

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ

**Студенттер мен жас ғалымдардың
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»
XIX Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XIX Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»**

**PROCEEDINGS
of the XIX International Scientific Conference
for students and young scholars
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»**

**2024
Астана**

УДК 001

ББК 72

G99

«ǴYLYM JÁNE BILIM – 2024» студенттер мен жас ғалымдардың XIX Халықаралық ғылыми конференциясы = XIX Международная научная конференция студентов и молодых ученых «ǴYLYM JÁNE BILIM – 2024» = The XIX International Scientific Conference for students and young scholars «ǴYLYM JÁNE BILIM – 2024». – Астана: – 7478 б. - қазақша, орысша, ағылшынша.

ISBN 978-601-7697-07-5

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 001

ББК 72

G99

ISBN 978-601-7697-07-5

**©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2024**

РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РАЗВИТИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОСМИЧЕСКИМ АППАРАТОМ

Жетписбекова Жанеля Жаксылыковна, Бекмолдина Салтанат Айдарханкызы

arailym98@mail.ru

Студенты 2 курса бакалавриата, кафедра “Космической техники и технологии”, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

Научный руководитель – Алибек Арайлым Сериккызы

Аннотация: ИИ имеет решающее значение для управления сложными системами, в том числе в космической отрасли, улучшая управление полетами и синхронизацию. В этом исследовании оценивается влияние ИИ на космические аппараты с акцентом на производительность, безопасность и автономность. В нем дается обзор новейшей литературы по навигации космических аппаратов, управлению энергопотреблением и диагностике, исследуется роль искусственного интеллекта в достижении автономии и анализируются методы принятия решений. Определены пять ключевых методов ИИ: искусственные нейронные сети, нечеткая логика, системы, основанные на знаниях, эволюционное моделирование и машинное обучение, при этом нечеткая логика и эволюционное моделирование особенно эффективны для ориентации космических аппаратов и оптимизации траектории. Остаются проблемы, связанные с поиском баланса между адаптивностью и надежностью, а также повышением эффективности и интерпретируемости алгоритмов ИИ. Интеграция искусственного интеллекта в системы управления космическими аппаратами открывает многообещающие перспективы для дальнейшего освоения космоса, но для оптимизации его вклада необходимы постоянные исследования.

Ключевые слова: искусственный интеллект, космический аппарат, система управления, космический комплекс

Введение.

Искусственный интеллект (ИИ), представляющий собой активно развивающуюся область в рамках современной компьютерной науки, занимает ключевое место в управлении сложными системами. С начала своего появления в конце 1940-х годов, после разработки первых электронно-вычислительных машин, ИИ стал сравнительно новым, но важным научным направлением. Он объединяет различные дисциплины, включая дискретную математику, лингвистику, психологию, программирование и математическую статистику, что позволяет ему эффективно решать задачи, связанные с неопределенностями и возмущениями в сложных системах, где классические методы контроля могут быть неэффективными.

Эта междисциплинарность ИИ находит свое применение в разнообразных сферах, включая космическую индустрию, где ИИ способствует управлению и синхронизации сложных миссий. Это связано с тем, что для эффективного использования инженерных применений искусственного интеллекта в космических кораблях необходимо решить открытые проблемы, предложив новые практические и теоретические подходы, направленные на управление и синхронизацию этих систем. Это беспокойство послужило мотивацией для создания специального выпуска, включающего в себя исследования по управлению, синхронизации и идентификации различных типов космических аппаратов с использованием интеллектуальных методов [1, с.13].

Объекты и методы исследования.

В данной статье рассматривается тема применения искусственного интеллекта в управлении космическими аппаратами и комплексами. Цель исследования состоит в

определении эффективности ИИ для повышения производительности, безопасности и автономности космических аппаратов.

Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести обзор статей и научных публикаций по теме искусственного интеллекта в управлении космическими аппаратами, с акцентом на работы, опубликованные от 2021 года, чтобы получить свежие данные.

