://www.scopus.com/sourceid/18700>

[12] Shadrin G.K., Alontseva D.L., Kussaiyn-Murat A.T., Krasavin A.L. Synthesis of the Robotic Tool Motion-Controlling Algorithm Using Method of Correction Dynamics and Pertubations Compensation. Mekhatronika, Avtomatizatsiya, Upravlenie. 2019; 20(8):472-481. <https://doi.org/10.17587/mau.20.472-481> (Индексируется в Scopus)

[13] Красавин А.Л., Алонцева Д. Л., Кадыролдина А. Т. Программа выделения лазерных полос на цифровых изображениях объектов 3D сканирования. Свидетельство о государственной регистрации на объект авторского права программа для ЭВМ № 5870 от 17 октября 2019.

[14] Шадрин Г.К., Алонцева Д.Л., Құсайын-Мұрат Ә.Т. Расчет коэффициентов алгоритма управления однозвенным роботом-манипулятором. Свидетельство о государственной регистрации на объект авторского права программа для ЭВМ № 5803 от 15 октября 2019.

[15] Alontseva D.L., Krasavin A.L., Kadyroldina A.T., Kussaiyn-Murat A.T., Nurekenov D. M., Zhanuzakov Ye.T., Prokhorenkova N.V. Development of the microplasma spraying technology for applying biocompatible coatings// Proceedings

of 12th International Symposium on Applied Informatics and Related Areas (AIS 2017), Székesfehérvár, Hungary, 2017, –P.45-48.

[16] Kadyroldina A.T., Kussaiyn-Murat A., Beszedes B., Alontseva D., Krasavin A. Image Acquisition and Processing on Raspberry Pi in Matlab for 3D-Scanning. Proceedings of 14th International Symposium on Applied Informatics and Related Areas organized in the frame of Hungarian Science Festival 2019 by Óbuda University. Székesfehérvár, Hungary, November 14, 2019.- P.39-42.

[17] Скознягин А.Н., Құсайын–Мұрат Ә. Т. Сборка механики, электроники и первичная настройка 3D-принтера // Материалы IX Международной научно-технической конференции студентов, магистрантов и молодых ученых «Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана», 13,14 апреля 2023 г., Часть IV, ВКТУ, Усть-Каменогорск, 2023. – С.422-426 ISBN 978-601-208-814-4 ISBN 978-601-208-818-2

[18] Скознягин А.Н., Мехнина К.П. COREXY КИНЕМАТИКАСЫ БАР FDM (FUSED DEPOSITION MODELING) 3D-ПРИНТЕР // МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ «ВЕСТНИК БОБЕК», АСТАНА, КАЗАХСТАН, ФЕВРАЛЬ 2024, с. 231-234 ISSN 2664-2271

UDC 004.838.3

Мүшелбаев Ә.Р. (НИИ ХБН г.Усть-Каменогорск)

## PREVENTION OF THE MONOPOLIZATION ON THE AI MARKET AND RELATED RISKS

**Abstract.** *From a theoretical perspective, this article considers the economic prospects for the development of the AI sphere in the global IT market and related problems. Namely, the risks of monopolies/oligopolies in AI field, which, in turn, will become an issue for economical development and integration of AI sphere in general, although the problem solution methods will be proposed based on works and forecasts of AI engineers.*

**Key words.** *Market concentration, federated learning, deep learning, chips, open-source software, Big Tech.*

**Introduction.** Following the significant breakthrough trends in development and implementation of generative AIs, including ChatGPT, Stable Diffusion, Microsoft Copilot, the global IT market and the economic market is experiencing tremendous changes in the recent time<sup>[1]</sup>. One of the key points is that the economic market is at risk of being controlled by one or more large corporations (which are called monopoly and oligopoly) due to certain specifics of AI and machine learning development industry. It can also have a negative impact on various fields, hitting sustainable development goals, braking economic growth and being a barrier to the full development and implementation of AI in everyday life.

This article will represent theoretical steps to solve the above issue from the perspective of analyzing situation in the global AI market, comparing AI with past IT trends, objective assessment of risks of monopolies and oligopolies in AI industry and documentary analysis of forecasts from other works.

### **Why does AI monopoly occur and what are the risks?**

There are plenty of pre-existing factors usually leading to market concentration in traditional big businesses. However, despite the AI development industry's and public utilities, and big business similarities, the AI development industry is characterized by unique features enabling in market leadership of one or more corporations. These features are main barriers to market entry of start-ups and youthful companies subsequently leading to monopoly development. These features include expensive and hard-to-find development stacks and unavailability of big data used in machine learning for small companies.

### **Expensive and hard-to-find hardware stack infrastructure**

Generally, the AI development stack consists of several layers, including application, modeling and infrastructure<sup>[2]</sup>, but our current goal is to cover the hardware in order to link it to the issue of monopolies, that's why other layers are to be considered.

The development process of generative AI is fundamentally tied to processing of large amounts of preprocessed data and training models for detecting of regularities in different specimens, and changing the weights on this basis. In AI industry it is called "Deep Learning", and this process requires high computing



power, since large amounts of data are to be processed and stored simultaneously, and many weights are to be calculated<sup>[3]</sup>. For instance, the newest OpenAI's GPT-4 model possesses 1.76 trillion parameters<sup>[4]</sup>.

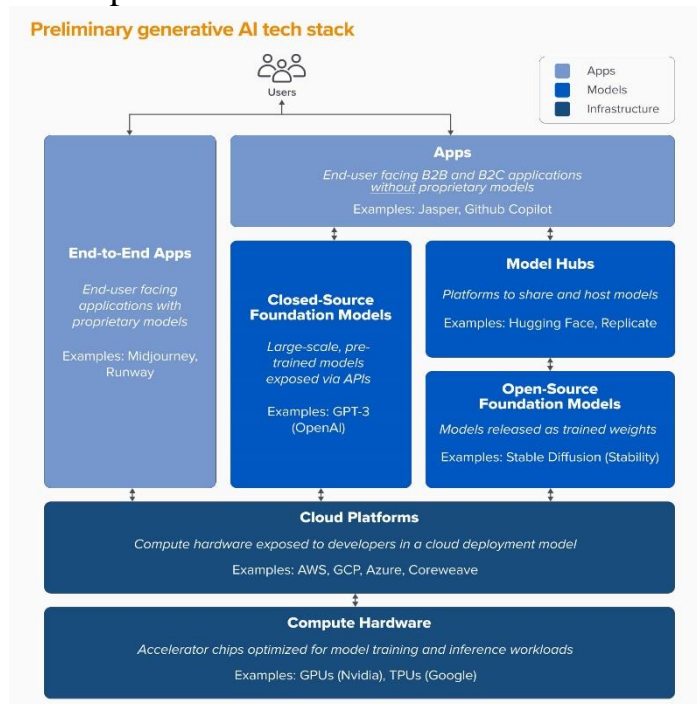


Figure 1 – AI tech stack

“Infrastructure” level of AI development consists of **Compute Hardware** and **Cloud Platforms**. The first one includes GPU and TPU chips commonly used to process large samples for training and provided by Nvidia and Google respectively. The second one, cloud architecture platforms, including AWS, Azure, Google Cloud Platform used to optimize model training, e.g. by scaling, friendly data management. It is evident in the first layer of development that the AI industry tends to be monopolistic owned mainly by large corporations, also known as Big Tech, or “MAGMA” (Google, Amazon, Meta, Apple, Microsoft)<sup>[5]</sup>, due to its inaccessibility and high cost of hardware part. The price of the most popular GPU used in AI development Nvidia “H100 Hopper” comprises \$25,000 - \$40,000 per chip, and the price of overall systems is about \$200,000<sup>[6]</sup>. The high price of chips and cloud architecture required for complex development of AI models is affordable for large corporations, but it is also a barrier for product creation by smaller companies, and it facilitates foundation of monopolies and oligopolies.

### Big Data issue

As is mentioned above, gathering training sample, which is dataset used to train models, is one of the most important parts of developing generative AI, hence any methods aimed to collection and organization of extremely large datasets of similar type, big data are essential. Big Tech corporations hold huge amounts of users' data. This data includes information about search queries, social media activity, shopping, location, preferences. Therefore, Big Tech is able to use this information for deep learning to develop powerful AIs<sup>[7]</sup>. Only few large MAGMA

corporations have access to such datasets today meaning that smaller projects are not able to produce AI that can compete with powerful models from MAGMA.

### **Risks related to monopoly and oligopoly in AI industry.**

As is shown above, the AI market is already impacted by oligopoly effect. Lack of market competition and power of few corporations has a number of negative effects, hitting various socio-economic and political areas, including risk resilience, stagnation in the AI industry, lock-in effect with unfair prices<sup>[8]</sup>.

Recent tendencies illustrate dependence of socially important spheres of life on generative models of AI, including some warfare<sup>[9]</sup>, political and economic fields. During presidential elections in Argentina in October 2023, competing teams used generative AIs to create images and videos for promotion and attacked each other<sup>[10]</sup>. The Israeli army in Feb 2024 reported the use of “Gospel” AI in the Gaza conflict to select targets for their attacks<sup>[11]</sup>. Even though it might be too early to speak about the spheres to be dependent on the AI industry, it can be predicted that this trend will increase in the current digital marketplace, so AI will take over more and more areas of life. Meanwhile, the downfall of one or more major AIs will lead to so-called by economists “systemic risk”, this effect strikes entire market should one area is unable to fulfill its responsibilities. Those AI-drops might be caused by various accidents, spontaneous, such as natural disasters, technical issues, or intentional, including cyberattacks, sabotages, and their consequences can be dramatic and unpredictable for mankind, starting from economic crises to major policy changes.

### **Economic risks: stagnation, lock-in effect and unfair prices.**

Although concentration can bring positive changes in some business areas, monopoly and oligopoly can have drawbacks in digital market, and AI oligopoly is not an exception. Lack of market competition will naturally lead to “lock-in” effect, when the consumer is dependent on the company’s product due to several reasons. Furthermore, “lock-in” model by itself will cause other drawbacks for consumers, including unfair prices and lack of innovations and economic and scientific advancement, also known as stagnation. If comparing AI monopoly and oligopoly with past IT trends, Microsoft’s Windows OS can be a good example. Due to long-term Microsoft monopoly in the area of computer operating systems, some consumers and business have troubles with shifting to other products<sup>[12]</sup>.

### **Prevention of monopoly and oligopoly.**

Nowadays, mankind has a large number of concentration fighting methods, such as government regulations, antimonopoly policy, and market transparency. We state that some of best AI oligopoly prevention practices promote open-source policy, usage of federated learning and consolidation of various institutions.

The first open-source “A-2” system was implemented in 1953, and since then, the concept of open-source development has been resonating in the hearts of many computer enthusiasts around the world. Throughout the history of digital market, open-source software has been the main opponent of monopolies and oligopolies, and AI industry is not an exception. In addition to enabling any volunteer to contribute in software, solving code bugs and cybersecurity issues due to “Linus' law” (code errors identified by observations) open-source development also provides full transparency

of software events, in our case, it is AI. Such AI transparency prevents power abuses and creates fairer conditions for all market participants along with fair competition. Thus, it is also possible to integrate “federated learning”: the method of model training using the training sample that are not held in a single centralized server, the mode is trained on devices using AI apps, i.e. mobile phones, sensors, etc.<sup>[3]</sup>. Therefore, that method of training is a great find for data privacy protection and counteraction to AI oligopoly, namely, it helps to solve the above mentioned big data issue. Smaller companies will be able to train their models without access to extremely large samples. In addition to establishment of open-source developers’ community and promoting federated learning around AI development, it is essential to consolidate the work of large number of developer organizations: startups, research institutes and small and medium IT companies. Such consolidation would provide various advantages, primarily, experience and knowledge sharing, as well as development of common standards, practices and principles, AI engineers would be able to validate and audit machine learning algorithms and models.

**Conclusion.** Nowadays, AI implementation is an essential are of the digital market that subjugates more and more industries, but, due to its specific tend to create monopoly and oligopoly, it is of critical importance for prevention of power concentrate inn the market, by benefiting open-source development, federated learning and consolidating various institutions.

#### BIBLIOGRAPHY:

1. Bank of America, “Artificial intelligence: A real game changer”
2. Bastian M. Gpt-4 has more than a trillion parameters-report //The Decoder. – 2023. – T. 3.
3. Bornstein M., Appenzeller G., Casado M. Who Owns the Generative AI Platform?, January 19, 2023
4. Eadline D. “Nvidia H100: Are 550,000 GPUs Enough for This Year?”, August 17, 2023
5. Cooper M., Gillis J. Consumer Federation of America, Microsoft Monopoly Caused Consumer Harm
6. Feliba D. How AI shaped Milei's path to Argentina presidency, November 21, 2023
7. Fenton-Harvey J. The Gospel: Israel's controversial AI used in the Gaza war: <https://www.newarab.com/analysis/gospel-israels-controversial-ai-used-gaza-war>
8. Kak A., West S.M., AI Now 2023 Landscape: Confronting Tech Power, AI Now Institute, April 11, 2023, <https://ainowinstitute.org/2023-landscape>.
9. Mulligan C. E. A., Godsiff P. Datalism and Data Monopolies in the Era of AI: A Research Agenda //arXiv preprint arXiv:2307.08049. – 2023.
10. Sentient Digital, The Most Useful Military Applications of AI in 2024 and Beyond: <https://sdi.ai/blog/the-most-useful-military-applications-of-ai/>

ӘОЖ 681.5

Назенова Г.М. (22-ДАУ-3а, ШҚТУ), Алонцева Д.Л. (ф.-м.ғ.д., ШҚТУ),  
Шадрин Г.К. (т.ғ.к., ШҚТУ)

## ЕКІ АЙНАЛУШЫ БУЫНДАРЫ БАР ЖАЗЫҚ РОБОТ-МАНИПУЛЯТОРДЫ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ

***Аңдатпа.** Бұл мақалада екі қатаң айналмалы буындары бар екі буынды жазық роботты манипулятордың алға кинематикасы мен динамикасы күй кеңістігінде модельденді. Зерттеу жұмысы манипулятордың құрылымын, динамикасы мен кинематикасын жан-жақты талдауды және динамика мен бұзылуларды өтеудің түпнұсқа әдісіне негізделген екі буынды роботтық манипуляторды басқарудың математикалық моделін әзірлеуді қамтиды. Басқаруды компьютерлік модельдеу VisSim бағдарламасы арқылы орындалды. Жасалған модельді тәжірибеде қолдану перспективалары көрсетілген.*

***Түйін сөздер:** екі буынды робот-манипулятор, математикалық модель, күй кеңістігі, компьютерлік модельдеу.*

Тәжірибеде екі буынды манипуляторлар тәуелсіз де, көп буынды манипулятор конструкцияларының бір бөлігі ретінде де қолданылады, бұл екі буын әртүрлі технологиялық операцияларды орындаған кезде робот қозғалысының негізгі бөлігін орындайды. Сондықтан екі буынды робот-манипуляторды басқарудың тиімді бағдарламалық режимдерін жасау өзекті міндет болып қала береді [1].

Екі буынды манипуляторды басқару міндеті жүйенің күрделілік деңгейіне байланысты. Екі буынды манипуляторды пайдалану кезінде екі мәселені шешу керек. Бірінші мәселе басқару параметрлерін манипулятордың берілген орны сәйкес траекторияға сәйкес өзгеретіндей етіп анықтау қажет [2,3]. Екінші мәселе, манипулятордың қажетті жағдайына жету үшін басқару жүйесінің математикалық моделін дұрыс параметрлеу қажет [4]. Манипуляторды басқарудың дәлдігіне әсер ететін мәселелердің бірі – динамикалық басқару модельдерін дұрыс құрастыру [5].

Осылайша, екінші текті Лагранж теңдеулерін қолдану арқылы теориялық механика принциптеріне негізделген математикалық модельді қолдану туралы шешім қабылданды. Робот-манипулятордың теңдеулерін құру үшін біз матрицалық тәсілді және екінші текті Лагранж теңдеулерінің матрицасын қолдандық. Математикалық модельде екінші ретті дифференциалдық теңдеулердің сызықтық емес жүйесі қолданылады.

Монографиялар мен мақалаларда Лагранж теңдеулері (1) негізінен роботтық манипуляторлар механикасын аналитикалық сипаттау үшін бастапқы нүкте ретінде пайдаланылады:

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{q}} - \frac{\partial L}{\partial q} = \tau, \quad L = K - P, \quad (1)$$

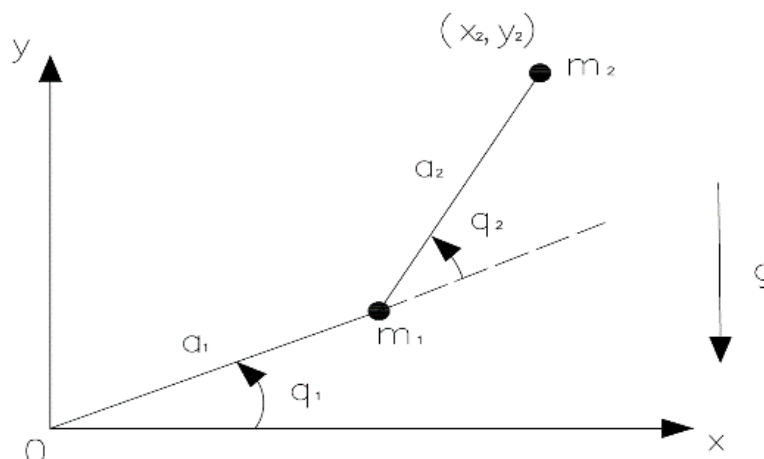
мұнда  $q \in R^n$  – жалпыланған координаталар векторы,  $K \in R^1$ ,  $P \in R^1$  – манипулятордың кинетикалық және потенциалдық энергиясы,  $\tau \in R^n$  – манипулятордың қосылыстарындағы қозғаушы моменттердің векторы,  $n$  – манипулятор буындарының саны,  $t$  – уақыт [6]. Берілген құрылыс үшін Лагранжды тауып, оның туындыларын және (1) басқа компоненттерін анықтай отырып, аналитикалық түрдегі осы құрылыстың динамикалық математикалық моделін аламыз. Алынған модельдердің күрделілігі және олардың түрлендірулері механикалық байланыстардың санымен дерлік экспоненциалды түрде өсетінін атап өткен жөн.

Компоненттерін анықтағаннан кейін (1) тармағынан алынған робот-манипулятордың динамикасын сипаттайтын жалпы теңдеу (2) түрінде болады:

$$M(q)\ddot{q} + V_m(q, \dot{q})\dot{q} + F(\dot{q}) + G(q) + \tau_d = \tau, \quad (2)$$

мұнда  $M(q)$  – инерция матрицасы,  $V_m(q, \dot{q})$  – Кориолис матрицасы (центрге тартқыш матрица),  $F(\dot{q})$  – үйкеліс терминдері,  $G(q)$  – гравитация векторы,  $\tau_d$  – бұзылу векторы,  $\tau$  – моменттердің векторы (қозғаушы күштер) [7].

Екі буынды манипулятор үшін 1-суретте берілген белгілерді қолданамыз.



Сурет 1 - Айналымды буындары бар екі буынды жазық манипулятордың схемасы:  $m_1$ - бірінші буын массасы,  $m_2$ - екінші буын массасы,  $a_1$ - бірінші буын ұзындығы,  $a_2$ - екінші буын ұзындығы,  $q_1$   $q_2$ - бұрыштар

Әрбір буынның массасы ( $m_1$ ,  $m_2$ ) осы буынның соңында шоғырланғанын ескеру қажет [8]. (2) өрнегін жазып, бұзылуларды есепке алмай, оны (3) түрге түрлейік:

$$M(q)\ddot{q} + V_m(q, \dot{q})\dot{q} + F\dot{q} + G(q) = \tau, \quad (3)$$

Тұтқыр үйкелісті (4) ескере отырып (3) өрнекті жазайық:

$$\begin{aligned}
& \begin{bmatrix} (m_1 + m_2)a_1^2 + m_2a_2^2 + 2m_2a_1a_2 \cos q_2 & m_2a_2^2 + m_2a_1a_2 \cos q_2 \\ m_2a_2^2 + m_2a_1a_2 \cos q_2 & m_2a_2^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{q}_1 \\ \ddot{q}_2 \end{bmatrix} + \\
& + \begin{bmatrix} f_1 & -m_2a_1a_2(2\dot{q}_1 + \dot{q}_2)\sin q_2 \\ m_2a_1a_2\dot{q}_1 \sin q_2 & f_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{q}_1 \\ \dot{q}_2 \end{bmatrix} + \\
& + \begin{bmatrix} (m_1 + m_2)ga_1 \cos q_1 + m_2ga_2 \cos(q_1 + q_2) \\ m_2ga_2 \cos(q_1 + q_2) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tau_1 \\ \tau_2 \end{bmatrix}.
\end{aligned} \tag{4}$$

Тұрақты шамаларды (5) өрнек ретінде белгілейік:

$$\begin{aligned}
\alpha &= (m_1 + m_2)a_1^2, \\
\beta &= m_2a_2^2, \\
\eta &= m_2a_1a_2, \\
\gamma &= g/a_1.
\end{aligned} \tag{5}$$

Сонда (4) өрнек (6) теңдеу түрінде жазылады:

$$\begin{aligned}
& \begin{bmatrix} \alpha + \beta + 2\eta \cos q_2 & \beta + \eta \cos q_2 \\ \beta + \eta \cos q_2 & \beta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{q}_1 \\ \ddot{q}_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} f_1 & -\eta(2\dot{q}_1 + \dot{q}_2)\sin q_2 \\ \eta\dot{q}_1 \sin q_2 & f_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{q}_1 \\ \dot{q}_2 \end{bmatrix} + \\
& + \begin{bmatrix} \alpha\gamma \cos q_1 + \eta\gamma \cos(q_1 + q_2) \\ \eta\gamma \cos(q_1 + q_2) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tau_1 \\ \tau_2 \end{bmatrix}.
\end{aligned} \tag{6}$$

(3) мен (5) салыстырсақ, бізде (7) болады:

$$\begin{aligned}
V(q, \dot{q}) &= \begin{bmatrix} f_1 & -\eta(2\dot{q}_1 + \dot{q}_2)\sin q_2 \\ \eta\dot{q}_1 \sin q_2 & f_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_1 & v_{12}(q, \dot{q}) \\ v_{21}(q, \dot{q}) & f_2 \end{bmatrix}, \\
G(q) &= \begin{bmatrix} \alpha\gamma \cos q_1 + \eta\gamma \cos(q_1 + q_2) \\ \eta\gamma \cos(q_1 + q_2) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_1(q) \\ g_2(q) \end{bmatrix}.
\end{aligned} \tag{7}$$

$M^{-1}(q)M(q) = 1$  матрицалық бірлік екенін ескере отырып, біз (8) аламыз:

$$\ddot{q} = -M^{-1}(q)V(q, \dot{q})\dot{q} - M^{-1}(q)G(q) + M^{-1}(q)\tau \tag{8}$$

[8] сипатталғандай математикалық есептеулерді жүргізіп, кеңейтілген (8) теңдеуді (9) түрінде жазамыз:

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} \ddot{q}_1 \\ \ddot{q}_2 \end{bmatrix} = & - \begin{bmatrix} k_{11}(q, \dot{q}) & k_{12}(q, \dot{q}) \\ k_{21}(q, \dot{q}) & k_{22}(q, \dot{q}) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{q}_1 \\ \dot{q}_2 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} g_1(q)L_1(q) - g_2(q)T_1(q)L_1(q) \\ -g_1(q)T_1(q)L_1(q) + g_2(q)((T_1(q))^2 L_1(q) + 1/\beta) \end{bmatrix} + \\ & + \begin{bmatrix} L_1(q) & -T_1(q)L_1(q) \\ -T_1(q)L_1(q) & (T_1(q))^2 L_1(q) + 1/\beta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tau_1 \\ \tau_2 \end{bmatrix}. \end{aligned} \quad (9)$$

(10) белгісін енгізейік:

$$\begin{aligned} x_{01} &= \dot{q}_1, \\ x_{02} &= q_1, \\ x_{03} &= \dot{q}_2, \\ x_{04} &= q_2, \quad \text{то есть} \end{aligned} \quad x_0 = \begin{bmatrix} x_{01} \\ x_{02} \\ x_{03} \\ x_{04} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{q}_1 \\ q_1 \\ \dot{q}_2 \\ q_2 \end{bmatrix}, \quad \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tau_1 \\ \tau_2 \end{bmatrix} \quad (10)$$

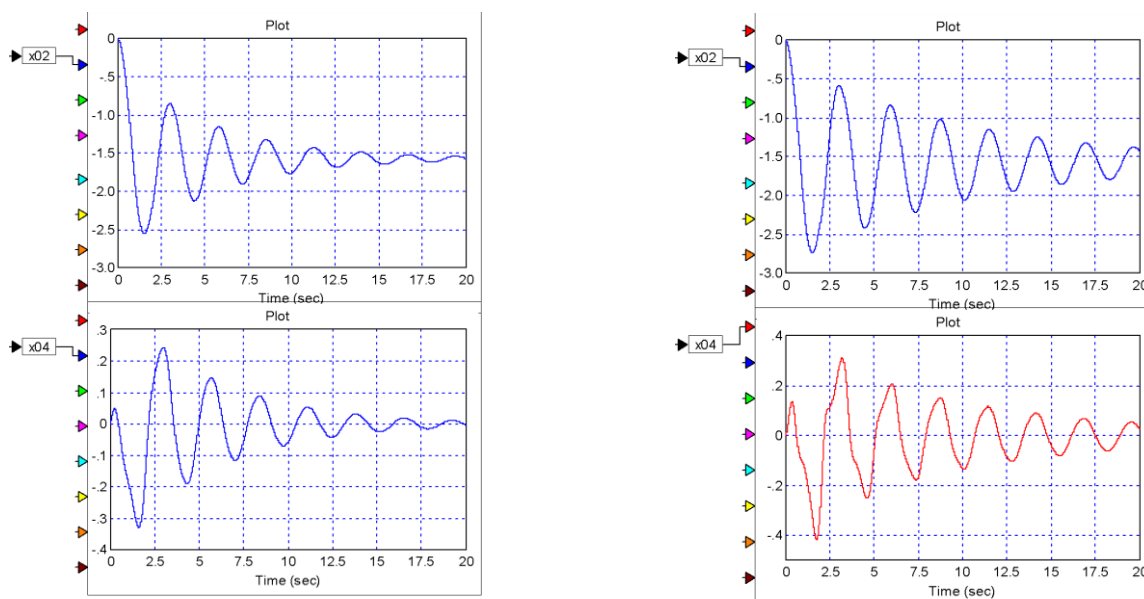
Сонда (9) күй (11) теңдеуі түрінде жазылады:

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} \dot{x}_{01} \\ \dot{x}_{02} \\ \dot{x}_{03} \\ \dot{x}_{04} \end{bmatrix} = & - \begin{bmatrix} k_{11}(x_0) & 0 & k_{12}(x_0) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ k_{21}(x_0) & 0 & k_{22}(x_0) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{01} \\ x_{02} \\ x_{03} \\ x_{04} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} g_1(x_0)L_1(x_0) - g_2(x_0)T_1(x_0)L_1(x_0) \\ -x_{01} \\ -g_1(x_0)T_1(x_0)L_1(x_0) + g_2(x_0)((T_1(x_0))^2 L_1(x_0) + 1/\beta) \\ -x_{03} \end{bmatrix} + \\ & + \begin{bmatrix} L_1(x_0) & -T_1(x_0)L_1(x_0) \\ 0 & 0 \\ -T_1(x_0)L_1(x_0) & (T_1(x_0))^2 L_1(x_0) + 1/\beta \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix}. \end{aligned} \quad (11)$$

(12) шығыс теңдеуін қосамыз:

$$\begin{bmatrix} y_{01} \\ y_{02} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{01} \\ x_{02} \\ x_{03} \\ x_{04} \end{bmatrix}. \quad (12)$$

VisSim бағдарламасында кірісі нөлдік және 1 (2а-сурет) және 2-ге (сурет 2 б) тең алаңдататын әсерлер модулі бар екі буынды робот-манипулятордың (байланыстар қозғалысы) моделі үшін өтпелі процестің графиктері алынды.



а)  $x_{01} = x_{03} = x_{04} = 0, x_{02} = 0, f_1 = f_2 = 2$       б)  $x_{01} = x_{03} = x_{04} = 0, x_{02} = 0, f_1 = f_2 = 1$

Сурет 2 - Робот буындарының қозғалысын басқаруға арналған өтпелі процестердің графигі

Процестің физикасы келесідей сипатталады: екі буынның да тұрақты төменгі позициясы бар, яғни 1-ші буын үшін:  $-\pi/2 = -1,570795327\dots$ , 2-ші буын үшін: 0 градус және радиан. Байланыстардың біреуі күтілгендей ауытқыған кездегі сілтемелер қозғалысының көрсетілгеннен ауытқуы (2-суретті қараңыз). Қозғалыс сипаты да өзгерді: пішіні өшпелі синусоидқа жақын. Процесс әлдеқайда тұрақты болды.

*Қорытынды.* Роботтық манипулятордың басқару моделін сипаттау үшін екінші ретті дифференциалдық теңдеулердің сызықты емес жүйесі алынған. Модельді тексеру үшін екі буынды робот-манипулятордың басқару процесін тұрақтандыру тұтқыр үйкеліс есебінен қол жеткізілетінін көрсеткен компьютерлік модельдеу жүргізілді. Манипулятор буындарының қозғалыстары теңдеулер мен түрлендірулердің дұрыстығын растайтын процестің физикасына сәйкес келеді. Осылайша, математикалық және компьютерлік модельдеудің талғампаз нәтижелерін ала отырып, біз зерттеуіміздің келесі кезеңіне - бұрку, кесу, бояу немесе тиеу операцияларын орындайтын екі буынды роботты басқару жүйесінің контроллерін әзірлеуге көшеміз.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

[1] V.V. Avetisyan, Sh.A Grigoryan. Time-Suboptimal Control Of A Two-Link Manipulator Motion // Mechanics - Proceedings of National Academy of Sciences of Armenia · May 2022, p. 136-147.

[2] A.A. Mohammed, Hawraa R. Abdul Ameer, D.S. Abdul-Zahra, Design of a Linear Mathematical Model to Control the Manipulator of a Robotic Arm with a



Hexagonal Degree of Freedom // 3rd Information Technology to Enhance e-learning and Other Application (IT-ELA2022), Baghdad College of Economic University, Baghdad-Iraq, November 2023, p. 181-185.

[3] M. Bakala, P. Duch, P. Ostalczyk. New Approach of the Variable Fractional-Order Model of a Robot Arm // Applied Sciences, 2023, p. 1-19.

[4] V. Voliyanuk, D. Mishchuk, M. Parkhomenko. Modeling dynamic control model of a two-link crane-manipulator // Mining, Constructional, Road and Melioration Machines, 1,2,3Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine, November 2022, p. 15-19.

[5] D. S. Abdul-Zahra, A. M. R. Abdulhasan, H. K Judi, K. A. Mohammed. Double Modulus Function Defined  $\chi$  3-Sequence Spaces // International Conference on Advanced Computer Applications (ACA), 2020 p. 80-83.

[6] M. Belkedari, EL M. LITIM, A. Belkedari. Modeling and position control of a 3-DOF serial manipulator: rigid and elastic joint // Conference, September 2023.

[7] LE N. Truc, N.V. Quyen, N. P.Quang. Dynamic model with a new formulation of coriolis/centrifugal matrix for robot manipulators // Journal of Computer Science and Cybernetics, V.36, N.1 (2020), p. 89-104.

[8] Шадрин Г.К., Назенова Г.М., Құсайын-Мұрат Ә.Т., Красавин А.Л., Алонцева Д.Л. Екі айналмалы байланысы бар жазық манипулятордың динамикалық қозғалысын басқару жүйесінің математикалық моделін объектінің динамикасы мен бұзылыстарын өтеу әдісімен әзірлеу// Вестник ВКТУ им. Д. Серикбаева. – Усть-Каменогорск. - №4, 2023. - с. 419-427. DOI 10.51885/1561-4212\_2023\_4\_419

УДК 681.5, 621

Оразова А. Ж. (докторант, ВКТУ), Алонцева Д.Л. (д.ф.-м.н., ВКТУ),  
Красавин А.Л. (к.ф.-м.н., ВКТУ)

## СИНТЕЗ НЕЛИНЕЙНОГО КОНТРОЛЛЕРА РОБОТА- МАНИПУЛЯТОРА

***Аннотация.** На сегодняшний день роботы-манипуляторы находят широкое применение в сфере обрабатывающей промышленности. Во многих случаях их конечные исполнительные устройства должны перемещаться из одного места в другое и следовать некоторым желаемым траекториям. В статье предлагается методика синтеза нелинейных законов управления для задач траекторного управления манипулятором. Предполагается, что контроллеру управления непосредственно доступны только данные о текущей конфигурации манипулятора. В работе также представлен метод косвенного определения кинематических параметров манипулятора (наблюдатель скоростей), применяемый в предлагаемом контроллере манипулятора.*

***Ключевые слова:** нелинейное управление, наблюдатели, робот-манипуляторы.*

***Введение.** Огромное количество современных исследований [1-10] было проведено в области управления движением роботов-манипуляторов по заданным траекториям. Большинству из этих существующих контроллеров требуется информация как об измерениях положения, так и скорости для каждого звена роботов-манипуляторов, но многие системы роботов-манипуляторов не обеспечивают измерения скорости. Таким образом, были разработаны некоторые результаты исследований для управления отслеживанием положения звена без измерения скорости. В работе [4] для проектирования системы управления роботом-манипулятором был разработан наблюдатель скорости, основанный на измерениях углового положения и динамической модели системы. Согласно этой статье, в [5] было разработано несколько различных контроллеров. Кроме того, был предложен надежный закон управления слежением [6] с линейным наблюдателем, который проще, чем другие предыдущие наблюдатели.*

В данной статье предложена методика синтеза нелинейных законов управления для задач траекторного управления манипулятором, основанного на точной модели системы. Экспоненциальная устойчивость результирующей замкнутой системы продемонстрирована с помощью теории устойчивости Ляпунова с полезной леммой в [7]. Эта лемма, по сути, является теоремой о локальной устойчивости, которая устанавливает область сходимости. Кроме того, предложенная схема управления применяется к двухзвенному роботу-манипулятору для сравнительного моделирования. В результате предложенная схема нелинейного управления с обратной связью предназначена не только для стабилизации роботизированной системы, но и для того, чтобы заставить ошибки отслеживания экспоненциально сходиться к нулю.

