



International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics and Telecommunications

dedicated to the 85th anniversary of the Department
of Theoretical Radio Engineering and Radio Measurements

May 22–23, 2024

Lviv, Ukraine



Міжнародна науково-технічна конференція
Сучасні проблеми
в радіоелектроніці, телекомунікаціях
присвячена 85-річчю кафедри
теоретичної радіотехніки та радіовимірювань

22–23 травня, 2024

Львів, Україна

**Dedicated to the 85th anniversary
of the Department of Theoretical Radio
Engineering and Radio Measurements**

**Присвячено 85-річчю кафедри
теоретичної радіотехніки
та радіовимірювань**

Lviv Polytechnic National University
Institute of Telecommunications, Radioelectronics
and Electronic Engineering

**INTERNATIONAL
CONFERENCE ON
ADVANCED TRENDS
IN RADIOELECTRONICS
AND TELECOMMUNICATIONS
ATRT'2024**

Proceedings

May 22–23

Lviv, Ukraine

Lviv
Lviv Polytechnic Publishing House
2024

Національний університет «Львівська політехніка»
Інститут телекомунікацій, радіоелектроніки
та електронної техніки

**МІЖНАРОДНА
НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ**

**СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ
В РАДІОЕЛЕКТРОНІЦІ,
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЯХ
СПРТ'2024**

МАТЕРІАЛИ

22–23 травня

Львів, Україна

Львів
Видавництво Львівської політехніки
2024

УДК 621.3, 004
С 89

Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Сучасні проблеми в радіоелектроніці, телекомунікаціях» (СПРТ'2024), Львів, Україна, 22–23 травня 2024. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2024. – Режим доступу: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/attachments/2024/apr/34397/atrt-2024conferenceproceedings.pdf>, вільний. – Заголовок з екрана. – Мова укр. і англ. – 287 с.
ISBN 978-966-941-945-3

У матеріалах конференції СПРТ'2024 відображено сучасні тенденції розвитку науки й інженерії в галузях радіоелектроніки, комп'ютерних наук і телекомунікацій. Ці матеріали рекомендовано науковцям й інженерам у галузі радіоелектроніки та телекомунікацій.

УДК 621.3, 004

The proceedings of the ATRT'2024 conference depict modern trends in the development of science and engineering in the fields of radio electronics, computer science and telecommunications. These proceedings are recommended for scientists and engineers in the field of radio electronics and telecommunications.

Матеріали подано в авторській редакції

ISBN 978-966-941-945-3

© Національний університет
«Львівська політехніка», 2024

PROGRAM COMMITTEE

Chairman:

Yu. Bobalo – Rector of Lviv Polytechnic National University

Deputy Chairman:

B. Strykhalyyuk (LPNU, Lviv)

Committee members:

Z. Bluvband (ALD, Tel Aviv, Israel)

A. Bondariev (LPNU, Lviv)

B. Volochiy (LPNU, Lviv)

S. Voloshynovskiy (University of Geneva, Switzerland)

R. Goliaka (LPNU, Lviv)

N. Hots (LPNU, Lviv)

O. Hoholyuk (LPNU, Lviv)

I. Demydov (LPNU, Lviv)

M. Dyvak (WUNU, Ternopil)

A. Druzhinin (LPNU, Lviv)

F. Dubrovka (NTU KPI, Kyiv)

S. Zhuk (NTU KPI, Kyiv)

M. Ilchenko (NTU KPI, Kyiv)

V. Kychak (VNTU, Vinnytsia)

M. Klymash (LPNU, Lviv)

O. Kokhanov (OPNU, Odesa)

O. Lemeshko (KhNURE, Kharkiv)

V. Lytvyn (LPNU, Lviv)

I. Lisovuy (SUITT, Odesa)

J. Matuszewski (MUT, Warsaw, Poland)

V. Mosorov (LUT, Lodz, Poland)

V. Oborzhytskyy (LPNU, Lviv)

L. Ozirkovskyy (LPNU, Lviv)

O. Osadchuk (VNTU, Vinnytsia)

Yu. Romanyshyn (LPNU, Lviv)