2. Рассмотреть различные аспекты применения искусственного интеллекта в управлении космическими аппаратами, такие как навигация, управление энергопотреблением и диагностика.

3. Исследовать уровень автономности, достигнутый благодаря применению ИИ, включая анализ систем управления, способности адаптации к изменяющимся условиям и способы принятия решений.

4. Проанализировать влияние использования искусственного интеллекта на производительность космических аппаратов, включая улучшение времени реакции и снижение затрат энергии.

Результаты исследования.

Виды ИИ. В основном ученые выделяют 5 методов искусственного интеллекта (Рисунок-1), которые известны как [2, с. 303]:

1. Искусственные нейронные сети;
2. Нечеткая логика (нечеткие множества и мягкие вычисления);
3. Системы, основанные на знаниях (экспертные системы);
4. Эволюционное моделирование (генетические алгоритмы, многоагентные системы);
5. Машинное обучение (Data Mining и анализ данных, поиск закономерностей в хранилищах данных).



Рисунок 1. Методы искусственного интеллекта

Искусственные нейронные сети. Интеллектуальные системы, функционирующие на базе искусственных нейронных сетей, демонстрируют эффективность в решении задач, связанных с распознаванием образов, прогнозированием, оптимизацией, реализацией функций ассоциативной памяти и управлением [3, с.1, 4].

Нечеткая логика (нечеткие множества и мягкие вычисления). Лотфи Заде впервые предложил концепцию нечеткой логики в 1965 году, и она быстро обрела популярность как эффективный метод моделирования поведения пользователя, благодаря своей способности имитировать человеческое мышление. Нечеткая логика представляет собой расширение классической теории множеств, позволяя существование частичных истин, которые находятся в промежуточном состоянии между абсолютной истиной и абсолютной ложью. Система нечеткой логики (НЛ) состоит из четырех этапов: фазификатор, база правил, механизм логического вывода и дефазификатор [4, с. 50-51].

Системы, основанные на знаниях (экспертные системы). Экспертные системы, представляющие собой направление в области искусственного интеллекта, возникли как

результат развития интеллектуальных информационных систем. Эффективность решения задач с использованием логического вывода в экспертных системах напрямую зависит от качества знаний, заключенных в их базе данных. Эти знания должны быть точными и полными по отношению к соответствующей предметной области. Ключевым элементом экспертных систем является механизм логического вывода, который определяет, каким образом данные знания могут быть эффективно применены для решения специфических задач [5, с.322].

Эволюционное моделирование. Эволюционные вычисления представляют собой вычислительную технологию, объединяющую рандомизированные парадигмы глобального поиска для решения оптимизационных задач. Термин "эволюционный" обозначает аналогии с естественным отбором, введенным Чарльзом Дарвином в 1864 году, где моделируется процесс адаптации через естественный отбор.

В различных видах эволюционных алгоритмов, таких как генетические алгоритмы, генетическое программирование, эволюционные стратегии и эволюционное программирование, реализованы базовые принципы эволюции с целью оптимизации задач [6, с. 146-147].

Машинное обучение. Машинное обучение фокусируется на создании компьютерных программ и алгоритмов, способных к самостоятельному обучению, росту и адаптации при анализе новых данных. Этот процесс отличается от интеллектуального анализа данных. Хотя обе методологии включают в себя процесс изучения данных для выявления закономерностей, интеллектуальный анализ данных направлен на извлечение данных для понимания человеком. В контексте машинного обучения данные используются для автоматического обнаружения закономерностей, которые затем применяются для модификации и улучшения поведения программы.[7, с. 86]

Искусственный интеллект и машинное обучение – это тесно связанные, но различные понятия, где искусственный интеллект - это широкая область компьютерных наук, занимающаяся созданием систем, способных выполнять задачи, требующие человеческого интеллекта, в то время как машинное обучение - это подразделение ИИ, фокусирующееся на разработке алгоритмов, которые позволяют компьютерам учиться из данных и делать прогнозы или принимать решения. Данное различие отлично продемонстрировано на рисунке 2 снизу.