**Модель системы и динамика.** Вывод динамической модели робота-манипулятора играет важную роль для анализа конструкций манипулятора,

разработки алгоритмов управления и моделирования движения. Динамические уравнения движения манипулятора представляют собой набор математических уравнений, описывающих взаимосвязь между крутящими моментами шарнирного привода и движением конструкции.

В общем, динамическая модель  $n$ -звеньевого робота-манипулятора с твердым корпусом может быть записана в виде следующего матричного уравнения [8]:

$$M(q)\ddot{q} + C(q, \dot{q})\dot{q} + G(q) = \tau \quad (1)$$

где  $q$  это  $n \times 1$  вектор обобщенных координат сустава,  $\tau$  это  $n \times 1$  вектор входных моментов управления суставом,  $M(q)$  это  $n \times n$  положительно определенная симметричная матрица инерции,  $G(q)$  это  $n \times 1$  вектор сил тяжести,  $C(q, \dot{q})$  это  $n \times n$  центробежная матрица Кориолиса. Исходя из (1), уравнение движения можно переписать в виде

$$\ddot{q} = M(q)^{-1}[\tau - C(q, \dot{q})\dot{q} - G(q)] \quad (2)$$

В этой системе предполагается, что доступно только измерение вектора положения  $q$ . Алгоритм управления будет разработан на основе некоторых очень важных свойств модели системы, которые приведены ниже:

**Свойство 1:** Матрица инерции  $M(q)$  является симметричной положительно определенной матрицей, которая проверяет

$$m_m \|x\|^2 \leq x^T M(q)x \leq m_M \|x\|^2, \quad \forall x \in \mathfrak{R}^n \quad (3)$$

где  $m_m$  и  $m_M$  обозначают строго положительные минимальные и максимальные собственные значения  $M$  для всех конфигураций  $q$ .

**Свойство 2:** Матрица  $\dot{M}(q) - 2C(q, \dot{q})$  кососимметрична, то есть для любых  $x \in \mathfrak{R}^n$  и  $x \neq 0$ , мы имеем

$$x^T [\dot{M}(q) - 2C(q, \dot{q})]x = 0 \quad (4)$$

**Свойство 3:** Для  $x, y \in \mathfrak{R}^n$ , мы имеем

$$C(q, x)y = C(q, y)x \quad (5)$$

**Свойство 4:** Матрица  $C(q, \dot{q})$  удовлетворяет

$$\|C(q, \dot{q})\| \leq c_M \|\dot{q}\| \quad (6)$$

для некоторой ограниченной константы  $c_M > 0$ .

**Синтез контроллера управления и наблюдателя угловых скоростей.**

В этом разделе предполагается, что доступно только измерение вектора положения  $q$ . Для управления отслеживанием траектории роботов-манипуляторов предлагается применение нелинейного закона с обратной связью с наблюдателем линейной скорости. Теперь мы используем схемы обратного шага для проектирования нелинейного контроллера и наблюдателя. Процедура предварительного проектирования состоит из двух этапов:

**ШАГ 1:** Регулируемая переменная выбирается в качестве

$$z_1 = q - q_d \quad (7)$$

Производная от  $z_1$  вычисляется как

$$\dot{z}_1 = \dot{q} - \dot{q}_d \equiv x \quad (8)$$

и  $x$  используется в качестве первой виртуальной управляющей переменной. Мы выбираем следующую стабилизирующую функцию в качестве

$$\alpha_1 = -\Lambda_1 z_1 \quad (9)$$

где  $\Lambda_1$  это  $n \times n$  положительно определенная матрица с  $\lambda_m I \leq \Lambda_1 \leq \lambda_M I$ , где  $\lambda_m$  и  $\lambda_M$  - минимум и максимум собственных значений  $\Lambda_1$ . Соответствующая переменная состояния ошибки определяется как

$$z_2 = x - \alpha_1 = x + \Lambda_1 z_1 = \dot{q} - \dot{q}_r \quad (10)$$

где  $\dot{q}_r$  определяется как

$$\dot{q}_r = \dot{q}_d - \Lambda_1 z_1 \quad (11)$$

Следовательно, результирующее уравнение погрешности (8) становится

$$\dot{z}_1 = x = z_2 + \alpha_1 = -\Lambda_1 z_1 + z_2 \quad (12)$$

**ШАГ 2:** Производная от  $z_2$  вычисляется как

$$\begin{aligned} \dot{z}_2 &= \dot{x} - \dot{\alpha}_1 = \ddot{q} - \ddot{q}_d + \Lambda_1 \dot{z}_1 \\ &= M^{-1}(q)[\tau - C(q, \dot{q})\dot{q} - G(q)] - \ddot{q}_d - \Lambda_1^2 z_1 + \Lambda_1 z_2 \end{aligned} \quad (13)$$

Наконец, согласно анализу устойчивости по Ляпунову, управляющий вход спроектирован следующим образом

$$\tau = M(q)\ddot{q}_d + C(q, \dot{q})\dot{q}_r - z_1 - K_1(\dot{q} - \dot{q}_r) + G(q) \quad (14)$$

где  $\hat{q}$  - расчетный вектор скорости с

$$\hat{q} = \dot{q}_d + L_d(q - \hat{q}) \quad (15)$$

и  $K_1$  и  $L_d$  являются положительно определенными матрицами с  $k_m I \leq K_1 \leq k_M I$  и  $l_m I \leq L_d \leq l_M I$ , and  $k_m, k_M, l_m, l_M$  являются положительными.

**Анализ стабильности.** Теперь рассмотрим анализ устойчивости полученной замкнутой системы со следующим кандидатом функции Ляпунова:

$$V = \frac{1}{2} z_1^T z_1 + \frac{1}{2} z_2^T z_2 M(q) z_2 + \frac{1}{2} \dot{q}^T M(q) \dot{q} \quad (16)$$

где  $\dot{q} = \dot{q} - \hat{q}$  вектор ошибки оценки скорости. Из (8)-(13) производная от  $V$  вычисляется как

$$\begin{aligned} \dot{V} = & z_1^T z_1 + z_2^T M(q) \dot{z}_2 + \frac{1}{2} z_2^T \dot{M}(q) z_2 + \dot{q}^T M(q) \ddot{q} + \frac{1}{2} \dot{q}^T \dot{M}(q) \dot{q} = -z_1^T \Lambda_1 z_1 + \\ & z_1^T z_2 + \frac{1}{2} z_2^T \dot{M}(q) z_2 + \dot{q}^T M(q) (\ddot{q} - \ddot{q}) + \frac{1}{2} \dot{q}^T \dot{M}(q) \dot{q} + z_2^T [\tau - C(q, \dot{q}) \dot{q} - \\ & G(q)] + z_2^T [-M(q) (\ddot{q}_d + \Lambda_1^2 z_1 + \Lambda_1 z_2)] \quad (17) \end{aligned}$$

Из (4) в Свойстве 2 мы можем получить

$$\begin{aligned} \dot{V} = & -z_1^T \Lambda_1 z_1 + z_1^T z_2 + z_2^T [\tau - C(q, \dot{q}) \dot{q} - G(q) + C(q, \dot{q}) z_2] + \\ & z_2^T [-M(q) (\ddot{q}_d + \Lambda_1^2 z_1 - \Lambda_1 z_2)] + \dot{q}^T [\tau - C(q, \dot{q}) \dot{q} - G(q) + C(q, \dot{q}) \dot{q} - \\ & M(q) \ddot{q}] = -z_1^T \Lambda_1 z_1 + z_1^T z_2 + z_2^T [\tau - C(q, \dot{q}) \dot{q}_r - G(q)] + z_2^T [-M(q) (\ddot{q}_d + \\ & \Lambda_1^2 z_1 - \Lambda_1 z_2)] + \dot{q}^T [\tau - C(q, \dot{q}) \dot{q} - G(q) - M(q) \ddot{q}] \quad (18) \end{aligned}$$

Теперь, исходя из разработанного контроллера (14) и наблюдателя (15), мы имеем

$$\begin{aligned} \dot{V} = & -z_1^T \Lambda_1 z_1 - z_2^T M(q) \Lambda_1^2 z_1 - z_2^T C(q, \dot{q}) \dot{q} - z_2^T (K_1 - M(q) \Lambda_1) z_2 - \dot{q}^T K_1 z_1 - \\ & \dot{q}^T C(q, \dot{q}) z_2 + \dot{q}^T (K_1 - M(q) L_d) \ddot{q} \quad (19) \end{aligned}$$

Обратите внимание, что из (5) в Свойстве 3 мы имеем:

$$C(q, \dot{q}) \dot{q}_r - C(q, \dot{q}) \dot{q} = C(q, \dot{q}_r) \dot{q} - C(q, \dot{q}_r) \dot{q} = -C(q, \dot{q}_r) \ddot{q}, \quad (20)$$

$$C(q, \dot{q}) \dot{q}_r - C(q, \dot{q}) \dot{q} = C(q, \dot{q}) \dot{q}_r - C(q, \dot{q}) \dot{q} = -C(q, \dot{q}) z_2 \quad (21)$$

Применяя Свойство 1 и Свойство 4 в разделе 2, (19) становится:

$$\begin{aligned} \dot{V} \leq & -\lambda_m \|z_1\|^2 - (k_m - m_M \lambda_M) \|z_2\|^2 + m_M \lambda_M^2 \|z_1\| \|z_2\| - (m_m l_m - k_m) \|\dot{q}\|^2 + \\ & \|\dot{q}\| \|z_1\| + c_M \|z_2\| \|\dot{q}\| (\|\dot{q}_r\| + \|\dot{q}\|) \quad (22) \end{aligned}$$

Чтобы показать, что  $\dot{V}$  может быть отрицательно определенным, мы используем следующий анализ и исследование для проверки этих результатов. Прежде всего, мы определяем  $\eta = m_M \lambda_M^2$ , и получаем

$$\eta \|z_1\| \|z_2\| \leq \frac{1}{2} \|z_1\|^2 + \frac{\eta^2}{2} \|z_2\|^2 \quad (23)$$

$$\|z_1\| \|\dot{q}\| \leq \frac{1}{2} \|z_1\|^2 + \frac{1}{2} \|\dot{q}\|^2 \quad (24)$$

Поскольку предполагается, что желаемая скорость  $\dot{q}_d$  предполагается, что он ограничен, мы имеем

$$\|\dot{q}_d\| \leq v_M \quad (25)$$

где  $v_M$  – положительная константа. Затем, применяя  $\dot{q}_r = \dot{q}_d - \Lambda_1 z_1$  и  $\dot{q} = z_2 + \dot{q}_r - \dot{q}$ , мы имеем

$$c_M \|z_2\| \|\dot{q}\| (\|q_r\| + \|\hat{q}\|) \leq c_M \|z_2\| \|\dot{q}\| (2\|q_d\| + 2\lambda_M \|z_1\| + \|z_2\| + \|\dot{q}\|) \leq \frac{c_M}{2} (\|z_2\|^2 + \|\dot{q}\|^2 (2\|q_d\| + 2\lambda_M \|z_1\| + \|z_2\| + \|\dot{q}\|)) \quad (26)$$

Следовательно, (22) становится:

$$\dot{V} \leq -\beta_1 \|z_1\|^2 + (-\beta_2 + \gamma_{21} \|z_1\| + \gamma_{22} \|z_2\| + \gamma_{23} \|\dot{q}\|) \|z_2\|^2 + (-\beta_3 + \gamma_{31} \|z_1\| + \gamma_{32} \|z_2\| + \gamma_{33} \|\dot{q}\|) \|\dot{q}\|^2 \quad (27)$$

где

$$\beta_1 = \lambda_m - 1, \quad \beta_2 = k_m - m_M \lambda_M - \frac{\eta^2}{2} - c_M v_M, \quad \beta_3 = m_m l_m - k_m - \frac{1}{2} - c_M v_M \\ \gamma_{21} = \gamma_{31} = c_M \lambda_M, \quad \gamma_{22} = \gamma_{32} = \frac{c_M}{2}, \quad \gamma_{23} = \gamma_{33} = \frac{c_M}{2}$$

Кроме того, (28) может быть переписано следующим образом:

$$\dot{V} \leq -\beta_1 \|z_1\|^2 - \sum_{i=2}^3 \left( \beta_i - \sum_{j=1}^3 \gamma_{ij} \|\chi_j\| \right) \|\chi_i\| \quad (28)$$

Из Леммы, приведенной в [7], если мы выберем следующие условия:

- $\lambda_m > 1$ ,
- $k_m > m_M \lambda_M + \frac{\eta^2}{2} + c_M v_M + \sum_{j=1}^3 \left( \frac{V_0}{\xi_j} \right)^{\frac{1}{2}}$
- $m_m l_m > k_m + \frac{1}{2} + c_M v_M + \sum_{j=1}^3 \left( \frac{V_0}{\xi_j} \right)^{\frac{1}{2}}$

$$\text{где } \xi_1 = \frac{1}{2} k_m, \quad \xi_2 = \frac{1}{2} m_m, \quad \xi_3 = \frac{1}{2} m_m, \quad V_0 \equiv V(z_1(0), z_2(0), \dot{q}(0))$$

Выполняется следующее неравенство:

$$\dot{V} \leq -\beta_1 \|z_1\|^2 - \lambda_2 \|z_2\|^2 - \lambda_3 \|\dot{q}\|^2 < 0 \\ \forall \lambda_i \in \left[ 0, \beta_i - \sum_{j=1}^3 \gamma_{ij} \left( \frac{V_0}{\xi_j} \right)^{\frac{1}{2}} \right], \quad (i = 2, 3) \quad (29)$$

В результате мы можем заключить, что  $\dot{V}$  отрицательно определен. Из (16) и (29) следует, что полученная замкнутая система экспоненциально устойчива согласно теореме Ляпунова об устойчивости. Другими словами, можно гарантировать не только устойчивость системы, но и то, что ошибка отслеживания траектории и ошибка оценки угловой скорости в конечном итоге сойдутся до нуля. Можно показать, что предложенная схема управления (14) гарантирует экспоненциальную стабильность для следящего управления роботом-манипулятором только при измерении положения. Наблюдатель скорости (15) может оценить неизвестную угловую скорость каждого сустава робота-манипулятора.

*Выводы.* В этой статье была предложена методика синтеза нелинейных законов управления для достижения желаемых целей управления отслеживанием траектории. Следовательно, движением роботоманипуляторов можно управлять только с помощью измерений положения. Полученная замкнутая система является экспоненциально устойчивой, то есть ошибки отслеживания траектории и ошибки оценки скорости стремятся к нулю экспоненциально в соответствии с теоремой Ляпунова об устойчивости. В дальнейших исследованиях для проектирования следящих систем управления роботизированными манипуляторами планируется проведение симуляции в пакете прикладных программ Mathcad.

Благодарность: Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № AP19679327 «Методы машинного обучения в задачах автоматического управления и инерциальной навигации мобильных роботов»).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Dr. Gopal K., Kapil K. 2, Reeta., Shruti N.M., Nonlinear control for 3 dof robot manipulator // European Chemical Bulletin, 2023, 12(Special Issue 10), pp. 4342 – 4348, <https://doi.org/10.48047/ecb/2023.12.si10.00498>
2. Ahmed E., Wael E., An adaptive continuous sliding mode feedback linearization task space control for robot manipulators // Ain Shams Engineering Journal, Volume 15, Issue 1, 2024, 102284, pp. 2090-4479, <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102284>
3. Rigatos G., Abbaszadeh M., Nonlinear optimal control for a five-link parallel robotic manipulator // Journal of Vibration and Control, 2023, 29 (3-4): pp. 714-735. <https://doi.org/10.1177/10775463211051449>
4. Nisosia, S., Tomei P. Robot control by using joint position measurements // IEEE Transactions on Automatic Control, 1990, 35, 1058–1061, <https://doi.org/10.1109/9.58537>
5. Calugi F., Robertsson A., Johansson R. Output feedback adaptive control of robot manipulators using observer backstepping // Proceedings of the 2002 IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2002, pp. 2091–2096, <https://doi.org/10.1109/IRDS.2002.1041575>
6. Berghuis H., Nijmeijer H., Tracking control of robots using only position measurement // Proceedings of the 30th Conference on Decision and Control, 1991, Vol. 2. pp. 1039– 1040. Brighton, England,
7. Wen, J.T. and Bayard D.S., New class of control laws for robotic manipulators: non adaptive case // International Journal of Control, 1988, 47, pp. 1361–1385, <https://doi.org/10.1080/00207178808906102>
8. Craig, J. Adaptive Control of Mechanical Manipulators, Addison-Wesley, 1988.
9. Jiang Y., Lu K., Gong C., Liang H. Robust composite nonlinear feedback control for uncertain robot manipulators // International Journal of Advanced Robotic Systems, 2020, 17(2). <https://doi.org/10.1177/1729881420914805>
10. Jenhani, S., Gritli, H., Carbone, P. G., Comparison Between Some Nonlinear Controllers for the Position Control of Lagrangian-type Robotic Systems // Chaos Theory and Applications, 2022, 4(4), pp. 179-196. <https://doi.org/10.51537/chaos.1184952>



УДК 004.89

Охотникова М., Шендрик Н.В. (Областная специализированная IT-Школа-Лицей), Увалиева И.М. (PhD, ШКТУ)

## РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ ДИНАМИКИ ПОПУЛЯЦИЙ

***Аннотация.** Популяция является совокупностью особей одного существующего вида одновременно и занимает определенную территорию. Определяется взаимодействие особей внутри популяции внутривидовая конкуренция, взаимодействие между популяциями – межвидовая конкуренция. В статье описано исследование динамики популяций путем применения методов математического и компьютерного моделирования. Были изучены основы моделирования биологических систем, описана внутривидовую конкуренцию в популяции дискретным и непрерывным размножением, а также рассмотрена модель системы «Хищник-Жертва».*

***Ключевые слова:** Популяция, межвидовая конкуренция, динамики популяций, Хищник-Жертва, математическое моделирование, компьютерное моделирование.*

### **Введение**

Революции в области биотехнологий и информационных технологий привели к получению огромных объемов данных и ускоряют процесс получения знаний о биологических системах. Эти достижения меняют способ проведения биомедицинских исследований, разработок и прикладных программ.

Математические и вычислительные модели все чаще используются для интерпретации биомедицинских данных, полученных в рамках высокопроизводительных проектов в области геномики и протеомики. Применение передовых компьютерных моделей, позволяющих моделировать сложные биологические процессы, порождает гипотезы и предполагает проведение экспериментов.

Вторичное использование моделей объясняет концептуальные основы для разработки новых экспериментов, методы обобщения или синтеза больших объемов данных, инструменты для выявления взаимосвязей между объектами.

Математические методы, используемые при моделировании биологических систем, варьируются в зависимости от различных этапов процесса.

### **Моделирование биологических систем**

Популяция - это совокупность существующих особей одного и того же вида в одно и то же время, она занимает определенную площадь.

Взаимодействие особей внутри популяции определяется в результате внутривидовой конкуренции, взаимодействия между популяциями происходят в результате межвидовой конкуренции.

В популяциях с распределенным размножением (некоторые виды растений, насекомых и т.д.) поколения четко разделены по времени, и особи разных поколений не сосуществуют. Количество таких популяций можно охарактеризовать  $N_t$  и считать  $t$  величиной дискретной – номером популяции.

Основные виды эволюции представлены на рисунке 1.



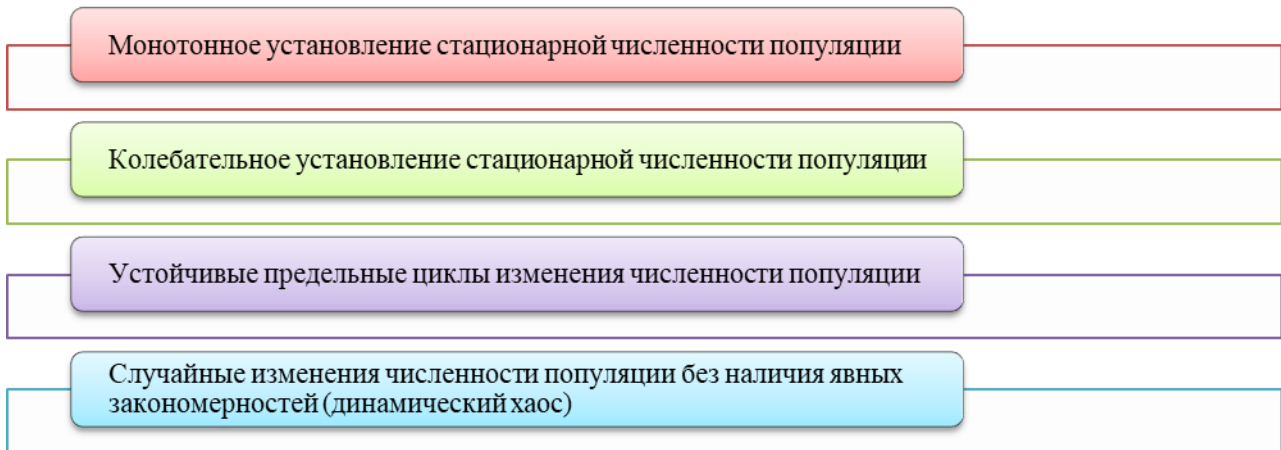


Рисунок 1. Виды моделей по различным эволюциям

На рисунке 2 представлена зависимость изменения численности популяции от скорости воспроизводства популяции в отсутствие внутривидовой конкуренции.

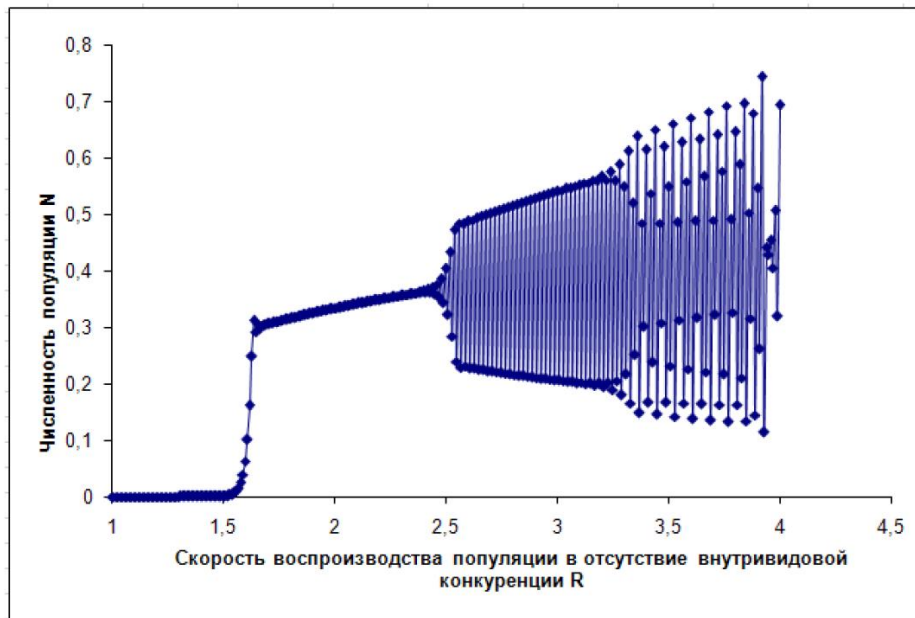


Рисунок 2. Зависимость изменения численности популяции от скорости воспроизводства популяции в отсутствие внутривидовой конкуренции

### Общее описание компьютерной модели

В рамках исследования разработанная компьютерная модели имеет 3 модуля:

- Модуль моделирования внутривидовой конкуренции в популяции с дискретным размножением;
- Модуль на основе модели Лотки- Вольтерра;
- Модуль реализации системы «Хищник-Жертва».

Компьютерная модель была реализована в среде разработки Visual Studio 2022 на языке программирования C# (рисунок 3).

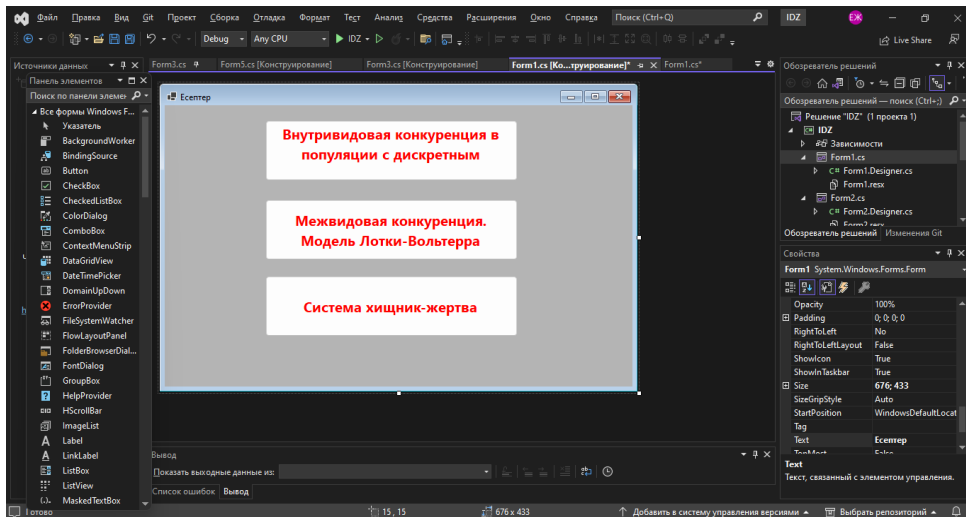


Рисунок 3. Окно разработки компьютерной модели

### Модуль моделирования внутривидовой конкуренции в популяции с дискретным размножением

Первый модуль компьютерной модели требует ввод следующих параметров:  $R$  - скорость воспроизводства популяции в отсутствие внутривидовой конкуренции (математически это соответствует случаю,  $a=0$ );  $a$  и  $b$  – параметры модели;  $N$  – начальная численность популяции.

На основе этих параметров для реализации этого модуля принялась математическая модель (1):

$$N_{t+1} = \frac{N_t R}{1 + (aN_t)} \quad (1)$$

На рисунке 4 представлено Окно модуля моделирования внутривидовой конкуренция в популяции с дискретным размножением.

Рисунок 4. Окно модуля моделирования внутривидовой конкуренция в популяции с дискретным размножением

### Модуль на основе модели Лотки-Вольтерра

Второй модуль компьютерной модели требует ввод следующих

параметров:  $r_1$  и  $r_2$  – скорости роста численности популяции в отсутствие конкуренции;  $K_1$  и  $K_2$  – предельные значения численности популяции, при котором скорость роста становится равной нулю;  $N_1$  и  $N_2$  – численности конкурирующих популяций;  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  – дополнительные параметры, отражающие интенсивность межвидовой конкуренции.

На основе этих параметров для реализации этого модуля принялась математическая модель (2):

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dN_1}{dt} = r_1 N_1 \frac{K_1 - N_1 - \alpha_{12} N_2}{K_1}, \\ \frac{dN_2}{dt} = r_2 N_2 \frac{K_2 - N_2 - \alpha_{21} N_1}{K_2}. \end{array} \right. \quad (2)$$

На рисунке 5 представлено окно модуля на основе модели Лотки-Вольтерра.

The screenshot shows a software interface for the Lotka-Volterra model. The title bar reads "Межвидовая конкуренция. Модель Лотки Вольтерра". The interface contains several input fields arranged in three rows. The first row contains r1 (2), r2 (2), K1 (200), K2 (200), and a12 (0.5). The second row contains a21 (0.5), h1 (0.1), t (0), t1 (10), and n1 (10). The third row contains n2 (150), N1 (11.15), N2 (156.75), f1 (11.5), and f2 (67.5). Below the input fields are three buttons: "Ввод", "Вычисление", and "Очистка".

Рисунок 5. Окно модуля на основе модели Лотки-Вольтерра

**Модуль системы «Хищник-Жертва».** Второй модуль компьютерной модели требует ввод следующих параметров:  $C$  – численность популяции хищника,  $N$  – численность популяции жертвы.

На основе этих параметров для реализации этого модуля принялась математическая модель (3):

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dN}{dt} = rN - aCN \\ \frac{dC}{dt} = faCN - qC \end{array} \right. \quad (3)$$

На рисунке 6 представлено Окно модуля системы «Хищник-Жертва».

Скриншот окна «Система хищник-жертва». В окне есть следующие элементы:

- Кнопка «Ввод»
- Кнопка «Вычисление»
- Кнопка «Очистка»

Параметры и их значения:

Параметр	Значение
Коэффициент эффективности поиска (a)	1.2
Скорость роста численности жертв (r)	3
Коэффициент эффективности перехода пищи в потомство хищников (f)	1.6
Скорость убывание хищников (q)	4
Численность популяции жертвы (N)	419.9999999999999
Численность популяции хищника (C)	1128.0

Рисунок 6. Окно модуля системы «Хищник-Жертва»

**Заключение.** В рамках научного исследования были изучены закономерности взаимодействия популяций. Можно сделать вывод, что математические и вычислительные модели все чаще используются для интерпретации биомедицинских данных, полученных в рамках высокопроизводительных проектов в области геномики и протеомики. Применение передовых компьютерных моделей, позволяющих моделировать сложные биологические процессы, порождает гипотезы и предполагает проведение экспериментов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Селяков И. С. и др. Определение структуры многоагентной системы для моделирования популяции животных //Труды СПИИРАН. – 2007. – №. 4. – С. 437-444.
2. Пилькевич И. А., Маевский А. В. Математическое моделирование динамики популяций //Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2010. – Т. 3. – №. 6 (45). – С. 50-53.
3. Ткаченко А. Л. и др. Имитационное моделирование демографических показателей роста и убыли населения //Modern Economy Success. – 2021. – Т. 3. – С. 110-116.
4. Перцев Н. В., Топчий В. А., Логинов К. К. Численное стохастическое моделирование динамики взаимодействующих популяций //Сибирский журнал индустриальной математики. – 2022. – Т. 25. – №. 3. – С. 135-153.
5. Суховольский В. Г., Тарасова О. В., Ковалев А. В. Моделирование критических явлений в популяциях лесных насекомых //Журнал общей биологии. – 2020. – Т. 81. – №. 5. – С. 374-386.

УДК 004.8

Победин К.А. (21-МКК-1), Тезекпаева Ш.Т. (ВКТУ)

## АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ ОБЩЕГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ ЭВОЛЮЦИИ ЧАТ-БОТОВ

***Аннотация.** В статье исследуются тенденции развития искусственного интеллекта (ИИ), акцентируя внимание на эволюции чат-ботов. Описывается их переход от простых программ до сложных систем, ведущих диалог, и обсуждаются основные технологии создания, включая NLTK, TensorFlow и TFLearn. Анализируя историческое развитие и текущее состояние, статья подчеркивает растущую роль чат-ботов в улучшении взаимодействия между человеком и технологией.*

***Ключевые слова:** нейронные сети, чат-бот, глубокое обучение, NLTK, json.*

Разработка чат-ботов опирается на использование комплекса технологий обработки естественного языка (NLP) и машинного обучения. Библиотека NLTK (Natural Language Toolkit) предоставляет инструменты для анализа текста, в то время как TensorFlow и TFLearn используются для создания и обучения нейронных сетей, способных интерпретировать человеческий язык и реагировать на него.

Изначально чат-боты создавались как простые программы, способные отвечать на ограниченный набор вопросов посредством заранее заданных скриптов. Со временем, благодаря развитию алгоритмов машинного обучения и улучшению методов обработки языка, возможности чат-ботов значительно расширились. Они научились понимать более сложные запросы и поддерживать более естественный диалог с пользователем.

**Введение в технологии разработки чат-ботов.** Основа современных чат-ботов - это комбинация нескольких передовых технологий и методик, лежащих в основе обработки естественного языка (NLP) и машинного обучения. Эти технологии позволяют чат-ботам понимать, интерпретировать и реагировать на человеческий язык, обеспечивая более естественное и интуитивно понятное взаимодействие между человеком и машиной.

Natural Language Toolkit (NLTK) является одной из ключевых библиотек в области NLP, предоставляющей широкий спектр инструментов для анализа текста, включая модули для токенизации, стемминга, разметки частей речи и синтаксического анализа. Использование NLTK позволяет разработчикам эффективно преобразовать текстовые данные, что является критически важным этапом в создании чат-бота.

TensorFlow и TFLearn представляют собой мощные фреймворки для глубокого обучения, которые позволяют строить и обучать сложные нейронные сети. TensorFlow, разработанный Google, обладает широкими возможностями для создания моделей глубокого обучения и используется в самых разнообразных проектах, от систем распознавания речи до сложных алгоритмов

рекомендаций. TFLearn представляет собой обертку для TensorFlow, предлагая более простой и интуитивно понятный интерфейс для создания нейронных сетей. Эти инструменты делают процесс разработки чат-ботов более доступным и эффективным, позволяя разработчикам сосредоточиться на логике и функциональности, а не на сложностях реализации.

Вместе эти технологии формируют основу для создания чат-ботов, способных не только понимать запросы пользователя на естественном языке, но и обучаться на основе предыдущих взаимодействий, постепенно улучшая качество и точность своих ответов. Развитие этих технологий открыло новые горизонты в разработке чат-ботов, делая их более умными, гибкими и адаптивными к потребностям пользователей.

