

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ  
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN



**ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АҚПАРАТТЫҚ ЖӘНЕ  
КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР  
ЖУРНАЛЫ**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ И  
КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION  
AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES**

**2022 (3) 4**  
*Қазан-желтоқсан*

ISSN 2708–2032 (print)  
ISSN 2708–2040 (online)

## БАС РЕДАКТОР:

**Хикметов Аскар Кусупбекович** — басқарма төрағасы, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің ректоры, физика-математика ғылымдарының кандидаты (Қазақстан)

## БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ:

**Колесникова Катерина Викторовна** — техника ғылымдарының докторы, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, «Ақпараттық жүйелер» кафедрасының проректоры (Қазақстан)

## ҒАЛЫМ ХАТШЫ:

**Ипалакова Мадина Тулегеновна** — техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, «Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті» АҚ, Ғылыми-зерттеу жұмыс департаментінің директоры (Қазақстан)

## РЕДАКЦИЈАЛЫҚ АЛҚА:

**Разак Абдул** — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің профессоры (Қазақстан)

**Лучио Томмазо де Паолис** — Саленто университетінің (Италия) инновациялар және технологиялық инженерия департаменті AVR зертханасының зерттеу және әзірлеу бөлімінің директоры

**Лиз Бэкон** — профессор, Абертей университеті вице-канцлердің орынбасары (Ұлыбритания)

**Микеле Пагано** — PhD, Пиза университетінің профессоры (Италия)

**Отелбаев Мухтарбай Отелбаевич** — физика-математика ғылымдарының докторы, ҚР ҰҒА академигі, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, «Математикалық және компьютерлік модельдеу» кафедрасының профессоры (Қазақстан)

**Рысбайұлы Болатбек** — физика-математика ғылымдарының докторы, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, «Математикалық және компьютерлік модельдеу» кафедрасының профессоры (Қазақстан)

**Дайнеко Евгения Александровна** — PhD, қауымдастырылған профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің Жабандық серіктестік және қосымша білім беру жөніндегі проректоры (Қазақстан)

**Дузбаев Нуржан Тоқсужаевич** — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің Цифрландыру және инновациялар жөніндегі проректоры (Қазақстан)

**Синчев Бахтгерей Куспанович** — техника ғылымдарының докторы, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Ақпараттық жүйелер» кафедрасының профессоры (Қазақстан)

**Сейлова Нүргүл Абдуллаевна** — техника ғылымдарының кандидаты, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Компьютерлік технологиялар және киберқауіпсіздік» факультетінің деканы (Қазақстан)

**Мухамедиева Ардак Габитовна** — экономика ғылымдарының кандидаты, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Цифрлық трансформациялар» факультетінің деканы (Қазақстан)

**Ыдырыс Айжан Жұмабайқызы** — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Математикалық және компьютерлік модельдеу» кафедрасының менгерушісі (Қазақстан)

**Шильдибеков Ерлан Жаржанович** — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Экономика және бизнес» кафедрасының менгерушісі (Қазақстан)

**Аманжолова Сауле Токсановна** — техника ғылымдарының кандидаты, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Киберқауіпсіздік» кафедрасының менгерушісі (Қазақстан)

**Ниязгулова Айгүл Аскарбековна** — филология ғылымдарының кандидаты, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Медиакоммуникациялар және Қазақстан тарихы» кафедрасының менгерушісі (Қазақстан)

**Айтмағамбетов Алтай Зуфарович** — техника ғылымдарының кандидаты, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Радиотехника, электроника және телекоммуникация» кафедрасының профессоры (Қазақстан)

**Алмисреб Али Абд** — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің қауымдастырылған профессоры (Қазақстан)

**Мохамед Ахмед Хамада** — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Ақпараттық жүйелер» кафедрасының қауымдастырылған профессоры (Қазақстан)

**Янг Им Чу** — PhD, Гачон университетінің профессоры (Оңтүстік Корея)

**Тадеуш Валлас** — PhD, Адам Мицкевич атындағы университеттің проректоры (Польша)

**Мамырбаев Өркен Жұмажанұлы** — Ақпараттық жүйелер саласындағы техника ғылымдарының (PhD) докторы, ҚР БҒМ ҚҰО ақпараттық және есептеу технологиялары институты директорының ғылым жөніндегі орынбасары (Қазақстан)

**Бушуев Сергей Дмитриевич** — техника ғылымдарының докторы, профессор, Украинаның «УКРНЕТ» жобаларды басқару қауымдастығының директоры, Киев ұлттық құрылыс және сәулет университетінің «Жобаларды басқару» кафедрасының менгерушісі (Украина)

**Белошицкая Светлана Васильевна** — техника ғылымдарының докторы, доцент, Астана IT университетінің деректер жөніндегі есептеу және ғылым кафедрасының профессоры (Қазақстан)

## ЖАУАПТЫ РЕДАКТОР:

**Ералы Диана Русланқызы** — «Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті» АҚ (Қазақстан)

---

Халықаралық ақпараттық және коммуникациялық технологиялар журналы

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Меншіктенуші: «Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті» АҚ (Алматы қ.)

Қазақстан Республикасы Ақпарат және әлеуметтік даму министрлігінің Ақпарат комитетінде – 20.02.2020 жылы берілген.

№ KZ82VPY00020475 мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: ақпараттық технологиялар, әлеуметтік-экономикалық жүйелерді дамытудағы цифрлық технологиялар, ақпараттық қауіпсіздік және коммуникациялық технологияларға арналған.

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Тиражы: 100 дана

Редакцияның мекенжайы: 050040, Алматы қ-сы, Манас к-сі, 34/1, 709-кабинет, тел: +7 (727) 244-51-09).

E-mail: ijiet@iitu.edu.kz

Журнал сайты: <https://journal.iitu.edu.kz>

© Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті АҚ, 2022

© Авторлар ұжымы, 2022

## ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

**Хикметов Аскар Кусулбекович** — кандидат физико-математических наук, председатель правления - ректор Международного университета информационных технологий (Казахстан)

## ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

**Колесникова Катерина Викторовна** — доктор технических наук, профессор, проректор по научно-исследовательской деятельности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

## УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ:

**Ипалакова Мадина Тулегеновна** — кандидат технических наук, ассоциированный профессор, директор департамента по научно-исследовательской деятельности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**Разак Абдул** — PhD, профессор кафедры кибербезопасности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

**Лучно Томмазо де Паолис** — директор отдела исследований и разработок лаборатории AVR департамента инноваций и технологического инжиниринга Университета Саленто (Италия)

**Лиз Бэкон** — профессор, заместитель вице-канцлера Университета Абертей (Великобритания)

**Микеле Пагано** — PhD, профессор Университета Пизы (Италия)

**Отелбаев Мухтарбай Отелбайулы** — доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, профессор кафедры математического и компьютерного моделирования Международного университета информационных технологий (Казахстан)

**Рысбайулы Болатбек** — доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры математического и компьютерного моделирования Международного университета информационных технологий (Казахстан)