Рисунок 2. ИИ и машинное обучение – это тесно связанные, но различные понятия

Роль ИИ в управлении космическими аппаратами. Было выяснено, что не все методы обсужденные ранее могут интегрироваться в системах управления космического аппарата. Самые широко используемые оказались нечеткая логика и эволюционное моделирование, о котором пойдет речь дальше.

Нечеткая логика. Управление на основе нечеткой логики, используемое в аэрокосмической индустрии, демонстрирует свою эффективность в имитации человеческого

мышления, обработке нелинейностей и устранении неопределенностей. Исследования, такие как Bello et al. (2022), показывают превосходство нечетких регуляторов над ПИД-регуляторами в управлении ориентацией наноспутников. Ядегари и др. (2022) разработали контроллер скользящего режима нечеткого терминала типа 2 для спутников, улучшая точность ориентации. Применение нечеткой логики в синергетических системах управления, включая универсальные нечеткие ПД-контроллеры и адаптивные нечеткие системы, было изучено в работах Чака и Варатараджу. Аслам и др. (2022) исследовали эффективность контроллера Fuzzy PD в системах CEACS с точки зрения точности и энергоэффективности. [8, с. 4155-4172]

Эволюционное моделирование. Генетический алгоритм демонстрирует значительную эффективность в решении задач оптимизации межпланетных траекторий, особенно в условиях сложных планетарных конфигураций, где даже простые задачи, такие как перелеты между планетами, могут содержать множество локальных минимумов. Обширная экосистема генетических и эволюционных алгоритмов, охватывающая разнообразные биологически вдохновленные стратегии от поведения насекомых до американских буйволов и горбатых китов, описана в литературе, включая работы Кампело и др. Несмотря на их широкий спектр, некоторые алгоритмы систематически используются в аэрокосмической индустрии для решения оптимизационных задач траекторий. Эти задачи, включая примеры из базы данных Global Trajectory Optimization Task, служат эталонами для оценки эффективности этих методов. Задачи из этой базы данных, такие как «Мессенджер» и «Кассини-2», были использованы в конкурсе CEC2011, привлекая внимание ученых в области эволюционных вычислений к космическим проблематикам. [9, с. 287-299]

Как выяснилось, есть две основные проблемы, с которыми сталкиваются при использовании искусственного интеллекта в космических системах [10, с. 270-296]:

а) соотношение между адаптивностью и надежностью в проектировании системы управления, навигации и контроля. С одной стороны, они стремятся создать машинные системы, которые постоянно развиваются, обучаясь на основе взаимодействия с динамической и физической средой. С другой стороны, они должны искать оптимальные решения, которые будут устойчивы, объяснимы и безопасны.

б) алгоритмы искусственного интеллекта и машинного обучения, заимствованные из области анализа данных, часто не обладают эффективностью, робастностью и интерпретируемостью, так как являются чисто данными. Основа классической теории управления, навигации и контроля вместо этого заключается в отображении физики в концепцию проектирования на основе модели.

В основном, исследуется роль искусственного интеллекта в оптимизации навигации, управления и GNC в космических миссиях. В ней рассматриваются такие методы, как генетические алгоритмы, нейронные сети и обучение с подкреплением, оцениваются их плюсы и минусы для таких задач, как сближение, стыковка и техническое обслуживание. ИИ обладает такими преимуществами, как повышенная эффективность и адаптивность, однако его успех зависит от тщательного выбора модели, алгоритма и набора данных. Будущие исследования должны быть сосредоточены на гибридном ИИ, самообучающихся системах и повышении надежности и безопасности ИИ для более широкого применения в космической отрасли. [11, с. 503-521]