**Алгоритм работы чат-бота.** Процесс создания чат-бота начинается с подготовки обучающих данных (1-изображение-загрузка данных), которые обычно представлены в формате JSON. Эти данные содержат интенды (намерения пользователя), ассоциированные с ними образцы вопросов (patterns) и соответствующие ответы (responses). Каждый интенд имеет уникальный тег, что позволяет четко идентифицировать тип запроса пользователя.

```
file = open("intents.json")
data = json.load(file)
```

Рисунок 1 - Загрузка данных

Далее следует этап предобработки данных, включающий токенизацию текста (разбиение на слова), стемминг (приведение слов к их корневой форме) и создание "мешка слов". "Мешок слов" — это вектор, элементы которого указывают на наличие или отсутствие определенных слов из заранее определенного списка в данном предложении.

```
net = tflearn.input_data(shape=[None, len(training[0])])
net = tflearn.fully_connected(net, 8)
net = tflearn.fully_connected(net, 8)
net = tflearn.fully_connected(net, len(output[0]), activation="softmax")
net = tflearn.regression(net)

model = tflearn.DNN(net)
```

Рисунок 2 - Создание нейронной сети

После подготовки данных строится модель нейронной сети (2-изображение-создание нейронной сети). Архитектура сети включает в себя входной слой, соответствующий размеру "мешка слов", несколько скрытых слоев для обработки данных и выходной слой с функцией активации softmax,

которая позволяет получить распределение вероятностей по всем возможным интендам.

```

model_path = "C:\\Users\\kuka\\Desktop\\stat\\code\\model.tflern"
try:
    model.load(model_path)
except:
    model.fit(training, output, n_epoch=1500, batch_size=8, show_metric=True)
    model.save(model_path)

```

Рисунок 3 - Сохранение и загрузка модели

Обучение модели происходит на подготовленных данных, где модель учится ассоциировать входные данные (вопросы) с соответствующими интендами.

```

You: Hello
Bot: Hi there, how can I help?
You: How are you
Bot: Hi there, how can I help?
You: name
Bot: I am a Chatbot.
You: random
Bot: You can contact at +91-xxx-xxxxxx
You: goodbye
Bot: You can contact at +91-xxx-xxxxxx
You: goodbye
Bot: Sad to see you go :(
You:

```

Рисунок 4 - Пример работы чат-бота

После обучения модель способна предсказывать интент на основе ввода пользователя (4-изображение-пример работы чат-бота) и выбирать соответствующий ответ из заранее определенного набора.

**Применение и будущее чат-ботов.** Современные чат-боты находят применение в самых разных сферах - от обслуживания клиентов до образования и здравоохранения. Они позволяют существенно улучшить качество и скорость обслуживания, автоматизируя рутинные задачи и предоставляя пользователю необходимую информацию в режиме реального времени.

Будущее развитие чат-ботов тесно связано с прогрессом в области искусственного интеллекта и машинного обучения. С улучшением алгоритмов и появлением новых технологий чат-боты будут становиться всё более интеллектуальными и многофункциональными, способными на более глубокое понимание человеческого языка и контекста общения.

Заключение: анализируя тенденции развития общего искусственного интеллекта через призму эволюции чат-ботов, можно сделать вывод о том, что эта область ИИ продемонстрировала значительный прогресс за последние годы. Эволюция чат-ботов от простых скриптовых автоматов до сложных алгоритмических сущностей, способных к эффективному ведению диалога и пониманию контекста, является ярким свидетельством возможностей современных технологий машинного обучения и обработки естественного языка.

Использование библиотек и фреймворков, таких как NLTK, TensorFlow и TFLearn, в разработке чат-ботов не только позволило значительно повысить их качество и доступность для широкого круга разработчиков, но и открыло двери для экспериментов и инноваций в данной области. Благодаря этому, чат-боты становятся все более интеллектуальными и многофункциональными, находя применение в различных сферах деятельности человека.

Перед разработчиками ИИ стоит ряд вызовов, связанных с улучшением понимания естественного языка, обеспечением безопасности и конфиденциальности данных, а также созданием более глубоких и адаптивных систем обучения. Однако, учитывая текущий темп развития технологий, можно с уверенностью говорить о том, что будущее чат-ботов и общего ИИ обещает быть еще более перспективным и волнующим.

В конечном итоге, эволюция чат-ботов иллюстрирует не только рост и развитие искусственного интеллекта, но и его способность к адаптации и интеграции в повседневную жизнь человека, что делает его неотъемлемой частью нашего будущего. Взгляд вперед показывает, что чат-боты и более широкие аспекты ИИ продолжают изменять способы, которыми мы взаимодействуем с технологиями, предоставляя новые возможности для роста и инноваций во всех сферах общественной жизни.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Заенцев И. В. Нейронные сети: основные модели. – 1999.
2. Python W. Python //Python Releasesfor Windows. – 2021. – Т. 24.
3. Pagoria P. F. Synthesis, scale-up, and characterization of 2, 6-diamino-3, 5-dinitropyrazine-1-oxide (LLM-105). – LawrenceLivermore National Lab.(LLNL), Livermore, CA (United States), 1998. – №. UCRL-JC-130518; CONF-9806105-.
4. Ураев Д. А. Классификация и методы создания чат-бот приложений //International scientificreview. – 2019. – №. LXIV. – С. 30-33.



ӘОЖ 811.512.122

Победин Қ.А. (21-МКК-1, ВКТУ), Увалиева И.М. (PhD, ШҚТУ)

## ҚАЗАҚ СӨЗДЕРІН ЛИНГВИСТИКАЛЫҚ ТАЛДАУДЫҢ ВЕБ- ҚОСЫМШАСЫН ҚҰРУ

*Аңдатпа:* *LinguaToolkit-қазақ тілін лингвистік талдауға арналған озық веб-платформа. Asp.Net Core 6 платформасында және С# бағдарламалау тілінде жүзеге асырылды. Деректерді басқару үшін MS SQL Server 2019 деректер базасының менеджері қолданылды. Бұл платформа көмегімен пайдаланушыларға жеке сөз, сөздер тізімін және мәтіндік файлдарды морфологиялық талдау мүмкіндіктерін, сондай-ақ қазақ тіліндегі мақал-мәтелдердің кең базасына қол жеткізуді ұсынады. Жоғары өнімділігімен, сенімділігімен және ауқымдылығымен LinguaToolkit лингвистикалық талдаудың қуатты құралы ретінде ғана емес, сонымен қатар қазақ тілі мен мәдени мұрасын зерттеу мен сақтаудың құнды ресурсы ретінде де қызмет етеді. Бұл мақалада LinguaToolkit-тің негізгі функционалдық мүмкіндіктері, оны жүзеге асырудың техникалық аспектілері және практикалық маңыздылығы сипатталып, оның қазақ тілі мен мәдениетін кең аудиторияға насихаттаудағы рөлі көрсетілген.*

*Түйін сөздер:* *Веб-бағдарлама, деректер базасы, мақал, морфологиялық талдау, лингвисттік талдау.*

### **Кіріспе**

LinguaToolkit қазақ тілін морфологиялық талдауға арналған веб-платформа болып табылады Asp.Net Core 6 және С#, MS SQL Server 2019 дерекқорды басқару жүйесі ретінде. Құрал жекелеген сөздерді де, мәтіндік файлдарды да егжей-тегжейлі морфологиялық талдауға мүмкіндік береді, сондай-ақ іздеу функциясы бар қазақ тіліндегі мақал-мәтелдер базасына қол жеткізуді қамтамасыз етеді.

Негізгі функционалдық құрылымын қарастырып кететін болсақ, морфологиялық талдау: Lingua Toolkit түбір, аяқталу және грамматикалық категориялар туралы мәліметтер беру арқылы сөздердің морфологиялық талдауын қолдайды. Мәтіндік файлдарды, .txt форматында, құжаттарды жүктеу және өңдеу арқылы жүзеге асырылады, бұл пайдаланушыларға мәтіннің үлкен көлемін өңдеуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, сөзді немесе сөздер тізімін, үтір арқылы ажыратылған, жеке формада өңдеуге болады.

Мақал-мәтелдерді іздеу: пайдаланушыларға мақал-мәтелдер арқылы мәдени мұраны зерттеу құралын ұсына отырып, сөздер немесе олардың үзінділері бойынша мақал-мәтелдерді іздеу функционалдығын қамтиды. Мақалды сөздің бір бөлігі арқылы немесе толық сөз арқылы тауып алуға болады.

### **LinguaToolkit қосымшасын құру құралдары**

LinguaToolkit, қазақ тілін морфологиялық талдауға арналған веб-платформа жоғары өнімділікті, ауқымдылықты және қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін заманауи технологияларды және бағдарламалау тәжірибелерін пайдалана отырып әзірленген. Техникалық іске асыру келесі компоненттерге

негізделген: Веб-бағдарлама; C# бағдарламалау тілі; MS SQL Server деректер базасы; API интеграциясы.

Веб-бағдарлама Asp.Net Core 6.0 платформасында және c# 9.0 бағдарламалау тілінде жасалған. Asp.Net - Microsoft корпорациясының кросс-платформалық құрылымы өнімділігі, модульділігі және әртүрлі жүйелер мен қызметтермен интеграцияланудың қарапайымдылығы үшін таңдалды. Бұл технология сұраныстарды өңдеудің жоғары жылдамдығын және ресурстарды тиімді басқаруды қамтамасыз ете отырып, масштабталатын веб-қосымшаларды әзірлеуді қолдайды.

C# 9.0 бағдарламалау тілі. C# - статикалық типті бағдарламалау тілі, сенімді және қауіпсіз кодтың дамуын қамтамасыз етеді. Asp.Net Core және C# бірге қолдану деректердің үлкен көлемін өңдеу, мәтінмен жұмыс істеу және оны талдау үшін кеңейтілген мүмкіндіктер беру арқылы күрделі бизнес логикасын жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

Microsoft SQL Server 2019 деректер базасы және дерекқормен жұмыс істеу менеджері. MS SQL Server 2019-ді дерекқорды басқару жүйесін оның жоғары өнімділігіне, сенімділігіне және деректердің қауіпсіздігін қамтамасыз етудің кеңейтілген мүмкіндіктеріне байланысты таңдалды. Деректер базасының құрылымы деректерді іздеу мен талдауды жеделдету үшін күрделі сұраулар мен индекстерді қолдана отырып, сөздер мен мақал-мәтелдердің морфологиялық талдауы туралы ақпаратты сақтау және жылдам қол жеткізу үшін оңтайландырылған.

Веб-бағдарлама қолданба логикасын, пайдаланушы интерфейсін және деректерді басқаруды бөліп қарастыратын көп деңгейлі архитектура принциптерін сақтай отырып жасалған. Бұл тәсіл жүйені қолдау мен дамытуды жеңілдетеді, сонымен қатар әртүрлі компоненттерді оқшаулау арқылы оның қауіпсіздігін арттырады.

Деректердің қауіпсіздігі және пайдаланушының өзара әрекеттесуі деректерді аутентификациялау, авторизациялау және шифрлаудың заманауи әдістерін қолдану арқылы қамтамасыз етіледі. Веб-платформа клиент пен сервер арасында берілетін деректерді қорғау үшін HTTPS пайдаланады және XSS шабуылдарын, SQL инъекцияларын және басқа қауіптерді болдырмау үшін қауіпсіздік саясатын жүзеге асырады.

API және интеграция. Пайдаланудың икемділігі мен басқа қызметтермен интеграциялануын қамтамасыз ету үшін LinguaToolkit әзірлеушілерге морфологиялық талдау функционалы мен мақал-мәтелдер базасына қол жеткізуге мүмкіндік беретін API ұсынады. API қолдайды RESTful интеграцияның жеңілдігі мен платформаның кеңеюін қамтамасыз ететін принциптер.

### **LinguaToolkit қосымшасының эксперименттік зерттеу**

LinguaToolkit білім беру мекемелерінде, ғылыми зерттеулерде және қазақ тілін пайдаланушылар арасында қолданылады. Құрал тілдің морфологиялық құрылымдарын терең түсінуге және мақал-мәтелдер арқылы мәдени білімді

байытуға ықпал етеді. Оның лингвистикалық технологияларды дамытуға және қазақ тілінің зерттелуін дамытуға үлкен үлес қоса алуы, LinguaToolkit-ті пайдаланушылардың кең ауқымы үшін құнды ресурс етеді. Сөздің фонетикалық талдауы және буындарды талдау алгоритімінің кодтары сурет 1а және 1ә-де көрсетілген.

```

public static string GetCheckedWord(string word)
{
    var result = "";
    for (var i = 0; i < word.Length; i++)
    {
        result += GetCheckedChar(word, i) + "\n";
    }
    return result;
}

public static List<string> GetChecked(List<string> syllableList)
{
    var result = new List<string>();
    for (var i = 0; i < syllableList.Count; i++)
    {
        if (syllableList[i].Length > 1)
        {
            for (var h = 0; h < syllableList[i].Length; h++)
            {
                if (Vowel.Contains(syllableList[i][h]) || syllableList[i][h] == 'y' || syllableList[i][h] == 'Y')
                {
                    result.Add(GetChecked(syllableList, i, h));
                }
            }
        }
        else
        {
            result.Add(GetChecked(syllableList, i, -1));
        }
    }
    return result;
}

```

Сурет1. а) Сөздің фонетикалық талдауы; ә) буындарды талдау

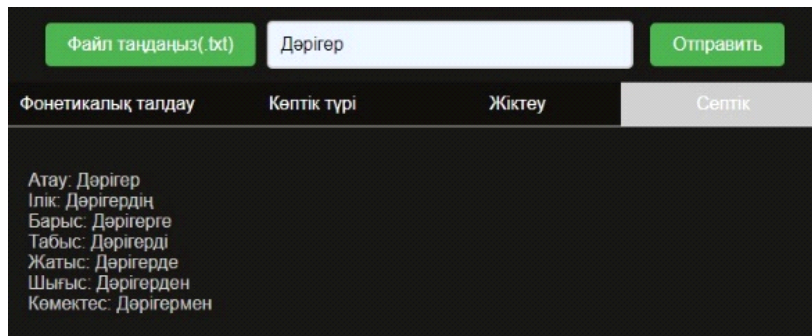
«Көптік жалғау» функциясың мысалы сурет 2-де көрсетілген.

Сурет2. «Көптік жалғау» функциясың мысалы

«Жіктікталдау» функциясың мысалы сурет 3-те көрсетілген.

Сурет 3. «Жіктік талдау» функциясың мысалы

«Септікталдау» функциясың мысалы сурет 4-те көрсетілген.



Сурет4. «Септік талдау» функциясың мысалы

Веб-сайтта сөзді фонетикалық талдауды қолдануға арналған API бар. 5-суретте жергілікті компьютерде Python тілінде сценарий үшін API қолдану мысалы көрсетілген.

```
import requests

url = 'https://localhost:7220/Morph'
word = 'Дәрігер'

response = requests.post(url, json=word, verify=False)

if response.ok:
    data = response.json()

    print(data["CheckedChars"])
    print(data["MultipleWord"])
    print(data["PronounWord"])
    print(data["PrepositionWord"])
else:
    print(f"Қателік: {response.status_code}")
    print(response.text)
```

Сурет5. API қолдану мысалы

LinguaToolkit веб-сайтының ProverbSearch бетінде біз дерекқорда сақталған қазақ тіліндегі мақал-мәтелдерді таба аламыз. Ол үшін теру өрісіне сөз немесе сөз тіркесінің бір бөлігін жазып, ашылмалы мәзірден іздеу опциясын таңдау керек. Сөздің бір бөлігін іздеу үшін "Сөз" тармағын таңдау керек, егер толық сәйкестікті іздеу керек болса, "Сөз\*"таңдаңыз. Кейін "іздеуді"басыңыз. Сөздің бір бөлігі арқылы мақал іздеу мысалы сурет 6-да көрсетілген.

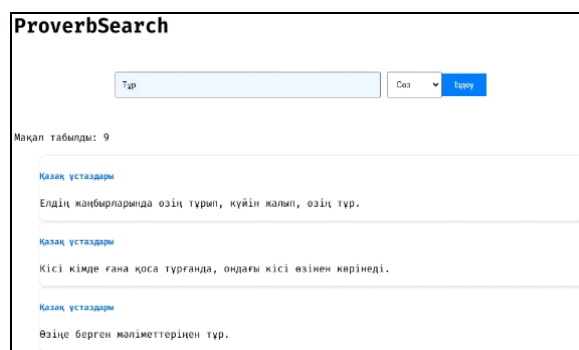


Рисунок 6. Сөздің бір бөлігі арқылы мақал іздеу мысалы

**Қорытынды.** LinguaToolkit қазақ тілін морфологиялық талдауға маманданған компьютерлік лингвистика және білім беру технологиялары саласындағы серпінді құрал болып табылады. Заманауи технологиялар стегі(stack) негізінде әзірленген платформа жоғары өнімділікті, сенімділікті және масштабталуды көрсетеді. Бұл сипаттамалар LinguaToolkit-ті морфологиялық талдау және жалпы қазақ тілі үшін қуатты лингвистикалық құрал ғана емес, сонымен қатар қазақ тілі мен мәдениетін сақтау және насихаттау үшін құнды ресурс етеді.

Жоғарыдағы жазылғанның барлығын қорытындылай келетін болсақ, LinguaToolkit заманауи бағдарламалық шешімдердің тілдік әртүрлілікті үйренуге және сақтауға қалай ықпал ететінін көрсететін лингвистикалық технологиялар саласындағы маңызды қадам болып табылады. Болашақта LinguaToolkit функционалдығын дамыту және кеңейту зерттеушілерге, білім берушілерге және қазақ тілі мен мәдени дәстүріне қызығушылық танытқандар үшін жаңа көкжиектерді аша отырып, қазақ тілімен одан да терең өзара іс-қимылға ықпал ететін болады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. Liberty J. Programming C#: building .NET applications with C. – " O'Reilly Media, Inc.", 2005.
2. Galloway J. et al. Professional ASP. NET MVC 4. – John Wiley & Sons, 2012.
3. Жанжигитов С. Ж. Сатылай кешенді морфологиялық талдаудың теориялық негізі.
4. Mistry R., Misner S. Introducing Microsoft SQL Server 2014. – Microsoft Press, 2014.
5. Abasilov A. Қазақстандағы элеуметтік лингвистикалық зерттеулер: ізденістер мен жаңа мүмкіндіктер, проблемалар. Исследования по социальной лингвистике в Казахстане: поиски и перспективы, новые проблемы //Вестник КазНУ. Серия филологическая. – 2014. – Т. 149. – №. 3.
6. Iskakova G. et al. Explicit and Implicit Ways of Expressing Author's Modality in Kazakh, Kyrgyz and Russian Languages: A Comparative Aspect //Journal of Psycholinguistic Research. – 2024. – Т. 53. – №. 1. – С. 1-19.
7. Makhambetov O. et al. Assembling the Kazakh language corpus //Proceedings of the 2013 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing. – 2013. – pp. 1022-1031.
8. Sadirova K. K. et al. Delving into the Concepts of "Authority" and "Politics": An Associative Word Analysis in Kazakh, Russian, and English //International Journal of Society, Culture & Language. – 2023. – Т. 11. – №. 3. – pp. 130-145
9. Zh A. A. et al. The national corpus of Kazakh language: development of phonetic and prosodic markers //Журнал Сибирского федерального университета. Гуманитарные науки. – 2023. – Т. 16. – №. 8. – pp. 1256-1270.

УДК 004.6

Подгайнов С.А. (ВКТУ), Вайс Ю.А. (к.т.н., ВКТУ)

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ ДОКУМЕНТАЦИИ ДАННЫМИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

***Аннотация.** Разработка программного обеспечения для автоматизации формирования документации данными геологоразведочных работ является важной задачей в современной геологической индустрии. Такое программное обеспечение позволяет упростить и ускорить процесс создания отчетов, карт, аналитических данных и другой документации на основе информации, полученной в результате геологоразведочных изысканий. В результате разработки такого ПО достигается более оперативное и качественное создание документации по результатам геологоразведочных работ, что способствует принятию обоснованных решений при проведении дальнейших исследований и разработке месторождений. Автоматизация процесса формирования документации данными геологоразведочных работ с использованием специального программного обеспечения является необходимым инструментом для повышения эффективности работы в геологической отрасли.*

***Ключевые слова:** Журнал документации скважины, данные геологоразведочных работ, программное обеспечение, геологическое описание отрезка бурения, словари.*

Основой документации данных геологоразведочных работ является журнал документации скважины на основе данных, полученных в полевых условиях. Этот журнал представляет собой набор информации о параметрах скважины, буровой колонне, геологических характеристиках пласта, оборудовании и других ключевых аспектах работы скважины [1, с.5]. Журнал документации скважины содержит как основные параметры, такие как диаметр скважины, ее глубина, характеристики продуктивных пластов, так и технические данные об оборудовании, использованных технологиях и методах бурения [2, с.7]. Эта информация пригодится не только во время самой эксплуатации скважины, но и в случае необходимости проведения ремонтных работ, диагностики состояния скважины и оптимизации добычи углеводородов. Важно иметь всю необходимую информацию о скважине в одном месте, чтобы обеспечить ее эффективную эксплуатацию, безопасность и соблюдение всех норм и стандартов.

Актуальность создания журнала документации скважины особенно проявляется в условиях динамичной нефтегазовой индустрии, где каждая скважина является уникальным объектом с особыми техническими и геологическими характеристиками. Поэтому подробная и точная документация позволяет минимизировать риски и повысить эффективность процессов бурения, эксплуатации и обслуживания скважин. Создание Журнала документации скважины на основе данных, полученных в полевых условиях, позволяет собрать и систематизировать информацию о скважине сразу после ее бурения, что является важным шагом для дальнейшей работы на месторождении. Точная и актуальная документация позволяет эффективно

управлять скважинами, обеспечивать их безопасность и максимизировать добычу нефти и газа. Журнал документации скважины является неотъемлемой частью процесса бурения и эксплуатации скважин, обеспечивая надежное хранение данных и удобный доступ к информации для всех заинтересованных сторон. Его создание является обязательным элементом работы в нефтегазовой промышленности и важным фактором для успешной добычи углеводородов.

Согласно требованиям ТОО «GEO.KZ» должно быть разработано программное обеспечение, которое будет формировать журнал документации скважины из всех входных данных в качестве отчетов и прочих документов, полученных в ходе выполнения геологоразведочных работ. Требования к структуре журнала документации скважины: форматирование каждого листа должно быть предопределено стандартами ТОО «GEO.KZ»; должна быть организована загрузка данных из других файлов формата «\*.xlsx»; любое текстовое поле должно иметь возможность ручного редактирования; работа приложения не должна зависеть от наличия интернет соединения; словарь геологической документации должен быть связан непосредственно с приложением, где организованы функции пополнения, удаления и редактирования записей; заполнение геологического описания должно выполняться в последнюю очередь, при условии заполнения предыдущих листов.

В качестве среды для разработки программного обеспечения была выбрана полнофункциональная API – Microsoft Visual Studio, которая сочетает в себе все инструменты для решения разного рода задач. Также, в контексте Microsoft VS будет использован интерфейс Windows Forms. Поскольку Windows Forms основывается на Common Language Runtime (CLR), которая является основой всех приложений Microsoft .NET Framework, разработчики могут писать код для Windows Forms, используя языки программирования, входящие в комплект .NET Framework (C#, Visual Basic.NET, J# и JScript .NET). В качестве языка реализации был выбран C# в виду большого разнообразия синтаксических конструкций и возможности работать с платформой .Net, а также библиотек каркаса поддерживающими удобство построения различных типов приложений на C# и позволяющими достаточно просто сохранять и получать информацию из базы данных и других хранилищ данных. В процессе разработки использован язык структурированных запросов SQL, для редактирования таблиц. Основной библиотекой взаимодействия с Microsoft Office Excel - будет Microsoft.Office.Interop.Excel, посредством которой реализуется создание, редактирование, форматирование, импорт и экспорт данных в файлах «\*.xlsx». Для реализации словаря подстановок, используем System.Data.SqlClient, который описывает коллекцию классов, служащих для доступа к базе данных и её таблицам.

Архитектура программного обеспечения основывается на структурном принципе. В данную архитектуру входят (рис. 1):

— интерфейс приложения – посредник между пользователем и функционалом приложения;

- модуль ввода и вывода данных – соединение через строку подключения с БД SQL, редактирование таблиц, а также загрузка таблиц различных форм отчётности в Excel;
- модуль форматирования – обработка всех данных и выгрузка в готовый отчёт.

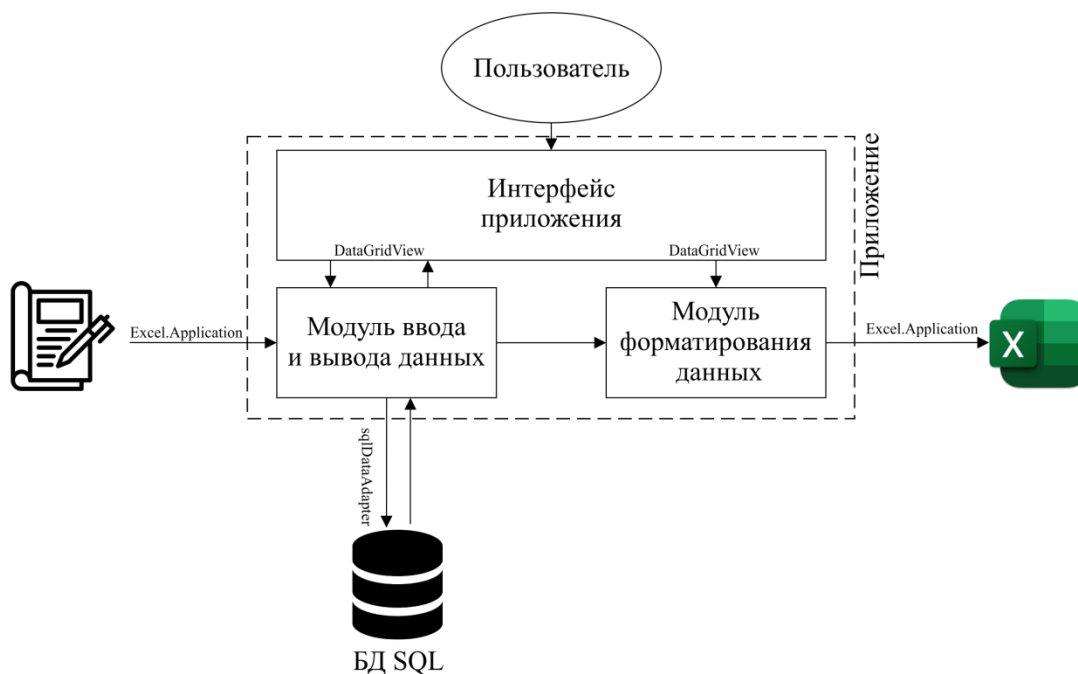


Рисунок 1 - Архитектура программного обеспечения

Работа приложения начинается с инициализации компонентов и установления соединения с локальной базой данных SQL, в которой содержатся таблицы геологических подстановок. После успешного установления соединения с БД, пользователь начинает заполнять форму данными и подгружать результаты полевых исследований из таблиц excel. В случае завершения процесса заполнения - следующим шагом предлагается редактирование словарей, если они не удовлетворяют потребностям специалиста, иначе возможно предварительное завершение процесса и создание шаблона журнала документации. В случае заполнения всех предложенных полей, таблиц и словарей, пользователю предоставляется возможность провести полное геологическое описание каждого отрезка бурения. В роли словаря выступает локальная база данных SQL, содержащая 12 предопределённых таблиц, которые поименованы в соответствии со стандартами KAZRC. Все 12 таблиц базы данных имеют идентичную структуру.

При загрузке приложения пользователю будет представлен для заполнения ключевых полей интерфейс выполненный на одной форме – FormWRW (рис. 2).



Well Report Wizard

Меню Справка

Титульный лист | Детали бурения | Информация по видам работ | Реестр ящиков | Геотехническое описание | Опробование | Словарь подстанвок | Геологическое описание

Площадь:  (Place)

Участок:  (Area)

Журнал документации скважины  
Well documentation log

Скважина:  (Target)

Назначение:  (Drill Rig)

Буровой агрегат:  (Drilling started)

Дата начала бурения:  (Drillhole ID)

Дата завершения бурения:  (Drilling completed)

Рисунок 2 - Интерфейс приложения в FormWRW

На вкладке «Детали бурения» происходит ручной ввод разделов: «Описание скважины» и «Конструкция скважины». Элемент DataGridView отвечающий за «Тип опробования» заполняется тоже вручную.

Элемент DataGridView находящийся в разделе «Инклинометрия» - заполняется данными извне посредством загрузки отчёта Excel и редактируется в случае некорректных данных. В случае нажатия кнопки «Очистить таблицу» - данные можно будет загрузить заново.

Well Report Wizard

Меню Справка

Титульный лист | Детали бурения | Информация по видам работ | Реестр ящиков | Геотехническое описание | Опробование | Словарь подстанвок | Геологическое описание

Описание скважины (Drillhole details)

Проект (Project) Факт (Actual)

X (East)

Y (North)

Z (Elev.)

Глубина (Depth)

Конструкция скважины (Drilling information)

От (From) До (To)

Тип бурения (Drilling type)

Обсадка (Casing)

Тип и диаметр коронки (Drill bit size), mm

Тип опробования (Sampling type)

Тип	От (From)	До (To)
*		

Инклинометрия (Directional survey)

Прибор (Device) \_\_\_\_\_

№ замера (meas. #)	Глубина (Depth), m	Азимут Магнитный (Azimuth)	Угол (Dip)
*			

Загрузить из Excel Очистить таблицу

Рисунок 3 - Вкладка «Детали бурения»

В конечной вкладке «Геологическое описание», по нажатию кнопки «Заполнить таблицу» - элементы DataGridViewcombobox в этом пространстве - заполняются значениями поля «Abbreviation» из соответствующих названию колонки таблиц БД WRWDatabase.mdf.

В завершении происходит заполнение последней вкладки и вызов команды «Сохранить журнал как...» из верхнего меню. Результат выгрузки представлен на рисунке 4.

Геологический интервал, м			Геологическое описание	Интервал пробования, м			Тип пробы	Порода/Литология	Основная Вязкость	Цвет/Color	Плотность	Структура	Текстура	Высшие изм.		
From/от	To/до	Length/длина	Geological description	№ пробы/Sample ID	From	To	Length	Sampling type	Lithology	Color	Density	Structure	Texture	Alteration 1	Alteration 2	
0	3,1	3,1	0,0 м - 3,1 м Почвенно-растительный слой.		0,0	3,1	3,1	rs0								
3,1	17,7	14,6	3,1 м - 17,7 м Лавобрешии андезитов, патиновые, коричнево-серого, бордово-серого цвета. Обломки неправильной, угловатой формы представлены миксикаменными разностями, реже массивными тонокристаллическими разностями. По интервалу порода неравномерно пропитана по массе гидроксидом Fe. Проявлениями развито слабо, прожилки Q-Са составом мощностью до 5 мм (1-2 шт на 1 м.м.) разноориентированные, слабевязкие. Порода умеренно до интенсивно трещиноватая с зонами дробления мощностью до 40 см. Р.М. не отмечается. Контакт с Н.П. по зоне дробления.	GH-C-A3-20-6-5	3,1	5,0	1,9	LTP	an	brx			fg	spk	amg	ox
				GH-C-A3-20-6-7	5,0	7,0	2,0	LTP	an	brx			fg	spk	amg	ox
				GH-C-A3-20-6-9	7,0	9,0	2,0	LTP	an	brx			fg	spk	amg	ox
				GH-C-A3-20-6-12	9,0	12,0	3,0	LTP	an	brx			fg	spk	amg	ox
				KR-C-A3-20-6-13	12,0	13,0	1,0	CORE	an	brx			fg	spk	amg	ox
				KR-C-A3-20-6-14.3	13,0	14,3	1,3	CORE	an	brx			fg	spk	amg	ox
				KR-C-A3-20-6-15.2	14,3	15,2	0,9	CORE	an	brx			fg	spk	amg	ox
				KR-C-A3-20-6-16.5	15,2	16,5	1,3	CORE	an	brx			fg	spk	amg	ox
				KR-C-A3-20-6-17.7	16,5	17,7	1,2	CORE	an	brx			fg	spk	amg	ox
17,7	32,6	14,9	17,7 м - 32,6 м Метасоматически измененные лавобрешии с прослоями неизмененных лавобрешии. Порода светло серого цвета. В подынтервале 17,7-21,0 м порода коричнево-серого цвета, интенсивно пропитана гидроксидом Fe. В подынтервале 23,0-26,0 м прослойки неизмененных лавобрешии буро-коричнево-серого цвета. Порода по интервалу слабо, умеренно до интенсивно трещиноватая с зонами дробления мощностью до 80 см. Q-Са прожилки развиты слабо (1-3 шт на 1 м.м.), слабевязкие, разноориентированные, мощностью до 5 мм. Р.М. представлена пиритом (3%), в интервале 17,7-32,6 м - залкапиритом 3%. Контакт с Н.П. раздроблен.	KR-C-A3-20-6-19	17,7	19,0	1,3	CORE	an	brx				mts	ox	ha
				KR-C-A3-20-6-20	19,0	20,0	1,0	CORE	an	brx				mts	ox	ha
				KR-C-A3-20-6-21	20,0	21,0	1,0	CORE	an	brx				mts	ox	ha
				KR-C-A3-20-6-22	21,0	22,0	1,0	CORE	an	brx				mts		
				KR-C-A3-20-6-23	22,0	23,0	1,0	CORE	an	brx				mts		
				KR-C-A3-20-6-24	23,0	24,0	1,0	CORE	an	brx				mts		
				KR-C-A3-20-6-25	24,0	25,0	1,0	CORE	an	brx				mts		
				KR-C-A3-20-6-26	25,0	26,0	1,0	CORE	an	brx				mts		
				KR-C-A3-20-6-27	26,0	27,0	1,0	CORE	an	brx				mts		
				KR-C-A3-20-6-28	27,0	28,0	1,0	CORE	an	brx				mts		
				KR-C-A3-20-6-30	29,0	30,0	1,0	CORE	an	brx				mts		
				KR-C-A3-20-6-31	30,0	31,0	1,0	CORE	an	brx				mts		

Рисунок 4 - Выгрузка вкладки «Геологическое описание»

Таким образом в соответствии с требованиями была осуществлена разработка приложения на базе Windows Forms. Для реализации поставленной задачи был создан интерфейс, содержащий в себе отдельные группы элементов для редактирования каждого листа в журнале документации скважины. На базе СУБД Microsoft SQL Server был разработан словарь подстановок. Реализован основной функционал для загрузки, редактирования и сохранения данных в качестве Excel файла.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 18 мая 2018 года № 342. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 5 июня 2018 года № 16996. Об утверждении Правил стадийности геологоразведки
2. Об утверждении Правил осуществления инженерно-геологических изысканий Приказ Министра индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан от 30 сентября 2020 года № 509. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 30 сентября 2020 года № 21338.