**Дайнеко Евгения Александровна** — PhD, ассоциированный профессор, проректор по глобальному партнерству и дополнительному образованию Международного университета информационных технологий (Казахстан)

**Дузбаев Нуржан Токкужаевич** — PhD, ассоциированный профессор, проректор по цифровизации и инновациям Международного университета информационных технологий (Казахстан)

**Синчев Бахтгерей Куспанович** — доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационных систем Международного университета информационных технологий (Казахстан)

**Сейлова Нургуль Абадуллаевна** — кандидат технических наук, декан факультета компьютерных технологий и кибербезопасности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

**Мухамедиева Ардак Габитовна** — кандидат экономических наук, декан факультета цифровых трансформаций Международного университета информационных технологий (Казахстан)

**Ыдырыс Айжан Жумабаевна** — PhD, ассистент профессор, заведующая кафедрой математического и компьютерного моделирования Международного университета информационных технологий (Казахстан)

**Шилдибеков Ерлан Жаржанович** — PhD, заведующий кафедрой экономики и бизнеса Международного университета информационных технологий (Казахстан)

**Аманжолова Сауле Токсановна** — кандидат технических наук, заведующая кафедрой кибербезопасности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

**Ниязгулова Айгуль Аскарбековна** — кандидат филологических наук, доцент, заведующая кафедрой медиакоммуникаций и истории Казахстана Международного университета информационных технологий (Казахстан)

**Айтмагамбетов Алтай Zufарович** — кандидат технических наук, профессор кафедры радиотехники, электроники и телекоммуникаций Международного университета информационных технологий (Казахстан)

**Алмисреб Али Абд** — PhD, ассоциированный профессор кафедры кибербезопасности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

**Мохамед Ахмед Хамада** — PhD, ассоциированный профессор кафедры информационных систем Международного университета информационных технологий (Казахстан)

**Янг Им Чу** — PhD, профессор университета Гачон (Южная Корея)

**Тадеш Валлас** — PhD, проректор университета имен Адама Мицкевича (Польша)

**Мамырбаев Оркен Жумажанович** — PhD, заместитель директора по науке РГП Института информационных и вычислительных технологий Комитета науки МНВО РК (Казахстан)

**Бушуев Сергей Дмитриевич** — доктор технических наук, профессор, директор Украинской ассоциации управления проектами «УКРНЕТ», заведующий кафедрой управления проектами Киевского национального университета строительства и архитектуры (Украина)

**Белошицкая Светлана Васильевна** — доктор технических наук, доцент, профессор кафедры вычислений и науки о данных Astana IT University (Казахстан)

## ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР:

**Ералы Диана Русланқызы** — АО «Международный университет информационных технологий» (Казахстан).

Международный журнал информационных и коммуникационных технологий

ISSN 2708-2032 (print)

ISSN 2708-2040 (online)

Собственник: АО «Международный университет информационных технологий» (г. Алматы).

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Министерство информации и общественного развития Республики Казахстан № KZ82VPY00020475, выданное от 20.02.2020 г.

Тематическая направленность: информационные технологии, информационная безопасность и коммуникационные технологии, цифровые технологии в развитии социо-экономических систем.

Периодичность: 4 раза в год.

Тираж: 100 экземпляров.

Адрес редакции: 050040 г. Алматы, ул. Манаса 34/1, каб. 709, тел: +7 (727) 244-51-09).

E-mail: ijict@iitu.edu.kz

Сайт журнала: <https://journal.iitu.edu.kz>

© АО Международный университет информационных технологий, 2022

© Коллектив авторов, 2022

#### EDITOR-IN-CHIEF:

**Khikmetov Askar Kusupbekovich** — Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Chairman of the Board, Rector of International Information Technology University (Kazakhstan)

#### DEPUTY CHIEF DIRECTOR:

**Kolesnikova Katerina Viktorovna** — Doctor of Technical Sciences, Vice-Rector of Information Systems Department, International Information Technology University (Kazakhstan)

#### SCIENTIFIC SECRETARY:

**Ipalakova Madina Tulegenovna** — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Director of the Research Department, International University of Information Technologies (Kazakhstan)

#### EDITORIAL BOARD:

**Razaq Abdul** — PhD, Professor of International Information Technology University (Kazakhstan)

**Lucio Tommaso de Paolis** — Director of Research and Development, AVR Laboratory, Department of Innovation and Process Engineering, University of Salento (Italy)

**Liz Bacon** — Professor, Deputy Director, and Deputy Vice-Chancellor of the University of Abertay. (Great Britain)

**Michele Pagano** — Ph.D., Professor, University of Pisa (Italy)

**Otelbaev Mukhtarbay Otelbayuly** — Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Professor of the Department of Mathematical and Computer Modeling of International Information Technology University (Kazakhstan)

**Rysbayuly Bolatbek** — Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Department of Mathematical and Computer Modeling, International Information Technology University (Kazakhstan)

**Daineko Yevgeniya Alexandrovna** — PhD, Associate Professor, Vice-Rector for Global Partnership and Continuing Education, International Information Technology University (Kazakhstan)

**Duzbaev Nurzhan Tokkuzhaevich** — Candidate of Technical Sciences, Vice-Rector for Digitalization and Innovations, International Information Technology University (Kazakhstan)

**Sinchev Bakhtgerey Kuspanuly** — Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Information Systems, International Information Technology University (Kazakhstan)

**Seilova Nurgul Abdullaevna** — Candidate of Technical Sciences, Dean of the Faculty of Computer Technologies and Cybersecurity, International Information Technology University (Kazakhstan)

**Mukhamedieva Ardak Gabitovna** — Candidate of Economic Sciences, Dean of the Faculty of Digital Transformations, International Information Technology University (Kazakhstan)

**Idyrys Aizhan Zhumabaevna** — PhD, Head of the Department of Mathematical and Computer Modeling, International Information Technology University (Kazakhstan)

**Shildibekov Yerlan Zharzhanuly** — PhD, Head of the Department of Economics and Business, International Information Technology University (Kazakhstan)

**Amanzholova Saule Toksanovna** — Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Cyber Security, International Information Technology University (Kazakhstan)

**Niyazgulova Aigul Askarbekovna** — Candidate of Philology, Head of the Department of Media Communications and History of Kazakhstan, International Information Technology University (Kazakhstan)

**Aitmagambetov Altai Zufarovich** — Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Radioengineering, Electronics and Telecommunication, International Information Technology University (Kazakhstan)

**Almisreb Ali Abd** — PhD, Associate Professor, International Information Technology University (Kazakhstan)

**Mohamed Ahmed Hamada** — PhD, Associate Professor, Department of Information systems, International Information Technology University (Kazakhstan)

**Young Im Choo** — PhD, Professor, Gachon University (South Korea)

**Tadeusz Wallas** — PhD, University of Dr. Litt Adam Miskevich in Poznan (Poland)

**Mamyrbayev Orken Zhumazhanovich** — PhD in Information Systems, Deputy Director for Science, Institute of Information and Computing Technologies CS MSHE RK (Kazakhstan)

**Bushuyev Sergey Dmitriyevich** — Doctor of Technical Sciences, Professor, Director of Удoктoр тeхнических наук, профессор, директор Ukrainian Association of Project Management UKRNET, Head of Project Management Department, Kyiv National University of Construction and Architecture (Ukraine)

**Beloshitskaya Svetlana Vasilyevna** — Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Computing and Data Science, Astana IT University (Kazakhstan)

#### EXECUTIVE EDITOR

**Eraly Diana Ruslankyzy** — International Information Technology University (Kazakhstan)

---

«International Journal of Information and Communication Technologies»

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Owner: International Information Technology University JSC (Almaty).