B. Rusyn (PMI, Lviv)

V. Teslyuk (LPNU, Lviv)

L. Uryvsky (NTU KPI, Kyiv)

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова:

Бобало Ю.Я. – проф., ректор Національного університету «Львівська політехніка»

Заступник:

Стрихалюк Б.М. (НУЛП, м. Львів)

Члени комітету:

Блувбанд З.М. (компанія «ALD», Тель-Авів, Ізраїль)

Бондарев А.П. (НУЛП, м. Львів)

Волочій Б.Ю. (НУЛП, м. Львів)

Волошиновський С.В. (Університет Женеви, Швейцарія)

Голяка Р.Л. (НУЛП, м. Львів)

Гоц Н.Є. (НУЛП, м. Львів)

Гоголюк О.П. (НУЛП, м. Львів)

Демидов І.В. (НУЛП, м. Львів)

Дивак М.П. (ЗУНУ, м. Тернопіль)

Дружинін А.О. (НУЛП, м. Львів)

Дубровка Ф.Ф. (НТУ «КПІ», м. Київ)

Жук С.Я. (НТУ «КПІ», м. Київ)

Ільченко М.Ю. (НТУ «КПІ», м. Київ)

Кичак В.М. (ВНТУ, м. Вінниця)

Климаш М.М. (НУЛП, м. Львів)

Коханов О.Б. (НУ «Одеська політехніка», м. Одеса)

Лемешко О.В. (ХНУРЕ, м. Харків)

Литвин В.В. (НУЛП, м. Львів)

Лісовий І.П. (ДУІТЗ, м. Одеса)

Матушевський Я. (ВТА, м. Варшава, Польща)

Мосоров В.Я. (ЛТУ, м. Лодзь, Польща)

Оборжицький В.І. (НУЛП, м. Львів)

Озірковський Л.Д. (НУЛП, м. Львів)

Осадчук О.В. (ВНТУ, м. Вінниця)

Романишин Ю.М. (НУЛП, м. Львів)

Русин Б.П. (ФМІ, м. Львів)

Теслюк В.М. (НУЛП, м. Львів)

Уривський Л.О. (НТУ «КПІ», м. Київ)

G. Shilo (ZNU, Zaporizhzhia)
I. Yaremchuk (LPNU, Lviv)
Y. Yashchyshyn (WUT, Warsaw,
Poland)

Шило Г.М. (ЗНУ, м. Запоріжжя)
Яремчук І.Я. (НУЛП, м. Львів)
Ящишин С.М. (Варшавська
політехніка, Польща)

ORGANIZING COMMITTEE

Chairman:

I. Horbatiy, prof., head of
Department of Theoretical Radio
Engineering and Radio
Measurements, Lviv Polytechnic
National University

Deputy Chairman:

M. Kiselychnyk (LPNU, Lviv)

Secretary:

I. Maksymiv (LPNU, Lviv)

Committee members:

S. Altunin (LPNU, Lviv)
M. Zmysnyi (LPNU, Lviv)
A. Kuzyk (LPNU, Lviv)
N. Kuzyk (LPNU, Lviv)
S. Nichkalo (LPNU, Lviv)
Y. Pyrih (LPNU, Lviv)
V. Fast (LPNU, Lviv)
O. Shkiliuk (LPNU, Lviv)

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова:

Горбатий І.В., проф., зав. кафедри
теоретичної радіотехніки та
радіовимірювань Національного
університету «Львівська
політехніка»

Заступник:

Кіселичник М.Д. (НУЛП, м. Львів)

Секретар:

Максимів І.П. (НУЛП, м. Львів)

Члени комітету:

Алтунін С.І. (НУЛП, м. Львів)
Змисний М.М. (НУЛП, м. Львів)
Кузик А.О. (НУЛП, м. Львів)
Кузик Н.І. (НУЛП, м. Львів)
Нічкало С.І. (НУЛП, м. Львів)
Пиріг Ю.В. (НУЛП, м. Львів)
Фаст В.М. (НУЛП, м. Львів)
Шкілюк О.П. (НУЛП, м. Львів)

CONTENS / ЗМІСТ

Plenary Reports / Пленарні доповіді

Бобало Ю.Я., Горбатий І.В. Кафедра теоретичної радіотехніки та радіовимірювань: віхи становлення і розвитку.....	16
Бондарєв А.П. Наукові здобутки кафедри ТРР як віхи технічного прогресу.....	21
Кузик А.О. Витоки радіотехнічної школи у львівській політехніці.....	24
Волочій Б.Ю., Озірковський Л.Д., Сальник Ю.П., Онищенко В.А. Застосування технології стохастичного моделювання до оцінювання ефективності радіоелектронних комплексів виявлення БПЛА.....	40
Яремчук І.Я., Булавинець Т.О. Поверхневий плазмонний резонанс в срібних наночастинках: вплив підкладки.....	45
Політанський Р.Л., Площик А.С. Використання наноматеріалів та метаматеріалів для пристроїв електромагнітного поля.....	47

Section 1. Theory of Signals and Electronic Circuits.

Radio Measurements. Metrology.

Секція 1. Теорія сигналів та електронних кіл.

Радіовимірювання. Метрологія.

Чесановський І.І., Табенський С.М. Узагальнення методів побудови оптимального базису в задачах узгодженої фільтрації сигналів.....	52
Озірковський Л. Д., Братюк П. В. Високоєфективний спосіб перетворення енергії напруги постійного струму на енергію імпульсів для живлення мобільних і автономних засобів радіоелектроніки.....	55

Катін П.Ю., Мішин О.В. Основи методики аналітичного розрахунку спектру широтно-імпульсного сигналу для систем радіокерування.....	59
Блащак Д.Ю. Цифрова обробка стохастичних сигналів.....	65
Прохоров А.В. Вимірювання частоти детермінованої періодичної послідовності однополярних прямокутних імпульсів за допомогою програмно-апаратних засобів.....	68
Горбатий І.В., Фурса Т.П. Дослідження ефективності сучасних телекомунікаційних систем передавання даних.....	73
Дзюба А.О., Бударецький Ю.І. Структурно-алгоритмічна уніфікація радіолокаційних вимірювачів параметрів руху високодинамічних об'єктів.....	77
Бобало Ю.Я., Кіселичник М.Д. Надійність систем суміснопрацюючих компонентів.....	81

Section 2. Modeling in Radio Electronics and Telecommunications. Design of Electronic and Telecommunication Systems and Networks.

Секція 2. Моделювання в радіоелектроніці та телекомунікаціях. Проектування радіоелектронних і телекомунікаційних систем та мереж.

Гліненко Л.К., Фаст В.М., Занічковський Ю.В., Шандра М.С. Проблеми і перспективи 3D MID технологій.....	90
Алтунін С.І., Бондарев А.П., Максимів І.П. Імітаційне моделювання стежних вимірювачів траєкторії мінометних снарядів.....	94
Досин Д.Г. Застосування середовища математичного моделювання sagemath для генерування заводостійких кодів за допомогою полів галуа.....	98

L. Ozirkovskyi, M. Zmysnyi, O. Shkiliuk Research of Failure Rate of Fault-tolerant Information and Control System with Majority Structure.....	101
B. Volochiy, M. Zmysnyi, O. Shkiliuk The Impact of Aging Effect of Core Modules the Fault-tolerant System with Majority Structure on Reliability Indicators.....	105

Section 3. Models, Algorithms, Software and Hardware of Information and Communication and Electronic Devices.