УДК 004.832.25

Прохоров А. (22-МВТ-2т, ВКТУ), Блинаяева Е.В. (к.т.н., ВКТУ)

## ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СЛУЖБЕ НАВИГАЦИИ: СОЗДАНИЕ УЛУЧШЕННОЙ СИСТЕМЫ МАРШРУТИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ GRAPHHOPPER

***Аннотация.** В данной статье исследуется применение искусственного интеллекта в области навигации через создание более эффективной системы маршрутизации на базе GraphHopper. В ней рассматриваются особенности популярных навигационных систем, в частности, GraphHopper и его преимущества для оптимизации маршрутов. В статье описываются методы интеграции искусственного интеллекта, которые включают анализ больших данных и применение адаптивных алгоритмов. Результаты исследования подтверждают улучшение производительности системы навигации за счет использования искусственного интеллекта. Такой подход обеспечивает более точное определение маршрутов, что делает навигацию более удобной и быстрой.*

***Ключевые слова:** нейронная сеть, GraphHopper, навигация, глубокое обучение, моделирование.*

### **Введение**

Современный мир сталкивается с постоянным ростом потока информации и быстрым развитием технологий, влияющих на все сферы жизни, включая навигацию и транспорт. Одним из наиболее значимых инновационных направлений в этой области является применение искусственного интеллекта для улучшения систем маршрутизации и навигации. Искусственный интеллект позволяет создавать адаптивные и интеллектуальные алгоритмы, способные анализировать большие объемы данных и предоставлять пользователю оптимальные маршруты с учетом различных параметров, таких как пробки, дорожные работы, и другие события, влияющие на движение трафика. Многие крупные мировые навигационные системы уже используют искусственный интеллект в своей работе для улучшения построения маршрутов.

Цель данной статьи состоит в исследовании возможности интеграции искусственного интеллекта в систему маршрутизации GraphHopper для создания более эффективной, адаптивной и интуитивно понятной навигационной системы. В рамках исследования предпринимаются попытки систематического изучения различных аспектов искусственного интеллекта, включая машинное обучение и глубокое обучение, для обработки значительных объемов данных о движении транспорта, прогнозирования условий трафика и оптимизации маршрутов в реальном времени. Такая система будет способствовать повышению эффективности транспортных перевозок, сокращению времени поездки и уменьшению негативного воздействия на окружающую среду.

## Современные навигационные системы

В эпоху цифровых технологий навигационные системы стали неотъемлемой частью повседневной жизни, обеспечивая пользователям возможность эффективного планирования маршрутов, как в городских условиях, так и в условиях бездорожья. Многие крупные компании имеют свои собственные сервисы, позволяющие людям строить маршруты, вести поиск нужных им адресов, рассчитывать время поездки в различные пункты на разных видах транспорта. Одними из самых известных сервисов навигации являются Google Maps и Яндекс.Карты.

Google Maps — это глобальный сервис, предлагающий детализированные карты мира, спутниковые снимки, уличные виды с помощью Google Street View, а также сложные маршруты для различных видов транспорта, включая автомобили, велосипеды [1]. Данный сервис способен предоставлять информацию о местах, включая отзывы, часы работы и фотографии, что делает его мощным инструментом для планирования поездок и исследования новых мест. Аналогом и главным конкурентом Google Maps являются Яндекс.Карты.

Данный сервис создан российскими разработчиками и предоставляет подробные карты и спутниковые изображения, а также информацию о пробках, маршруты общественного транспорта и пешеходные маршруты. Сервис также позволяет просматривать фотографии улиц, благодаря чему пользователи могут виртуально исследовать местность. Яндекс.Карты тесно интегрированы с другими сервисами Яндекса, предоставляя обширную базу данных о различных объектах и услугах [2]. В частности, одним из таких является Яндекс.Погода и благодаря ей в Яндекс.Картах присутствует определение маршрутов и времени с учетом погодных условий. Однако данные сервисы имеют ограничения в тех случаях, когда требуется использовать их возможности в собственных приложениях, особенно если необходимо изменить базовые параметры встроенных моделей. Решением данной проблемы является использование сервисов навигации с открытым исходным кодом, например, GraphHopper.

GraphHopper представляет собой открытую навигационную систему, основанную на данных OpenStreetMap, предлагающую высококачественные алгоритмы маршрутизации для пешеходов, велосипедистов, автомобилистов и даже грузового транспорта. GraphHopper отличается высокой скоростью работы и гибкостью, что делает его популярным выбором среди разработчиков приложений и веб-сервисов. Его главными преимуществами перед GoogleMaps и Яндекс.Картами являются открытая лицензия и возможность тонкой настройки его внутренних алгоритмов за счет особого механизма, называемого пользовательскими моделями [3].

### Алгоритмы сервиса GraphHopper

Основными алгоритмами, которые применяются в GraphHopper являются: алгоритм Дейкстры и алгоритм A\*.

Алгоритм Дейкстры [4] это метод нахождения кратчайших путей от одной выбранной вершины до всех остальных в графе, который не содержит

рёбер с отрицательным весом. Основная идея алгоритма заключается в постепенном обновлении массива расстояний до каждой вершины, начиная с выбранной, и поиске наименьшего расстояния на каждом шаге. Алгоритм работает в двух вариантах: время его выполнения составляет  $O(n^2)$  и  $O(m \log n)$ , где  $nn$  — количество вершин, а  $mm$  — количество рёбер.

В процессе работы алгоритма для каждой вершины сначала устанавливается первоначальная оценка расстояния до выбранной вершины. Для самой выбранной вершины оценка равна 0, для остальных — бесконечность. Затем алгоритм последовательно обновляет расстояния до соседних вершин, выбирая на каждом шаге вершину с наименьшей оценкой из ещё не посещённых, и считает расстояния от соседних с ней вершин до выбранной вершины. Этот процесс продолжается до тех пор, пока не будут найдены кратчайшие расстояния для всех вершин.

$A^*[5]$  представляет собой метод поиска на графе для нахождения маршрута с наименьшей стоимостью от одной вершины (начальной) к другой (целевой, конечной). Основная особенность  $A^*$  заключается в использовании эвристической функции, которая позволяет оптимизировать поиск, увеличивая вероятность быстрого нахождения цели.

Эвристическая функция  $h(v)$  играет ключевую роль в алгоритме, так как она представляет собой оценку минимальной стоимости достижения цели из каждой вершины. Для эффективности алгоритма важно, чтобы эта функция была допустимой, то есть не переоценивала действительную минимальную стоимость достижения цели. Кроме того, эвристика должна быть монотонной, что означает, что разность  $h(v_1)$  и  $h(v_2)$  для любой вершины  $v_1$  и ее потомка  $v_2$  не превышает фактического веса ребра  $c(v_1, v_2)$  между ними.

Примеры эвристических функций включают манхэттенское расстояние для перемещения в четырех направлениях, расстояние Чебышева для восьми направлений и евклидово расстояние для ситуаций, где передвижение не ограничено сеткой.

В отличие от других алгоритмов, таких как поиск в глубину или поиск в ширину, которые являются частными случаями алгоритма  $A^*$ ,  $A^*$  обеспечивает более высокую эффективность за счет использования эвристики для упорядочивания вершин в процессе поиска. Данный алгоритм эффективен в задачах путевого поиска и картах, где заранее известна некоторая информация о графе.

### **Модернизированный алгоритм GraphHopper**

Для улучшения работы навигационных систем и повышения точности построения маршрутов, а также улучшения прогноза времени поездки в последнее время активно применяются различные нейросетевые модели и их комбинации. Использование подхода с применением нейронных сетей позволит значительно улучшить работу такого сервиса, как GraphHopper обеспечив оптимальный выбор пути при построении маршрута. На данный момент одной из особенностей данного сервиса является возможность установки статических

коэффициентов для различных ребер графа, таких как время на прохождение определённого поворота, ограничения от дорожных знаков и другие признаки.

Исходя из данных научных исследований был сделан вывод о том, что наиболее оптимальным вариантом считается комбинация нейронных сетей с использованием комбинации LSTM (долгой краткосрочной памяти) и GNN (графовых нейронных сетей) [6][7]. Алгоритм обработки данных для дальнейшего построения пути представлен на рисунке 1:

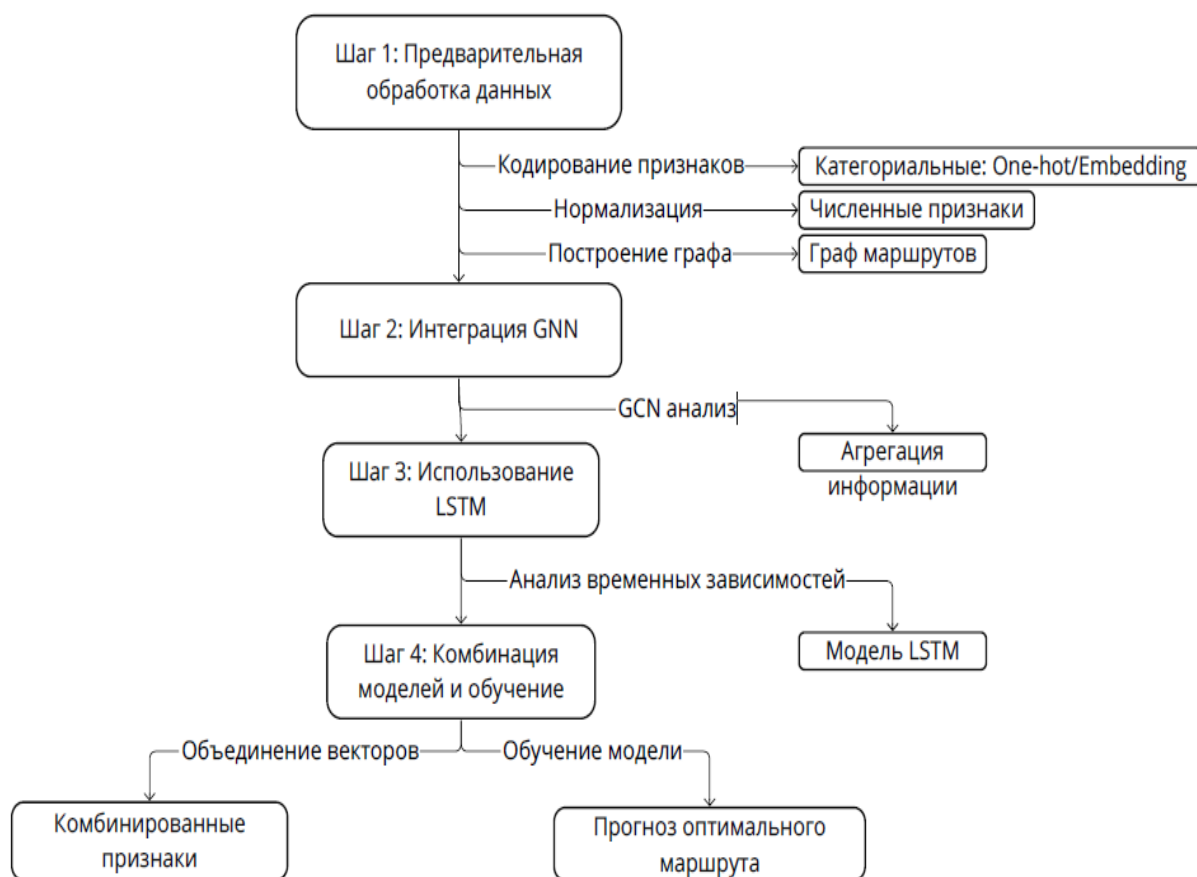


Рисунок 1 – Модифицированный алгоритм построения маршрута

Модель может быть обучена на основе исторических данных с использованием подходов обучения с учителем, где целевой переменной является выбор оптимального маршрута.

Этот подход позволяет комплексно анализировать как структурные, так и временные характеристики маршрутов, обеспечивая точное прогнозирование маршрутов в разнообразных условиях.

### Заключение

В заключение, применение искусственного интеллекта в системе маршрутизации GraphHopper представляет собой перспективное направление развития, которое обладает потенциалом значительно улучшить качество навигационных систем. Интеграция машинного обучения и глубокого обучения позволяет обрабатывать большие объемы данных, эффективно анализировать условия движения и предоставлять пользователям оптимальные маршруты с учетом многочисленных переменных факторов, таких как пробки, дорожные работы и другие внешние события. Это не только способствует повышению эффективности транспортных перевозок и сокращению времени поездок, но и оказывает положительное влияние на окружающую среду за счет минимизации выбросов от автомобильного транспорта. Результаты данного исследования указывают на значительные возможности для дальнейшего развития и оптимизации системы маршрутизации GraphHopper с помощью искусственного интеллекта, что может стать основой для создания нового поколения навигационных систем, адаптированных к постоянно меняющимся условиям современного мира.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Johnson, Jenna (July 22, 2007). "Google's View of D.C. Mends New and Sharp, Old and Fuzzy". The Washington Post. Archived from the original on February 13, 2011. Retrieved May 3, 2010.
2. A. Egorov and O. Pichugova, "The Energy Companies Reports Study for the Formation of Maps and Power and Energy Balances on the Example of Lithuanian Power System," 2021 Ural-Siberian Smart Energy Conference (USSEC), Novosibirsk, Russian Federation, 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/USSEC53120.2021.9655729.
3. Urquhart, Neil (2015). "Optimising the Scheduling and Planning of Urban Milk Deliveries". Applications of Evolutionary Computation. Lecture Notes in Computer Science. Vol. 9028. pp. 604–615. doi:10.1007/978-3-319-16549-3\_49
4. Левитин А. В. Глава 9. Жадные методы: Алгоритм Дейкстры // Алгоритмы. Введение в разработку и анализ — М.: Вильямс, 2006. — С. 189—195. — 576 с
5. Рассел С. Дж., Норвиг, П. Искусственный интеллект: современный подход = ArtificialIntelligence: AModernApproach / Пер. с англ. и ред. К. А. Птицына. — 2-е изд.. — М.: Вильямс, 2006. — С. 157—162
6. Hochreiter S., Schmidhuber J. Long short-term memory //Neural computation. – 1997. – Т. 9. – №. 8. – С. 1735-1780.
7. Yu, J.J., Markos, C., Zhang, S. Long-Term Urban Traffic Speed Prediction With Deep Learning on Graphs // IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. – 2021. – April. – DOI: 10.1109/TITS.2021.3069234.

ӘӨЖ 659

Рыстанова М.С. (Ә.Сағынов атындағы ҚарТУ),

Магзумова Л.К. (аға оқытушы, Ә.Сағынов атындағы ҚарТУ)

## ҚАЗАҚСТАН КӘСІПКЕРЛІГІНДЕГІ ТАРГЕТТІҢ РӨЛІ

***Аңдатпа.** Мақалада кәсіпкерлікті дамытудың бірден бір жолы таргет жарнамасы туралы кең ауқымды мәлімет берілген. Таргет - бұл барлық интернет пайдаланушыларға белгілі критерийлер бойынша (мысалы, жасына, тұрғылықты жеріне, жынысына қарай) мақсатты аудиторияны таңдауға және ең жақсы жарнама тиімділігіне қол жеткізу үшін өз өнімін жарнамалауға мүмкіндік беретін маркетингтік тетіктердің бірі. Мақалада таргет жарнамасын жүргізбес бұрын дұрыс мақсат пен тиімді жоспар құру қарастырылады, бұл әсіресе аудиторияны тартуға, сұраныс пен сатылымды арттыруға көмектеседі.*

*Мақалада сонымен қатар таргет жарнамасын ең көп қолданатын Instagram әлеуметтік желісі қарастырылып, оның тиімділігі және жарнама жасау мүмкіндіктері көрсетілген. Зерттеу осы Қазақстанда Instagram әлеуметтік желісін пайдаланушылардың санын анықтай отырып, жарнама арқылы мақсатты аудиторияға жеткізудің және кәсіпті алға жылжытудың таптырмас құралы ретінде қарастырылады.*

***Түйін сөздер:** кәсіпкерлік, таргет, әлеуметтік желі, Instagram, жарнама, кәсіпкер, тұтынушылар.*

Нарықтық қатынастар аясында жүзеге асырылып жатқан кәсіпкерлік қызметтің мемлекет тарапында және экономика өмірінде алатын орны зор. Қазіргі экономикалық өркениетті дүниенің құрылымдық даму жүйесіндегі зиян келтірмейтін салалардың бірі – кәсіпкерлік болып табылады. Кәсіпкерлік дегеніміз – тәуекелге бел буып жасалынатын экономикалық әрекет, тауарларды өндіру және сатудан, іс-шарадан, көрсетілген қызметтерден, істелген жұмыстардан жүйелі пайда алуға бағытталған дербес қызмет. Осы мақсатта өзінің мүлктік жауапкершілігі кепілдігі, материалдық емес активтер, сондай-ақ кәсіпкердің жеке еңбегі немесе сырттан тартылған еңбек күші пайдаланылады. Бүгінгі таңда республикамызда экономиканы қайта құру жолында оның негізі болып табылатын кәсіпкерлік қатынастарды дамытып, жандандыру күн тәртібіндегі негізгі мәселелердің бірі. Оның негізгі маңыздылығын ҚР-ы Президентінің «Қазақстан-2030» Қазақстан халқына жолдауында: «еліміздің экономикалық саясатының бірден-бір басым бағыты кәсіпкерлік» деп аталынған [1]. Сондықтан кәсіпкерлікті дамытуды басқару еліміздің жүзеге асырып жатқан саясатының стратегиялық мәселесі болып табылады. Кәсіпкерлікті дамытудың басты мақсаттарының бірі - тұтынушылардың санын көбейту. Тұтынушылардың саны көбейгенде, кәсіп дамиды, пайда көбейеді. Қазіргі әлеуметтік желі дамыған заманда тұтынушылардың санын көбейтудің бірден - бір жолы - таргет.

Таргет - бұл мақсатты жарнамалар. Таргеттің мақсаты белгілі бір өнімге қызығушылық танытатын аудиторияға бағытталған жарнама жасау және мүмкіндігінше конверсиялық әрекеттерді (сатып алу, өтінім және т.б.) алу болып табылады. Қазіргі кезде кәсіпкерлердің 70-80 пайызы таргет жарнаманы



пайдаланады. Өйткені, сапалы жарнама арқылы сіздің тауарыңыз жақсы өтері анық. Таргет жарнама әлеуметтік желісінде барлығына бірдей көрінбейді, тек белгілі бір өнімді сатып алуға қызығушылық танытатындардың алдынан шығады. Бұл таргет аудиторияны тартуға, сұраныс пен сатылымды арттыруға көмектеседі. Дұрыс мақсат қойылмаса, стратегиясыз өнімді танымал ету, тұтынушыға өткізу сәтсіздікке ұшырайды. Сатылым жақсы болу үшін ең алдымен кімге сататыныңызды білу керек, содан кейін әрбір сегмент үшін ең қолайлы стратегия мен әдіс таңдау қажет. Бұл таргеттің маңызы болып табылады [2, п.7].

Тиімді жоспардың көмегімен мына мақсаттарға қол жеткізуге болады:

- Сіздің өніміңізге қызығушылық танытатын тұтынушыларға ғана мақсат қою. Осылайша, үлкен аудиторияға жарнамаға қосымша ақша мен күш жұмсалмайды.
- Бәсекеге қабілетті болу. Мақсат неғұрлым нақты болса, соғұрлым біраз бәсекелесті артта қалдырады. Клиенттер әрқашан өз сұранысына сай брендті таңдайды.
- Тауар мен қызмет сапасын жақсарту. Тиімді жарнама стратегиясын әзірлеу үшін аудиторияны талдау керек. Өз тұтынушыларыңыздың қажеттіліктері мен тілектерін білу қажет.

Бүгінгі таңда таргет саласын өте белсенді түрде пайдаланылатын әлеуметтік желі түрі – Instagram (1 – сурет). Оны қазіргі кезде 1,6 миллиардтан астам адам пайдаланады. Бұл танымалдылықтың себебі өте қарапайым: бүгінде Instagram фотосуреттер мен бейнелерді жариялауға арналған платформа ғана емес, сонымен қатар ақпараттық алаң болып табылады. Оның көмегімен пайдаланушылар әлемдегі соңғы оқиғалар туралы біле алады. Көптеген басқа әлеуметтік желілерден айырмашылығы, Instagram барлық жастағы адамдар арасында танымал [3].



1 - сурет - Instagram желісінің логотипі

Instagram - әлемдегі ең танымал 4 - ші әлеуметтік желі болып табылады.

Ал алдағы үштікке Facebook, Youtube және WhatsApp әлеуметтік желілері кіреді. Әлеуметтік желіде тіркелетін адамдардың саны үнемі өсіп келеді. Қазақстанда орташа алғанда, ол жылына 5,47% - ға артады. Бұл Instagram - ның барлық уақыттағы ең үлкен көрсеткіші емес - 2021 жылы қолданушылар саны 16,35% - ға өсті. 1 – кестеде әлем бойынша 2021 жылға дейінгі Instagram желісін белсенді пайдаланушылар саны көрсетілген. [5].

1 - кесте - Instagram желісін белсенді пайдаланушылар саны

Жыл	Белсенді пайдаланушылар саны
2021	1,44 млрд
2020	1,40 млрд
2019	1,28 млрд
2018	1,21 млрд
2017	1,04 млрд
2016	830 млн
2015	610 млн
2014	490 млн
2013	357 млн
2012	218 млн
2011	118 млн

Статистикаға сүйенетін болсақ, пайдаланушылар саны жыл сайын артып келеді. Сондықтан таргетингтік жарнаманы жүргізу өте тиімді болып табылады. Instagram - дағы таргетингтік жарнама - қазіргі заманның кез келген бизнесмені үшін өз брендин мақсатты аудиторияға жеткізудің және кәсіпті алға жылжытудың таптырмас құралы. Бұл ретте таргетинг кәсіпкер үшін негізгі міндеттердің бірқатарын орындайды. Оның ішінде: посттар мен аккаунттарды жылжыту; мақсатты аудитория үшін жарнама және ретаргетинг; пайдаланушылардың хабардарлығы мен қызығушылығын арттыру; жаңа өнімдерді жарнамалау, іс-шаралар анонстары; жазылым базасын жинау. Instagram - да жарнаманы іске қосудың екі жолы бар: профильдегі посттарды жылжыту немесе Facebook жарнама кабинеті арқылы жарнаманы орнату. Профильдегі посттарды жарнамаға жіберу оңай және оны кез келген Instagram қолданушысы істей алады. «Продвигать публикацию» батырмасын басып, қажетті параметрлерді таңдау жеткілікті, жарнама пайда болады. Бірақ бұл тәсілмен жарнама берудің өзіндік шектеулері бар, тек аккаунтта жарияланған посттарды ғана жарнамалау мүмкін. Аталмыш әдіс аз уақыттың ішінде көп «Охват» жинауды қалайтындарға ыңғайлы. Алайда, сайттар, тауарлар және басқа да ішкі ресурстар үшін тиімсіз. Ал Facebook жарнама кабинеті арқылы Instagram - да жарнама орнату әрбір бизнес - профильге көптеген мүмкіндіктер ұсынады. Бұл тәсілмен видеоохват жинауға, жазылушыларды тартуға, сайтқа трафикті арттыруға, дүкендегі тауарларды сатуға болады.

Жарнама үшін фотоны қалай жасау керек соған тоқталсақ. Көптің көңілінен шығатын, өзіндік ерекшеліктерімен жұртты таң қалдыратын суреттерді дизайнерге тапсырыс беру арқылы жасау артта қалған іс. Интернеттің дамыған заманында қарапайым адам да керемет фотолар шығара алады. Егер қаражатыңыз аз және қарапайым, бірақ қызықты нәрсе жасау керек болса, [canva.com](http://canva.com) сайтына кеңес беремін. Бұл фотошоп сияқты, тек одан оңай. Тіркеліп, әртүрлі форматтағы шаблондардың ішінен керектісін тандасаңыз болғаны. Ал «Сторизге» келер болсақ, басқалардан өзгеше жарнама жасау үшін *Unfold* немесе *StoryArt* (екеуі де App Store мен Google Play - де бар) қолданбасын орнату жеткілікті. Қосымшада үлгілердің көптеген түрі бар, сіз қалайтын жұмыс, фото мен мәтінді қосу арқылы фотожарнама жасай аласыз [4].

Instagram - ға миллиардтан астам аккаунттар тіркелген, бұл жер шарының барлық тұрғындарының 1/7 бөлігі. SMM маманы үшін бұл миллиардтаған адаммен бір жерде қарым - қатынас жасау мүмкіндігі дегенді білдіреді. Сонымен қатар, Instagram пайдаланушылары жарнамаға түсіністікпен қарайды, қажет жағдайда кері байланыс орнатады. Көз алдына шыққан жарнама аккаунтына кіріп, тіпті басқалармен бөлеседі. Сол арқылы қаралым саны көбейіп, тұтынушылар санының өсу ықтималдығы жоғары. Белсенділік деңгейі брендтің Instagram желісіндегі жазылушылар санына байланысты өзгереді. 10 000 - нан аз оқырманы бар Instagram әсер етушілері бір пост үшін орта есеппен \$88,00 таба алады. 100 000 - нан аз оқырманы барлар бір пост үшін орташа есеппен \$200.00 құрайды, бірақ бұл сандар көбінесе есептік жазбаға қарай өзгеріп отырады. Нәтижесінде жарнама ұсынушы да, жасаушы да пайда көреді. Қорытындылай келе, таргет – бұл әлеуметтік медиа және контекстік медиа жарнама арқылы тұтынушыларды тарту үшін негізгі элемент. Осылайша мақсатты жарнама – бұл жарнамаланған өнімге қызығушылық танытатын мақсатты аудиторияға мақсатты әсер ету. Жоғарыда айтылғандай, таргет жарнамасын жасауға болатын ең үздік желілердің бірі - Instagram екенін көре аламыз. Себебі, бүгінгі таңда Қазақстанда Instagram желісін пайдаланушылар саны артуда, ал ол кәсіпкерге тұтынушылар санының көбеюіне өте үлкен мүмкіндік береді.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. 1997 жылы 1 қазанда қабылданған Қазақстан - 2030 стратегиялық бағдарламасының жолдауы.
2. Сергей Щербаков «Таргетированная реклама. Точно в яблочко» Питер, 2018 - 329 стр.
3. <https://mail.kz/kz/news/economic/targeting-instagramda-zharnama-beru-tesili>
4. Андрей Мизев «Исповедь Instagramщика. Все секреты продвижения и заработка в Instagram», 2016 – 192 стр.
5. <https://www.business2community.com/ru/statistics/statistika-insta>

УДК 004.415.2

Сарбасов М. (ЮКУ), Жуматаев Н.С. (PhD, ЮКУ), Ахметова С.Т. (к.ф.-м.н., ЮКУ)

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ЭКСКУРСОВОДОВ МУЗЕЕВ

***Аннотация.** В статье представлен алгоритм создания проекта интерактивного приложения с применением технологий дополненной реальности для экскурсоводов музеев. Трехмерная модель объекта моделируется средствами Unity3D. Он позволяет плагином расширения VuforiaSDK обнаруживать и отслеживать под соответствующими портами и создавать AR-приложения. Появляется возможность устанавливать анимацию, воспроизводить видео и взаимодействовать с виртуальной реальностью. Синхронизация в реальном времени удовлетворяет пользователей реального мира: посетителям музея предоставляется возможность почувствовать виртуальное пространство, тем самым усиливая остроту восприятия и взаимодействия, что особо важно при осмотре музейных экспонатов.*

***Ключевые слова:** музей, AR технологии, Unity 3D, VuforiaSDK, 3D-модель, идентификация объекта.*

В настоящее время технологии дополненной реальности (AR) активно проникают во все сферы жизни, в том числе и в музейное пространство. Музей – социальный институт, основная задача которого – сохранение и приумножение культурного наследия, опыта и богатства общества прошлых лет. До недавнего времени поведение посетителей музея можно было охарактеризовать как пассивное, т.е. посетители рассматривали экспонаты и слушали информацию экскурсоводов. Такая организация музейного пространства не вызывает у каждого человека желания посетить выставку [1]. В современном мире происходит трансформация культурного пространства: при сохранении научно-исследовательской функции музея важной задачей становится привлечение посетителей и создание постоянного интереса у публики [2]. С этой целью исследуются возможности использования технологий дополненной реальности, которые можно использовать для более глубокого восприятия информации.

Дополненная реальность является технологией интеграции виртуальных объектов в реальный мир и помогает, в первую очередь, людям в отображении недостижимых сцен в реальном мире [3,4]. Приложения дополненной реальности классифицируются по различным признакам:

1) по взаимодействию пользователя с приложением: автономные и интерактивные. Автономные приложения не рассчитаны на взаимодействие с пользователем и предоставляют дополнительные данные об объекте реального мира. Интерактивные приложения взаимодействуют с пользователем и предоставляют пользователю возможность выбирать тип данных для визуализации, изменять параметры и свойства виртуальных объектов. Такие системы требуют наличия устройств ввода (например, сенсорный экран мобильных устройств или компьютерная мышь);

2) по степени мобильности: стационарные и мобильные. Стационарные системы предназначены для работы в одном месте и не предполагают какое-либо перемещение. Мобильные системы предусматривают перемещение в пространстве и рассчитаны на работу в динамичном режиме с разными объектами реального мира.

Рассмотрим платформы Unity 3D и Vuforia, которые наиболее часто используются в AR [5]. Unity 3D – это кросс-платформенный интегрированный 3D-игровой движок, разработанный компанией Unity Technologies. Он может наложить виртуальное на реальность и реализовать взаимодействие человека и компьютера с некоторыми инструментами разработки AR. Также он позволяет плагинам расширения Vuforia SDK обнаруживать и отслеживать под соответствующими портами и создавать AR-приложения и игры. Unity 3D предоставляет широкие функции коробки разработки для создания игр и другого интерактивного 3D-контента [6]. Unity 3D может добавлять солнечный свет, туман, ветер, воду и другие физические материалы, окружающий звук и анимированное видео к виртуальной сцене. Имеется возможность просматривать, тестировать и редактировать сценарии 3D-приложений. Также он доступен для выпуска на необходимые платформы, такие как Windows, iOS, Android и другие.

Vuforia SDK представляет собой набор для разработки AR-программного обеспечения для мобильных устройств, запущенный компанией Qualcomm. Он использует технологию компьютерного зрения для распознавания и захвата плоских изображений или 3D-объектов в режиме реального времени и позволяет разработчикам размещать виртуальные объекты через видоискатель камеры и регулировать положение объектов на заднем плане камеры. Vuforia SDK поддерживает типы 2D и 3D объектов, включая несколько целевых конфигураций, изображения с меньшим количеством символов и тегов кадров. В SDK есть дополнительная функция. Он использует преимущества виртуальных кнопок для обнаружения локализованной окклюзии. Кроме того, он может выбрать и перенастроить целевое изображение в режиме реального времени и создать целевой набор [6].

Мобильные телефоны могут захватывать изображения каждого кадра в настоящей реальной сцене через камеру, а затем своевременно сопоставлять идентификационные объекты в базе данных в соответствии с преобразованием формата пикселей. После этого он добавляет предустановленные виртуальные объекты, такие как 3D-модель, анимация или видео, к реальным сценам. Он также может взаимодействовать с этими виртуальными объектами, визуализировать и выводить информацию на мобильную программу [6].

Процесс разработки проекта AR приложения разделен на два этапа: создание окружающей среды и непосредственное создание AR приложения.

#### *А. Создание окружающей среды*

Для выполнения работы потребуются:

- (1) Ресурс разработки Unity 3D 2019.4.18f1
- (2) Плагины разработки Vuforia Engine.

(3) Создание объекта идентификации в сети Vuforia [6].

1. Создается лицензия через кнопку «Develop» на домашней странице разработки Qualcomm Vuforia, «GetDevelopmentKey» в диспетчере лицензий.
2. Создается база данных через кнопку «AddDataBase» в TargetManager.
3. Создается цель (target): установить цель идентификации через кнопку «AddTarget» в меню только что созданной базы данных. Выбрать SingleImage и путь изображения. Установить ширину рисунка (width) и завершить создание.
4. Как показано на рисунке 1, загрузить и создать хорошую идентификационную цель и скачать базу данных для Unity.