The certificate of registration of a periodical printed publication in the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan, Information Committee No. KZ82VPY00020475, issued on 20.02.2020.

Thematic focus: information technology, digital technologies in the development of socio-economic systems, information security and communication technologies

Periodicity: 4 times a year.

Circulation: 100 copies.

Editorial address: 050040, Manas st. 34/1, Almaty, +7 (727) 244-51-09). E-mail: [ijict@iitu.edu.kz](mailto:ijict@iitu.edu.kz)

Journal website: <https://journal.iitu.edu.kz>

© International Information Technology University JSC, 2022

© Group of authors, 2022

---

## МАЗМҰНЫ

### БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУДІ ӨЗІРЛЕУ ЖӘНЕ БІЛІМ ИНЖЕНЕРИЯСЫ

**Қашқынбай С.М.**

ROBOTIC PROCESS AUTOMATION (RPA) ЖҮЙЕЛЕРІН БИЗНЕСТЕ  
ҚОЛДАНУ.....8

**Нрекенова А.С., Құмарғазанова С.К.**

SMART UNIVERSITY ҮШІН КЕҢЕЙТІЛГЕН ШЫНДЫҚ МОДУЛІ.....22

**Сарсенбек Қ.**

БЕЙНЕ ОЙЫНДАРДАҒЫ ӘРЕКЕТ СЦЕНАРИЙЛЕРІН МОДЕЛЬДЕУ  
ҮШІН АФФЕКТИВТІ ЕСЕПТЕУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ.....34

### ИНФОКОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ЖЕЛІЛЕР ЖӘНЕ КИБЕРҚАУІПСІЗДІК

**Насылбекова А.Е., I. Khlevna**

ПАССИВТІ ОПТИКАЛЫҚ ЖЕЛІЛЕРДЕГІ КВАНТТЫҚ КІЛТТЕРІНІҢ  
БӨЛУІНІҢ ҚАУІПСІЗДІК ТАЛДАУЫ.....41

**Байтілес Р.Е., Омаров Б.С.**

МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ АРҚЫЛЫ НЕСИЕ КАРТАСЫНЫҢ АЛАЯҚТЫҒЫН  
АНЫҚТАУ.....57

### ЗИЯТКЕРЛІК ЖҮЙЕЛЕР

**Гамри Х.А., Омаров Б.С., Bohdan Haidabrus**

РЕНТГЕНДІК СУРЕТТЕ ПНЕВМОНИЯНЫ АНЫҚТАУДЫҢ ТЕРЕҢ  
ОҚУ ӘДІСТЕРІН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ.....70

**Жағыпар А.Б.**

ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ КЕШЕНДІ ҰЙЫМДАСТЫРУҒА ЦИФРЛЫҚ  
ШЕШІМДЕРДІҢ ӘСЕРІ.....84

### ЭКОНОМИКА ЖӘНЕ МЕНЕДЖМЕНТТЕГІ ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

**Даутбекова Б.**

НАША, АЛКОГОЛЬ, ШЫЛЫМ ПАЙДАЛАНУ СЕКІЛДІ ДЕНСАУЛЫҚҚА  
ЗИЯН ӘРЕКЕТТЕРДІҢ ҚАЗАҚ МЕДИАСЫНДАҒЫ ПРОПАГАНДАСЫ:  
ҚАЗАҚТІЛДІ ИНТЕРНЕТТЕГІ ЕҢ КӨП ҚАРАЛҒАН ВЕБ СЕРИАЛДАРДЫҢ  
МЫСАЛЫНДА.....93

## СОДЕРЖАНИЕ

### РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНЖЕНЕРИЯ ЗНАНИЙ

<b>Кашкынбай С.М.</b> ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ ROBOTIC PROCESS AUTOMATION (RPA) В БИЗНЕСЕ.....	8
<b>Нурекенова А.С., Кумаргажанова С.К.</b> МОДУЛЬ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ SMART-УНИВЕРСИТЕТА...22	
<b>Сарсенбек Қ.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ АФФЕКТИВНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЦЕНАРИЕВ ДЕЙСТВИЙ В ВИДЕО ИГРАХ.....	34

### ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ СЕТИ И КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ

<b>Насылбекова А.Е., I. Khlevna</b> АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КВАНТОВЫХ КЛЮЧЕЙ В ПАССИВНЫХ ОПТИЧЕСКИХ СЕТЯХ.....	41
<b>Байтилес Р.Е., Омаров Б.С.</b> ВЫЯВЛЕНИЕ МОШЕННИЧЕСТВА С КРЕДИТНЫМИ КАРТАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	57

### ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

<b>Гамри Х.А., Омаров Б.С., Bohdan Haidabrus</b> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПНЕВМОНИИ НА РЕНТГЕНОВСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ.....	70
<b>Жағыпар А.Б.</b> ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВЫХ РЕШЕНИЙ НА ОРГАНИЗАЦИЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА.....	84

### ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАЗВИТИИ СОЦИО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

<b>Даутбекова Б.</b> ПРОБЛЕМАТИКА ПРОДВИЖЕНИЯ ДЕСТРУКТИВНОГО ПОВЕДЕНИЯ В КАЗАХСКИХ СМИ: ПРОПАГАНДА УПОТРЕБЛЕНИЯ АЛКОГОЛЯ И ТАБАКА: НА ПРИМЕРЕ САМЫХ ПРОСМАТРИВАЕМЫХ ВЕБ-СЕРИАЛОВ В КАЗАХСКОМ СЕГМЕНТЕ ИНТЕРНЕТ.....	93
---	----