Секція 3. Моделі, алгоритми, програмно-апаратні засоби інформаційно-комунікаційних та радіоелектронних пристроїв.

Бугайов М. В. Метод фільтрації імпульсних сигналів у каналах із завмираннями.....	111
Маленчик Т.В., Жук С.Я. Адаптивний алгоритм супроводження рухомої цілі за даними FMCW радару.....	115
A. Bench Experimental Estimation of the Raspberry PI 4 and Raspberry PI 5 GPIO Speed.....	119
Озірковський Л.Д., Волочій Б.Ю., Приймак Н.І., Жук Ю.П. визначення показників живучості LORA MESH мереж.....	124
Горбатий І.В., Кобринець О.Т., Лаврів В.Б. Оцінка ефективності застосування радіоелектронної розвідки з використанням автономних систем в якості детекторів.....	128
Шаповалов Ю.І., Бачик Д.Р., Романюк Р.О. Метод блочних матриць та матричні моделі лінійних параметричних елементів у частотній області.....	133

**Section 4. Radio Electronic Systems. Antennas,
Microwave Technology and Electromagnetic Compatibility.
Avionics. Biomedical Engineering.**

**Секція 4. Радіоелектронні системи. Антени,
мікрохвильова техніка та електромагнітна сумісність.
Авіоніка. Біомедична інженерія.**

Кривов'яз А.Т. Розробка, модернізація і серійне виробництво вітчизняної апаратури супутникової навігації.....	139
Мельник С.І., Мельник С.С., Лабазов С.М. Особливості вирішення задач георадарної томографії у ближньопольовому діапазоні частот.....	141
Мельник С.І., Мельник С.С., Лабазов С.М. Особливості застосування інформаційно-алгоритмічного методу до задач георадарної томографії.....	145
Зубков А.М., Бударецький Ю.І., Онищенко В.А., Янов С.Г. Застосування засобів стільникового зв'язку для радіолокаційного спостереження за літальними апаратами в межах урбанізованої місцевості.....	150
Стрихалюк Б.М., Зайвий Р.О., Ткаченко В.Ф. Шляхи оптимізації маршрутизації при груповому використанні БпЛА.....	154
Саратов Є.М., Дубровка Ф.Ф. Ультраширокопосмуговий пристрій збудження конічних рупорних антен.....	157
Максимів І.П., Фабіровський С.Є. Особливості застосування квадрифілярних антен для постановки радіозавад.....	160
Оборжицький В.І., Сторож В.Г., Фабіровський С.Є., Матієшин Ю.М., Протасевич В.Г. Широкопосмугова патч антена.....	165
Залуцький Я.М., Шкробот А.В. Попередні результати розробки багатоцільового швидкісного БпЛА ЗШ-33 «Ласка».....	169

**Section 5. Telecommunication Systems and Networks.
Wired and Wireless Systems, Network Services,
Management, Operation.**

**Секція 5. Телекомунікаційні системи та мережі.
Проводові та безпроводові системи,
мережеві послуги, керування, експлуатація.**

Малий О.Ю., Фурманова Н.І., Онищенко В.Ф.

Шифрування аналогового відеосигналу
з використанням хаотичних сигналів..... 172

Халімонов Я. І., Сотник С. В. Створення інтелектуального
модулю для автоматизованого моніторингу
середовища у приватних та комерційних
приміщеннях з використанням комп'ютерно-
інтегрованих технологій..... 176

Кирпота Ф. В., Сотник С. В. Визначення функціональних
вимог в автоматизованій теплиці..... 182

Abhishek Pandey Enhancing Student Engagement Through
Telecommunications in Distance and Online Learning..... 186

Невінський Д.В., Сковчеляс В.В. Концепція розвитку
енергетичної інфраструктури..... 189

Section 6. Electronics, Photonics and Semiconductor Electronics.