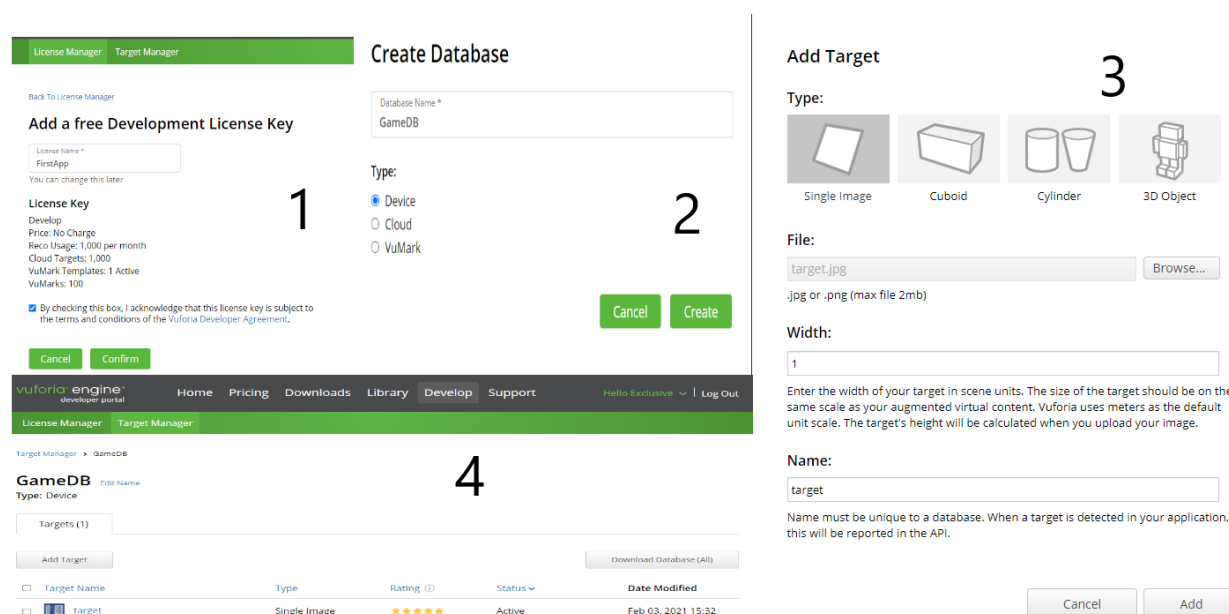


Рисунок 1 - Создание объекта идентификации в Vuforia

### В. Создание AR приложения

1. Создать новый 3D проект в UnityHub
2. Сменить платформу разработки на Android в параметрах «BuildSettings» во вкладке «File». Для создания арк файла потребуется добавить модули AndroidJDK и SDK в Unity. В параметрах «PlayerSettings» написать название компании и приложения.
3. Удалить из иерархии сцены «MainCamera». Установить VuforiaEngine в окне «PackageManager» в вкладке «Window». Импортировать в проект ранее скачанную базу данных. Теперь, когда есть возможность добавлять объекты Vuforia, добавить на сцену «ARCamera» и «ImageTarget». Для работы движка Vuforia в «VuforiaConfiguration» нужно вставить созданный ранее лицензионный ключ в поле «AddLicense».
4. Скачать из свободного доступа 3D модель Arcanine или создать в 3DMax или Blender, чтобы добавить их в проект и затем в сцену как дочерний объект «ImageTarget».

5. Добавить в проект «FlamesofThePhoenix» из «UnityAssetStore» и создать «Empty» для 3 эффектов. Добавить эффекты и изменить параметры как показано на рисунке 2.

6. Настроить параметры для второго эффекта.

7. Создать C# скрипт для воспроизведения эффектов и добавить эффекты в настройках скрипта.

8. Создать UI интерфейс приложения. Добавить в проект «Canvas» и настроить под экран смартфона. Добавить в него «Panel» на нижнюю часть и в него кнопки для эффектов. В параметрах Button добавить скрипт контроллера эффектов в поле «OnClick ()»

9. Переместить все объекты эффектов и UI как дочерний объект «ImageTarget» и оформить проект.

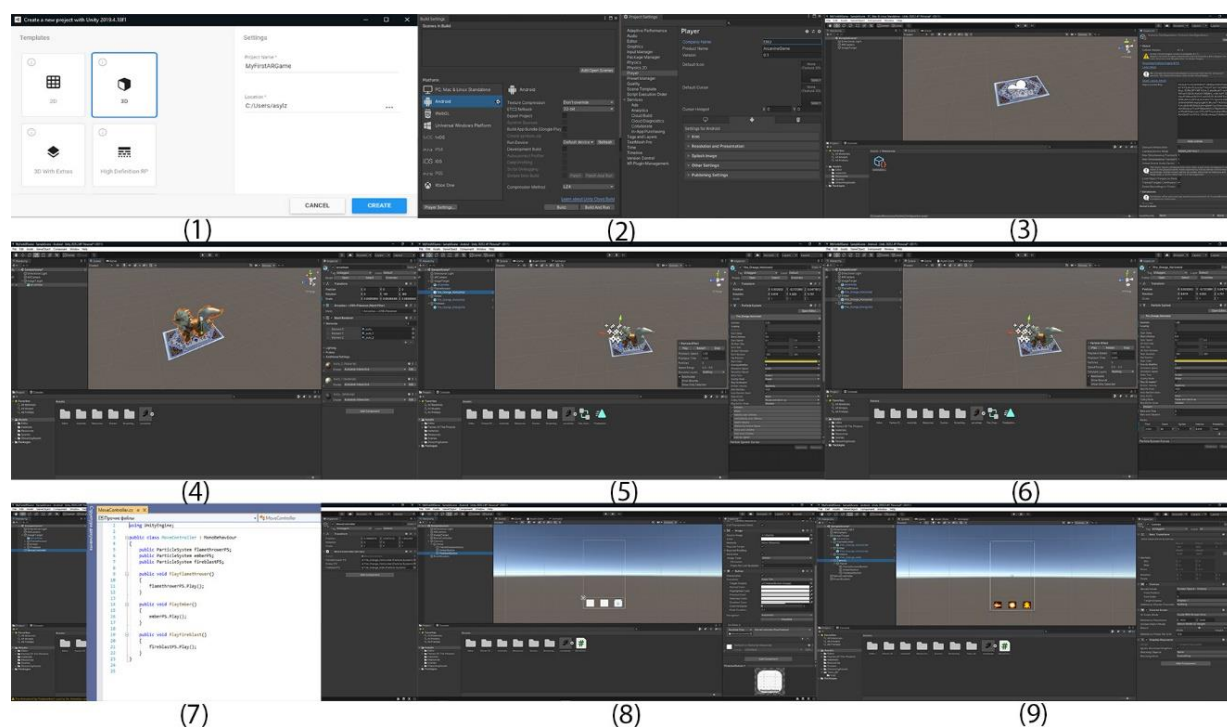


Рисунок 2 -Процесс разработки AR приложения

Таким образом, разработано приложение, добавляющее виртуальный объект к реальной сцене. Причем, если положение объектива камеры изменяется, то относительное положение и угол между камерой и реальным объектом также изменяются. Поскольку совпадающие изображения отслеживаются, то приложение может точно воспринять эти изменения и соответствующим образом отреагировать [7].

Виртуальные объекты, наложенные на реальную сцену, будут также меняться в соответствии с изменениями положения и угла обзора камеры, как показано на рисунке 3.





Рисунок 3 - Версия созданного приложения

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Сарбасов М., Жуматаев Н.С., Ахметова С.Т. О технологии дополненной реальности в музеях //Труды международной научно-практической конференции «Ауэзовские чтения-21: Новый Казахстан – будущее страны», посвященная 80-летию Южно-Казахстанского университета им. М.Ауэзова, 2023. – Т.2-2. – С.127-130.
2. Салахов Р., Каазик Е. 3D-технологии в экспозиционной деятельности музеев изобразительного искусства // Мир искусств: Вестник международного института антиквариата, 2015. - № 4(12). - С.86–88.
3. Авксентьева Е.Ю., Хорошавин А.А. Технология дополненной реальности и перспективы совместного использования дополненной реальности и методик игрофикации // Современное образование: традиции и инновации. - СПб.: ООО "НИЦ АРТ", 2018. - С.47-50.
4. Интерфейс будущего – системы дополненной реальности. Доступно на: <https://www.cta.ru/articles/spravochnik/v-zapisnuyu-knizhku-inzhenera/124561>
5. Виштак М.Н., Дорожкин В.А. Средства разработки мобильных приложений дополненной реальности // Инновации в науке, 2015. - № 46. - С.15-19.
6. Xinqi Liu<sup>1</sup>, Young-Ho Sohn, Dong-Won Park Application Development with Augmented Reality Technique using Unity 3D and Vuforia / International Journal of Applied Engineering Research, 2018. –Vol.13. - №21 (2018). - PP. 15068-15071.



УДК 004.85

Сэрсенбин С. Т. (22-МВТ-2т, ВКТУ), Смаилова С.С. (PhD, ВКТУ)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ РОЗНИЧНОЙ ПРОДАЖИ

***Аннотация.** В данной обзорной статье исследуются области искусственного интеллекта, осуществляющие реорганизации и разработку алгоритмов управления. Одним из ведущих пунктов в работе искусственного интеллекта является изучение библиотеки компьютерного зрения OpenCV, используемой в работе маркетплейсов, которое в свою очередь и способно автоматизировать и значительно улучшить управление крупномасштабным рынком дистрибуции. Оптимальное использование методов ИИ позволяет устанавливать рациональные хозяйственные связи с магазинами для более совершенного удовлетворения спроса обслуживаемого населения и действенной деятельности розничной торговли. Также оцениваются положительные и отрицательные аспекты методов искусственного интеллекта, тем самым минимизируя риски при их внедрении.*

***Ключевые слова:** искусственный интеллект, компьютерное зрение OpenCV, ритейлеры, аудиовизуальные приложения, маркетплейс.*

**Введение.** Искусственный интеллект (ИИ) представляет собой особую область разработки компьютерных систем, в основе которой лежит стремление создать программы и алгоритмы, способные эмулировать некоторые аспекты человеческого интеллекта. Эта технология открывает возможности для создания систем, способных выполнить широкий спектр задач, которые ранее были вне пределов возможностей обычных компьютерных программ.

Технологии искусственного интеллекта уже находят применение во многих областях, таких как медицина, финансы, образование, автомобильная промышленность, и, конечно же, в сфере информационных технологий. Они значительно улучшают эффективность и точность решения задач, уменьшают человеческий трудозатраты и позволяют создавать инновационные продукты и услуги.

**Основная часть.** Распознавание лиц и объектов представляет собой важную сферу в дисциплине компьютерного зрения и области искусственного интеллекта.

Розничные магазины всё чаще переходят от базисных сенсорных компьютеров к умным системам поддержки покупателей. С высокой скоростью распространяются говорящие роботы и интеллектуальные интерактивные дисплеи.

Одним из ключевых методологий является, метод распознавания лиц с помощью глубокого обучения. Прогресс в области распознавания лиц значительно усилился благодаря развитию технологий глубокого обучения.

Применение сверточных нейронных сетей (CNN) демонстрирует высокую эффективность в идентификации лиц на изображениях. Эти сети способны экстрагировать уникальные характеристики лиц и проводить их

сопоставление с базовыми образцами. Каждая архитектура имеет уникальные характеристики и оптимизирована для конкретных задач визуального восприятия, а так же эффективные модели способны минимизировать влияние внешних факторов, таких как освещение и фон. [1]

В настоящее время используется метод эмбедингов лиц в контексте распознавания с помощью специализированных нейронных сетей, таких как OpenFace и FaceNet, преобразующие лица в многомерные векторы, которые в свою очередь, могут быть использованы для точного сопоставления.

Одной из ключевых задач при создании эмбедингов является уменьшение размерности исходных данных. Это позволяет сократить объем необходимой вычислительной мощности и упростить процесс сравнения лиц. Имея возможность интеграции с другими системами и технологиями, например, с системами видеонаблюдения или с мобильными приложениями, обеспечивается более широкий спектр применения, например, в системах контроля доступа или в процессах идентификации. [2]

Применяя методы, такие как, SIFT (Scale-Invariant Feature Transform) и SURF (Speeded Up Robust Features) основанные на локальных характеристиках лица. Эти методы позволяют точно идентифицировать лица, основываясь на уникальных характеристиках каждого индивида посредством анализа геометрических характеристик лица, таких как расстояние между глазами, форма челюсти, что улучшает точность идентификации. Так же они могут быть оптимизированы для работы в реальном времени, что делает их подходящими для использования в системах видеонаблюдения и мобильных приложениях, тем самым подчеркивая важность и эффективность использования локальных особенностей лица в задачах распознавания. [3]

Так авторы В. Jaison; AnjaliJha G; Jeevitha J в своей статье, назвали один из наиболее эффективных инструментов обнаружения предметов, алгоритм YOLO (You Only Look Once), который способен обнаруживать и классифицировать объекты в реальном времени в одном проходе. Выполняет обнаружение и классификацию объектов за один проход, что позволяет лучше понимать контекст и уменьшает вероятность пропуска объектов. Благодаря своей архитектуре YOLO может работать в реальном времени, что делает его подходящим для приложений, требующих быстрой обработки, например, в автомобильных системах водительской помощи или системах видеонаблюдения [4].

Возможность обнаруживать объекты на изображении, а также сегментировать их, предсказывая маски объектов, дает метод Mask R-CNN, предназначенный для решения задач сегментации объектов на изображениях. Mask R-CNN позволяет одновременно обнаруживать объекты и создавать точные маски для каждого объекта на изображении. Модуль предназначен для генерации кандидатов на обнаружение объектов, что предсказывает ограничивающие рамки (boundingboxes) и их вероятности [5].

Действительно, распознавание лиц и объектов продолжает развиваться, и новые технологии, такие как гибридные модели и использование

специализированных аппаратных ускорителей, значительно улучшают производительность и точность этих систем. Однако важно учитывать вопросы конфиденциальности и этичности, связанные с использованием этих технологий, в целях минимизации потенциальных рисков и проблем.

В настоящее время научное сообщество изучает разработку интеллектуальных решений, способных упростить управление крупными продуктовыми супермаркетами, обеспечить эффективную выдачу информации об отсутствии товара на складе, мониторинг покупок покупателей и т.д.

Авторы Oyekanlu, E, Scoles, K., рассмотревшие в своей статье тему, такую как, недорогая распределенная обработка сигналов и данных в режиме реального времени для искусственного интеллекта и изучившие подход, который позволит универсальным, недорогим и с низким объемом памяти DSP участвовать враспределенных вычислениях для приложений искусственного интеллекта на границах крупномасштабных сетей Интернета вещей.

В последние несколько десятилетий методы вейвлет-преобразования, полностью реализованные на DSP, использовались как неотъемлемая часть нескольких этапов предварительной обработки искусственного интеллекта, таких как сжатие изображений, компьютерное зрение и аудиовизуальные приложения, особенно в облачном слое Системы Интернета вещей (IoT). [6-9].

В последнее время подходы, основанные на искусственном интеллекте, также применяются в приложениях в области крупномасштабного распространения. В частности, научное сообщество в лице S. Nithya Priya, G. Swadesh, K.M Thirivikraman в настоящее время изучает разработку интеллектуальных решений, способных упростить управление крупномасштабными продовольственными супермаркетами, обеспечить эффективную выдачу наличных на складе, мониторинг настроек покупателей и т.д. В своей работе они предложили новое решение для улучшения умного шоппинга, разработав автономного робота для супермаркета. Он может направлять покупателей через хранилище различных продуктов к нужному и может быть переключен на автономную тележку для перевозки купленных продуктов. После покупки тензодатчик и камера используются для прогнозирования приобретенного продукта с помощью глубокого обучения с использованием сверточных нейронных сетей, и, наконец, клиенты могут оплатить через свой банковский счет. Эти технологии работают на общей основе и обеспечивают многообещающий потенциал для помощи роботам в супермаркетах [7,8]. Благодаря использованию современных подходов, основанных на ИИ или AI-облаке, современные передовые решения для управления крупномасштабной дистрибуцией предлагают высокий уровень настройки бизнес-процессов для создания “интеллектуального агента”, способного увеличивать прибыль, снижать неэффективность и оптимизировать складские запасы [8].

Согласно недавнему исследованию, феномен отсутствия товара на складе в сочетании с классической неэффективностью крупных магазинов на рынке ежегодно приводит к потерям европейских ритейлеров в среднем на сумму

около 110 миллиардов евро. Так в своей статье, авторы P. Ponsa, A. Catala, предложили систему заказов направленную на предотвращение нехватки товара на складе. В системе повторного заказа размера партии и системе интервального повторного заказа интервалы пополнения или количества определяются каждой системой после определения позиций пополнения. Когда обе системы повторного заказа работают для нескольких позиций, общее количество пополнений обычно превышает ограниченную емкость. Проблема ограниченных мощностей была решена с помощью планирования производства или задержки сроков поставки. Мы предлагаем оптимальный метод заказа, который будет контролироваться соотношением маржинальных запасов при ограниченных возможностях. После того, как каждый товар упорядочен в соответствии с коэффициентом запаса маржи, товары для пополнения определяются в соответствии с ограниченной емкостью. что становится более ощутимым в случае пищевой промышленности, к которой добавляется отходы, образующиеся в результате продуктов с истекшим сроком годности [7-9].

**Выводы.** Таким образом, интеграция систем ИИ в любой маркетплейс довольно проста и не требует особых затрат, поскольку она идеально интегрируется в аппаратные и программные платформы.

Будущие работы предполагают дальнейшее расширение ИИ дополнительными модулями управления торговой точкой для оптимального управления отходами, оптимального профилирования клиентов, а также для характеристики рекламных акций, адаптированных к клиентам.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Shaik Mohammed Zahid; T. NashiyaNajesh (2023). A Multi Stage Approach for Object and Face Detection using CNN.
2. Oleksandr Miakshyn; PavloAnufriiev; YevgenBashkov (2021). Face Recognition Technology Improving Using Convolutional Neural Networks.
3. Raj Kumar Bathina; Raghu Ram Edara; Bommalavarapu Gopi; Jagadeesh Perugu (2023). Smart Face Recognition Application using Deep Learning Neural Networks with Compressed Model Deployment.
4. B. Jaison; Anjali Jha G; Jeevitha J (2022). You Only Look Once(YOLO) Object Detection with COCO using Machine Learning.
5. Hao Su; Shunjun Wei; Min Yan; Chen Wang; Jun Shi; Xiaoling Zhang (2019). Object Detection and Instance Segmentation in Remote Sensing Imagery Based on Precise Mask R-CNN.
6. Oyekanlu, E.; Scoles, K. Towards Low-Cost, Real-Time, Distributed Signal and Data Processing for Artificial Intelligence Applications at Edges of Large Industrial and Internet Networks. In Proceedings of the 2018 IEEE First International Conference on Artificial Intelligence and Knowledge Engineering (AIKE), Laguna Hills, CA, USA, 26–28 September 2018; pp. 166–167.

7. Priya, S.N.; Swadesh, G.; Thirivikraman, K.; Ali, M.V.; Kumar, M.R. Autonomous Supermarket Robot Assistance using Machine Learning. In Proceedings of the 2021 7th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS), Coimbatore, India, 19–20 March 2021; pp. 996–999.
8. Paik, S.; Rim, S. Demand Control Chart. In Proceedings of the 2006 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics, Shanghai, China, 21–23 June 2006; pp. 587–592.
9. Mitsukuni, K.; Tsushima, I.; Komoda, N. Evaluation of optimal ordering method for coupling point production system. In Proceedings of the 1999 7th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, Proceedings ETFA '99 Barcelona, Spain, 18–21 October 1999; Volume 2, pp. 1469–1474.

УДК004.891.3

Сифатпаева А.М. (ВКТУ), Увалиева И.М. (PhD, ВКТУ)

## АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА, СОЗДАНЫХ ДЛЯ 1С: CRM

***Аннотация.** Данная статья посвящена анализу системы 1С: CRM новой направленности развития, технологии искусственного интеллекта в целом, и созданные на их основе для 1С:CRM простые инструменты, которые позволяют принести реальную пользу бизнесу - сократить время обслуживания клиентских обращений и спрогнозировать вероятность конверсии в процессе продажи.*

***Ключевые слова:** классификация, CRM, обращение, классификаторы, машинное обучение, искусственный интеллект, помощник, модель, транзакция.*

**Введение.** Современные организации сталкиваются с постоянным потоком обращений от пользователей, требующих эффективной обработки и ответа. В свете растущего объема данных становится критически важным использование автоматизированных методов классификации для оптимизации процессов обработки обращений.

CRM система (Customer Relationship Management – система взаимоотношений с клиентами). Программный продукт создан для облегчения работы различных отделов организации. Автоматизация процессов повышает уровень продаж, оптимизирует маркетинг и улучшает уровень взаимодействия с клиентами компании. Технология CRM-систем основана на простом принципе, в центре которого находится клиент, и все задачи направлены на обеспечение эффективного взаимодействия между ним и организацией. Методика работы заключается в сборе, хранении и анализе информации не только о покупателях, поставщиках или партнерах, но и обо всех внутренних процессах предприятия.

### **Использования интеллектуальных помощников**

Технология искусственного интеллекта сейчас почти повсеместно разрабатывается на Python. Такие программы можно интегрировать только с 1С. Сейчас на 1С нативный ИИ невозможен. В 1С:CRM они выполнены в виде отдельно устанавливаемых веб-серверов, распространение которых включено в конфигурационную схему и может быть установлено командами интерфейса 1С:CRM. Инструкция по установке Сервера Ассистент находится в каталоге установки Шаблонов конфигурации 1С:CRM.

Чтобы использовать помощник, сервер должен работать постоянно, проще всего это сделать на отдельном компьютере под управлением Linux. На компьютерах с Windows помощник в настоящее время работает как консольное приложение. У системы есть возможность запустить сервер-помощник как службу в Windows, но пока она использует его только для пилотной реализации.

Для использования интеллектуальных помощников (в программе они называются «модели машинного обучения») необходимо зарегистрировать

действующий договор 1С:КП Отрасль и 1С:CRM в личном кабинете на сайте компании 1С. Поскольку модель машинного обучения представляет собой веб-сервер, установку необходимо завершить запуском клиента 1С на компьютере, где фактически работает веб-сервер.

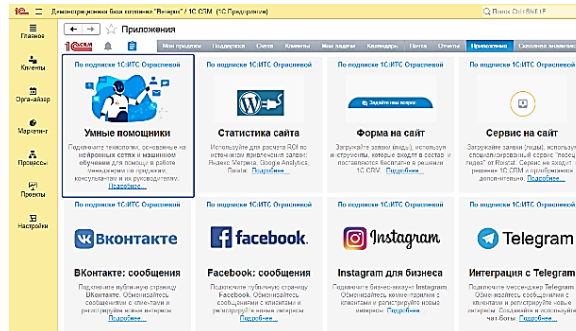


Рисунок 1 - Интерфейс окна открытия помощника

По нажатию ссылки «Подробнее» (рисунок 1) откроется общее описание, а по щелчку на картинке запустится процесс установки и настройки. Или же будет предложено подключить интернет-поддержку, указав логин и пароль для проверки договора 1С:КП Отраслевой.

Если ранее модели машинного обучения не настраивались, программа задаст вопрос о том, что сделать — запустить мастер установки, или же просто открыть настройки для их заполнения вручную. В этом случае рекомендуется пройти мастер, поэтому жмите «Запустить помощник» (рисунок 2).

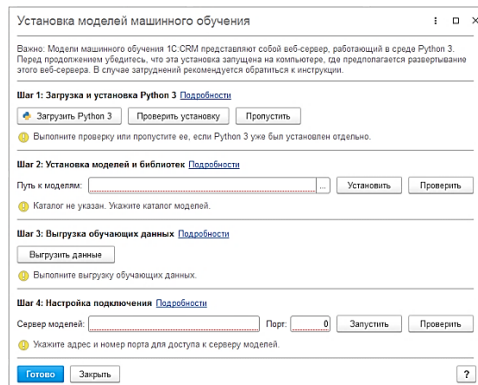


Рисунок 2 - Помощник установки

После прохождения этих шагов на выбранном компьютере, будет установлен веб-сервер, который будет способен принимать запросы от 1С: Предприятия и выдавать в ответ результаты.

Внешний вид окна настроек моделей машинного обучения (открывается после прохождения мастера установки) (рисунок 3).

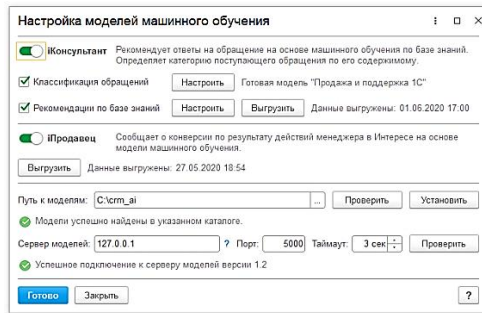


Рисунок 3 - Внешний вид окна настроек моделей машинного обучения

Окно сервера моделей машинного обучения выглядит примерно так (закрывать его не следует) (рисунок 4):

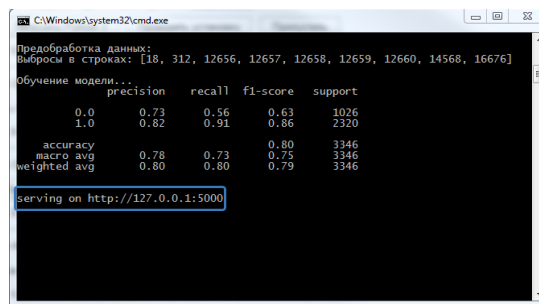


Рисунок 4. Окно сервера моделей машинного обучения

На данный момент сервер моделей машинного обучения — это консольное приложение, так сделано в целях тестирования и отладки, и для знакомства с механизмом.

### Помощник классификации обращений.

Первый умный помощник 1С: CRM предназначен для категоризации входящей электронной почты. Его работа тесно связана с функционалом нового учетного модуля 1С: CRM "Поддержка" - без включения модуля "Поддержка" он работать не будет. Функционал 1С:CRM позволяет формировать «процентные» документы на основе полученной корреспонденции, тем самым инициируя и ведя процесс сделки с клиентом. Функционал модуля «Поддержка» также позволяет создавать другие типы запросов – такие как «Консультации», «Заявки на доставку», «Жалобы» и т.д. Ассистент подсказывает из формы мастера регистрации почтового запроса (рисунок 5).

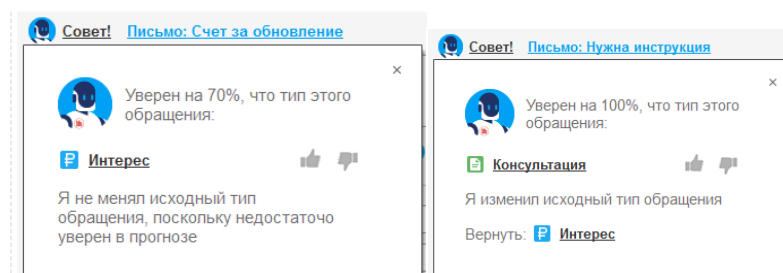


Рисунок 5 - Помощник классификации обращений



### Помощник по ответам на вопросы базы знаний

Второй «1С:CRM Помощник» упрощает обработку готовых ответов клиентам. Он работает по тому же принципу, что и предыдущий, за исключением того, что на этот раз содержимое базы знаний классифицируется. Каждая статья базы знаний содержит текст вопроса, на который она отвечает, а также формулировку ответа, который мы можем отправить нашим клиентам.

Этот помощник будет работать, если в программе разрешено использование базы знаний. Тогда при ответе на письмо клиента, например по поводу создания шаблона документа в программе, может появиться предложение в виде нового исходящего письма (рисунок 6).

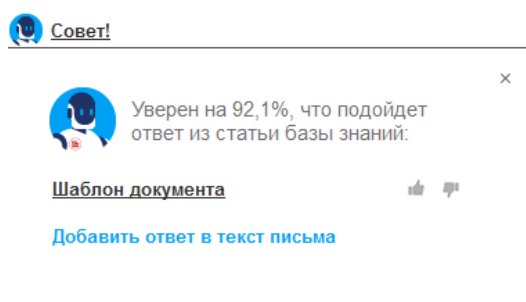


Рисунок 6 - Помощник по ответам на вопросы базы знаний

### Помощник по прогнозированию конверсий

Третий помощник позволяет увидеть, как меняются вероятности конверсии при обработке транзакции. Он обучается на данных «интересующих» документов и учитывает их характеристики. В конечном итоге каждая транзакция либо завершается успешно, либо терпит неудачу, отсюда и такая классификация.

В процессе оформления сделки менеджер по продажам выполняет различные действия – планирование и завершение взаимодействия, выполнение задач, проведение коммуникаций, выставление коммерческих предложений и счетов. Менеджер может в любой момент отслеживать, насколько прогресс его текущей сделки соотносится со средним количеством успешных сделок компании (рисунок 7).

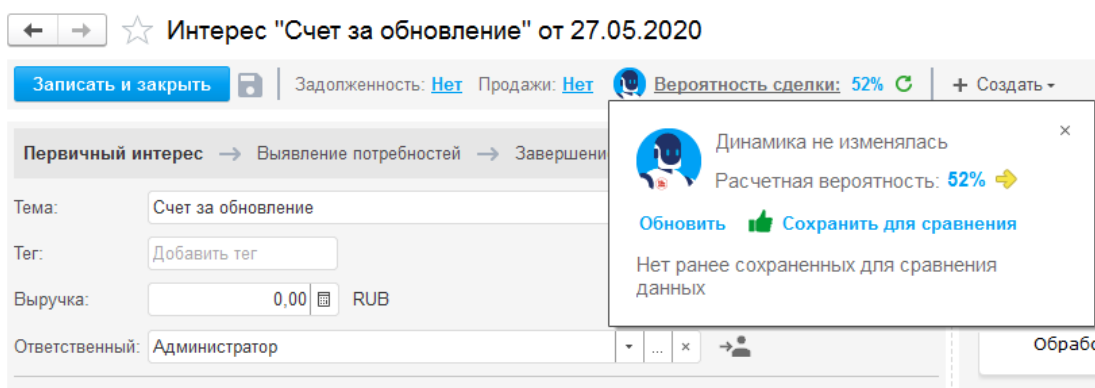


Рисунок 7 - Помощник по прогнозированию конверсий

Здесь помощник определяет, что вероятность успеха транзакции в текущем состоянии составляет примерно 52%. В данном случае есть возможность сохранения этой вероятности для сравнения. Если есть ранее сохраненные данные, помощник покажет динамику — увеличивается ли вероятность конверсии, уменьшается или остается прежней (рисунок 8):

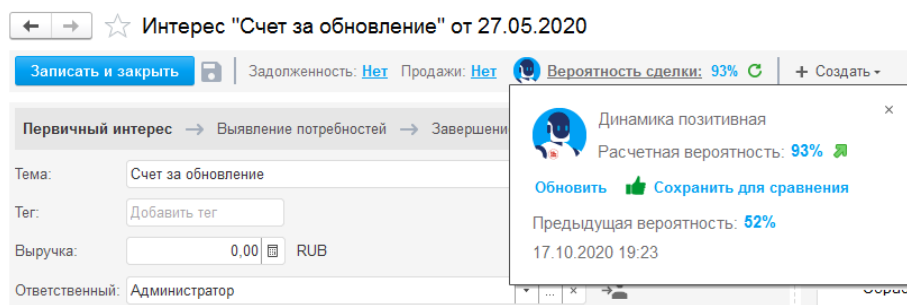


Рисунок 8 - Определение вероятности успеха транзакции

Поскольку основная цель 1С: CRM — автоматизация продаж, в будущем планируется создание полноценного помощника, который рекомендует менеджерам конкретные действия на основе материалов предыдущих успешных сделок для повышения шанса на успешные сделки, торговли.

Таким образом, в области 1С: CRM наблюдается значительный прогресс в интеграции и использовании технологий искусственного интеллекта (ИИ). Разработчики систем управления взаимоотношениями с клиентами прилагают усилия для внедрения современных методов ИИ с целью повышения эффективности бизнес-процессов, улучшения качества обслуживания клиентов и оптимизации принятия решений. Использование ИИ в 1С: CRM позволяет автоматизировать ряд операций, связанных с управлением клиентскими данными, аналитикой и взаимодействием с клиентами.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Мнацаканян Р. К., Малхасьян С. С. Новый мир! Об искусственном интеллекте и управлении взаимоотношениями с клиентами // Вопросы науки и образования. – 2020. – №. 39 (123). – С. 4-12.
2. Мелехова А. С., Автономова С. А. Технологии искусственного интеллекта в CRM-системах // Перспективы развития и применения современных технологий. – 2021. – С. 135-142.
3. Муратов А. С. Особенности применения цифровых инструментов в системе управления взаимоотношениями с клиентами // Научные революции как ключевой фактор развития науки и техники. – 2022. – С. 179.
4. Сулимова Е. А. Цифровой инструментарий управления предприятиями: CRM, ERP, ESM, BI // Инновации и инвестиции. – 2023. – №. 5. – С. 158-160.
5. Карлибаева Р. Х., Апсилям Н. М., Яхшибоев Р. Э. Экономический потенциал и перспективы использования технологий искусственного интеллекта в современных корпоративных стратегиях // Innovations in Science and Technologies. – 2024. – Т. 1. – №. 1. – С. 121-135.

УДК 616-71

Смагзанов Н.М. (23-ММИ-2т), Григорьева С.В. (PhD, ВКТУ), Русакова А.В. (PhD, ВКТУ)

## СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ЗДОРОВЬЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ VISIBLE LIGHT COMMUNICATION

***Аннотация.** В данной статье описывается мобильная система мониторинга состояния здоровья, в которой медицинская информация, такая как биомедицинские сигналы и информация о пациенте, передается с помощью светодиодного освещения. Рассматривается передача медицинской информации различного вида, которая реализуется одновременно с использованием одноканальной связи по технологии Visible Light Communication. Для передачи данных разработан прототип из передающего и принимающего модулей на основе микроконтроллера ATmega128. Полученная информация отображается и анализируется с помощью мобильного устройства. Необходимость внедрения инновационных решений в области здравоохранения является важным для обеспечения точного и надежного мониторинга здоровья.*

***Ключевые слова:** VLC, светоизлучающий диод, система мобильного мониторинга, биомедицинские сигналы, здравоохранение.*

***Введение.** Основа развития здравоохранения – модернизация и переход на качественно новый уровень энергетических систем с последующим преобразованием их в интеллектуальные. Технология искусственного интеллекта (AI) становится всё более распространенной в нашем мире, поэтому важно знать и понимать, как это может быть применимо для светодиодных систем.*

В настоящее время одной из самых серьезных проблем является совместимость медицинских приборов с беспроводными технологиями [1], излучающими электромагнитные помехи [2]. Влияние электромагнитного излучения ставит под угрозу качество медицинского мониторинга, поскольку точность и эффективность передачи данных имеет решающее значение для медицинского персонала [3].

