

Национальная академия наук Беларуси  
Объединенный институт проблем информатики

**II ФОРУМ IT-АКАДЕМГРАДА  
«ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ  
В БЕЛАРУСИ»**

12-13 октября 2023 года, Минск

**ДОКЛАДЫ**

Минск  
ОИПИ НАН Беларуси  
2023

УДК 004.9; 338.2; 656.13; 683.324

**II Форум IT-Академграда «Искусственный интеллект в Беларуси»** : доклады, Минск, 12–13 октября 2023 г. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2023. – 276 с. – ISBN 978-985-7198-17-7.

Представлены доклады заседания «Актуальные вопросы развития искусственного интеллекта в Республике Беларусь», которое проводилось 13 октября 2023 г. в Минске в рамках II Форума IT-Академграда «Искусственный интеллект в Беларуси».

Сборник предназначен для научных работников, преподавателей, аспирантов, магистрантов, студентов и всех, кто интересуется проблемами и перспективами развития и применения методов искусственного интеллекта.

Доклады, вошедшие в настоящий сборник, представлены в авторской редакции. Печатаются по решению программного комитета II Форума IT-Академграда «Искусственный интеллект в Беларуси», а также редакционной коллегии государственного научного учреждения «Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси».

#### **Научные редакторы:**

доктор военных наук, кандидат технических наук, доцент С. В. Кругликов;  
кандидат технических наук, доцент С. Н. Касанин

<i>Гладкая Е. Н.</i> Идентификация и институционализация искусственного интеллекта в структуре общественных отношений .....	79
<i>Голенков В. В., Гулякина Н. А., Шункевич Д. В.</i> Главная стратегическая цель работ в области искусственного интеллекта и соответствующие ей ключевые задачи.....	85
<i>Денисов А. А., Никифоров А. В., Волков А. В.</i> Анализ изображений клеток нервной ткани <i>in vitro</i> с применением метода глубокого обучения.....	95
<i>Дравица В. И., Решетняк А. В., Король И. А., Андрушевич А. А.</i> Перспективы применения технологий искусственного интеллекта в управлении цепочками поставок .....	100
<i>Зяноўка Я. С., Бяляўскі Д. А., Дыдо В. В., Тамашэвіч У. С., Латышэвіч Д. І., Бакуновіч А. А., Собаль В. С., Гецэвіч Ю. С.</i> BELAI.BY – платформа штучнага інтэлекту .....	104
<i>Игнатъева С. А., Богуш Р. П.</i> Реидентификация людей по данным систем видеонаблюдения с использованием машинного обучения.....	112
<i>Исаев А. А.</i> Стратегическое видение развития искусственного интеллекта в Казахстане 2023–2025 гг.....	119
<i>Каратетян А. Г.</i> Развитие искусственного интеллекта в Союзном государстве .....	123
<i>Колесников А. В.</i> Искусственный интеллект как форма, повод и поле самопознания человеком самого себя.....	126
<i>Кончиц А. П., Сачек А. П.</i> Определение фенотипических характеристик древесины с использованием методов компьютерной биометрии .....	131
<i>Кузнецов О. Е.</i> Диагностика злокачественных новообразований на основе системы искусственного интеллекта.....	136

УДК 004.89:001.89(476)

## **BELAI.BY – платформа штучнага інтэлекту**

Я. С. Зяноўка, Д. А. Бяляўскі, В. В. Дыдо, У. С. Тамашэвіч,  
Д. І. Латышэвіч, А. А. Бакуновіч, В. С. Собаль, Ю. С. Гецэвіч  
Аб'яднаны інстытут праблем інфарматыкі НАН Беларусі,  
Мінск

### **Уводзіны**

Штучны інтэлект (ШІ) у апошнія гады стаў адной з ключавых тэхналогій, якія ўплываюць на развіццё многіх галін навукі і прамысловасці. Рэспубліка Беларусь з'яўляецца інавацыйна арыентаванай краінай і актыўна прымае ўдзел у развіцці ШІ, дэманструючы значныя дасягненні ў галіне ІТ-распрацовак, біятэхналогій, робататэхнікі і іншых навукова-практычных даследаванняў. Прадстаўнікі навукова-даследчых дзяржаўных і прыватных арганізацый краіны, тэхнапаркаў, устаноў адукацыі накіраваны на стварэнне перадавых распрацовак і інавацыйных рашэнняў, аб чым сведчыць вялікая колькасць прадстаўленых тэхналогій, навуковых даследаванняў, метадаў і алгарытмаў ШІ. Ужо добра вядомыя беларускія распрацоўкі ў праграмаванні, медыцыне, банкаўскай сферы, робататэхніцы, прыборабудаванні, моўных і маўленчых тэхналогій. Краіна актыўна інвестуе ў гэтую вобласць і прыцягвае таленавітых навукоўцаў і распрацоўшчыкаў для далейшага развіцця ШІ. Стварэнне агульнай беларускай супольнасці стане значным крокам у аб'яднанні айчынных наватараў і сістэматызацыі інавацыйных распрацовак ШІ.