**Секція 6. Електроніка, фотоніка та напівпровідникова
електроніка.**

Кузик Н.І., Стахіра П.Й., Іванюк Х.Б. Використання
похідних BODIPY в технології виготовлення
органічних сонячних елементів..... 194

D.-H. Talanchyk, O. Kutrakov, A. Druzhinin, S. Nichkalo
Medical Sensor Based on Silicon-on-insulators
Structures..... 196

Невінський Д.В., Мельничок О.Я. Перспективи повністю
оптичних мереж зв'язку..... 199

**Section 7. Information Systems and Technologies.
Automated Control Systems. Robotics.**

**Секція 7. Інформаційні системи та технології.
Автоматизовані системи керування. Робототехніка.**

К. Menkov, M. Sidorova Projectpalnner: Web Application Tool For Project Task Management.....	204
Теслюк В.М., Цмоць І.Г., Різник О.Я. Підвищення завадостійкості та скритності передачі інформації з використанням баркероподібних кодів.....	207
Дирів А. І., Лозинська О. В. Аналіз проблематики плагіату формул в наукових публікаціях та дослідження методу порівняння на основі схожості змінних.....	210
Линник Р.О., Андруник В.А. Дослідження проблематики визначення громадської думки на конфліктні ситуації у соціальних мережах.....	214
V. Yakovyna, O. Khil Challenges of Using Machine Learning Algorithms for Evaluating and Predicting Software Defects.....	218
Мельник С.І., Мельник С.С. Вирішення зворотних задач томографії в інформаційному просторі можливих рішень.....	222
Гарасимчук О.І. Тестування розподілених інформаційних систем.....	226
A. Lomovatskyi, T. Basyuk Classification of Machine Learning Methods for Determining the Emotional Coloring of Ukrainian Language Content.....	230
Харченко А. І., Кобилін І. О. Особливості роботи з часовими рядами в робототехніці.....	234
Хохлов В.С., Твердохліб Є.Р. Еволюція та перспективи розвитку робототехніки в інформаційних системах та автоматизованих системах керування.....	238

Артамонов О.О. Сучасні підходи в оптимізації хмарних продуктів.....	241
Коваленко А. О., Федасюк Д.В. Метрики архітектури програмного забезпечення з урахуванням особливостей мови С++.....	243
Чернова І.С., Лисенко В.П. Моделювання процесів інтелектуального управління виробництвом ентомофагів.....	249
Балич П.Є. Вдосконалення логістичних операцій постачання за допомогою систем підтримки та прийняття рішень.....	251
Щербак С.С., Назаревич О.В. Дослідження деяких аспектів безпечного застосування графових нейронних мереж в DATA-DRIVEN додатках на основі хмарної архітектури.....	254
M. Seniv, S. Zdebskyi The Module for Automated Determination of Operational Conditions and Visualization of State Graphs for an Improved Software System for Automated Calculation of Reliability Indicators of Technical Systems.....	258
Yu. Romanyshyn, S. Yelmanov, M. Durkot, O. Tehlivets, V. Melnyk Neural Network Classification of CEED2016 Base Images by Types of Their Contrast Enhancement.....	262

Section 8. Security of Information and Communication Systems.

Секція 8. Безпека інфокомунікаційних систем.

Котух Є.В., Халімов Г.З. Новий підхід до розробки алгоритмів криптосистем з відкритим ключем в телекомунікаційних системах.....	267
Полікаровських О.І. Протидія атакам проти системи GNSS на морському транспорті.....	270

Кирпота Ф. В.
Сотник С. В., канд. техн. наук, доц.
fedir.kyrpota@nure.ua
svetlana.sotnik@nure.ua
ХНУРЕ

ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ВИМОГ В АВТОМАТИЗОВАНІЙ ТЕПЛИЦІ

Вступна частина. В сучасному світі автоматизація стає все більш важливою у не тільки на виробництві, але й у сільському господарстві, зокрема в управлінні теплицями [1, 2]. Автоматизовані теплиці використовують різноманітні технології для забезпечення оптимальних умов вирощування рослин [3-6]. Однак, перш ніж розпочати процес розробки системи автоматизації, необхідно чітко визначити функціональні вимоги до неї. Функціональні вимоги визначають основні функції, якими повинна володіти система, щоб задовольняти потреби користувачів та досягати поставлених цілей. Тому в даній роботі буде розглянуто процес визначення функціональних вимог в автоматизованій теплиці, щоб краще зрозуміти суть та область застосування цього важливого етапу розробки.