Visible Light Communication (VLC) – это одна из форм оптической беспроводной связи, использующая видимый световой диапазон от 380 до 780 нм [4]. Нерегулируемая полоса пропускания делают VLC потенциальным кандидатом в качестве альтернативной беспроводной технологии, которая сохраняет все характеристики традиционной радиочастотной технологии, устраняя при этом ее негативное влияние на здоровье человека.

В данной работе описана система мониторинга здоровья с использованием технологии VLC в качестве основного метода передачи данных.

***Дизайн и реализация системы.** В целом, система мобильного мониторинга здоровья с использованием VLC-передачи направлена на устранение необходимости использования радиочастотной технологии в медицинских центрах, например, в больнице. Передача биомедицинских сигналов и информации о пациентах может осуществляться исключительно с помощью видимого света, независимо от времени, так как тусклый светодиод*

все еще способен передавать сигнал. Биомедицинские сигналы, такие как ЭКГ и фотоплетизмограф (PPG), различны по своей природе, и состояние пациента может быть определено путем извлечения и анализа этих сигналов. Необходимо установить канал связи, чтобы при обнаружении отклонений от нормы наблюдатель мог отправить уведомление любому врачу.

На рисунке 1 показана архитектура системы мобильного мониторинга здоровья. Биомедицинские сигналы, такие как ЭКГ (электрокардиография), оценка артериального давления (АД) с использованием фотоплетизмограммы (PPG), а также информация о пациенте передаются одновременно.

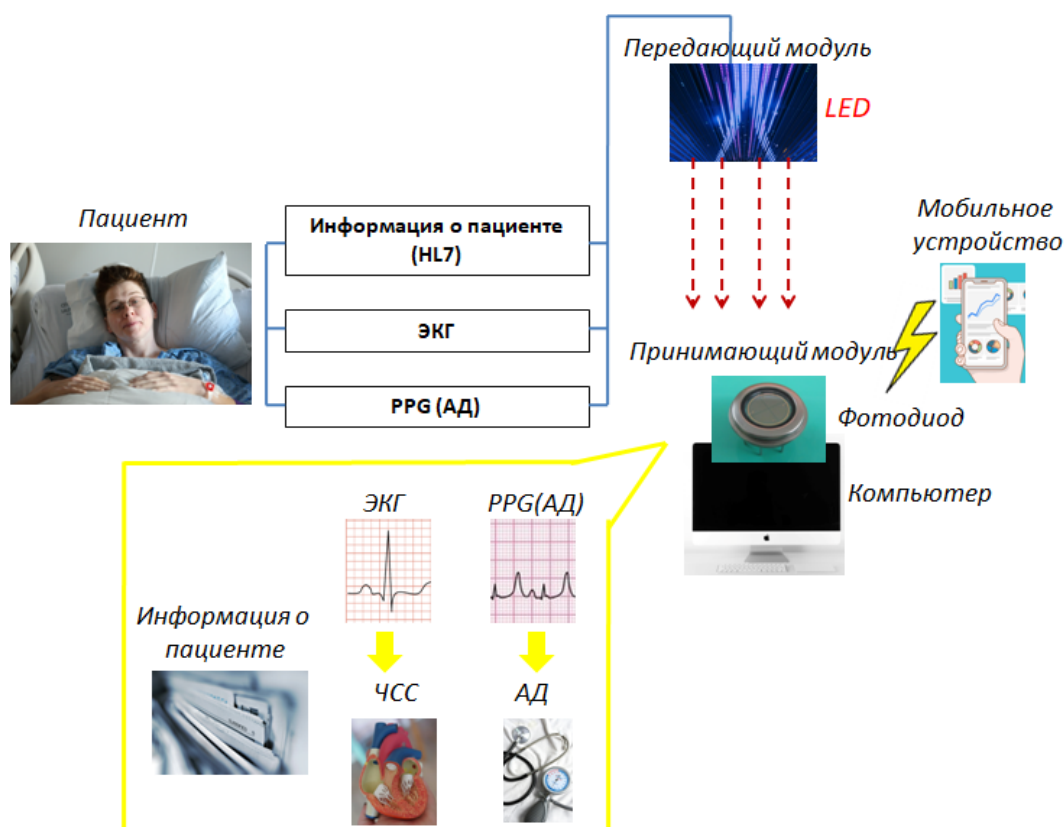


Рисунок 1 – Передачи данных пациента с использованием связи на основе видимого света

Для передачи данных используют передающий и принимающий модули. Полученная информация отображается и анализируется с помощью мобильного устройства.

Передающий модуль системы состоит из схемы модуляции и светодиода (рисунок 2). Светодиод выполняет функции осветителя и используется для передачи информации в процессе переключения. Для генерации несущей волны мы использовали таймер LM555, работающий на частоте 200 кГц, чтобы светодиод оставался светящимся в поле зрения наблюдателей. Для сопряжения передаваемых данных с модулем передатчика использовался микроконтроллер Atmega128.

Разработанный нами принимающий модуль показан на рисунке 3. Как мы видим, он состоит из схемы демодуляции и микроконтроллера. Кроме того, в комплект входит один аккумулятор и два усилителя напряжения. В качестве фотоприемника для принимающего модуля был выбран кремниевый PIN-фотодиод S5107 (Япония), работающий в спектральном диапазоне длин волн от 320 до 1100 нм. Фотодиод же преобразует падающий свет в электрический сигнал. Для дальнейшего преобразования в цифровой формат, сигнал подается на микроконтроллер и затем уже на ПК.



Рисунок 2 – Передающий модуль с использованием системы VLC

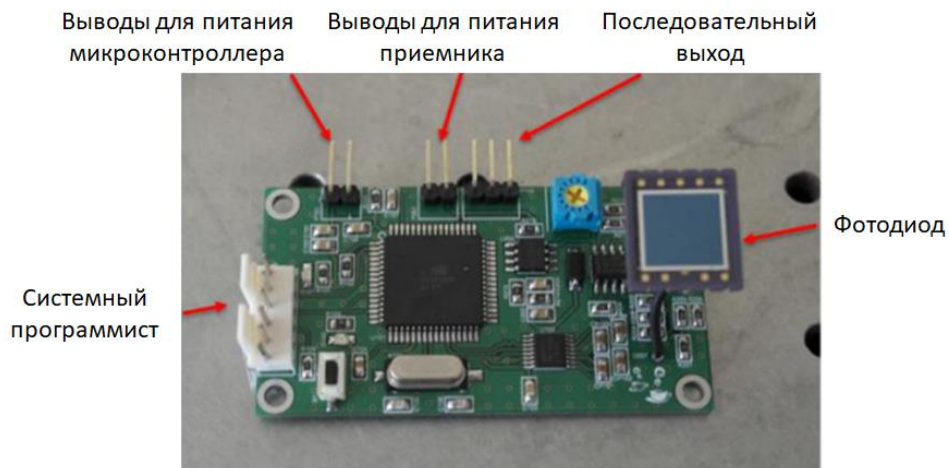


Рисунок 3 – Принимающий модуль с использованием системы VLC

*Результаты исследования и их обсуждение.* Для снятия оптимальных параметров и получения необходимых результатов, использован метод одновременной передачи нескольких медицинских данных с помощью всего одного белого светодиода и по одному каналу. Метод передачи данных в нашей

системе является асинхронным. При передаче данных не используется общий тактовый генератор.

Коэффициент ошибки пакетов (PER–PacketErrorRate) вычислялся помощью уравнения (1):

$$PER = \frac{\text{Количество неправильно полученных данных}}{\text{Количество переданных данных}} \quad (1)$$

Алгоритм работает таким образом, чтобы постоянно проверять наличие любого символа в передаваемой информации о пациенте. В случае, когда информация о пациенте полностью передана, размер пакета данных может быть уменьшен и содержать только сигналы ЭКГ и PPG.

Уравнение (2) используется для расчета частоты сердечных сокращений. Она измеряется в ударах в минуту.

$$ХСС = \frac{60}{\text{Промежуток времени (с)}} \quad (2)$$

АД измеряется между ударами сердца, поэтому его подразделяют на систолическое (SBP) и диастолическое (DBP) АД. Систолическое (верхнее) АД измеряется, в момент максимального сокращения сердца. Диастолическое (нижнее) АД измеряется в момент максимального расслабления сердца. Сигнал PPG уже давно используется для определения артериального давления [5,6]. В разработанной нами системе АД вычисляется путем извлечения временной характеристики диастолического времени  $T_2$  из сигнала PPG (уравнения 3 и 4) [7]. Каждое из этих линейных уравнений содержит две неизвестные, которые могут быть определены с использованием метода регрессии.

$$SBP = a_{SBP} \cdot T_2 + b_{SBP} \quad (3)$$

$$DBP = a_{DBP} \cdot T_2 + b_{DBP} \quad (4)$$

*Выводы.* Предложена система мобильного мониторинга здоровья с использованием технологии VLC для передачи медицинской информации. Биомедицинские сигналы и информация о пациенте передаются одновременно с использованием одного канала видимого света. За счет динамического изменения размера пакета, уменьшается задержка принимаемых данных, что повышает надежность системы. С помощью мобильного устройства предлагаемая система позволяет безвредно и портативно отслеживать состояние пациента. Передача данных ЭКГ и PPG может быть использована для дальнейшей оценки, где измеряются частота сердечных сокращений и артериальное давление. Это очень важно для диагностики пациента. Кроме того, предусмотрена функция уведомлений, использующая возможности операционной системы Android. Сообщение может быть мгновенно отправлено,

чтобы уведомить любого соответствующего человека в случае возникновения чрезвычайной ситуации в процессе мониторинга.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

[1] S.S. Muhlen, D. Davis, B. Segal and G. Vazquez. New challenges in controlling EMI in hospitals, Proceedings of International Federation for Medical & Biological Engineering, 2008, 834–837.

[2] H. Hong, Y. Ren and C. Wang, Information illuminating system for healthcare institution, Proceedings of International Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering, 2008, 801–804.

[3] K.S. Tan, I. Hinberg and J. Wadhvani. Electromagnetic interference in medical devices: Health Canada's past current perspectives and activities, IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility, 2001, 1283–1284.

[4] H. Elgala, R. Mesleh and H. Haas. Indoor broadcasting via white LEDs and OFDM, IEEE Transactions on Consumer Electronics 55 (2009), 1127–1134.

[5] G. Fortino and V., PPG-based methods for non-invasive and continuous blood pressure measurement: An overview and development issues in body sensor networks, IEEE International Workshop on Medical Measurement and Applications, 2010, 10–13.

[6] I.C. Jeong, J.I. Ko, S.O. Hwang and H.R. Yoon, A new method to estimate arterial blood pressure using photoplethysmographic signal, 28th International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 2006, 4667–4670.

[7] Y.-Y. Tan, S.-J. Jung and W.-Y. Chung, Health monitoring PC mouse with PPG sensor, Proceedings of the 15th International Symposium on Olfaction and Electronic Nose, 2013.



УДК 004.891.2

Соломянко Д.А. (ВКТУ), Кумаргажанова С.К. (к.т.н., ВКТУ)

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ДИАЛОГОВЫХ ВИРТУАЛЬНЫХ АССИСТЕНТОВ

*Аннотация.* В данной статье рассматриваются наиболее распространенные и перспективные модели нейронных сетей, применяемые для диалоговых виртуальных ассистентов. Также проводится сравнительный анализ двух моделей нейронных сетей, Seq2Seq и BERT, с целью определить наиболее подходящую модель. В статье рассмотрены области применения, преимущества и недостатки каждой модели, а также их требования к обучению и использованию. Заключительные выводы подчеркивают перспективы применения нейросетей в области диалоговых систем и необходимость учета вычислительных ресурсов и объема данных при выборе подходящей модели для конкретного проекта.

*Ключевые слова:* нейронные сети, искусственный интеллект, виртуальный ассистент, LSTM, Sequence-to-sequence, Transformer, BERT.

### Введение

В последние десятилетия виртуальные ассистенты стали неотъемлемой частью повседневной жизни, широко применяются в различных сферах, от развлекательных приложений до систем управления домашними устройствами. Однако, одним из наиболее перспективных и важных направлений их применения является использование в бизнесе для консультирования клиентов.

При этом использование нейросетевых моделей в качестве основы для виртуальных ассистентов обладает значительным потенциалом для улучшения качества обслуживания клиентов. Благодаря возможностям обработки естественного языка и глубокого обучения, такие ассистенты могут не только точно понимать запросы клиентов, но и предоставлять персонализированные рекомендации и решения, учитывая индивидуальные потребности каждого клиента, освобождая консультантов для решения более сложных проблем.

Как показывает практика, не все пользователи читают техническую документацию к программному обеспечению и статьи по наиболее частым вопросам. В настоящее время, консультанты тратят большое количество времени на обращения пользователей по вопросам, которые уже были рассмотрены в статьях или руководстве пользователя. Для снижения нагрузки на консультантов и времени ожидания пользователей растет потребность в интеллектуальной системе, позволяющей предоставить подобные возможности. Исходя из этого, принято решение о разработке виртуального ассистента на основе искусственного интеллекта, способного автоматически консультировать клиентов.

### **Описание используемых нейросетевых моделей и алгоритмов.**

В последние годы нейросетевые модели стали ключевым инструментом для создания диалоговых виртуальных ассистентов, способных общаться с пользователями естественным и понятным им образом. Рассмотрим некоторые



из наиболее распространенных и эффективных нейросетевых архитектур, используемых в данной области.

### **Рекуррентные нейронные сети (RNN)**

Рекуррентные нейронные сети (RNN) являются одними из первых нейросетевых моделей, применяемых в диалоговых системах. Они обладают способностью обрабатывать последовательности входных данных, сохраняя внутреннее состояние (память) для учета контекста. Однако, проблема затухающего градиента при обучении на длинных последовательностях может привести к потере информации о долгосрочных зависимостях в тексте.

### **Долгая краткосрочная память (LSTM)**

Долгая краткосрочная память (LSTM)[5] — это особый тип рекуррентных нейронных сетей, разработанный для более эффективной работы с последовательностями, сохраняя и обрабатывая долгосрочные зависимости в данных. Это достигается за счет использования специальных блоков памяти, позволяющих модели сохранять информацию на протяжении длительного времени.

Применение LSTM в диалоговых виртуальных ассистентах позволяет улучшить качество и эффективность диалога за счет более глубокого и долгосрочного понимания контекста предыдущих взаимодействий с пользователем. Это особенно важно в ситуациях, когда диалог может включать в себя длинные и сложные последовательности вопросов и ответов, требующие сохранения и учета информации о предыдущих шагах.

Применение LSTM в виртуальных ассистентах также позволяет моделировать более сложные аспекты человеческого языка, такие как контекст зависимости и эмоциональная окраска высказываний, что делает диалог с виртуальным ассистентом более естественным и удобным для пользователя.

### **Sequence-to-sequence (seq2seq)**

Модель seq2seq (sequence-to-sequence) [6] представляет собой архитектурную конфигурацию нейронной сети, которая используется для задач, связанных с обработкой последовательностей, таких как машинный перевод, генерация текста и диалоговые системы. Данная модель состоит из двух рекуррентных нейронных сетей с архитектурой Longshort-term memory (LSTM). Первая сеть представляет собой кодировщик, который строит представление входной последовательности слов, а затем полученное представление копирует во вторую сеть под название декодировщик. По полученному представлению декодировщик восстанавливает целевую последовательность слов.

Рассмотрим подробнее составляющие архитектуры seq2seq.

Кодировщик принимает на вход входную последовательность данных и преобразует ее во внутреннее представление (вектор скрытого состояния), которое содержит в себе информацию о содержании и контексте входной последовательности. Это внутреннее представление обычно имеет фиксированную размерность и содержит сжатую информацию о входных данных, которая будет использоваться для генерации выходной последовательности.

Декодировщик принимает на вход скрытое состояние кодировщика и использует его в качестве контекста для генерации выходной последовательности. Декодировщик поочередно генерирует элементы выходной последовательности (например, слова или символы) на основе скрытого состояния и предыдущих сгенерированных элементов.

### **Преобразователь внимания (Transformer)**

Модель Transformer [7] стала революцией в области обработки естественного языка благодаря своей способности эффективно обрабатывать длинные последовательности и учитывать взаимосвязь между различными элементами последовательности без использования рекуррентных связей.

Transformer был специально разработан для решения задач обработки естественного языка (NLP) и показал впечатляющие результаты в широком спектре задач, включая машинный перевод, синтез речи, ответы на вопросы и многое другое.

Основной идеей Transformer является механизм внимания (attention mechanism), который позволяет модели сосредоточиться на ключевых элементах входных данных при выполнении задачи. Этот механизм эффективно учитывает взаимосвязь между различными элементами входных последовательностей, что делает его особенно эффективным для обработки длинных и сложных последовательностей.

### **BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers):**

BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) — это модель глубокого обучения, представленная исследователями Google в 2018 году. BERT стал одной из наиболее успешных моделей в области обработки естественного языка (NLP) благодаря своей способности эффективно моделировать контекст и взаимосвязь между словами и фразами в тексте.

Основная идея BERT заключается в обучении модели на огромном объеме текстовых данных с помощью метода "unsupervised pre-training" (предварительное обучение без учителя), а затем дообучении на конкретной задаче с учителем (fine-tuning). Этот подход позволяет модели получить представления слов и фраз, учитывающие их контекст и взаимосвязь с другими элементами текста.

Применение BERT в диалоговых виртуальных ассистентах позволяет создавать модели, способные понимать и анализировать естественный язык с высокой точностью и предоставлять более информативные и релевантные ответы на запросы пользователей. Благодаря предварительному обучению на огромном объеме текстовых данных, BERT обладает широким кругом знаний и может эффективно работать с различными типами запросов и контекстами.

Рассмотрев различные модели нейронных сетей, можно сделать вывод, что наиболее предпочтительными для разработки диалогового виртуального ассистента являются модели seq2seq и BERT. Сравнительный анализ этих нейросетевых моделей позволяет сделать оптимальный выбор. Рассмотрим их основные аспекты в сравнительной таблице (Таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительный анализ моделей Seq2Seq и BERT

BERT	Seq2Seq
Область применения	
Понимание и классификация текстов, определение тональности, вопросно-ответные системы, заполнение пропусков в тексте и многие другие задачи обработки естественного языка.	Перевод текста, автоматическое резюмирование, генерация ответов в чат-ботах и другие задачи, где требуется преобразование одной последовательности в другую.
Преимущества	
Высокая эффективность в понимании контекста благодаря двунаправленной обработке, возможность использования предварительно обученных моделей для трансферного обучения.	Гибкость в обработке различных длин входных и выходных последовательностей, способность к обучению на парах "вопрос-ответ".
Недостатки	
Высокие требования к вычислительным ресурсам при обучении, сложность в интерпретации модели, огромные объемы данных, необходимых для обучения.	Трудности с обработкой длинных последовательностей из-за проблем с затуханием градиента и ограниченной способностью к передаче контекста через вектор фиксированной размерности.
Обучение и использование	
BERT и другие модели на основе Transformer требуют значительных вычислительных ресурсов для обучения, но они могут быть адаптированы под различные задачи NLP с использованием трансферного обучения.	Seq2Seq модели проще в обучении, но их адаптация под разные задачи может быть менее гибкой.
Эффективность обработки контекста	
BERT обрабатывает каждое слово в контексте всего предложения, что позволяет лучше уловить его значение.	Seq2Seq модели, особенно без механизмов внимания, могут хуже справляться с длинными зависимостями в тексте.

**Заключение.** Проведенное сравнение двух выбранных моделей нейронных сетей показало, что использование BERT больше отвечает требованиям поставленной задачи за счет гибкости и эффективности. Однако, потребность в значительных вычислительных ресурсах и большой объем информации, требуемый для обучения модели, может накладывать ограничения при практической разработке диалогового виртуального ассистента.

Напротив, модель seq2seq, несмотря на проблему обработки длинных последовательностей, может оказаться более доступной при решении задач со сравнительно небольшим объемом данных.

Следовательно, для окончательного выбора, требуется провести дополнительное исследование технических средств, на которых будет функционировать данный виртуальный ассистент, а также достаточности доступных для обучения наборов данных.

Таким образом, использование нейросетей в диалоговых виртуальных ассистентах представляет перспективные возможности для развития интеллектуальных систем общения, требующих адаптивности, эффективной обработки естественного языка и способности к учету контекста. Дальнейшие исследования в этой области могут способствовать развитию более эффективных и интеллектуальных диалоговых систем, отвечающих на потребности современного информационного общества.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- 1) Vala Afshar. AI-powered virtual assistants and the future of work. ZD NET, (7.04.2021) <https://www.zdnet.com/article/ai-powered-virtual-assistants-and-future-of-work/> [6.02.2023] (онлайн-ресурс)
- 2) Reshmi.S et al, International Journal of Advanced Research in Computer Science, 9 (1), Jan-Feb 2018,627-631
- 3) Dubiel, M., Halvey, M., Azzopardi, L. A Survey Investigating Usage of Virtual Personal Assistants. – arXiv:1807.04606v1. – 2018. – 12 Jul.
- 4) Чуриков А. Ю., Гимадиев Р. Х., Куломзина Е. Ю. Виртуальный ассистент оператора контактного центра на базе искусственного интеллекта и технологий гибкого поиска //Научный Лидер. – 2022. – С. 22.
- 5) Hochreiter S., Schmidhuber J. Long short-term memory //Neural computation. – 1997. – Т. 9. – №. 8. – С. 1735-1780.
- 6) Sutskever I., Vinyals O., Le Q.V. Sequence to Sequence Learning with Neural Networks // Proceedings of the Neural Information Processing Systems (NIPS). – 2014.
- 7) Vaswani A. et al. Attention is all you need //Advances in neural information processing systems. – 2017. – Т. 30.
- 8) Peters M. E. et al. Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding //arXiv preprint arXiv:1810.04805. – 2018.
- 9) Alaparthi S., Mishra M. Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT): A sentiment analysis odyssey //arXiv preprint arXiv:2007.01127. – 2020.

UDC 681.5

Tenizbaev T. (22-MAU-2T), Alontseva D. (Dr. Sc, EKTU)

## CONTROL METHODS AND ALGORITHM FOR PREDICTING CONTROL MODELS

***Annotation.** The paper presents a brief overview of contemporary research articles on the development of methods and algorithms for predictive control models with the aim of designing a new algorithm to control a robotic-manipulator and this method further use and development in the Republic of Kazakhstan. The review considers the following predictive model methods: adaptive, with linear time variation, with gain planning and nonlinear. The review also covers the model predictive control design workflow and deployment. As a result, the new predictive control model applicable to control a robotic manipulator has been found and planned for implementation.*

***Keywords:** model predictive control (MPC), MPC Design Workflow, MPC Methods.*

Model predictive control (MPC) is an optimal control technique in which the calculated control actions minimize a cost function for a constrained dynamical system over a finite, receding, horizon [1-4]. This is a very promising method to control nonlinear and time-varying objects, which, of course, robotic manipulators are; so, this task is new and requires a closer look at the MPC methods themselves.

According to papers [1-5], to control nonlinear and time-varying objects, the following MPCs can be used:

1) Adaptive- if the task and the number of delays of the object do not change, you can design another MPC controller, and then you can update the MPC during operation at each time step. The implementation of this method is very simple, for this you need to continuously calculate the linearization of the control object, and then transfer it to the controller. There are three ways to do this: extract a local linear object using linearization, extract an array of linearized objects offline, use a known structure with some estimates of its parameters.

2) With a linear change in time - this method is characterized by the fact that it knows how its internal model will change in the future and it uses known information to calculate optimal control over the forecasting horizon. In this method, at each time step, the controller is provided with not only one object model, but all object models at all steps in the entire forecasting horizon. To calculate it, you can use managed variables and the state of the object.

3) With gain planning- in this method, several MPC controllers are designed, each controller corresponds to each operating point. After that, the active controller switches online when its operating point of the object changes. This method requires a large amount of memory than the adaptive method.

4) Limiting the maximum number of iterations. The iterations used in the controller are used to solve quadratic optimization and configure it to use the current non-optimal solution when the maximum number of iterations has reached.

At each time step, an MPC controller receives or estimates the current state of the plant. It then calculates the sequence of control actions that minimizes the cost over the horizon by solving a constrained optimization problem that relies on an

internal plant model and depends on the current system state. The controller then applies to the plant only the first computed control action, disregarding the following ones. In the following time step the process repeats.

The MPC Design Workflow can be described as the following sequence of operations [4]: 1) Specify plant - typically, this plant model can be obtained by linearizing a nonlinear plant;

2) Define signal types - for MPC design purposes, plant signals are usually categorized into different input and output types;

3) **Create MPC object** - after specifying the signal types in the plant object and specify, in the object, controller parameters such as the sample time, prediction and control horizons, cost function weights, constraints, and disturbance models;

4) **Simulate closed loop** - once an MPC controller has been created, its performance is usually evaluated by simulating it in closed loop;

5) **Refine design** - after initial evaluation of the closed loop, it is usually necessary to refine the design by adjusting controller parameters and evaluating different simulation scenarios.

6) **Speed up execution;**

7) **Deploy controller.**

Synthesis of a control algorithm with a predictive model.

One of the modern approaches to the synthesis of nonlinear ACS is discrete control with predictive models, the main advantage of which is the ability to control complex ACS in the presence of strict restrictions [5]. The synthesis of the algorithm takes place in three steps.

1) Linearization of the original nonlinear object control into the form of a linearized approximation using a Taylor series in the vicinity of a certain solution.

The transformation of a nonlinear system to the form of a discrete linearized model with state-dependent parameters using a Taylor series is called extended linearization.

After linearization and sampling of Euler with a sampling period  $T$ , the system can be written in the following form (1):

$$\begin{cases} x(k+1) = A(k)x(k) + B(k)u(k) + B_d(k)d(k); \\ y(k) = C(k)x(k), \end{cases} \quad (1)$$

$$\text{In which } x(k) = [i_{1d}(k) i_{1q}(k) \omega_1(k) M_{21}(k) \omega_2(k) \varphi_2(k)]^T$$

$$A(k) = I + T \left. \frac{\partial f}{\partial X} \right|_{\substack{x=x_{bal} \\ u=u_{bal}}} = \begin{bmatrix} 1 + Td_1 & Td_2\omega_1 & Td_2i_{1q} & 0 & 0 & 0 \\ Tq_2\omega_1 & 1 + Tq_1 & Tq_2i_{1d} + Tq_3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & Ta_1 & 1 & Ta_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & Ta_3 & 1 & Ta_4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & Ta_5 & 1 & 0 \\ & & & 0 & Ta_7 & 1 \end{bmatrix}$$

$$B(k)T \frac{\partial f}{\partial u} \Big|_{\substack{x=x_{bal} \\ u=u_{bal}}} = \begin{bmatrix} Td_3 & 0 \\ 0 & Tq_4 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$B_d^T(k) = T \frac{\partial f}{\partial u} \Big|_{\substack{x=x_{bal} \\ u=u_{bal}}} = [0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad a_6 \quad 0]$$

$$C(k) = C = [0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 1]$$

$x = x_{bal}$  – points of balance object control  
 $u = u_{bal}$

2) Building a predictive model based on the outputs of the object control using an observer based on the Kalman filter.

The nonlinear  $N_p$  system is linearized once at time  $k$ , after which it takes the form (2):

$$\begin{cases} \hat{x}(k+i+1|k) = A(k+i|k)\hat{x}(k+i|k) + \\ + B(k+i|k)u(k+i|k) + B_d(k+i|k)d(k); \\ \hat{y}(k+i|k) = C(k+i|k)\hat{x}(k+i+1|k) \end{cases} \quad (2)$$

If  $N_p$  is the prediction horizon, then  $\hat{x}(k+i+1|k)$  are the future values of the state vectors  $x(k)$  at time points  $k+i$ ;  $\hat{y}(k+i|k)$  are the future values of the output vectors  $y(k)$  at time points  $k+i$ .

To synthesize the algorithm of a discrete predictive controller, a vector of change in the control signal is often adopted  $\Delta u(k+i|k)$  Instead of  $u(k+i|k)$ ,  $\Delta u(k+i|k) = u(k+i|k) - u(k+i-1|k)$ . The objective function (2) of the model for minimizing the difference between the prediction signal and the master can be written as (3):

$$J(\Delta U) = \|Y_{given}(k) - \hat{Y}(k)\|_Q^2 + \|\Delta U(k)\|_R^2, \quad (3)$$

where

$\Delta U(k) = [\Delta u(k), \Delta u(k+1), \Delta u(k+2) \dots \Delta u(k+N_c-1)]^T$  – the horizon of the control action;

$$Y_{given}(K) = [y_{given}(k+1), y_{given}(k+2) \dots y_{given}(k+N_p)]^T$$

– the vector of the master signals;

$$\hat{Y}(k) = [\hat{y}(k+1), \hat{y}(k+2) \dots \hat{y}(k+N_p)]^T$$

– the vector of the predictive model by outputs object control;

$$Q = \text{diag}[q(1) \quad q(2) \quad \dots \quad q(N_p)]$$

– a weighted positive defined matrix of state variables;

$$R = \text{diag}[r(1) \quad r(2) \quad \dots \quad r(N_c)]$$
 – the weighting positive matrix of control actions.

The vector of predictive models based on the outputs of the OC at  $N_p$  future clock cycles of the horizon can be predicted in the following form (4):

$$\hat{Y}(k) = S_C(k)S_A(k)\hat{x}(k) + S_C(k)S_B(k)u(k-1) + S_C(k)S_U(k)\Delta U(k) + S_d(k)d(k) \quad (4)$$

Where  $S_C(k)$ ,  $S_A(k)$ ,  $S_U(k)$ ,  $S_d(k)$ - conjugate matrices that have the following form (5):

$$S_B(k) = \begin{bmatrix} S_{1,1}(k) \\ S_{2,1}(k) \\ \dots \\ S_{N_p,1}(k) \end{bmatrix}$$

$$S_C(k) = \begin{bmatrix} C(k+1|k) & 0 & 0 \\ \dots & \ddots & \dots \\ 0 & 0 & C(k+N_p|k) \end{bmatrix}$$

$$S_d(k) = \begin{bmatrix} B_d(k|k) \\ B_d(k+1|k) \\ \dots \\ B_d(k+1|k) \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$S_U(k) = \begin{bmatrix} S_{1,1}(k) & 0 & \dots & 0 \\ S_{2,1}(k) & S_{2,2}(k) & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ S_{N_c,1}(k) & S_{N_c,2}(k) & \dots & S_{N_c,N_c}(k) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ S_{N_p,1}(k) & S_{N_p,2}(k) & \dots & S_{N_p,N_c}(k) \end{bmatrix}$$

$$S_{i,j}(k) = \sum_{i=1}^{N_p} \left( \prod_{j=1}^{N_c} A(k+i-1|k) \right) B(k+j|k) + B(k+i-1|k) \text{ by } \begin{cases} i = \overline{1:N_p} \\ j = \overline{1:N_c} \end{cases}$$

3) Calculation of optimization of the objective function by quadratic programming. The minimization of the objective function can be expressed (3) as follows equation (6):

$$J(\Delta U) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{N_p} \left[ \|\varphi_{given}(k+i|k) - \varphi_2(k+i|k)\|_{q_1}^2 + \|M_{21}(k+i|k) - M_C(k+i|k)\|_{q_2}^2 \right] + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^{N_c} \|\Delta u_{p,n}(k+i|k)\|_{r_1}^2 \quad (6)$$

The vectors (6) of the predicted outputs and the given signals are presented in the following form (7):

$$\hat{y}^T(k+i|k) = [\varphi_2(k+i|k)M_{21}(k+i|k)];$$

$$y_{given}^T(k+i|k) = [\varphi_{given}(k+i|k)M_C(k+i|k)]; \quad (7)$$

$$i = \overline{1:N_p}$$



The quadratic shape of the object control position provides the accuracy of position tracking for a given signal, and the quadratic shape of the perturbing moment provides damping of the external perturbation of the moment.

The objective function (7) is characterized by the presence of restrictions on the elastic moment  $M_{21}$  and on the control action at the output of a discrete predictive regulator  $u_{p.r.}$ . The range of these amplitude limits will look like a system of inequalities (8):

$$\begin{cases} -0,1M_{d.n} \leq M_{21} \leq 0,1M_{d.n} \\ -\omega_{d.n} \leq u_{p.r} \leq \omega_{d.n} \end{cases} \quad (8)$$

According to the law of predictive control, only the first element of the increment vector is applied - the control action at time  $k$ . In this case, the optimal control signal coming to the input of the circuit of the op-amp position has the form (9):

$$u_{optimal.p.r}(k|k) = u_{p.r}(k-1) + \Delta u_{optimal.p.r}(k|k) \quad (9)$$

*Conclusion.* Summarizing this brief literature review, focused on the possibility of applying linear prediction methods to control a robotic manipulator, it is important to emphasize that new methods for designing a predictive control model applicable to solving this specific problem have been found and will be implemented at present.

#### REFERENCES:

[1] "What is Model Predictive Control?" Mathworks <https://www.mathworks.com/help/mpc/gs/what-is-mpc.html>.

Дата обращения: 07.02.2024

[2] Lucia, S; Subramanian, S; Limon, D; Engell, S (2020). "Stability properties of multi-stage nonlinear model predictive control". *Systems & Control Letters*. 143 (9): P. 104743. doi:10.1016/j.sysconle.2020.104743. S2CID 225341650.

[3] Subramanian, S; Lucia, S; Paulen, R; Engell, S (2021). "Tube-enhanced multi-stage model predictive control for flexible robust control of constrained linear systems". *International Journal of Robust and Nonlinear Control*. 31 (9): P. 4458–4487. arXiv:2012.14848. doi:10.1002/rnc.5486. S2CID 234354708.

[4] Subramanian, S; Abdelsalam, Y; Lucia, S; Engell, S (2022). "Robust Tube-Enhanced Multi-Stage NMPC With Stability Guarantees". *IEEE Control Systems Letters*. 6: P. 1112–1117. doi:10.1109/LCSYS.2021.3089502. S2CID 235799791.