### **Каардынацыя супрацоўніцтва вучоных, спецыялістаў навукова-даследчых арганізацый, устаноў адукацыі**

Для стварэння прадуктыўных умоў развіцця ШІ распрацаваны шэраг накірункаў, якія садзейнічаюць росквіту інтэлектуальнай Рэспублікі Беларусь. Так, у адпаведнасці з пастановай Бюро Прэзідыума НАН Беларусі № 363 ад 31 жніўня 2015 г. на базе Аб'яднанага інстытута праблем інфарматыкі НАН Беларусі і Інстытута фізіялогіі НАН Беларусі створаны Міжведамасны даследчы цэнтр штучнага інтэлекту (URL: <http://uiip.basnet.by/intellekt/>). Цэнтр аб'ядноўвае намаганні спецыялістаў у галіне медыцынскіх, біялагічных, інфармацыйных, тэхнічных і фізіка-матэматычных навук для стварэння перадавых і канкурэнтаздольных тэхналогій ШІ і стварае ўмовы для выканання навукова-даследчых праектаў у галіне ШІ,

што рэалізуюцца як у рамках дзяржаўных праграм навуковых даследаванняў, так і з прыцягненнем недзяржаўных інвестыцый.

Стварэнне суб'ектаў інавацыйнай інфраструктуры, да якіх адносяцца тэхнапаркі, – адзін з найбольш дзейсных інструментаў па развіцці перадавага прадпрыемальніцтва і інавацыйнай эканомікі ведаў. Сёння ўжо створана сетка з 17 тэхнапаркаў, якія ахопліваюць усе рэгіёны нашай краіны і з'яўляюцца цэнтрамі прыцягнення найноўшых распрацовак і вытворчасцяў. У іх штогод рэгіструюцца новыя інавацыйныя прадпрыемствы, якія ў далейшым становяцца паспяховымі не толькі ў Беларусі, але і па-за яе межамі. Парк высокіх тэхналогій (ПВТ) – таксама адзін з найбольш прыкметных сімвалаў імклівага развіцця інфармацыйных тэхналогій і інавацый у Беларусі. За 18 гадоў свайго існавання ПВТ дасягнуў значных вынікаў і зрабіў вялікі ўклад у развіццё ІТ-сектара і эканомікі Беларусі.

Падрыхтоўка высокакваліфікаваных кадраў – яшчэ адзін з найважнейшых фактараў паспяховага развіцця краіны. Іх рыхтуюць розныя навучальныя ўстановы: ўніверсітэты, каледжы, тэхнічныя школы, прафесійныя трэнінгавыя цэнтры і г. д., тым самым прапаноўваючы праграмы навучання, якія забяспечваюць неабходныя веды і навыкі, магчымасць вывучэння асноўных паняццяў і метадаў ШІ, менавіта машыннае навучанне, нейронныя сеткі, генератыўныя алгарытмы і апрацоўка натуральнай мовы. Акрамя таго, асобныя кампаніі і арганізацыі ажыццяўляюць свае ўласныя праграмы навучання, семінары, курсы для павышэння кваліфікацыі супрацоўнікаў, каб ствараць і падтрымліваць неабходны набор ведаў персаналу.

ШІ з'яўляецца дынамічнай галіной, новыя метады і тэхналогіі ствараюцца бесперапынна. Кваліфікаваным спецыялістам неабходна абнаўляць свае веды і сачыць за апошнімі тэндэнцыямі. Гэтаму спрыяе ўдзел у канферэнцыях, семінарах і выставах. Нацыянальная акадэмія навук Беларусі рэгулярна склікае навуковыя сесіі, праводзіць канферэнцыі, сімпозіумы, нарады і іншыя арганізацыйныя і практычныя мерапрыемствы для абмеркавання навуковых і практычных праблем і пытанняў каардынацыі навукова-даследчых работ, у тым ліку ў галіне ШІ. Сярод іх трэба адзначыць:

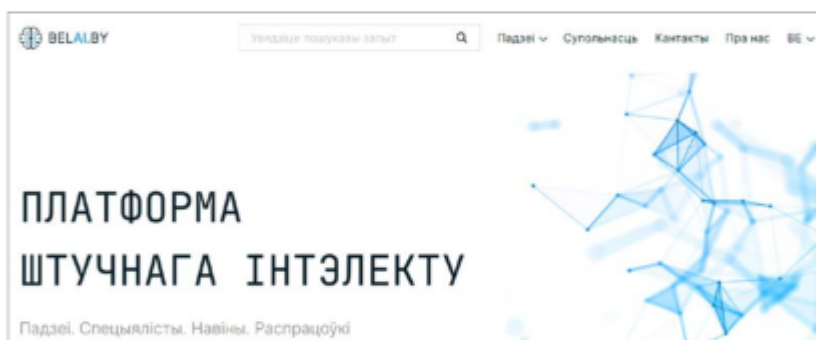
– выставу навукова-тэхнічных дасягненняў «Беларусь інтэлектуальная», мэта правядзення якой заключаецца ў дэманстрацыі інавацыйных навуковых распрацовак беларускіх навукоўцаў і студэнтаў і прапагандзе дасягненняў навукі, арыентаванай на шырокую аўдыторыю прадстаўнікоў усіх слаёў беларускага грамадства;

– форум ТИБО – унікальную пляцоўку для абмену перадавым міжнародным вопытам, генерацыі інавацыйных ведаў і абмеркавання механізмаў укаранення найноўшых тэхналагічных трэндаў у розныя сектары эканомікі, сацыяльную сферу і сістэму дзяржаўнага кіравання;

– фестываль навукі ў Мінску – найбуйнейшую навукова-папулярную падзею ў Беларусі, якая знаёміць з інавацыйнымі распрацоўкамі навукоўцаў і дапамагае разабрацца ў новых ведах і падзехах навукі і тэхналогій.

### Агульная пляцоўка для інавацыйных тэхналогій штучнага інтэлекту Беларусі

Для аб'яднання і акумуляцыі ўсіх перадавых даследаванняў і распрацовак ШІ, створаных у Рэспубліцы Беларусь, а таксама наладжвання камунікацыі і сувязі паміж навуковымі супольнасцямі Аб'яднаным інстытутам праблем інфарматыкі Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі, у прыватнасці лабараторыяй распазнавання і сінтэзу маўлення (URL: <http://ssrlab.by/>), прадстаўлена агульная інтэрактыўная «Платформа штучнага інтэлекту BELAI.BY» (мал. 1, URL: <https://belai.by/>). Гэта вэб-прыкладанне для спецыялістаў у сферы ШІ і ўсіх, хто цікавіцца данай сферай.



Мал. 1. Знешні інтэрфейс платформы ШІ

Мэта праекта заключаецца ў зборы на адзіным партале пад эгідай НАН Беларусі айчынных і замежных кампаній, каманд і індывідуальных распрацоўшчыкаў і практыкаў у галіне ШІ і пабудове агульнай палітыкі іх работы ў гэтай прадметнай галіне. Канцэпцыя распрацоўкі агульнай платформы грунтуецца на стварэнні базы для зносін, абмеркавання і прэзентацыі праграм, навукова-практычных мерапрыемстваў і праектаў ШІ.

У аснову стварэння і функцыянавання платформы пакладзены тры блокі:

1. Платформа-агрэгатар, якая зьбірэ ўсе спасылкі на навуковыя і даследчыя цэнтры, арганізацыі, лабараторыі, аддзелы, што вядуць праекты па развіцці сферы выкарыстання ШІ, прадстаўляючы кантакты для далейшага супрацоўніцтва. Гэта адкрывае магчымасці для камунікацыі паміж супольнасцямі, дазволіць стварыць новыя сумесныя праекты і паспрыяе камерцыйным перспектывам рэалізацыі праектаў.

2. Платформа для бесперапыннага абнаўлення змястоўнай часткі, якая дазваляе дадаваць асабістыя даныя і матэрыялы пэўнай аргацізацыі, цэнтры ці іншай супольнасці, што жадае прадставіць свае распрацоўкі для агульнага доступу.

3. Платформа для змяшчэння кароткіх паведамленняў пра пэўныя канферэнцыі, пасяджэнні, выставы ў галіне сучасных тэхналогій. Важна заўсёды быць у цэнтры падзей, пашыраць кола кантактаў і ўплываць на меркаванне супольнасці.