Система для решения проблем в автономности и безопасности космических полетов. В ответ на растущую сложность систем управления космическими аппаратами NASA Goddard Space Flight Center разработал Core Flight System (cFS) - универсальную программную платформу, поддерживающую множество операционных систем и аппаратного обеспечения. Первоначально предложенная Джеймсом Маршаллом на семинаре Flight Software Workshop в 2021 году, многопроцессорная поддержка cFS повышает безопасность и эффективность за счет минимизации распространения ошибок и возможности использования таких языков, как Python, для обработки данных. Это нововведение повышает

адаптивность и автономность космических полетов, повышая безопасность и облегчая сотрудничество между организациями и миссиями NASA [12]. Как cFS решает проблемы в автономности и безопасности космических полетов показаны на таблице 1.

Таблица 1. Решение актуальных проблем в управлении космическим полетом с помощью cFS

Проблема	Решение cFS
Ограниченная безопасность из-за распространения ошибок	Использование защит операционных систем для уменьшения распространения ошибок
Необходимость в поддержке языков программирования для обработки данных	Поддержка Python и других языков, улучшающих обработку данных
Ограничения однопроцессной модели	Внедрение многопроцессной поддержки для изоляции памяти и повышения безопасности

Заключение

В этой статье подчеркивается ключевая роль искусственного интеллекта (ИИ) в управлении космическими аппаратами, подчеркивается его потенциал для повышения эффективности, гибкости, автономности и экономичности космических полетов. Признавая эффективность методов искусственного интеллекта, таких как нечеткая логика и эволюционное моделирование, в решении задач ориентации космического аппарата и оптимизации траектории, авторы подчеркивают необходимость тщательного выбора компонентов из-за ограничений в ресурсах, точности, надежности и безопасности. Будущие направления исследований включают в себя гибридные алгоритмы ИИ, адаптивные системы, интеграцию с другими подсистемами и повышение надежности и безопасности ИИ. Несмотря на оптимистичный настрой, в статье признаются текущие усилия, необходимые для совершенствования технологии ИИ в соответствии со стандартами космической отрасли.

Кроме того, разработка НАСА core Flight System (cFS) оказала значительное влияние на космические технологии. Такие технологии, как Python и многопроцессорная обработка, расширяют возможности ученых и инженеров, повышая автономность и адаптивность миссии. В конечном счете, искусственный интеллект играет неоспоримую роль в разработке систем управления космическими аппаратами, обеспечивая более эффективные, гибкие и безопасные космические полеты, тем самым расширяя возможности человечества в освоении космоса.

Список использованной литературы

1. Бондарев В. Н. Искусственный интеллект: Учеб. пособие для вузов/ В.Н. Бондарев, Ф.Г. Аде.- Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2002. - 615с.
2. Пудакова, В. Е. Методики использования искусственного интеллекта / В. Е. Пудакова, П. А. Кулаков // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2023. - No 1. - С. 303-306. - <https://cyberleninka.ru/article/n/metodiki-ispolzovaniya-iskusstvennogo-intellekta>: 1 (дата обращения: 29.01.2024)
3. Jain, A. K. Artificial neural networks: a tutorial / A. K. Jain, J. Mao, K. M. Mohiuddin // Computer. - 1996. - Vol. 29, No 3. - P. 31-44. - http://masters.donntu.ru/2013/fknt/perevozchikov/library/vvedenie_neur_set.pdf : 2 (дата обращения: 29.01.2024). - Текст : электронный.
4. Проскурин, И. Е. Обзор методов искусственного интеллекта, с особой ссылкой на сферу образования / И. Е. Проскурин // Инновационные технологии в машиностроении, образовании и экономике. - 2019. - Т. 22, №1(11). - С. 50-55. -