[5] Lan N.V., Belov A.M. Synthesis of nonlinear predictive control of a valve electric drive of optical-mechanical complexes, 2022, *Izvestia of St. Petersburg Electrotechnical University "LETI"*. <https://doi.org/10.32603/2071-8985-2022-15-1-63-72>.

УДК 681.5, 621

Толыкбаева М.Б. (21-ДАУ-3а), Алонцева Д. Л. (д.ф.-м.н., ВКТУ), Красавин А.Л. (PhD, ВКТУ)

## АДАПТИВНЫЙ КОНТРОЛЛЕР ДЛЯ РОБОТОВ-МАНИПУЛЯТОРОВ С НЕИЗВЕСТНОЙ КИНЕМАТИКОЙ И ДИНАМИКОЙ

***Аннотация.** В данной работе рассматривается новый подход к адаптивному управлению роботами-манипуляторами с неизвестной кинематикой и динамикой, основанный на использовании модельно-независимого адаптивного контроллера совместно с наблюдателем кинематики. Представленный наблюдатель кинематики позволяет оценивать кинематические параметры даже в некоторых нетрадиционных сценариях применения, где обычные методы, основанные на обработке изображений, являются неприменимыми.*

***Ключевые слова:** Неизвестная кинематика и динамика, модельно-независимое управление, наблюдатель кинематики, робот-манипулятор, адаптивное управление.*

***Введение.** Адаптивное управление роботами-манипуляторами с неизвестными кинематическими и динамическими параметрами остается давней, но в то же время нерешенной проблемой в области робототехники из-за технических трудностей в обработке эффекта сильной связи между управляющим моментом и упомянутыми неизвестностями, в литературе к которым посвящены ряд работ. Например, в [1] предложена метод адаптивного управления на основе Ляпунова, которая объединяет метод обратного Якобиана и закон адаптации привода, с помощью которого устраняются сбои в отслеживании ошибок, вызванных возмущением параметров привода, в [2] рассматривается теоретическая основа для реализации управления с экспоненциальным отслеживанием спомощью контроллера адаптации матрицы Якоби и закона оценки на основе наблюдений, в интегрированную систему управления, в [3] используются метод динамики обнуления для устранения неопределенной кинематики, корректирующий неизвестную матрицу Якобиана в режиме реального времени, и закон оценки, основанный на наблюдении, для точной оценки неопределенной динамики и для решения проблем возмущений неизвестной динамики.*

В этой статье представлена адаптивная схема управления, которая адаптируется к неизвестной кинематике и неизвестной системной динамике робота-манипулятора. Схема управления состоит из наблюдателя кинематики и модельно-независимого адаптивного контроллера. Наблюдатель кинематики оценивает и обновляет неизвестные параметры в режиме онлайн при изменении кинематических параметров во время работы манипулятора, в то время как единственная требуемая информация - это положение рабочего инструмента, положение шарнирного пространства и скорость шарнирного пространства.

***Постановка задачи.** Поскольку движения манипулятора непосредственно обеспечиваются крутящими моментами, генерируемыми каждым шарнирным*

двигателем, уравнение движения [4]  $n$ -шарнирного робота может быть смоделировано с помощью

$$\tau = M(q)\ddot{q} + V(q, \dot{q})\dot{q} + G(q) \quad (1)$$

где  $\tau \in \mathbb{R}^n$ - вектор, представляющий крутящий момент, приложенный к каждому шарниру. Векторы  $q, \dot{q}, \ddot{q} \in \mathbb{R}^n$  указывают угловые положения, угловые скорости и угловые ускорения в каждом шарнире.  $M(q) \in \mathbb{R}^{n \times n}$  - матрица инерции,  $V(q, \dot{q})$ -центростремительная матрица Кориолиса, а  $G(q)$  - вектор сил тяжести.

Такие задачи как манипулирование, выполняемые роботами-манипуляторами, обычно сводятся к управлению рабочим инструментом манипулятора, следующим по желаемой траектории в декартовом пространстве. В частности, рабочий инструмент в этой задаче определяется как конечная точка неизвестного объекта, удерживаемого манипулятором. Хотя положение рабочего инструмента в реальном времени может быть измерено откалиброванной камерой, скорость рабочего инструмента может быть точно измерена этой камерой. Как указано в [5], поскольку частота дискретизации камеры в целом низкая, дифференциация выходных данных камеры приводит к большому уровню шума при измерении скорости. Также в работе [6] доказано, что на точность измерения скорости легко влияют уровень контрастности и шум камеры. Следовательно, положение/скорость рабочего инструмента в декартовом пространстве вычисляются на основе измерений в шарнирном пространстве с учетом кинематической модели манипулятора, показанной в следующих уравнениях:

$$x = F(q)\dot{q} = J(q)\dot{q} \quad (2)$$

где  $x$ - положение рабочего инструмента (и ориентацию) в трехмерном декартовом пространстве.  $F(q)$  -прямую кинематика манипулятора от его основания до рабочего инструмента при удержании различных объектов,  $J(q)$ -матрица Якоби манипулятора. Из-за неизвестных размеров конечного звена робота с неизвестной нагрузкой,  $F(q)$ и  $J(q)$  известны только частично. Это подразумевает, аналогично работе [7], представление (1) в декартовом пространстве:

$$\tau_c = M_c(q) \cdot \ddot{x} + V_c(x, \dot{x})\dot{x} + G_c(x) \quad (3)$$

Чтобы следовать по желаемой траектории, рабочий инструмент управляется контроллером обратной связи, который предназначен для минимизации ошибки отслеживания. Ошибка отслеживания определяется как:

$$e = x_d - x \quad (4)$$

где  $x_d$ -требуемое трехмерное положение рабочего инструмента в эталонном декартовом пространстве. Следовательно, производная ошибки отслеживания  $\dot{e} = \frac{\partial e}{\partial t}$  по времени  $t$  может быть вычислена с помощью

$$\dot{e} = \dot{x}_d - \dot{x} \quad (5)$$

где  $\dot{x}_d$  и  $\dot{x}$  - производные по времени сигнала запроса  $x_d$  и измерения  $x$  в 3D. Можно предположить, что  $x_d$  и его первые две производные по времени остаются ограниченными.

Кинематическая функция (2) может быть разложена на множители в терминах регрессора и вектора, представляющего неизвестные параметры, которые наблюдаются:

$$x = Y(q)\Psi \quad (6)$$

где  $\Psi$  - вектор параметров кинематической функции, а  $Y(q) = [Y_{i,j}(q)]$  - матрица регрессора, которая является функцией положения  $q$  в шарнирном пространстве.

*Модельно-независимый адаптивный контроллер.* Модельно-независимый адаптивный контроллер [7] принят как часть общей схемы адаптивного управления. Контроллер реализован в декартовом пространстве, поэтому требуемыми знаниями являются прямая кинематика  $F(q)$ , скорость рабочего инструмента манипулятора и матрица Якобиана  $J(q)$ , для оценки которых будут использоваться наблюдатель кинематики и положение/скорость шарнирного пространства. Однако это по-прежнему сокращенный набор сигналов обратной связи и значительно снижает вычислительные затраты (например, обратная кинематика  $F^{-1}(q)$  не требуется для вычисления в реальном времени).

«Измененная требуемая скорость» и «взвешенная ошибка положения/скорости» определяются как

$$\dot{x}_d^* = \dot{x}_d + \lambda e \quad (7)$$

$$e^* = \dot{e} + \lambda e = \dot{x}_d^* - \dot{x} \quad (8)$$

где  $\dot{x}_d^*$  - измененная требуемая скорость,  $e^*$  - взвешенная ошибка положения/скорости,  $x_d$  - желаемое положение в декартовом пространстве.  $\lambda$  - положительный постоянный весовой коэффициент для составления «измененных ошибок». Сигнал адаптивного управления определяется как:

$$\tau_A = A(t)\ddot{x}_d^* + B(t)\dot{x}_d^* + f(t) + [2k + K(t)]e^* \quad (9)$$

$$\dot{f} = -\alpha_1 f + \beta_1 e^* \quad (10)$$

$$\dot{A} = -\alpha_2 A + \beta_2 e^* (\ddot{x}_d^*)^T \quad (11)$$

$$\dot{B} = -\alpha_3 B + \beta_3 e^* (\dot{x}_d^*)^T \quad (12)$$

$$\dot{K} = -\alpha_4 K + \beta_4 e^* (e^*)^T \quad (13)$$

где  $\tau_A \in \mathbb{R}^n$  - вектор виртуальных управляющих сил, которые должны быть приложены к  $\tau_c$ , т.е.  $\tau_c = \tau_A$  (3).  $k, \alpha_{i=1,2,3,4}$  и  $\beta_{i=1,2,3,4}$  - постоянные положительные скаляры.  $A(t), B(t), K(t)$  и  $f(t)$  - изменяющиеся во времени адаптивные коэффициенты усиления, которые обновляются в режиме онлайн.

*Адаптивная процедура определения кинематики манипулятора.* Чтобы справиться с кинематическими неопределенностями, в схему управления введен наблюдатель кинематики, которому требуется измерение положения рабочего инструмента манипулятора в режиме реального времени с камеры, которое будет использовано для обновления оценок  $F(q)$  и  $J(q)$  модельно-независимым адаптивным контроллером.

Ошибка оценки  $e'$  определяется как разница между измеренным пространственным положением рабочего инструмента манипулятора  $x_{pos}$  (например, камеры) и оцененным положением рабочего инструмента:

$$e' = x_{observed} - \hat{F}(q) \quad (14)$$

где  $x_{observed}$  - декартовы координаты точки «центра» рабочего инструмента манипулятора, определяются по данным видеокамеры, а  $F(q)$  - оценочное положение рабочего инструмента в соответствии с оценочной прямой кинематикой. Оценка  $\hat{F}(q)$  определяется как:

$$\hat{F}(q) = \hat{x} = Y(q)\hat{\Psi} \quad (15)$$

где  $Y(q) = [Y_{i,j}(q)]_i$  - матрица регрессии, определенная в уравнении 6, а  $\hat{\Psi}$  - оцененный вектор параметров размера инструмента. Это также подразумевает оценку скорости  $\hat{\dot{x}}$ :

$$\hat{\dot{x}} = \dot{Y}(q)\hat{\Psi} \quad (16)$$

где  $\dot{Y}_{ij}(q) = \frac{\partial Y_{ij}(q)}{\partial q} \dot{q}$ .

$$\dot{\hat{\Psi}} = Y^T(\cdot)\Lambda e' \quad (17)$$

где  $\dot{\hat{\Psi}}$  - скорость изменения оцененных параметров,  $\Lambda$  - положительно определенная матрица,  $Y$  - матрица регрессии, определенная выше, и  $e'$  - разница между реальным положением рабочего инструмента и оцененным положением рабочего инструмента (14).

*Адаптивное управление с неизвестным наблюдателем кинематики.* На рисунке 1 показано взаимодействие модельно-независимого адаптивного контроллера с наблюдателем кинематики.

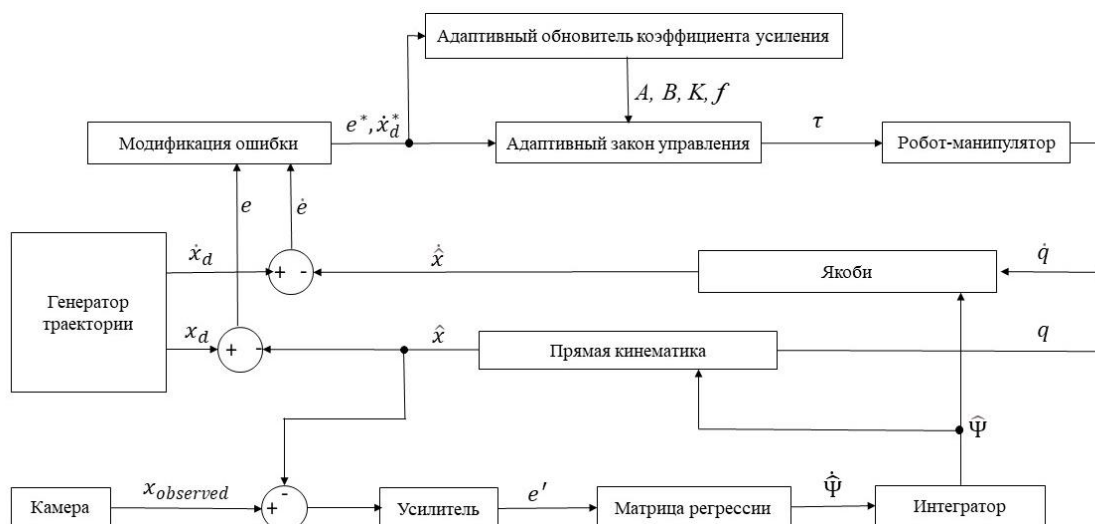


Рисунок 1 - Структурная схема предлагаемого адаптивного контроллера с неизвестной кинематикой и динамикой

Система управления с наблюдателем кинематики суммируется следующим образом:

$$\hat{e} = x_d - \hat{x}, \quad \dot{\hat{e}} = \dot{x}_d - \dot{\hat{x}} \quad (18)$$

$$\dot{\hat{x}}_d^* = \dot{x}_d + \lambda \hat{e} \quad (19)$$

$$\hat{e}^* = \dot{\hat{e}} + \lambda \hat{e} = \dot{\hat{x}}_d^* - \dot{\hat{x}} \quad (20)$$

Тогда закон адаптивного управления с помощью наблюдателя кинематики должен быть переписан следующим образом:

$$\tau = A(t)\ddot{x}_d^* + B(t)\dot{x}_d^* + f(t) + [2k + K(t)]e^* \quad (21)$$

$$\dot{f} = -\alpha_1 f + \beta_1 \hat{e}^* \quad (22)$$

$$\dot{A} = -\alpha_2 A + \beta_2 \hat{e}^* (\ddot{x}_d^*)^T \quad (23)$$

$$\dot{B} = -\alpha_3 B + \beta_3 \hat{e}^* (\dot{x}_d^*)^T \quad (24)$$

$$\dot{K} = -\alpha_4 K + \beta_4 \hat{e}^* (\hat{e}^*)^T \quad (25)$$

Доказательство устойчивости (сходимости процедуры) с учетом сценария кусочно-постоянных кинематических параметров, позволяющего избежать дополнительной сложности, связанной с ограниченным временным изменением кинематических параметров, из-за недостатка места в этой заметке не приводится.

*Заключение.* В этой работе представлен новый подход адаптивного управления, компенсирующий неизвестную кинематику и динамику в режиме реального времени, где контроллер требует только кинематическую структуру робота-манипулятора и обеспечивает точное трехмерное позиционирование. Информация о неизвестных размерах может быть получена с помощью разработанного кинематического наблюдателя.

*Благодарность:* исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (Грант № AP19679327).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

[1] Zhou B., Yang L., Wang Ch., Chen Y., Chen K. Inverse jacobian adaptive tracking control of robot manipulators with kinematic, dynamic, and actuator uncertainties // *Complexity*. – 2020, <https://doi.org/10.1155/2020/5070354>.

[2] Yuchuang T., Jinguo L., Hao Zh., Xin Zh. Adaptive tracking control of robotic manipulators with unknown kinematics and uncertain dynamics // *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*. – 2023, DOI: 10.1109/TASE.2023.3309964.

[3] Zhang M., Zhang Z., Sun M. Adaptive tracking control of uncertain robotic manipulators // *IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs*. – 2024, doi: 10.1109/TCSII.2024.3352419.

[4] Siliciano B., Sciavicco L., Villani L., Oriolo, G. Robotics: modelling, planning and control // Springer. -2010, pp. 415-418.

[5] Wang H., Liu Y., Chen W. Uncalibrated visual tracking control without visual velocity // *IEEE Transactions on Control Systems Technology*. – 2010, vol. 18, issue 6, pp. 1359-1370, <https://doi.org/10.1109/TCST.2010.2041457>.

[6] Simonchelli E., Adelson E., Heeger D. Probability distributions of optical flow // *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. – 1991.

[7] Colbaugh R., Seraji H., Glass K. Adaptive Compliant Motion Control for Dexterous Manipulators// *The International Journal of Robotics Research*. – 1995, vol. 14, issue 3, pp. 270-280, <https://doi.org/10.1177/027836499501400305>

ӘОЖ 004.932

Шериязданов Е.Е. (ШҚТУ), Глебалдинова А.С. (PhD, ШҚТУ)

## НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІ ӘДІСТЕРІНІҢ КӨМЕГІМЕН АРАМШӨПТЕРДІ КЛАССИФИКАЦИЯЛАУ

***Аңдатпа.** Жасанды нейрондық желілерді қолдану арқылы машиналық оқыту негізінде арамшөптерді классификациялау әдістері ұсынылған. Сипатталған әдістерге негізделген деректерді өңдеу жүзеге асырылды. Деректер жинағы аннотациялары және маскалары бар 60 суретті қамтиды және Интернет желісінде қолжетімді. Семантикалық сегментация мәселесінде қолданылатын үш түрлі нейрондық желінің (FCN, Google DeepLabv3 және U-Net) архитектуралары негізіндегі модельдер қолданылды. Негізінен, тәжірибе барысында суреттегі өсімдіктердің егін немесе арамшөп екенін анықтау жүргізілді. Ашық дереккөздерден алынған деректерді өңдеу жалпы қолайлы нәтижелерді берді.*

***Түйін сөздер:** ауыл шаруашылығы, егін, арамшөп, классификациялау, машиналық оқыту, нейрондық желілер, деректерді өңдеу.*

### **Кіріспе**

Ауыл шаруашылығы – халық үшін азық-түлік қауіпсіздігі мен өмірлік маңызды ресурстарды қамтамасыз ететін экономиканың маңызды салаларының бірі. Заманауи технологиялар, соның ішінде нейрондық желілерді пайдалану ауыл шаруашылығындағы өндірістік процестерді жақсартуға, өнімділікті оңтайландыруға және өнім сапасын жақсартуға көмектеседі. [1]

Ауыл шаруашылығын автоматтандыруда арамшөптермен күресу және ауылшаруашылық дақылдарының ауруларын бақылау өзекті мәселеге айналды. Егістің өсіп келе жату кезеңінде аурулар мен арамшөптерге мониторинг жүргізу ауруларды анықтау және алдын алу, айтарлықтай егін шығынын жою үшін өте маңызды, бұл процесті жүргізудің дәстүрлі әдістері қымбатқа түседі, сонымен қатар адам ресурстарын қажет етеді және жұмысшыларды зиянды химикалық заттармен ластану қаупіне ұшыратады. Сондықтан арамшөптерді анықтауды жүзеге асыратын зиянкестермен күресу жүйесін әзірлеу ауыл шаруашылығы саласындағы зерттеулердің негізгі бағыты болып табылады. [2]

### **Негізгі бөлім**

*Деректер жиынтығының қайнар көзі.* Жоғарыдағы аңдатпада аталғандай, деректер жиынтығы Интернеттегі ашық дереккөздерден алынған [3].

Барлық суреттер сәбіз өсімдіктері өсудің бастапқы кезеңінде болған кезде органикалық сәбіз фермасында автономды BoniRob дала роботымен алынды. Арамшөптер ішінде және қатар арасында болды, арамшөптер мен егіннің көлемі бірдей болды және бір-біріне жақын өсті. Әрбір деректер жинағының суреті үшін өсімдіктерді сегменттеу маскалары және өсімдік түріне аннотациялар (егін немесе арамшөп) берілген (1а, 1б, 1в, 1г суреттер).



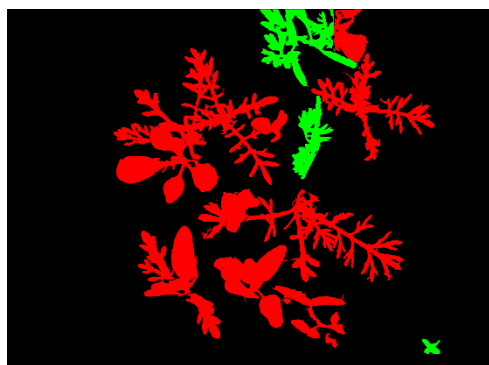
а)



б)



в)



г)

Сурет 1 – а) бастапқы сурет; б) өсімдік маскасы; в) аннотация (сегменттелген сурет – егін/арамшөп), мұнда егін пиксельдері – жасыл түсті, ал арамшөп пиксельдері – қызыл түсті; г) аннотация деректері (YAML-форматта).

*Деректер жиынтығының сипаттамасы.* Деректер жиынтығының жеке бір экземплярларының сипаттамасы кесте 1-де көрсетілген.

Кесте 1 – Деректер жиынтығындағы жеке бір суреттің сипаттамалары

```

annotation:
- type: weed
  points:
  x: [810.0, 841.0, 846.0, 926.0, 956.0, 1054.0, 1175.0, 1161.0, 1010.0, 971.0,
    948.0, 937.0, 909.0, 837.0]
  y: [225.0, 234.0, 266.0, 338.0, 408.0, 422.0, 317.0, 230.0, 126.0, 114.0, 130.0,
    167.0, 170.0, 169.0]
- type: weed
  points:
  x: [1070.0, 1055.0, 980.0, 850.0, 834.0, 767.0, 758.0, 772.0, 756.0, 682.0, 637.0,
    646.0, 681.0, 663.0, 721.0, 770.0, 851.0, 888.0, 939.0, 987.0]
  y: [626.0, 722.0, 739.0, 658.0, 748.0, 730.0, 674.0, 654.0, 624.0, 635.0, 570.0,
    558.0, 523.0, 496.0, 490.0, 476.0, 517.0, 537.0, 533.0, 545.0]
- type: crop
  points:
  x: [1153.0, 1102.0, 1095.0, 1149.0, 1177.0]
  y: [882.0, 872.0, 926.0, 948.0, 933.0]
- type: weed
  points:
  x: [925.0, 787.0, 727.0, 708.0, 743.0, 742.0, 849.0, 898.0, 918.0, 919.0]
  y: [769.0, 750.0, 736.0, 750.0, 790.0, 856.0, 918.0, 918.0, 871.0, 797.0]

```

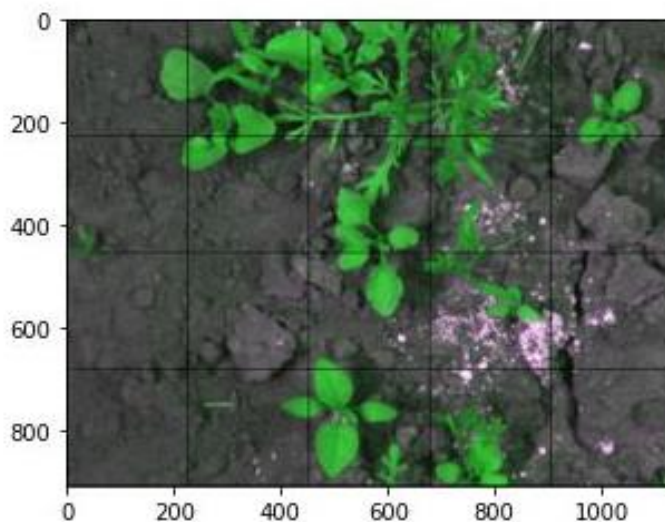
<b>Бастапқы сурет (Сурет 1.1а)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Файл атауы – 001_image.png</li> <li>• Формат – PNG (3 каналды), 8 бит</li> <li>• Каналдар – 1 -&gt; Red, 2 -&gt; Near-Infrared, 3 -&gt; Red</li> </ul>
<b>Өсімдік маскасы (Сурет 1.1б)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Файл атауы – 001_mask.png</li> <li>• Формат – PNG (монохромды), 1 бит</li> <li>• Каналдар – Biomass -&gt; 0, Background -&gt; 1</li> </ul>
<b>Егін/арамшөпке аннотация суреті (Сурет 1.1в)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Файл атауы – 001_annotation.png</li> <li>• Формат – PNG (3 каналды), 8 бит</li> <li>• Каналдар – 1 -&gt; 255 егер пиксельде арамшөп болса, басқа жағдайда – 0; 2 -&gt; егер пиксельде егін болса, басқа жағдайда – 0; 3 -&gt; әрқашан 0</li> </ul>
<b>Егін/арамшөпке аннотация деректері (Сурет 1.1г)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Файл атауы – 001_annotation.yaml (YAML – адамға түсінікті форматта ақпаратты сақтауға арналған тіл).</li> </ul>

Бұл жерде егін/арамшөпке аннотация деректеріне (YAML-форматындағы) толығырақ тоқталғанда:

1) «type» өрісі сегменттелген (аннотация) суреттегі класстың атауын анықтайды (crop –егін немесе weed –арамшөп);

2) «points» өрісі және, сәйкесінше, сол өрістің ішіндегі «x» және «y» өрістері әрбір класстың пиксельдерінің (нүктелерінің) XY координаталық жүйесі бойынша қай жерде орналасқанын көрсетеді.

*Эксперименттік жұмыс.* Деректер жиынтығындағы суреттер өте жоғары пішімге ие болғандықтан (996 x 1296 пиксель), бұл модельді оқытудың тиімділігін төмендетеді. Деректер жинағының шағын мөлшері (60 сурет) мен суреттердің жоғары пішіміне байланысты суреттер оқыту үшін 224 x 224 өлшемді патчтарға бөлінді (сурет 2). Деректерді аугментациялаудың бұл әдісін алғаш рет A.Brilhador және оның әріптестері [4] қолданған.



Сурет 2 – Деректерді аугментациялау әдісі (патчтарға бөлу)

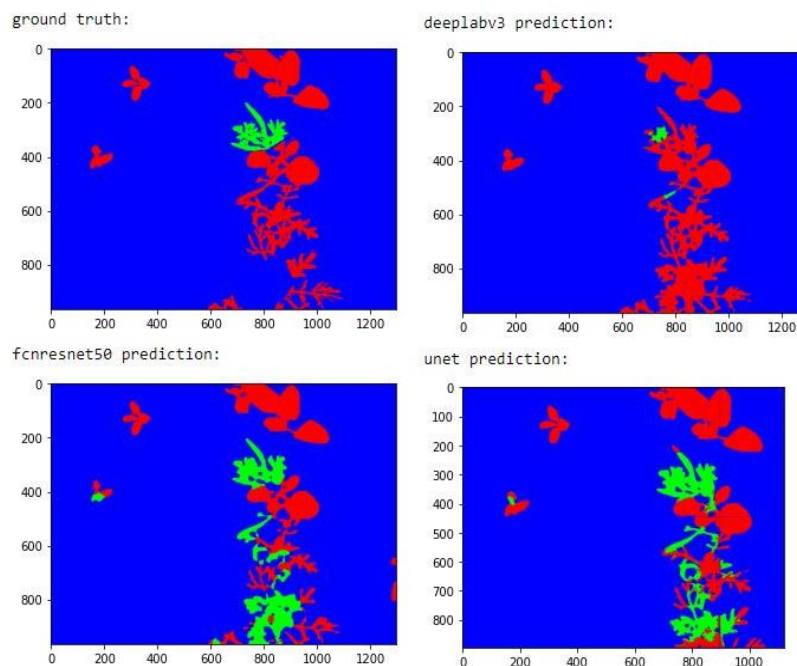
Деректер жиынтығындағы түпнұсқа 60 сурет кездейсоқ 80/20 бөлу арқылы оқыту және тестілеу жинақтарына бөлінді. Барлық модельдер үшін бірдей оқыту және сынақ жинақтары пайдаланылды. Модельдерді бағалау үшін IOU (Intersection Over Union) өлшемі метрика ретінде пайдаланылды. Тестілеу жинағы бойынша бағалау нәтижелері 2-ші кестеде келтірілген. Классификациялау 3 класс бойынша жүргізілді: weed – арамшөп, crop – егін және soil – жер (топырақ).

Кесте 2 – Модельдерді бағалау нәтижелері

Модель	Crop IOU	Weed IOU	Soil IOU
FCN	44.25%	67.35%	97.75%
Google DeepLabv3	22.67%	68.85%	98.1%
U-Net	52.21%	77.24%	98.42%

Кестеден көрініп тұрғандай, U-Net барлық класстар бойынша FCN және DeepLabv3 модельдеріне қарағанда жақсырақ жұмыс істейді. Дегенмен, егін класы бойынша IOU мәні барлық модельдер үшін әлдеқайда төмен, ал арамшөп класы бойынша IOU мәні барлық модельдер үшін әлдеқайда жоғары болды. Мұның бір түсіндірмесі –10 эпоха (оқыту 10 эпохада жүргізілді) модельдерді тым дәл баптау болғаны керек, бұл нәтижесінде оқыту жиынтығының шамадан тыс сәйкестенуіне (overfitting) әкелді. Егін белгілері бар пиксельдерге қарағанда арамшөп белгілері бар пиксельдер көп болғандықтан, модельдер арамшөптерді анықтауға сезімталырақ болуы мүмкін.

Төмендегі сурет 3-тестілеу жинағының суретін мысал ретінде пайдалана отырып, желілердің әрқайсысының болжамдарының визуализациясы көрсетілген, мұндағы «ground truth» – эталонды деректер.



Сурет 3 – классификациялау нәтижесінің визуализациясы

### Қорытынды

Жұмыста FCN, Google DeepLabv3 және U-Net нейрондық желілерінің негізінде арамшөптерді классификациялау есебін жүзеге асыратын модельдерді жаттықтыру жүргізілді. Жұмыс барысында жалпы семантикалық сегментация модельдері туралы білімдер алынды, сурет деректерімен жұмыс істеу және PyTorch-те нейрондық желілерді оқыту тәжірибесі алынды және дәл ауыл шаруашылығында қолданылатын компьютерлік көруге қатысты материалдар зерттелді.

Болашақта жасалатын жұмыс: басқа нейрондық желілердің архитектураларын зерттеуді, осы жұмыс барысында қолданылған модельдерден ең қолайлысын таңдап және оған өзгерістерді енгізу немесе

дәстүрлі классификациялау алгоритмдері мен нейрондық желімодельдерін алып, гибридті әдісті әзірлеуді қамтуы мүмкін.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. Нейросети в сельском хозяйстве: оптимизация урожайности, селекция новых растений и борьба с пагубными болезнями| Дзен [Электронды ресурс]– Ресурстың URL-адресі: <https://dzen.ru/a/ZFzQTgDmVzyDay4y>(Қатынау уақыты: 15.02.2024)

2. Бурибаев Ж., Амиргалиева Ж., Атаниязова А., Мелис З., Даулетия Д. (2021). ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ РАЗНОВИДНОСТЕЙ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ. «Физико-математические науки», 75(3), 83–93. <https://doi.org/10.51889/2021-3.1728-7901.10>.

3. Деректер жиынтығы алынған ресурстың URL-адресі: <https://github.com/cwfid/dataset>.

4. A. Brilhador, M. Gutoski, L. T. Hattori, A. de Souza Inácio, A. E. Lazzaretti and H. S. Lopes, "Classification of Weeds and Crops at the Pixel-Level Using Convolutional Neural Networks and Data Augmentation," 2019 IEEE Latin American Conference on Computational Intelligence (LA-CCI), Guayaquil, Ecuador, 2019, pp. 1-6, doi: 10.1109/LA-CCI47412.2019.9037044.

УДК 004.932

Эльдарава Э. Э. (ЕНУ им. Л.Ю.Гумилева)

## КОМБИНИРОВАННЫЙ МЕТОД УЛУЧШЕНИЕ ВИЗУАЛЬНОГО КАЧЕСТВА ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

***Аннотация.** В статье предложено метод для повышения качества цифровых изображений на основе комбинации алгоритма уменьшение шума, восстановление размытие и улучшение контраста. Сопоставлены показатели объективной и визуальной оценки улучшенных цифровых изображений. Для выполнения экспериментов в качестве тестового данных сформирован набор изображений MuImage. Итоговое тестирование предложенных алгоритмов на наборе MuImage показывает положительный результат, достигая следующих значений: коэффициент корреляции Пирсона выше 0,81, коэффициент корреляции Спирмена выше 0,77. Это свидетельствует о хорошей корреляции с визуально воспринимаемым и объективным качеством изображения.*

***Ключевые слова:** цифровое изображение, оценка цифровых изображений, шум, размытие, контраст.*

Получение изображений, хранение, передача, просмотр и технологии обработки подверглись невероятным достижениям за последние годы. Изображения плохого качества могут снижать точность различных алгоритмов, например, при распознавании личности, обработке медицинских или спутниковых снимков. Соответственно, возникает необходимость повышать качество этих изображений. Основные подходы к решению этой проблемы даны в работах В.Вовик, Р.Гонсалес, В.Старовойтов, Ю. Голуб, К.Искаков, М.Редерсен, Н.Ропомаренкой другие [1-3].

На основе результатов проведенных исследований и экспериментов [4-10] предложено метод повышения качества цифровых изображений на основе комбинации алгоритма уменьшение шума, восстановление размытие и улучшение контраста. Для уменьшения шума используется FFDNet [11], для восстановления размытие используется EDPN [12], для улучшения контраста используется GLADNet [13] и качества исследуемого изображения оценивается с помощью меры CLRIQA [14]. В низу описаны алгоритм метода:

- В начале исходное изображения улучшается с помощью функции *FFDNet* и вычисляется объективные оценки *FFDNet\_assessment*.
- Затем улучшенное изображения обрабатывается с помощью функции *EDPN* и определяется объективные оценки *EDPN\_assessment*.
- Проверяется условия  $EDPN\_assessment > FFDNet\_assessment$ .
- Если оценка *EDPN\_assessment* больше, тогда в качестве исследуемого изображения является *EDPN\_image*, в противном случае *FFDNet\_image*.
- Далее исследуемые изображения обрабатывается с помощью функции *GLADNet\_image* и определяется его объективная оценка-**function** *GLADNet\_assessment*.



- Проверяется условия  $GLADNet\_assessment > image\_assessment$ . При положительном случае выходным данным является новая изображения-  $GLADNet\_image$ , в противном случае текущая изображения-  $Image$ .

Проведенные эксперименты показали, что комбинация  $FFDNet + EDPN + GLADNet$  дает положительный результат при улучшение цифрового изображения.