У сучасному агропромисловому секторі портативні теплиці також набувають значної важливості. Вони відкривають нові можливості для фермерів, садівників і просто звичайних людей, дозволяючи швидко переносити тепличні конструкції для оптимізації умов вирощування рослин у різних місцях або в залежності від погодних умов. Такий підхід забезпечує більшу гнучкість та ефективність у веденні сільського господарства. Тому врахування вимог до портативності та мобільності в автоматизованих теплицях стає ключовим аспектом проектування та реалізації системи автоматизації.

Тож, ця робота фокусується на розробці портативної теплиці, яку можна буде розмістити у звичайній кімнаті («побутового призначення»), наприклад, для культивування низькорослих рослин.

Після врахування важливості портативних теплиць в автоматизованому сільському господарстві, виникає потреба у вирішенні певних проблем, які стосуються їхньої ефективності та функціональності. Одна з цих проблем – необхідність розробки та визначення конкретних функціональних вимог до автоматизованої системи для портативних теплиць, а це буде включати в себе розуміння потреб користувачів, технічних можливостей та обмежень. Таким чином, постановка проблеми полягає у визначенні конкретних потреб та вимог до системи автоматизації портативних теплиць з метою їхнього оптимального використання та підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва.

Метою роботи є визначення повного комплексу функціональних вимог до системи автоматизації теплиці, які будуть слугувати базою для її проектування та розробки і забезпечать ефективну роботу системи для створення та підтримки оптимальних умов вирощування рослин в кімнатних умовах. Для досягнення мети необхідно вирішити наступні завдання: проаналізувати потреби і вимоги користувачів; визначити ключові параметри мікроклімату; визначити вимоги до апаратного та програмного забезпечення системи автоматизації; визначити канали та протоколи зв'язку для передачі даних та віддаленого керування.

Змістовна частина. Для того щоб покращувати вирощування рослин в автоматизованій теплиці повинний завжди здійснюватися збір даних. Найчастіше необхідно систематично проводити моніторинг такі ключові параметри, як температура, вологість, якість ґрунту та рівень освітленості. Це дозволяє отримувати точні дані про умови, в яких зростають рослини, і реагувати на будь-які зміни миттєво.

Якщо проаналізувати, то, збір даних про температуру дозволяє ефективно керувати тепловим режимом в теплиці, забезпечуючи ідеальні умови для зростання рослин.

Вимірювання вологості дозволяє систематично контролювати рівень вологості в ґрунті, що має велике значення для здоров'я та розвитку рослин.

Оцінка якості ґрунту є ключовою для забезпечення необхідного рівня поживних речовин, необхідних для оптимального зростання рослин.

Додатково, моніторинг рівня освітленості є важливим для забезпечення достатнього світла для фотосинтезу та оптимального фотоперіоду для росту рослин. Загальний збір цих даних та їх аналіз надає можливість створення оптимальних умов.

Висновки. У роботі розглянуто важливість автоматизації в сільському господарстві, зокрема в теплицях. Особлива увага приділяється портативним теплицям для побутового використання. У підсумку, визначено комплексний набір функціональних вимог, необхідних для ефективного проектування та розробки автоматизованої портативної теплиці.