## CONTENTS

### SOFTWARE DEVELOPMENT AND KNOWLEDGE ENGINEERING

**Kashkynbay S.M.**

APPLICATION OF ROBOTIC PROCESS AUTOMATION (RPA) SYSTEMS  
IN BUSINESS.....8

**Nurekenova A.S., Kumargazhanova S.K.**

AUGMENTED REALITY MODULE FOR SMART UNIVERSITY.....22

**Sarsenbek K.**

USING AFFECTIVE COMPUTING METHODS TO SIMULATE  
ACTION SCENARIOS IN VIDEO GAMES.....34

### INFOCOMMUNICATION NETWORKS AND CYBERSECURITY

**Nasyzbekova A.E., I. Khlevna**

SECURITY ANALYSIS OF THE DISTRIBUTION OF QUANTUM KEYS  
IN PASSIVE OPTICAL NETWORKS.....41

**Baitiles R.Ye., Omarov B.S.**

DETECTING CREDIT CARD FRAUD USING MACHINE LEARNING.....57

### INTELLIGENT SYSTEMS

**Gamri K.A., Omarov B.S., Bohdan Haidabrus**

COMPARATIVE ANALYSIS OF DEEP LEARNING METHODS FOR  
PNEUMONIA DETECTION ON X-RAY IMAGES.....70

**Zhagypar A.B.**

THE IMPACT OF DIGITAL SOLUTIONS ON THE ORGANIZATION  
OF THE ENERGY COMPLEX.....84

### DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE DEVELOPMENT OF SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS

**Dautbekova B.**

PROBLEMS OF PROMOTION OF DESTRUCTIVE BEHAVIOR  
IN THE KAZAKH MEDIA: PROPAGANDA OF ALCOHOL AND TOBACCO  
USE: ON THE EXAMPLE OF THE MOST VIEWED WEB SERIES IN THE  
KAZAKH SEGMENT OF THE INTERNET.....93

**БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ЖАСАҚТАМАНЫ ӨЗІРЛЕУ  
ЖӘНЕ БІЛІМ ИНЖЕНЕРИЯСЫ**

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
И ИНЖЕНЕРИЯ ЗНАНИЙ**

**SOFTWARE DEVELOPMENT AND KNOWLEDGE ENGINEERING**

---

INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Vol. 3. Is. 4. Number 12 (2022). Pp. 8–21

Journal homepage: <https://journal.iitu.edu.kz>

<https://doi.org/10.54309/IJICT.2022.12.4.001>

УДК 004.424

**APPLICATION OF ROBOTIC PROCESS AUTOMATION  
(RPA) SYSTEMS IN BUSINESS**

*S.M. Kashkynbay*

**Kashkynbay Sultan Muratuly** — Master of the Kazakh National University named after Al-Farabi, Faculty of Information Technology, majoring in information systems.

E-mail: 87053811230s@gmail.com

© S.M. Kashkynbay, 2022

**Abstract.** As one of the most popular fields in the field of management, business process management has witnessed many advances in academic research, while applications in the industry still provide various progressive methods that contribute to the formation of business process management. From the very beginning of the business process, management efforts began to materialize in the modeling and analysis of business processes, and then the business process model is tracked and controlled by business process monitoring tools. In addition, the result of the business process is ultimately evaluated by business process analysis technologies. To solve the problem of large investments in business process management systems, a solution called RPA (Robotic Process Automation) was proposed. RPA focuses on automating the original business process, which does not incur the costs required for business process reengineering. The goal of RPA is to free people from tedious and repetitive tasks so that they can concentrate more on difficult tasks. Thus, higher productivity and lower costs can be achieved. RPA is like a set of tools for simulating user actions in computer systems. A piece of software usually interacts with graphical user interfaces, performing processes that a user will perform on systems. This approach has proven to be one of



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License



the most famous and amazing methods to quickly increase the efficiency of repetitive business processes. The purpose of the article is to highlight the importance of user participation in an RPA application because the involvement of RPA users has a positive effect on both perception and further intention to use RPA.

**Keywords:** RPA system, technological simulation, automation, software, business process management, information systems

**For citation:** S.M. Kashkynbay. Application of robotic process automation (rpa) systems in business // INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES. 2022. Vol. 3. Is. 4. Number 12. Pp. 8–21 (In Russ.). DOI: *10.54309/IJICT.2022.12.4.001*.

## **ROBOTIC PROCESS AUTOMATION (RPA) ЖҮЙЕЛЕРІН БИЗНЕСТЕ ҚОЛДАНУ**

*С.М. Қашқынбай*

**Қашқынбай Сұлтан Мұратұлы** — Әл-Фараби атындағы қазақ ұлттық университеті, ақпараттық технологиялар факультеті, ақпараттық жүйелер мамандығының магистрі.  
E-mail: 87053811230s@gmail.com

© С.М. Қашқынбай, 2022

**Аннотация.** Менеджмент саласындағы ең танымал салалардың бірі ретінде бизнес-процестерді басқару академиялық зерттеулерде көптеген жетістіктерге жетті, ал саладағы қосымшалар әлі де бизнес-процестерді басқаруды қалыптастыруға ықпал ететін әртүрлі прогрессивті әдістерді ұсынады. Бизнес-процестің басталуымен қатар бизнес-процестерді модельдеу мен талдауда басқару күш-жігері жүзеге аса бастады, содан кейін бизнес-процестің моделі бизнес-процестерді бақылау құралдарымен бақыланатын болды. Ал бизнес-процестің нәтижесі ең соңында бизнес-процестерді талдау технологияларымен бағаланады. Бизнес-процестерді басқару жүйелеріне үлкен инвестиция салу мәселесін шешу үшін RPA (Robotic Process Automation) деп аталатын шешім ұсынылды. RPA бизнес-процестердің реинжинирингіне қажетті шығындарды талап етпейтін бастапқы бизнес-процесті автоматтандыруға бағытталған. RPA мақсаты — адамдарды маңызды тапсырмаларға көбірек шоғырландыру үшін жалықтыратын және қайталанатын тапсырмалардан босату. Осылайша, жоғары өнімділікке және төмен шығындарға қол жеткізуге болады. RPA компьютерлік жүйелердегі пайдаланушы әрекеттерін имитациялауға арналған құралдар жиынтығы сияқты. Бағдарламалық құралдың бір бөлігі әдетте графикалық пайдаланушы интерфейстерімен әрекеттеседі, пайдаланушы жүйелерде орындайтын процестерді орындайды. Бұл тәсіл қайталанатын бизнес-процестердің тиімділігін жылдам арттырудың ең танымал және таңғажайып әдістерінің бірі болып табылады. Мақаланың мақсаты пайдаланушының RPA қосымшасын қолдануының маңыздылығын көрсету болып



табылады, себебі ол RPA пайдаланушыларына оң әсер етеді және оларды үздіксіз пайдалануға ынталандырады.

**Түйін сөздер:** RPA жүйесі, технологиялық модельдеу, автоматтандыру, бағдарламалық қамтамасыз ету, бизнес-процестерді басқару, ақпараттық жүйелер

**Дәйексөз үшін:** С.М. Қашқынбай. Robotic process automation (rpa) жүйелерін бизнесте қолдану // ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АҚПАРАТТЫҚ-КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖУРНАЛЫ. 2022. Том. 3. Is. 4. Нөмірі 12. 8–21 бет (орыс тілінде). DOI: 10.54309/IJICT.2022.12.4.001.

## ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ ROBOTIC PROCESS AUTOMATION (RPA) В БИЗНЕСЕ

*С.М. Қашқынбай*

**Қашқынбай Султан Муратулы** — магистр қазақшого национального университета им. Аль-Фараби, факультета информационных технологий по специальности информационные системы  
E-mail: 87053811230s@gmail.com

© С.М. Қашқынбай, 2022

**Аннотация.** Как одна из самых популярных сфер в области управления, управление бизнес-процессами стало очевидцем многих достижений в академических исследованиях, в то время как приложения в отрасли еще дают разные прогрессивные методы, что способствуют формированию управления бизнес-процессами. С самого начала бизнес-процесса управленческие усилия стали материализовываться в моделировании и анализе бизнес-процессов, затем модель бизнес-процесса отслеживается и контролируется инструментами мониторинга бизнес-процессов. И результат бизнес-процесса в итоге оценивается технологиями анализа бизнес-процессов. Для решения задачи больших вложений в системы управления бизнес-процессами было предложено решение под названием RPA (Robotic Process Automation). RPA фокусируется на автоматизации исходного бизнес-процесса, что не требует затрат, необходимых для реинжиниринга бизнес-процессов. Цель статьи — обозначить значимость участия пользователей в приложении RPA, потому как вовлечение пользователей RPA позитивно воздействует как на восприятие, так и на дальнейшее намерение использовать RPA. Таким образом, можно добиться более высокой производительности и более низких затрат. RPA это как набор инструментов для имитации действий пользователя в компьютерных системах. Часть программного обеспечения обычно взаимодействует с графическими пользовательскими интерфейсами, выполняя процессы, которые пользователь будет выполнять с системами. Данный подход оказался одним из самых знаменитых и изумительных методов быстрого увеличения эффективности повторяющихся бизнес-процессов.

**Ключевые слова:** система RPA, технологическая имитация, автоматизация,



ПО, управление бизнес-процессами, информационные системы

Для цитирования С.М. Кашкынбай. Применение систем robotic process automation (rpa) в бизнесе // МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. 2022. Том. 3. Is. 4. Номер 12. Стр. 8–21 (на русском языке). DOI: 10.54309/IJICT.2022.12.4.001.

### **Введение**

RPA — это технологическая имитация человека-работника с целью быстрой и рентабельной автоматизации структурированных задач. Даже если термин «робот» вызывает у нас представление об электромеханических машинах, важно знать, что RPA не является физическим роботом, это программное решение, которое настроено для выполнения повторяющихся рабочих задач и процедур, которые используются, для быть сделано людьми.

RPA технология основана на программных инструментах, которые могут имитировать поведение человека для повторяющихся и не добавляющих ценности задач, таких как подсказка, копирование, вставка, извлечение, слияние и перемещение данных из одной системы в другую. Основными преимуществами RPA являются снижение затрат, увеличение скорости процессов, уменьшение количества ошибок и повышение производительности. Когда дело доходит до принятия решения об использовании RPA, компании должны учитывать, что RPA больше подходит для стандартизированных задач большого объема, управляемых правилами, где нет необходимости в субъективных суждениях, творчестве или навыках интерпретации. Бизнес-процессы бэк-офиса, такие как кредиторская задолженность, дебиторская задолженность, выставление счетов, командировки и расходы, основные средства и управление персоналом, являются хорошими кандидатами для RPA. Также бэк-офисная часть процессов обслуживания клиентов.

Что касается реализации, важно учитывать, что RPA не хранит никаких транзакционных данных и не требует базы данных. RPA находится поверх существующих систем и получает доступ к этим платформам через уровень представления. Решения RPA не требуют навыков программирования для настройки программного обеспечения, поскольку интерфейсы RPA работают так же, как пакеты моделирования BPMN, путем перетаскивания, опускания и связывания значков. Время и усилия, необходимые для внедрения RPA, значительно меньше, чем для таких технологий автоматизации, как BPMS. Как показывает тематическое исследование, основным преимуществом RPA является снижение затрат за счет повышения производительности. Другие преимущества, такие как гибкость процесса, связаны с конфигурацией RPA, мощностью оборудования и временем отклика приложений, к которым робот должен получить доступ. Снижение ошибок также является мерой, которая, хотя и не была измерена в тематическом исследовании, может быть улучшена с помощью RPA (Santiago Aguirre, 2017).



## Материалы и методы

Название «RPA» впервые было введено отраслевыми практиками. На самом деле развитие RPA как в научных кругах, так и в промышленности находится на ранней стадии, а общепринятые определения и концепции, связанные с RPA, неполны. В этой статье пересмотрены различные определения из разных источников, чтобы понять эволюцию RPA. В промышленности специалисты-практики получают свои определения «RPA» в первую очередь непосредственно из действий по применению и настройке ПО (программного обеспечения) RPA. Таким образом, большинство определений «RPA» по созданию описывают атрибуты ПО (программного обеспечения) RPA. И эти определения указывают, в первую очередь, на то, что «Робототехника» в «Робототехнике автоматизации процессов» не относится к участию физических роботов, а причисляется к определенным программным средствам для BPA (Business Process Automation).

Наиболее распространенные процессы, реализуемые сегодня с помощью RPA, включают административные процессы бэк-офиса и рабочие процессы в сфере ИТ, финансов, закупок и управления персоналом, а также отраслевые операции в банковском деле, страховании и ипотеке. Любой бизнес-процесс, который имеет цифровую информацию в структурированном формате, а также структуру правил, основанную на логике (если-то), обычно представляет собой разумный аргумент, который следует рассматривать для RPA.

По данным Института роботизированной автоматизации процессов и искусственного интеллекта (IRPAAI), «роботизированная автоматизация процессов (RPA) — это применение технологии, которая позволяет компьютерному программному обеспечению или «роботу» захватывать и интерпретировать существующие приложения для обработки транзакций, манипулирования данными, запуск ответов и связь с другими цифровыми системами».

RPA привлекает программных роботов для выполнения сложных вложенных процедур, которые пересекаются с несколькими приложениями и взаимодействуют с этими системами без необходимости создавать сложные и жесткие межсистемные интерфейсы. Хотя роботы могут быть настроены для прямого взаимодействия с приложениями через существующие интерфейсы прикладного программирования (API), эти платформы в равной степени могут работать через графические интерфейсы систем, включая веб-браузеры и терминальные сеансы Citrix. Это означает, что роботизированная автоматизация может быть развернута за относительно короткий период времени, измеряемый днями и неделями, вместо более тяжелых, традиционных усилий по программированию ИТ, которые могут занять месяцы и потребовать гораздо больших первоначальных инвестиций. Это делает программных роботов привлекательным способом снижения эксплуатационных расходов, особенно в рамках повторяющихся процессов, основанных на правилах, которые не привлекли внимания прошлых усилий по автоматизации между системами со стороны ИТ-специалистов и заинтересованных сторон бизнеса.