### Структура інтэрактыўнай платформы BELAI.BY

З канцэптуальным вэб-прыкладаннем можна азнаёміцца на афіцыйным сайце (URL: <https://belai.by/>), які прадстаўлены на беларускай і рускай мовах. На дадзены момант вядуцца працы па дабаўленні кантэнта на англійскай мове. На галоўнай старонцы, куды трапляе карыстальнік, размешчаны наступныя даныя: лагатып, назва і апісанне праекта. Навігацыйнае меню адлюстроўвае ўкладкі: *Галоўная старонка; Пра праект; Навіны; Канферэнцыі, выставы; Даследаванні*. Хэдар таксама дэманструе наступныя старонкі: *Хатняя; Падзеі; Супольнасць; Пра нас; Кантакты*. Старонка *Падзеі* адлюстроўвае інфармацыю аб актуальных навукова-практычных мерапрыемствах і змяшчае ўкладкі: *Навіны, Канферэнцыі і выставы, Даследаванні*. Раздзел супольнасцей будзе прадстаўляць каталог арганізацый, якія займаюцца даследаваннямі і распрацоўкай інавацыйных прадуктаў у сферы ШІ. Укладка *Кантакты* прапануе зваротную сувязь распрацоўшчыкаў з карыстальнікамі, дзе апошнія могуць запоўніць палі і аставіць каментары, ці напрамую звязцца з распрацоўшчыкамі, выкарыстаўшы прадстаўленыя кантактныя даныя.

Плануецца, што будуць дабаўлены дадатковыя старонкі: *Рэгістрацыя і Аўтарызацыя*. Старонка *Рэгістрацыя* будзе ўтрымліваць форму, на якой карыстальніку прапануюць увесці свае рэгістрацыйныя даныя (логін, імя і прозвішча, email і пароль). Пры гэтым электронны адрас карыстальніка павінен быць унікальным ў сістэме. Для завяршэння рэгістрацыі карыстальнік павінен пагадзіцца з правіламі праекта, тэкст якога будзе прадстаўлены заказчыкам пасля завяршэння распрацоўкі. Для аўтарызацыі трэба перайсці на старонку *Аўтарызацыя* і ўвесці персанальныя даныя. Пасля паспяховай ідэнтыфікацыі карыстальнік будзе перанакіраваны на хатнюю старонку. Калі ідэнтыфікацыя паспяхова не прайшла, карыстальнік атрымае апавяшчэнне і прапанову ўвесці даныя спачатку.

Для папаўнення спіса арганізацый і супольнасцей, якія працуюць у сферы ШІ, рэалізуюцца наступныя крокі:

1. Размясціць на сайце BELAI.BY формы зваротнай сувязі, у якой зацікаўленыя лабараторыі (каманды, інстытуты, навукоўцы) і іншыя могуць пакінуць свае даныя.

2. Разаслаць электронныя лісты са спасылкай на сайт BELAI.BY да вядомых кампаній (навукоўцаў) з прапановай далучыцца да беларускай супольнасці ў галіне ШІ.

3. Распавесці пра стварэнне платформы на навукова-практычных канферэнцыях і семінарах і прапанаваць удзельнікам пакінуць свае даныя.

4. Размясціць інфармацыю пра стварэнне платформы на афіцыйных сайтах лабараторыі распазнавання і сінтэзу маўлення і Аб'яднанага інстытута праблем інфарматыкі НАН Беларусі.

5. Ажыццявіць пошук інфармацыі ў адкрытых крыніцах, у прыватнасці ў Інтэрнэце, пра супольнасці ў галіне ШІ і даслаць ім прапановы да іх уключэння ў беларускую супольнасць у галіне ШІ.

6. Зрабіць рассылку паведамленняў пра стварэнне такой платформы па тэхнічных універсітэтах і прапанаваць далучыцца да супольнасці, калі ў іх ёсць групы (лабараторыі, супрацоўнікі), якія працуюць у кірунку ШІ.

7. Размясціць друкаваныя флаеры на стэндах у вну і іншых адукацыйных і навуковых установах, дзе могуць быць зацікаўленыя ў галіне ШІ, па ўзгадненні з кіраўніцтвам гэтых устаноў.

8. Зрабіць публікацыю на навуковых і тэхнічных інтэрнэт-парталах пра платформу. Там жа размясціць спасылку (форму) на далучэнне.