5. Черненко, В. В. Актуальные проблемы авиации и космонавтики 2 (8) / В. В. Черненко, С. Ю. Писорская. - Москва : МАИ, 2012. - С. 322-323.
6. Aytek, A. A new approach for the solution of the inverse kinematic problem in robotics / A. Aytek, M. Alp // Journal of Earth System Science. - 2008. - Гл. 117, №2. - С. 145-155. - DOI: 10.1007/s12040-008-0024-8.
7. Черкасов, Д. Ю. Машинное обучение / Д. Ю. Черкасов // Наука, техника и образование. - 2018. - №1. - С. 85-87.
8. Aslam, S. Model predictive control for Takagi–Sugeno fuzzy model-based spacecraft combined energy and attitude control system / S. Aslam, Y.-C. Chak, M. H. Jaffery, R. Varatharajoo, E. A. Ansari // Advances in Space Research. - 2023. - Vol. 71, No 10. - P. 4155-4172. - DOI: 10.1016/j.asr.2021.08.001. - <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S027311772201153X>
9. Izzo, D. A survey on artificial intelligence trends in spacecraft guidance dynamics and control / D. Izzo, M. Märten, B. Pan // Astrodynamics. - 2019. - Гл. 3, № 4. - С. 287-299. - DOI: 10.1007/s42064-019-0070-0.
10. Silvestrini, S. Deep learning and artificial neural networks for spacecraft dynamics, navigation and control / S. Silvestrini, M. Lavagna // Drones. - 2022. - Гл. 6, №10. - С. 270-296. - DOI: 10.3390/drones6100270.
11. Habib, T. M. A. Artificial intelligence for spacecraft guidance, navigation, and control: a state-of-the-art review / T. M. A. Habib // Aerospace Systems. - 2022. - Гл. 5. - С. 503-521.
12. Marshall J. Multiple Process Support in cFS: Enabling Safe On-Board Processing //Flight Software Workshop. – 2021.

УДК 621. 313

ҒАРЫШ САЛАСЫНДА КРИПТОҚОРҒАУ ЖҮЙЕСІН ПАЙДАЛАНУДЫҢ МАҢЫЗДЫЛЫҒЫ МЕН ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

**Әлмағанбет Темірлан Шамғұлұлы, Асқарбек Мирас Арманұлы, Атанова Аружан
Алтынбекқызы**
moldamurat@yandex.kz

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, ФТФ, Ғарыштық техника және технологиялар мамандығының
білім алушылары

Ғылыми жетекші – Молдамурат Хуралай т.ғ.к., қауымдастырылған профессор

Андатпа. Бұл мақалада ғарыш саласында крипто-қорғаныс әдістерін қолданудың маңыздылығы мен қарапайым шифрлеу алгоритм әдістерін қолдану арқылы күрделі әдістерді меңгерудің тиімділігі жазылған. Әлемдегі дамыған елдердегі криптоқорғау әдістерінің стандарттары айтылған. Сонымен қатар компьютерлік бағдарлама Visual Studio ортасы Python тілінде транспозициялық шифрлеудің 2 реткі қайталау мысалы келтірілген. Сонымен қатар қоғам үшін ғарыш саласы үшін аппараттық және бағдарламалық криптоқорғаудың өзектілігі мен ерекшеліктері жазылған.

Кілттік сөздер: ғарыш саласы, криптоқорғау, транспозициялық шифрлеу алгоритмдер, бинарлық код, python, шифрлау, AES, ChaCha20, Salsa20.

Кіріспе

Ғарыш саласында крипто-қорғаныс әдістерін қолданудың маңыздылығы құпия ақпаратты беру мен сақтаудың қауіпсіздігін қамтамасыз етеді. Ғарыш саласы ұшу аппараттың спутниктік байланыс және навигация деректері сияқты жоғары сезімтал деректермен жұмыс істейді. Ғарыш саласында крипто-қорғаныс әдістерін ғарыш аппараттарынан жербеті кешендер арасында сигналдарды жіберу мен қабылдауда