Однако, несмотря на привлекательный потенциал, в сегодняшних продуктах



RPA есть заметные технические ограничения, которые не позволяют реализовать полную ценность проектов RPA. Эти проблемы включают в себя:

- Преобразование нецифровых входных данных процесса
- Возможность идентифицировать целевые поля данных в неструктурированных форматах документов.
- Способность относительно легко приспосабливаться к изменяющимся правилам или бизнес-логике.
- Получение информации из данных об эффективности транзакций в рамках роботизированного процесса.
- Способность интерпретировать контекстуальное понимание наборов инструкций до роботизированной деятельности (Williams, 2017).

RPA может привести к повышению эффективности и качества данных в бизнес-процессах, связанных с канцелярской работой. В настоящее время существует множество коммерческих решений RPA, таких как Automation Anywhere Enterprise RPA и UiPath Enterprise RPA Platform, которые предоставляют возможности для создания сценариев как с помощью подходов записи и воспроизведения, так и с помощью ручного кодирования.

Обычно различают два основных типа сценариев использования RPA: обслуживаемые и автоматические. В управляемой автоматизации бот помогает пользователю выполнять его повседневные задачи. Во время своего выполнения бот может принимать входные данные от пользователя, его можно прервать, приостановить или остановить в любой момент. Обслуживаемые боты обычно работают на локальных машинах и управляют теми же приложениями, что и пользователь. Их можно использовать для автоматизации подпрограмм, которые требуют динамического ввода, человеческого суждения или, когда подпрограмма может иметь исключения (Leno et al., 2020).

Многие RPA имеют большие и очевидные преимущества, но также и ограничения. Боты могут следовать только логическим процессам, основанным на правилах. Они не видят закономерностей в данных и не извлекают смысл из изображений, текста или речи. Программное обеспечение RPA запрограммировано на обработку таких функций, как регистрация, выставление счетов или передача данных, без понимания их логики. Исчерпав многие малоценные возможности, доступные благодаря такой простой автоматизации на основе задач, организации теперь стремятся внедрять решения следующего поколения. Они используют несколько передовых технологий и науку о данных, таких как AI, чтобы сделать автоматизацию более разумной и приносить больше пользы организации. Настроенное таким образом программное обеспечение RPA собирает и обрабатывает данные в соответствии с более продвинутыми или интеллектуальными технологиями. Когда AI завершит работу с необработанными данными, RPA отправляет ответы целевым системам.

47 % организаций уже объединили RPA и AI в рамках своей стратегии интеллектуальной автоматизации. Они сообщают о более высоком увеличении доходов

на сегодняшний день в результате их автоматизации, в среднем на 9%. Те, кто использует только RPA, сообщают о росте дохода всего на 3%.

Организации, сочетающие RPA и AI, также сообщают о более высоком росте доходов в результате автоматизации по сравнению с организациями, которые используют только RPA (8,5 % против 2,9 %). Они также добиваются большего увеличения численности персонала как в бэк-офисе, так и в своих основных бизнес-операциях. Очевидно, что руководители считают, что они получают больше экономической выгоды и повышают свою конкурентоспособность, интегрируя AI и RPA, а не используя их по отдельности (Delloite, 2019).

Инструменты RPA помогают автоматизировать бизнес-процессы с использованием нескольких технологий. Все началось с удаления экрана и настройки рабочего процесса для автоматизации процессов ВРО. Появление технологий искусственного интеллекта помогло инструментам RPA включить когнитивные аспекты. RPA, наряду с AI, теперь называется «Интеллектуальная автоматизация».

Согласно рейтингам уважаемых аналитиков, таких как Forrester и Gartner, UiPath и Automation Anywhere являются двумя ведущими поставщиками платформ RPA. Как показано, они пошли разными путями и превратились в лучшие платформы RPA, которые видны сегодня.

RPA позволяет программным роботам выполнять задачи на компьютере так же, как это делает человек. Лучший способ визуализировать RPA — представить кого-то, работающего за компьютером и выполняющего свою повседневную работу, щелкая экраны компьютеров, отправляя электронные письма и т.д. А что, если компьютер щелкнет мышью, введет необходимые данные и автоматически выполнит ту же работу? В этом нам помогает RPA.

Преимущества RPA заключаются в следующем:

- Повышение производительности: можно исключить от 60 до 90 % повторяющихся действий, а RPA увеличит производительность каждого из ваших сотрудников.
- Быстрые результаты и выгоды в течение года. Быстрое внедрение и получение результатов — главное обещание RPA, поскольку можно придумать, спроектировать, разработать и развернуть за недели, а не за месяцы или годы.
- Низкие начальные затраты: каждая из лицензий бота дешевле по сравнению с другими программными инструментами, а бот может выполнять работу от двух до трех эквивалентов полной занятости (FTE), что обеспечивает низкие начальные затраты.
- Снижение затрат на обработку: затраты на обработку резко сокращаются, поскольку бот стоит от одной трети до одной пятой стоимости сотрудника, в зависимости от местоположения.
- Улучшенное качество и точность: ваши боты выполняют назначенную работу со 100% точностью, тем самым сокращая количество доработок, которые могут потребоваться.
- Улучшенное соответствие: действия RPA регистрируются и могут быть



просмотрены в любое время. Это дает вам большую степень надзора и контроля над вашими операциями.

Вы можете получить эти преимущества, используя два типа RPA, которые появились до сих пор: один работает на вашем рабочем столе, а другой — на сервере.

#### *Типы RPA*

У нас есть два вида автоматизации RPA, которые основаны на том, как инструмент RPA помогает вам автоматизировать. Один из них похож на помощника, которого можно вызывать, чтобы помочь вам выполнить задачи, а другой — это своего рода автоматизация, которая в основном используется для работы в бэк-офисе.

#### *Автоматизация присутствия*

Это помощники, которые работают на вашем компьютере и помогают вам выполнять часть задач, которые вы выполняете. Например, если вы обычно копируете и вставляете данные из одного приложения в несколько приложений, вы можете вызвать сопровождаемый RPA, чтобы взять на себя только эти наборы действий. Затем RPA возвращает вам контроль для выполнения следующего набора задач.

Присутствующие решения по автоматизации устанавливаются на отдельные рабочие места. Иногда эти рабочие столы различаются разрешением, настройками дисплея и даже видекартой. Это может привести к сбою с точки зрения автоматизации на рабочем столе, хотя на другом он работал хорошо.

Благодаря этому длительные повторяющиеся процессы, которые выполняет агент, заменяются одним щелчком мыши! Это значительно сокращает время, необходимое для обучения ваших представителей. Таким образом, участие в RPA может сократить среднее время обработки, улучшая качество обслуживания клиентов.

Вы бы использовали посещаемых ботов по следующим причинам:

- Задачи, которые требуют взаимодействия человека с системой в реальном времени
- Чтобы увеличить повседневную работу ваших сотрудников, позволяя им делать это быстрее и лучше
- Чтобы помочь вашим сотрудникам понять и внедрить автоматизацию

#### *Автоматизация без присмотра*

Если вам не нужно взаимодействие представителя или рабочего для выполнения процесса, вы обычно можете запустить процесс на внутреннем сервере. Это известно, как автоматическая автоматизация, которую можно использовать для автоматизации работы бэк-офиса.