Плануецца, што платформа стане падставай для стварэння імпульсу далейшага развіцця ШІ і пашырэння магчымасці выкарыстання вытворчасці беларускіх распрацоўшчыкаў. Яна дазволіць паскорыць пошук неабходных экспертыз для праектаў і інтэграцыі зацікаўленых каманд. Аўтары накіраваны на развіццё паўнаўладнаснай платформы, на якой магчыма ствараць сховішча тэматычных даных для навучання асабістых мадэлей студэнтамі, навукоўцамі і іншымі зацікаўленымі. Таксама будзе прадстаўлена магчымасць дзяліцца вынікамі працы, праводзіць спаборніцтвы, ствараць асабістыя сэрвісы ці прапаноўваць ідэю для рэалізацыі.

У цэлым платформа па ШІ створана для супрацоўніцтва, абмену ведамі, паляпшэння якасці распрацовак і эфектыўнасці ўкаранення ШІ. Яна садзейнічае развіццю і выкарыстанню ШІ ў розных сферах жыцця грамадства.

### **Інфармацыйны тэлеграм-канал BELAI**

Для пашырэння ведаў беларускага грамадства па сучасных ачынных і сусветных дасягненнях ў ШІ супрацоўнікамі лабараторыі распазнавання і сінтэзу маўлення Аб'яднанага інстытута праблем інфарматыкі НАН Беларусі створаны тэлеграм-канал *BelAI* як дадатковы інструмент асвятлення галоўных падзей, навін і даследаванняў у сферы ШІ (мал. 2, URL: <https://t.me/belaiplatform>). Інфармацыйны тэлеграм-партал распрацаваны з наступнымі мэтамі:



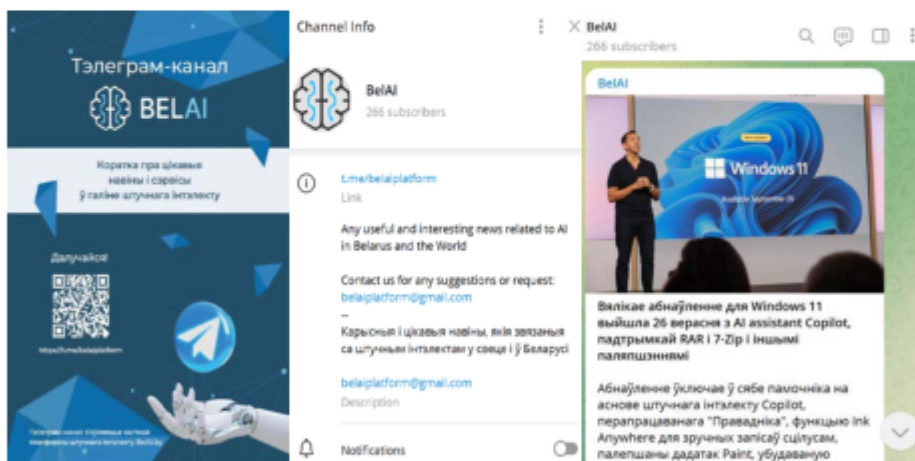
1. Інфармаванне. Канал прадастаўляе актуальную інфармацыю аб дасягненнях, новых даследаваннях і распрацоўках ШІ. Гэта дазваляе людзям, якія цікавяцца такой тэмай, быць у курсе апошніх навін і трэндаў.

2. Адукацыя: навінавы партал пашырае веды аб ШІ і яго ўжыванні ў розных сферах.

3. Прасоўванне: BELAI дапамагае прасоўваць ШІ, адлюстроўваючы яго значнасць і важнасць у сучасным свеце. Ён падкрэслівае ролю ШІ у інавацыях, навуковых даследаваннях, медыцыне, аўтаматызацыі працаў, кіраванні данымі і ў іншых галінах.

4. Свядомае выкарыстанне: навіны аб развіцці ШІ могуць дапамагчы людзям лепш зразумець яго этыку і ўплыў на грамадства. Яны таксама закрэпаюць этычныя пытанні, звязаныя з ужываннем ШІ, і вучаць, як выкарыстоўваць яго для дасягнення станоўчага ўздзеяння і вынікаў.

5. Натхненне і стымуляцыя: навіны аб поспехах і прарывах у ШІ іншых краін могуць натхняць айчынных навукоўцаў і даследчыкаў і матываваць іх прыняць удзел у даследаваннях, распрацоўках і інавацыях. Канал дэманструе таксама патэнцыйныя кар’ерныя магчымасці ў гэтай галіне, прыцягваючы новых спецыялістаў і таленты.