Для тестирования результатов программного обеспечения сформирован набор цифровых изображений  $MyImagesc$  разными типами искажения из реальных сцен. Набор изображений  $MyImagesc$  содержит 20 цифровых изображений, имеющих такие искажения как шум, размытие, плохой контраст и сжатие. Изображения из набора  $MyImages$  представлены на Рисунке 1. Примеры исходных и улучшенных изображений представлены на Рисунках 2.

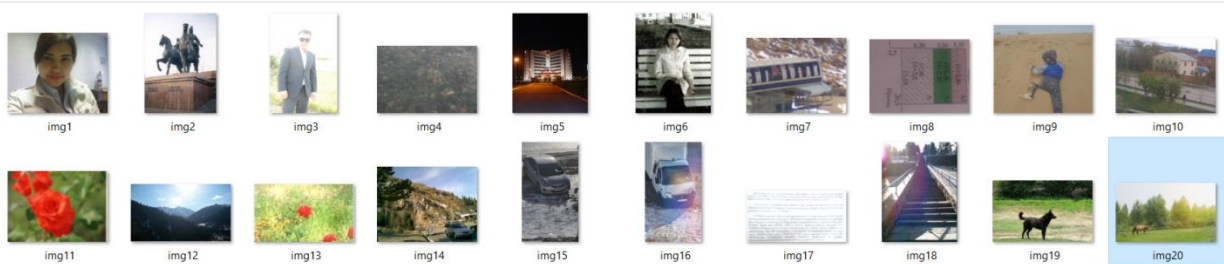


Рисунок 1- Изображения из набора изображений  $MyImages$

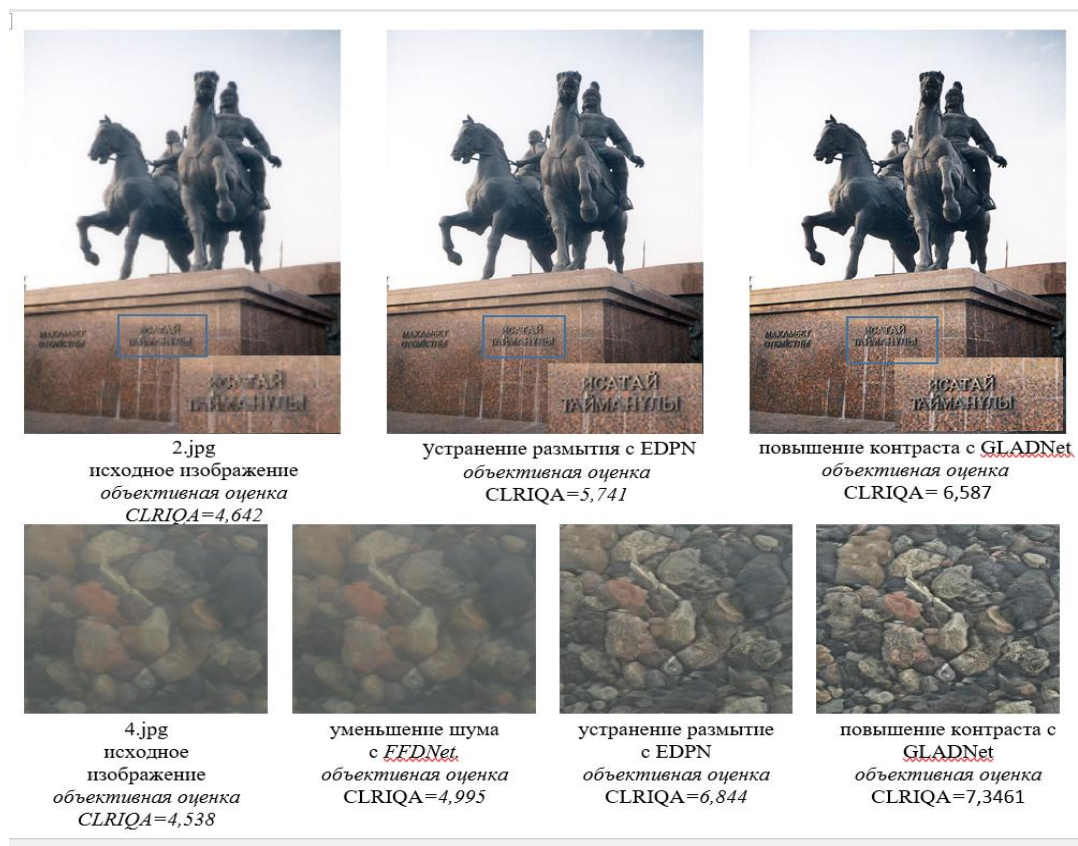


Рисунок 2- Примеры улучшения изображений из набора  $MyImages$

Также проведена визуальная оценка для всех улучшенных изображений из набора MyImages с помощью социальных сетей (Рисунок 3, Таблица 1). Все улучшенные изображения оценивались по 5-бальной шкале: 1- неудовлетворено, 2-плохо, 3-удовлетворено, 4-хорошо, 5-очень хорошо.



Рисунок 3-Пример визуальной оценки качества цифровых изображений для набора MyImages

Таблица 1- Объективные и визуальные оценки улучшенных изображений

изображений	Объективные оценки (CLRIQA)	Визуальные оценки
Набор изображений MyImage		
img1.png	6,0264	4,27
img2.png	6,5873	4,57
img3.png	5,2722	4,30
img4.png	7,3461	4,46
img5.png	3,239	3,70
img6.png	4,2478	3,81
img7.png	8,2711	4,42
img8.png	7,3544	4,49
img9.png	8,3095	4,65
img10.png	8,3428	4,57
img11.png	8,3067	4,65
img12.png	6,908	4,17
img13.png	9,5951	4,66
img14.png	6,5813	4,35
img15.png	6,6235	4,41
img16.png	4,8235	4,47
img17.png	4,9605	3,99
img18.png	6,2209	4,36
img19.png	5,7111	4,44
img20.png	8.3638	4,51

Для определения степени соответствия между объективными и субъективными оценками использованы коэффициент корреляции Пирсона, ранговой корреляции Спирмена.

Таблица 2-Коэффициент корреляции между объективными (CLRIQA) и субъективными оценками

	Базы изображений	Корр.Пирсона	КоррСпирмена
	MyImages	0.8163	0.7758

В данном исследовании коэффициент корреляции колеблется в диапазоне от 0,77 до 0,81 (Таблица 2). Это свидетельствует о том, что объективные показатели оценки качества цифровых изображений хорошо согласуются с визуальными мнениями.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – Litres, 2022
2. Старовойтов В. В., Голуб Ю. И. Получение и обработка изображений на ЭВМ. – 2018.
3. Ponomarenko N. et al. Image database TID2013: Peculiarities, results and perspectives //Signal processing: Image communication. – 2015. – Т. 30. – С. 57-77.
4. Эльдарова Э.Э., Старовойтов В.В. Основные подходы к оценке качества цифровых изображений //Prospects for the Development of Modern Science// Materials of the IV International Scientific-Practical Conference. Gwangju, Korea, March 20-22, 2019
5. Эльдарова Э., Старовойтов В., Исаков К. Оценка эффективности методов подавления шума цифровых изображений //Технические науки и технологии. – 2020. – №. 1.
6. Эльдарова Э.Э., Н.Б.Байтемирова Повышение визуального качество размытых цифровых изображений //Вестник КазНИА РК-Алматы, №3 2022 г
7. Эльдарова Э.Э., Старовойтов В. В., Исаков К. Т. Улучшение визуального качества контрастно искаженных цифровых изображений //Известия НАН РК. Серия физико-математическая. – 2022. – №. 2. – С. 153-168.
8. Eldarova E., Starovoitov V., Iskakov K. Comparative analysis of universal methods no reference quality assessment of digital images //Journal of Theoretical and Applied Information Technology. – 2021. – Т. 99. – №. 9.
9. Starovoytov V. V., Eldarova E. E., Iskakov K. T. Comparative analysis of the SSIM index and the pearson coefficient as a criterion for image similarity //Eurasian Journal of Mathematical and Computer Applications. – 2020. – Т. 8. – №. 1. – С. 76-90.
10. Эльдарова Э.Э., Старовойтов В.В., Исаков К.Т. Корреляционный анализ универсальных методов безэталонной оценки качества цифровых



изображений// Труды Университета, Қарағанды, 2022. 2(86).

11. Zhang K., Zuo W., Zhang L. FFDNet: Toward a fast and flexible solution for CNN-based image denoising //IEEE Transactions on Image Processing. – 2018. – Т. 27. – №. 9. – С. 4608-4622.

12. Xu R. et al. EDPN: Enhanced deep pyramid network for blurry image restoration //Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – 2021. – С. 414-423.

13. Wang W. et al. Gladnet: Low-light enhancement network with global awareness //2018 13th IEEE international conference on automatic face & gesture recognition (FG 2018). – IEEE, 2018. – С. 751-755.

14. Ou F. Z. et al. A novel rank learning based no-reference image quality assessment method //IEEE Transactions on Multimedia. – 2021. – Т. 24. – С. 4197-4211.

UDC 004.89

Umoh O. (EKTU), Zhomartkyzy G. (PhD, EKTU)

## THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN THE TOURIST INDUSTRY

**Abstract:** *Artificial intelligence (AI) in the tourism industry, has acted as a catalyst in bolstering growth and stability in the industry. This article delves into the use of AI in sentiment analysis instead of using the manual methods. Overtime, the use of sentiment analysis has helped business owners to grow their businesses, but this has either been done manually with questionable results because of large data volume. Python libraries was also used but limited to programmers. In recent times, the use of AI tools for sentiment analysis has increased accuracy in results. The aim of this article is to introduce you to AI user-friendly tools for sentiment analysis.*

**Keywords:** *Tourism industry, Online platforms, Sentiment analysis, Natural language processing, Machine learning, Artificial Intelligence (AI).*

**Introduction.** The internet and social media have revolutionized communication, notably impacting tourism. Tourists now rely on online platforms like TripAdvisor and social media channels such as Twitter and Instagram to share their thoughts and experiences, moving away from traditional guidebooks. This shift has created a rich source of many user-generated content, offering valuable insights into tourist preferences. Sentiment analysis, an AI technique, delves deeper into these expressions, uncovering the emotions behind tourist experiences.

Sentiment analysis, utilizing natural language processing and machine learning, categorizes text into positive, negative, or neutral sentiments. With the use of AI algorithms, advanced emotions like joy or anger can also be detected. Sentiment analysis also helps decision-makers to pinpoint areas needing improvement, like facilities, services, or attractions, thereby enhancing visitor experiences. This analytical approach extends to broader aspects such as marketing campaigns and events, enabling monitoring of effectiveness and adaptation as necessary [1, 2].

**Sentiment Analysis: The Heartbeat of Tourism.** The introduction of AI in the tourism industry has helped businesses to gather and analyse extensive data from diverse sources like social media and travel sites, uncovering insights into preferences and behavioural patterns. This enables personalized marketing strategies, such as targeted promotions tailored to individual interests, enhancing customer satisfaction and fostering loyalty. For example, a tourist who is interested in horse riding and boat cruise, will get promotions on their interests, thus reducing the search hours for such tourist [5]. AI has not only given tourists satisfaction, but also encouraged competitiveness in the tourism industry.

**The AI Revolution: Charting the Course.** Natural language processing (NLP) and machine learning algorithms are AI tools that enables sentiment analysis to understand human emotions expressed in text. There are different tools for sentiment analysis like SpaCy libraries in python, support vector machines (SVM),

etc. Due to the evolving nature of AI, different stand-alone toolkits have been invented to help reduce the number of python libraries and vector machines needed, with increased accuracy for sentiment analysis which also saves time. We will be using **Orange Data Mining** for this article.

There are toolkits for data visualization, machine learning, and data mining which offers a visual programming interface for qualitative data analysis and interactive visualization. We can analyse, model, visualize and explore data by building different workflows, connecting widgets together according to the task required. There are different machines in orange that aids in data modelling, that aids in predicting future occurrence or behavioural patterns [4]. Figure 1 shows how different widgets are connected for data processing and displayed on a data table.

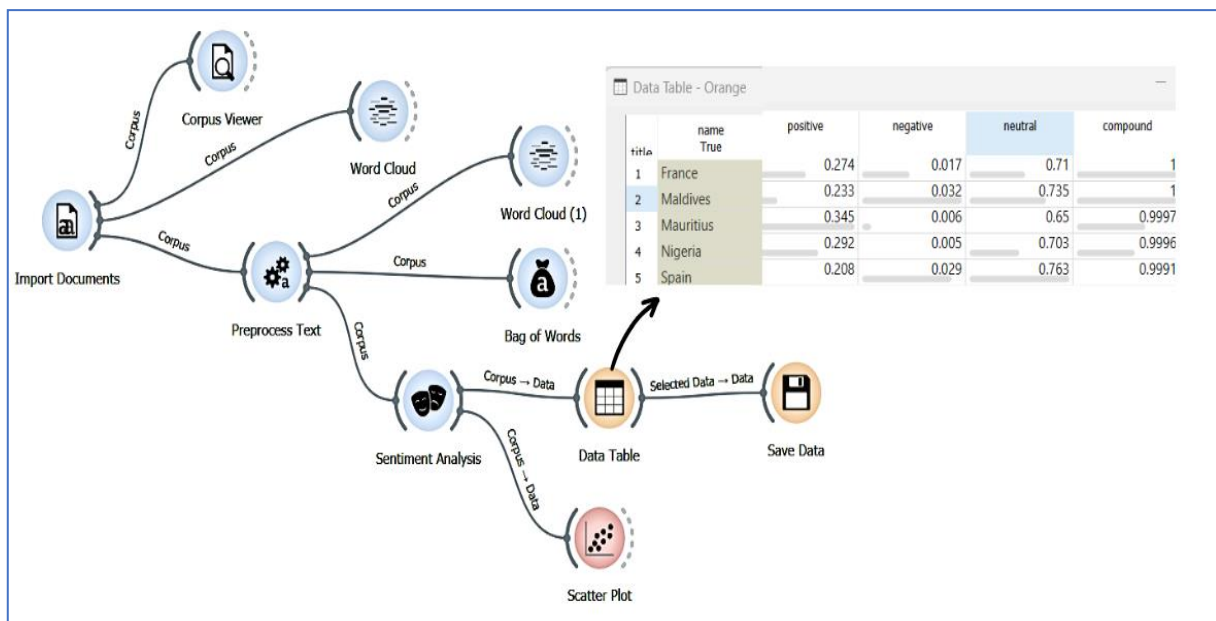


Figure 1 – Showing User Interface

**The Data Collection Journey.** Sentiment analysis requires lots of steps before predictions are made. They are: Data collection (structured and unstructured data), Data



Preprocessing (text analysis), Data (Sentiment) Analysis. The data is collated from different source of interest like [Tripadvisor](#) before processing. AI is used for sentiment analysis to increase accuracy and reduce time spent collating large sum of data in hundreds of thousands. Furthermore, this data can be collated by web scraping with the use of another AI toolkit called [Power Automate](#). Web scraping can also be done using Python libraries like BeautifulSoup, Scrapy, and Selenium which requires some coding skills for accuracy. The power automate toolkit was used for web scraping from five (5) different tourists site namely: [Mauritius](#), [Maldives](#), [France](#), [Spain](#) and [Nigeria](#) [6]. This is achieved by linking all widgets one step to another according to preference saved and run; after which the final results are then exported and saved in excel spreadsheet format (.xlsx). Figure 2 shows the steps for sentiment analysis flow and the web scraping processes using power automate and the excel spreadsheet results.

Figure 2 – Showing Sentiment Analysis Flow and Web Scraping Using Power Automate

**Results for Sentiment Analysis.** So, after going through the meticulous process of web scraping using power automate, the sentiment analysis process is then carried out using orange toolkit. For this article, we are sampling a very small amount of data. The first step is to import the data in .xlsx format then begin data preprocessing. This tokenization (breaking sentences to individual words - tokens), lemmatization and stemming (changing words to root form), Stop words removal

(removing all special characters and unnecessary words – “the”, “and”, “is”), lowercasing (changing all letters to lowercase for consistency). Sentiment analysis predict opinions for each document in a corpus – a collection of documents. After the analysing, the stop words can be displayed on the *word cloud*. Likewise, we can count the number of individual words because this impacts the accuracy and reliability of the results.



Figure 3 – Showing Word Cloud from Unprocessed and Processed Stop Words

Table 1 shows the result of the data sampling for five (5) different countries namely: France, Maldives, Mauritius, Nigeria and Spain; while Figure 1 shows the sentiment analysis processes on Orange. This result can also be saved and exported in .xlsx format as seen in Figure 4. The focus area are the hotels, facilities, food, beaches and service.

Figure 4–Showing Word Cloud from Unprocessed and Processed Stop Words

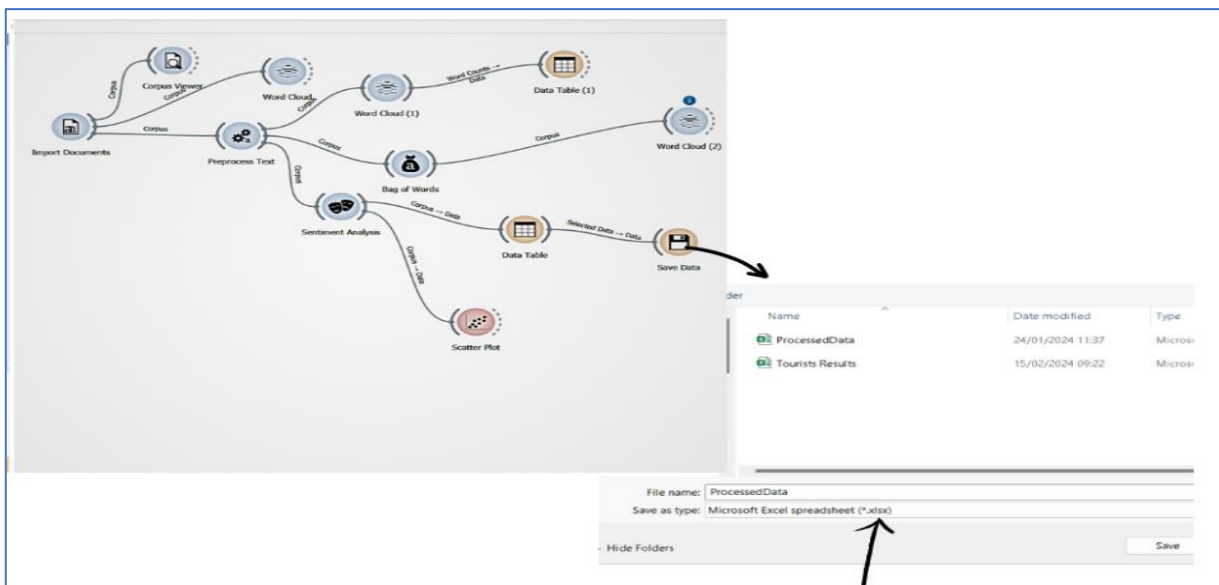


Table 1 - showing sentiment polarity scores

COUNTRY	POSTIVE	NEGATIVE	NEUTRAL	COMPOUND	WORD COUNT
France	0.274	0.017	0.71	1	2668
Maldives	0.233	0.032	0.735	1	2084
Mauritius	0.345	0.006	0.65	0.9997	526
Nigeria	0.292	0.005	0.703	0.9996	656
Spain	0.208	0.029	0.763	0.9991	638

The sentiment score is another important factor in sentiment analysis. Below are the different scores and how they impact the tourism industry:

1. **Positive Scores:** Positive tourist feedback, indicating satisfaction with their experiences and trips, assists businesses in pinpointing strengths, boosting marketing endeavours, and fostering customer loyalty.

2. **Negative Scores:** This sentiment score highlights areas of concern such as poor service, safety issues, or dissatisfaction with amenities. It helps Tourism businesses to address areas needing improvement, rectify negative experiences, and mitigate potential damage to their reputation.

3. **Neutral Scores:** Neutral scores indicates a lack of strong positive or negative sentiment in tourist feedback. This may not provide immediate actionable insights, but can be used to understand areas where tourists have mixed feelings.

4. **Compound Scores:** This offers an overall assessment of sentiment polarity, providing a comprehensive understanding of tourists' overall perceptions and experiences. Tourism businesses can use this information to gauge the overall sentiment trends, identify patterns, and tailor strategies to improve customer satisfaction and enhance the tourist experience.

From the above (Table 1), we can see that tourists enjoyed their stay in Mauritius thus giving positive comments on the aforementioned criteria. While, other tourists were not too satisfied with Maldives with the highest negative comments Spain had the highest neutral comments.

**Conclusion.** With the invention of artificial intelligence, it is now easier for stakeholders and shareholders to upscale and improve on their services to enhance tourists' experiences. Furthermore, this study can be used to optimize marketing strategies, attraction management, contribution to academic research, assessing long term trends, promoting data-driven decision-making [7].

#### REFERENCES:

1. Hutto, C.J. and E. E. Gilbert (2014). [VADER: A Parsimonious Rule-based Model for Sentiment Analysis of social media Text. Eighth International Conference on Weblogs and Social Media (ICWSM-14). Ann Arbor, MI, June 2014.
2. Cambria, E., Schuller, B., Xia, Y., & Havasi, C. (2013). [New avenues in opinion mining and sentiment analysis. IEEE Intelligent Systems, 28(2), 15-21].
3. Xiang, Z., Du, Q., Ma, Y., & Fan, W. (2017). [A comparative analysis of major online review platforms: Implications for social media analytics in hospitality and tourism. Tourism Management, 58, 51-65].
4. Hosseini, S., & Moghaddam, R. (2019). [Sentiment analysis in tourism: Benefits, challenges, and future research. Current Issues in Tourism, 22(9), 1099-1107].
5. A. Ide, ["A Turning Point for Tourism Informatics," New Breeze, vol. 29, no. 4, p. 4, 2017].
6. Smith, J., Brown, A., & Johnson, C. (2018). [Web Crawling and Scraping: A Practical Guide. O'Reilly Media]
7. Explosion AI. (2021). ["spaCy: Industrial-strength Natural Language Processing in Python." Explosion AI].

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Асқадұлы Қ., Красавин А.Л.</b> АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БПЛА С ПРИМЕНЕНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ	3
<b>Асанов Р.А., Оралбек Ә.А., Байшуақ Д.Б.</b> СЛИЯНИЕ РАДИОТЕХНИКИ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА: НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ СВЯЗИ	8
<b>Асылбеков Ж.Е., Тезекпаева Ш.Т.</b> ӨНІМДЕРДІҢ САТЫЛЫМДАРЫН БОЛЖАУДА МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ	13
<b>Аян А., Тезекпаева Ш.Т.</b> СОЗДАНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ SEIR В СРЕДЕ ANYLOGIC ДЛЯ АНАЛИЗА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭПИДЕМИИ COVID-19	17
<b>Әнуарбеков Н.Н., Исанов С.А., Невзоров С.С., Құсайын-Мұрат Ә.Т.</b> МОБИЛЬНЫЕ ПЛАТФОРМЫ ПО ДАННЫМ МИКРОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ (MEMS) ДАТЧИКОВ ИНЕРЦИИ	22
<b>Бақыт Е., Қайырбаева Н.М., Увалиева И.М.</b> «КИБЕРЖҮРЕК» КОМПЬЮТЕРЛІК ҮЛГІСІН ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ	27
<b>Бақытжанова М.Н., Кисметова Г.Н.</b> ВОЗМОЖНОСТИ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБУЧЕНИИ ШКОЛЬНИКОВ АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ	32
<b>Баянов А.Б., Швец О.Я.</b> АЛГОРИТМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРЕБУЕМОГО УРОВНЯ УСТОЙЧИВОСТИ ДЛЯ СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ СПОМОЩЬЮ БЕСПИЛОТНЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СРЕДСТВ	36
<b>Бенгард А., Вайс Ю.А.</b> ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОЦЕНКЕ СОТРУДНИКОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ	40
<b>Бигазинова М., Сулейменова Л.</b> ДЕРЕКТЕРДІ ЗИЯТКЕРЛІК ТАЛДАУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ӨТІНІМДЕР КЕЗЕГІН ӨНДЕУ МОДУЛІН ӘЗІРЛЕУ	45
<b>Бидахметов Д.Ж., Шаяхметқызы К., Тезекпаева Ш.Т.</b> МӘТІНДІ КЛАССИФИКАЦИЯЛАУ ҮШІН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУДЫ ҚОЛДАНУ: МОДЕЛЬДІ ОҚЫТУ ЖӘНЕ ЖАҢА ДЕРЕКТЕРДІ БОЛЖАУ	50
<b>Боранбаева Н.Б.</b> ПОДХОДК МОДЕЛИРОВАНИЮ УСТАНОВКИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА НА ОСНОВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МЕТОДОВ	54
<b>Бычков А.Д., Дельмаев Г.С., Торлопов М.Ю., Құсайын-Мұрат Ә.Т.</b> АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ СИНТЕЗА СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ	59

<b>Гречухин Г., Умарбеков И., Бутурлина Т.С., Увалиева И.М.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ МОНИТОРИНГА ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	64
<b>Даулен А.Т., Богдаев В.М., Кадыролдина А.Т.</b> АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ 3D СКАНИРОВАНИЯ	69
<b>Даулен А.Т., Байгонов Ж.Б., Рахатов Р.М., Кадыролдина А.Т.</b> АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ В РОБОТИЗИРОВАННОМ 3D СКАНИРОВАНИИ	71
<b>Джамбулов Д.К., Алимханова А.Ж.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ	74
<b>Дутбаева А.А., Алимханова А.Ж.</b> ТРИАНГУЛЯЦИЯ АЛГОРИТМИН ҚОЛДАНАТЫН ПОЗИЦИЯЛАУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІНЕ АЛДАУ	79
<b>Yerbolatov K., Tlebalidinova A.</b> RECOMMENDATION SYSTEM FOR SCIENTIFIC PUBLICATIONS USING DEEP LEARNING	84
<b>Yerbolkyzy A., Krassavin A., Alontseva D.</b> DEVELOPMENT OF A BALANCING ROBOT MATHEMATICAL MODEL	89
<b>Ермеков А.Е., Григорьева С.В.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ BLUETOOTH/LOWENERGY	94
<b>Жансеитова А.М.</b> КОНВОЛЮЦИЯЛЫҚ НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІЛЕРДІ ПАЙДАЛАНЫП КЕСКІНДЕР МЕН БЕЙНЕ ДЕРЕКТЕРДЕГІ БЕТ ЭМОЦИЯЛАРЫН ТАЛДАУ	99
<b>Женысов А.Е., Увалиева И.М.</b> ИНТЕГРАЦИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА С МОДУЛЕМ 1С	104
<b>Закариянова Т., Құсайын-Мұрат Ә.Т.</b> ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА КОМПЕНСАЦИИ ДИНАМИКИ И ВОЗМУЩЕНИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОМ-МАНИПУЛЯТОРОМ	109
<b>Замаев В.А., Шершнев С.Д., Увалиева И.М.</b> КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ АНАЛИЗА 11 ПЕРВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗДОРОВЬЯ В КРОВИ	115
<b>Иванов Д.А., Сергазинов В.Е., Убей-Конь М.М., Құсайын-Мұрат Ә.Т.</b> ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ LI-FI	120
<b>Искаков А.Т., Хасенова З.Т.</b> РАСПРЕДЕЛЁННОЕ ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ ДЛЯ УСКОРЕНИЯ ОБУЧЕНИЯ МОДЕЛЕЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ TENSORFLOW	125
<b>Кенесов Ә., Алимханова А.Ж.</b> АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОМЕХ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЯХ СВЯЗИ	129
<b>Коваленко А.М., Тарасова О.В.</b> СОВРЕМЕННЫЕ БЕСПИЛОТНИКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЗВИТИЯ	134



<b>Қабылғазы Ж., Қайырбаева Н.М. САУЫН СИЫРЛАР КӘСІБІНІҢ БИЗНЕС ЖОСПАРЫНЫҢ ЕСЕПТЕУЛЕРІН АВТОМАТТАНДЫРУ</b>	139
<b>Қайсанова Ш.Д., Кадыролдина А.Т. КҮШТІК ЭНЕРГИЯ ТҮРЛЕНДІРГІШТЕРІН БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІ</b>	145
<b>Кожанжаров Е.Е., Григорьева С.В. АНАЛИЗ ПОДХОДОВ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ</b>	150
<b>Құбайдолданов М.М., Красавин А.Л. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ МПМ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СКОРОСТЬЮ КОЛЛЕКТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА</b>	155
<b>Луговской Д., Матвеев Т., Савинова Л.Н., Увалиева И.М. КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ НЕДВИЖИМОСТИ</b>	160
<b>Малигаждарова А.М., Алонцева Д.Л. ТРАЕКТОРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ КОЛЕСНЫМ МОБИЛЬНЫМ РОБОТОМ</b>	165
<b>Маратбеков А.Ә., Кадыролдина А.Т. АЛДЫН АЛА ОҚЫТЫЛҒАН МОДЕЛДЕР</b>	171
<b>Мәуілхан А.Т., Болат Д.Б., Байшуақ Д.Б. ЖЕРДІ ҚАШЫҚТЫҚТАН ЗОНДТАУ ӘДІСІНІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ МЕН АРТЫҚШЫЛЫҚТАРЫН ЗЕРТТЕУ</b>	176
<b>Mekhnina K., Skosnyagin A., Kussaiyn-Murat A. FDM (FUSED DEPOSITION MODELING) 3D PRINTER WITH COREXY KINEMATICS</b>	181
<b>Мүшелбаев Ә.Р. PREVENTION OF THE MONOPOLIZATION ON THE AI MARKET AND RELATED RISKS</b>	187
<b>Назенова Г.М., Алонцева Д.Л., Шадрин Г.К. ЕКІ АЙНАЛУШЫ БУЫНДАРЫ БАР ЖАЗЫҚ РОБОТ-МАНИПУЛЯТОРДЫ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ</b>	191
<b>Оразова А. Ж., Алонцева Д.Л., Красавин А.Л. СИНТЕЗ НЕЛИНЕЙНОГО КОНТРОЛЛЕРА РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА</b>	197
<b>Охотникова М. Шендрик Н.В., Увалиева И.М. РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ ДИНАМИКИ ПОПУЛЯЦИЙ</b>	203
<b>Победин К.А., Тезекпаева Ш.Т. АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ ОБЩЕГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ ЭВОЛЮЦИИ ЧАТ-БОТОВ</b>	208
<b>Победин Қ.А., Увалиева И.М. ҚАЗАҚ СӨЗДЕРІН ЛИНГВИСТИКАЛЫҚ ТАЛДАУДЫҢ ВЕБ-ҚОСЫМШАСЫН ҚҰРУ</b>	212
<b>Подгайнов С.А., Вайс Ю.А. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ ДОКУМЕНТАЦИИ ДАННЫМИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ</b>	217
<b>Прохоров А., Блиная Е.В. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СЛУЖБЕ НАВИГАЦИИ: СОЗДАНИЕ УЛУЧШЕННОЙ СИСТЕМЫ МАРШРУТИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ GRAPHHOPPER</b>	222

<b>Рыстанова М.С., Магзумова Л.К. ҚАЗАҚСТАН КӘСПКЕРЛІГІНДЕГІ ТАРГЕТТІҢ РӨЛІ</b>	227
<b>Сарбасов М., Жуматаев Н.С., Ахметова С.Т. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ЭКСКУРСОВОДОВ МУЗЕЕВ</b>	231
<b>Сәрсенбин С.Т., Смаилова С.С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ РОЗНИЧНОЙ ПРОДАЖИ</b>	236
<b>Сифатпаева А.М., Увалиева И.М. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА, СОЗДАННЫХ ДЛЯ 1С:CRM</b>	241
<b>Смағзанов Н.М., Григорьева С.В., Русакова А.В. СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ЗДОРОВЬЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ VISIBLE LIGHT COMMUNICATION</b>	246
<b>Соломянко Д.А., Кумаргажанова С.К. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ДИАЛОГОВЫХ ВИРТУАЛЬНЫХ АССИСТЕНТОВ</b>	251
<b>Tenizbaev T., Alontseva D. CONTROL METHODS AND ALGORITHM FOR PREDICTING CONTROL MODELS</b>	256
<b>Толыкбаева М.Б., Алонцева Д.Л., Красавин А.Л. АДАПТИВНЫЙ КОНТРОЛЛЕР ДЛЯ РОБОТОВ-МАНИПУЛЯТОРОВ С НЕИЗВЕСТНОЙ КИНЕМАТИКОЙ И ДИНАМИКОЙ</b>	261
<b>Шериязданов Е.Е., Тлебалдинова А.С. НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІ ӘДІСТЕРІНІҢ КӨМЕГІМЕН АРАМШӨПТЕРДІ КЛАССИФИКАЦИЯЛАУ</b>	267
<b>Эльдарова Э.Э. КОМБИНИРОВАННЫЙ МЕТОД УЛУЧШЕНИЕ ВИЗУАЛЬНОГО КАЧЕСТВА ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ</b>	272
<b>Umoh O., Zhomartkyzy G. THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN THE TOURIST INDUSTRY</b>	277

*Научное издание*

**«ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЫХ – ИННОВАЦИОННОМУ  
РАЗВИТИЮ КАЗАХСТАНА»**

*Материалы*

*X Международной научно-технической конференции  
студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых,  
посвященной 125-летию Каныша Сатпаева  
(ВКТУ, 11, 12 апреля 2024 г.)*

Часть III

Сборник издан методом прямого копирования авторских статей

Ответственный за выпуск *О.Н. Николаенко*

Редактор *С.С. Мамыраздыкова*

Подписано в печать 16.04.2024. Формат 60x84/16.

Печать ризографическая. Бумага офсетная.

Усл.печ.л. 16,62. Уч.-изд.л. 16,71.

Тираж 20. Заказ № 174-2024.

Цена договорная.

Восточно-Казахстанский технический  
университет им. Д. Серикбаева  
070004, г. Усть-Каменогорск, ул. Протозанова, 69.