При автоматической автоматизации рабочие процессы запускаются автоматически и выполняются на серверах. Обычно они работают по заранее установленному графику и доступны круглосуточно и без выходных. Например, вы можете группировать свои счета и обрабатывать их в определенное время в течение дня. Позже бот отправит вам отчет с указанием счетов, которые не удалось



обработать автоматически. Вы можете просмотреть отчет и работать только с теми счетами, которые требуют вашего вмешательства.

Эти автоматизированные задачи можно планировать или запускать через диспетчерские. Вы можете распределять задачи, настраивать приоритеты, управлять очередями и вмешиваться в случае проблем с производительностью через диспетчерскую.

Обычно автоматизированная автоматизация дает вам больший контроль над процессом автоматизации. Это следует вашим правилам, чтобы завершить процесс автоматически. Вы бы использовали автоматизацию без присмотра по следующим причинам:

- Задачи, которые структурированы и могут быть полностью сопоставлены
- Чтобы заменить целые роли, где это возможно
- Для сбора, сортировки, анализа и распространения больших объемов данных

Вы можете использовать как автономную, так и обслуживаемую автоматизацию по отдельности или вместе, чтобы реализовать варианты использования, которые дают вашему бизнесу явное преимущество. Большинство лучших инструментов дают вам возможность реализовать оба типа RPA. Давайте рассмотрим два из них: UiPath и Automation Anywhere — которые будут использоваться в этих проектах (Nandan Mullakara, 2020).

Роботизированная автоматизация процессов (RPA) в последние годы привлекла значительные инвестиции от многих корпоративных организаций. Это открыло множество возможностей для использования RPA, независимо от того, являетесь ли вы опытным разработчиком, желающим получить дополнительные ценные навыки, или думаете о том, чтобы начать свою карьеру в качестве разработчика RPA (Husan Mahey, 2020).

Прогнозируется, что RPA, возможно, автоматизирует все объемные и повторяющиеся действия, основанные на правилах, как на внутреннем, так и на внешнем уровне. Он будет регулярно извлекать данные из различных источников или сохранять их в необходимой базе данных. К 2023 году он будет использовать когнитивные способности, чтобы выбирать следующую точку действия из определенного списка вариантов. Через десять лет RPA-приложения будут полностью использовать искусственный интеллект для помощи в обучении и самосовершенствовании. Все действия бэк-офиса будут обрабатываться от начала до конца без участия человека. Пока у нас есть специалисты, готовые и способные проектировать, разрабатывать, а также внедрять решения RPA в больших масштабах, это технологическое предсказание будет легко реализовано.

Когда обычный офис рассматривает возможность внедрения RPA, первый вопрос, который он должен задать: «Какие виды деятельности заслуживают автоматизации, а какие профессиональные роли должны быть автоматизированы?» Цель автоматизации — значительно оптимизировать эффективность среднего работника и помочь членам команды сконцентрироваться на более сложных и интересных аспектах работы. Короче говоря, автоматизируйте скучные задачи и позвольте людям выполнять интересные задачи. На самом деле можно увидеть





резкий сбой в нескольких подразделениях организации. Например, в ближайшие годы RPA позволит минимизировать требования к персоналу на 28–48 %. RPA освободит некоторых членов команды от ролей, создающих дополнительную ценность. На самом деле не все процессы заслуживают автоматизации. Например, основное внимание RPA должно уделяться отслеживанию дебиторской задолженности и ее взысканию в бухгалтерии. Его также следует развернуть для управления вводом данных, а также для просмотра при обработке заказов.

Доверие к технологии начинает становиться все более заметным. Технология может быть развернута различными способами, такими как создание большого объема электронных писем и извлечение данных из отсканированных документов и PDF-файлов. Мало того, RPA может быть полезен при создании и отправке как счетов, так и квитанций. Это может помочь в проверке истории сотрудников и автоматизации расчета заработной платы. Поскольку единственной целью любого бизнеса является максимизация прибыли, RPA может помочь в расчете стоимости за счет автоматизации операций продаж. Это не только гарантирует, что транзакции будут выполняться быстрее, но и с более высокой степенью точности. RPA может управлять всем циклом продаж. Это приведет к более исключительному опыту работы с клиентами и улучшению корпоративной репутации. RPA также оказывает влияние на область управления данными. Глядя на огромный объем данных в мире, невозможно переоценить роль RPA. Он может получать, интегрировать, анализировать и систематизировать огромное количество данных, генерируемых в быстро меняющейся бизнес-среде.

Мало того, RPA имеет возможность улучшить управление обслуживанием клиентов. Здесь речь идет не о замене людей в этом аспекте, поскольку у нас есть довольно много людей, которые жалуются на то, что не могут обсуждать с настоящим человеком. Вместо этого технология будет устранять повторение, брать на себя простые задачи, которые сбивают с толку представителей клиента. Таким образом, помогая им предоставлять качественный опыт для клиентов. RPA способен обновлять профиль клиента, извлекать платежную информацию и выполнять другие утомительные задачи, которые не только тратят время представителя клиента, но и создают скуку.

У Automation Anywhere есть сертифицированный продвинутый профессиональный курс по RPA, в котором подробно описывается интерфейс корпоративной платформы Automation Anywhere, ее дизайн и важные спецификации. Сертификация охватывает разработку программного обеспечения, диспетчерскую, клиент времени выполнения и способы разработки ботов RPA с использованием различных записывающих устройств, команд и редакторов. Курс также включает в себя расширенные темы, такие как веб-рекордеры, автоматизация, метаботы, различные варианты использования и практическое обучение, чтобы помочь вам реализовать содержание и методологии RPA, которые вы изучили (Zachary Williams, 2019).

Таблица 1 – «Технические характеристики RPA платформ»

Название	UiPath	Automation Anywhere	Blue Prism	Robin
Адрес сайта	www.uipath.com	www.automationanywhere.com	www.blueprism.com/regional/russia	www.rpa-robin.ru
Основан	2005 г	2003 г	26 июля 2001 г	2010 г
Количество клиентов/активных пользователей	Более 5000	Более 3500	Более 20 компаний	более 500 пользователей
Техническая поддержка	На русском	На русском, английском	На английском и русском	На русском, английском
Позиционирование	· Enterprise RPA, · Средний и малый бизнес	Enterprise RPA, IQ Bot (IDP), Discovery Bot	Enterprise RPA	Для госкомпаний и крупного бизнеса
Бесплатная версия	+	+	+	+
Пробный период	-	+	+	-
<b>Windows</b>	+	+	+	+
Android	+	+	+	+
iOS	+	+	-	+
Mac	-	+	+	-

Таблица 2 – «Функциональные характеристики RPA платформ»

Название	UiPath	Automation Anywhere	Blue Prism	Robin
Аналитика	+	+	+	+
Обслуживаемая автоматизация	+	+	+	+
Разработка без кода	+	+	+	-
Интеграция в другие приложения	+	+	+	-
Оптическое распознавание символов	+	+	-	+
Необслуживаемая автоматизация	-	-	-	+
Захват изображения	+	+	+	+

Главное отличие между программным обеспечением RPA и существующим программным обеспечением для бизнес-процессов содержится в том, что ПО (программное обеспечение) RPA работает лишь на уровне пользовательского интерфейса, что позволяет деловым людям с незначительным навыком в области ИТ применять RPA.