Мал. 2. BELAI – навінавы тэлеграм-канал

Мэсэнджар Тэлеграм з’яўляецца зручнай платформай для абмену інфармацыяй. Ён дазваляе маментальна атрымліваць інфармацыю аб навінах, падзеях, трэндах і іншых цікавых тэмах, якія асвятляюцца каналам. Карыстальнікі не залежаць ад канкрэтнага часу ці месцазнаходжання, паколькі могуць атрымліваць апавяшчэнні аб новых паведамленнях на сваіх прыладах. Распрацоўшчыкі канала выкарыстоўваюць розныя фарматы кантэнту, такія як тэкставыя нататкі, фота, відэа і апытванні, каб

падтрымліваць узаемадзеянне з падпісантамі. Акрамя таго, карыстальнікі могуць пакідаць каментары і рэагаваць на пасты, што дазваляе стварыць актыўную супольнасць вакол канала. Стварэнне і кіраванне тэлеграм-каналам не патрабуе спецыяльных навыкаў або вялікіх выдаткаў. Любы карыстальнік можа стварыць свой уласны канал і дзяліцца цікавай інфармацыяй са сваёй аўдыторыяй.

Тэлеграм-канал BELAI публікуе навіны два разы ў дзень і знаёміць карыстальнікаў з наступнымі відамі навін:

1. Асвятленне актуальных даследаванняў і распрацовак у сферы ШІ ў свеце і Беларусі.

2. Асвятленне сучасных камп'ютарных сэрвісаў, праграм і прылад, якія выкарыстоўваюць тэхналогіі ШІ.

3. Апавяшчэнне аб апошніх абнаўленнях вядомых сэрвісаў і праграм, якія функцыяніруюць на аснове ШІ.

4. Адлюстраванне апошніх дасягненняў ШІ у робататэхніцы, медыцыне, прыборабудаванні, камп'ютарных тэхналогіях.

5. Прадастаўленне разнастайных бібліятэк, камп'ютарных інфармацыйных сховішчаў, якія даюць доступ да вялікай колькасці інструментаў з ШІ.

6. Апісанне статыстычных даных развіцця ШІ у часовай адлегласці, таксама параўнанне ШІ з чалавечымі магчымасцямі.

На сённяшні дзень канал мае 262 падпісанта. Мяркуецца, што колькасць карыстальнікаў павялічыцца падчас знаёмства і аб'яднання беларускіх кампаній, каманд і індывідуальных распрацоўшчыкаў і практыкаў беларускай супольнасці ў галіне ШІ.

### Заклучэнне

Такім чынам, распрацоўкі Рэспублікі Беларусь у галіне ШІ, ІТ-тэхналогій і робататэхнікі прадэманстравалі выдатныя вынікі і ўнеслі значны ўклад у навуковае і тэхналагічнае развіццё. Развіццё ШІ мае вялікі патэнцыял для ўдасканалення навуковых даследаванняў, павышэння эфектыўнасці вытворчасці, стварэння новых бізнес-мадэляў і паляпшэння якасці жыцця ў краіне. Стварэнне агульнай платформы ШІ Беларусі і навінавага тэлеграм-канала BELAI будзе садзейнічаць сумеснаму развіццю аичынных перадавых тэхналогій у галіне ШІ. Камбінацыя хуткага доступу да інфармацыі, разнастайнасці тэматык, інтэрактыўнасці і лёгкасці выкарыстання робяць тэлеграм-канал BELAI прывабным і папулярным для карыстальнікаў. Платформа дазволіць распрацоўшчыкам і даследчыкам супрацоўнічаць, абменьвацца ведамі і вопытам, а таксама ствараць і ўдасканальваць алгарытмы, мадэлі і архітэктуры ШІ. Вэб-прыкладанне паспрыяе распаўсюджванню ведаў і інфармацыі аб распрацоўках і выкарыстанні ШІ,

што зробіць яго больш даступным для шырокага кола карыстальнікаў. Немалаважным фактарам з'яўляецца стандартызацыя ШІ. Зацвярджэнне стандартаў дазволіць стварыць адзіны набор правілаў, пратаколаў і метадаў, якія могуць быць выкарыстаны для распрацоўкі і ўкаранення ШІ. Гэта паскорыць працэс стварэння новых тэхналогій на аснове ўжо існуючых модулей, алгарытмаў і інструментаў, уносячы ў іх свае паляпшэнні і мадыфікацыі.