Проаналізовано потреби користувачів портативних побутових теплиць, зокрема необхідність забезпечення належного освітлення, вентиляції, регулювання температури, компактність та мобільність, енергоефективність. Визначено ключові параметри мікроклімату для моніторингу та контролю: температура, вологість повітря і ґрунту, освітленість. Сформульовано вимоги до апаратного забезпечення системи: центральний мікроконтролер, набір датчиків, виконавчі пристрої, модуль бездротового зв'язку, джерело живлення. Визначено вимоги до програмного забезпечення: підтримка протоколів зв'язку, локальне зберігання даних, алгоритми керування, зрозумілий код.

Окреслено вимоги до користувацького інтерфейсу: мобільний додаток/веб-інтерфейс, відображення даних, можливість налаштування параметрів. Обрано технологію Bluetooth для бездротового зв'язку та передачі даних як оптимальну для цього проекту.

Пропозиції. Подальший аналіз можливості використання машинного навчання та штучного інтелекту для більш точного аналізу зібраних даних та автоматичного регулювання параметрів мікроклімату в теплиці.

Також було б доцільно проаналізувати вимоги щодо енергоефективності системи та дослідити можливості застосування альтернативних джерел енергії, наприклад, сонячних панелей.

Перелік посилань

1. Сотник С. В., Кирпота Ф. В. Огляд базових елементів автоматизованої системи контролю навколишнього середовища портативної ділянки зеленого побуту // Автоматизація, електроніка та робототехніка (AERT-2023). – 2023. – С. 28-31.
2. Kyrpota F. Development of Automated Environmental Control System for Portable Greenway Section // Automation and development of electronic devices» ADED-2023, Part 2. – 2023. – С. 1-4.
3. Lyashenko V. et al. Modeling of Machine Design with Numerical Control in UG NX 7.5 System // The International Journal of Engineering and Science (IJES). – 2018. – Volume 7(7). – С. 28-31.
4. Tahseen A. J. A. et al. Access control to robotic systems based on biometric: the generalized model and its practical implementation // International Journal of Intelligent Engineering and Systems. – 2023. – Vol. 16, No. 5. – С. 313-328.
5. Sharo Y. M. A. et al. Neural Networks As A Tool For Pattern Recognition of Fasteners // International Journal of Engineering Trends and Technology. – 2021. – Vol. 69, No. 10. – С. 151-160.
6. Deineko Z. et al. Features of Database Types // International Journal of Engineering and Information Systems (IJEAIS). – 2021. – Vol. 5(10). – С. 73-80.

Abhishek Pandey, assistant Professor
abhishek.pandey@jaipur.manipal.edu
Centre for distance and online education,
Manipal University Jaipur, India

ENHANCING STUDENT ENGAGEMENT THROUGH TELECOMMUNICATIONS IN DISTANCE AND ONLINE LEARNING

Abstract. Distance and online learning have fundamentally transformed the educational landscape, offering unparalleled flexibility and accessibility to learners across the globe. However, ensuring robust student engagement in these virtual environments remains a paramount challenge. This paper undertakes an in-depth examination of the pivotal role played by telecommunications technologies in fostering student engagement within the realm of distance and online learning. By meticulously analysing a diverse array of telecommunications tools and implementing innovative strategies, educators are empowered to craft dynamic and interactive learning experiences that not only encourage active participation but also cultivate collaboration and facilitate deeper learning outcomes. Through the judicious utilization of these technological advancements, educators can effectively bridge geographical barriers, foster a sense of community, and provide learners with the tools they need to thrive in the digital age.

Keywords: Distance learning, online learning, student engagement, telecommunications, technology-enhanced learning

Introduction. The educational landscape has shifted dramatically with the rise of distance and online learning, offering learners unprecedented flexibility but also posing challenges in maintaining engagement. Telecommunications technologies like video conferencing, instant messaging, and virtual reality address this by enabling real-time interaction and collaboration, fostering a sense of community and participation. Multimedia tools such as virtual labs and gamified simulations cater to diverse learning styles, enhancing motivation. Personalized learning experiences are furthered through