ПО (программное обеспечение) RPA в основном осуществляет три действия:

1. автоматизирует имеющиеся действия;
2. манипулировать данными;
3. сотрудничать с другими внутренними ИТ-системами.

Эти действия были реализованы без воздействия на существующую внутреннюю ИТ-инфраструктуру и ИТ-системы (Hong et al., 2017).

ПО (программное обеспечение) RPA может не только копировать задач, которые раньше проделывались сотрудниками, руководствуясь predetermined бизнес-правилам и логике, ПО (программное обеспечение) RPA может реагировать (например, оповещать о вмешательстве человека, обрабатывать исключения)

на триггеры как внутри организации, так и за ее пределами. До 2017 года RPA был официально отмечен как один из патентов Accenture Global Solutions Limited Dublin в USPTO. В этом патенте RPA вначале обуславливается как любые методы, оборудование, ИТ-системы и компьютерные программы, которые позволяют автоматизировать ручные бизнес-процессы. В научных сферах было проведено весьма ограниченное количество исследований. Эксперты из отделения аутсорсинга Лондонской школы экономики думают RPA перспективным направлением непосредственно аутсорсинга бизнес-процессов. Проводя предметные изучения среди многих организаций, которые ввели ПО (программное обеспечение) RPA, с точки зрения автоматизации бизнес-услуг, они определяют RPA будто программное решение, что настраивает (программное обеспечение) RPA для автоматизации бизнес-процессов в определенной организации (Leopold et al., 2018).

Что касается ПО (программного обеспечения) RPA, они глубоко разъясняют мысль о том, что ПО (программное обеспечение) RPA функционирует лишь на уровне пользовательского интерфейса. По сути, через обще пользовательский интерфейс ПО (программное обеспечение) RPA взаимодействует с другими ИТ-системами, регистрируясь в них и выполняя действия, похожие тем, что осуществляли люди в прошлом. Перед компанией, что думает встать на путь RPA, стоит несколько решений. Во-первых, необходимо оценить непосредственно бизнес-процессы компании и решить, где внедрить RPA. Второй вопрос связан с видом системы — например, компании должен выбирать между системами RPA с открытым исходным кодом и проприетарными системами. иное решение заключается в том, должно ли передать какие-нибудь этапы разработки и развертывания на аутсорсинг. Наконец, более немалым учреждениям особенно нужно образовать модель управления для своих RPA. Что касается первоначального решения, компании могут подбирать из многих сред, что могут помочь в оценке сопоставимости разных бизнес-процессов с RPA. Поскольку главное превосходство RPA заключается в его эффективности, склонность человеческим погрешностям и высокие объемы транзакций часто рассматриваются как показатель пригодности процесса для RPA. Пока системная сфера компании стабильна, RPA можно непосредственно настроить для доступа к данным из нескольких систем, поэтому процессы-кандидаты RPA зачастую подчиняются аспектам стабильности системного ландшафта и необходимости доступа к нескольким системам (Leshob et al., 2018).

### **Заключение**

Неудивительно, что общее видение использования RPA может оказать серьезное воздействие на постоянное намерение использовать RPA и восприятие RPA. Для RPA как передовой технологии бизнес-процессов, когда видение ее применения может быть разделено внутри организации, сотрудник с большей вероятностью будет иметь точное представление о ней, что еще больше способствует непрерывному намерению использовать RPA.

Участие пользователей RPA играет особо важную роль среди трех внешних факторов. А именно, наилучшее принятие RPA требует, чтобы сотрудники наглядно понимали свои обязанности. Сотрудники будут ощущать себя более



вовлеченными и вовлеченными в приложение, если смогут побольше участвовать в приложении RPA, и эти позитивные взаимоотношения могут повергнуть к наилучшему развитию и принятию постоянного намерения пользоваться RPA. Вовлечение пользователей RPA позитивно воздействует как на восприятие, так и на дальнейшее намерение использовать RPA. С другой стороны, в приложении RPA еще следует оценивать общее видение RPA, и ключевым моментом становится то, как ускорить создание этого общего видения.

В результате данные исследования привели к следующему решению экспериментальной задачи, а именно к необходимости:

- создания общего (разработчика и пользователя) видения приложения RPA.
- участия пользователей в разработке приложения RPA.
- улучшения связи пользователей с приложением RPA.

### ЛИТЕРАТУРЫ

Deloitte “Automation with intelligence Reimagining the organization in the ‘Age of With’” Сочетание RPA с AI. Важность интеграции RPA и AI. — 2019. — С. 13–14.

Leno V., Dumas M., La Rosa M., Maggi F.M. & Polyvyanyu A. (2020). “Automated Discovery of Data Transformations for Robotic Process Automation” Основных типа сценариев использования RPA. — 2020. — С. 2–3.

Leopold H., Van Der Aa H. & Reijers H.A. (2018). Identifying candidate tasks for robotic process automation in textual process descriptions. Enterprise, Business-Process and Information Systems Modeling.

Leshob A., Bourgouin A. & Renard L. (2018). Towards a process analysis approach to adopt robotic process automation. Paper presented at the 2018 IEEE 15th International Conference on e-Business Engineering (ICEBE).

Nandan Mullakara, Arun Kumar Asokan “Robotic Process Automation Projects (Build real-world RPA solutions using UiPath and Automation Anywhere)” Как создавалась идея создания UiPath. Немного о лидирующих компаниях UiPath и Automation Anywhere. — 2020.

Husan Mahey “Robotic Process Automation with Automation Anywhere: Techniques to fuel business productivity and intelligent automation using RPA” Карьерный рост в направлении роботизации. — 2020.

Hong J.-C., Lin P.-H. & Hsieh P.-C. (2017). The effect of consumer innovativeness on perceived value and continuance intention to use smartwatch. Computers in Human Behavior.

Zachary Williams (2019). “A GUIDE TO ROBOTIC PROCESS AUTOMATION FOR THE AVERAGE WORKER” Немного о платформе Automation Anywhere (о конкуренте UiPath). — 2019.

Santiago Aguirre, Alejandro Rodriguez “Automation of a Business Process Using Robotic Process Automation (RPA)” Общее понятие RPA. — Robotics Process Automation. — 2017. — С.10–11.

Williams D. & Allen “Using artificial intelligence to optimize the value of robotic process automation” Распространённые процессы и сферы применение RPA. — 2017. — С. 2.

### REFERENCES

Deloitte (2019). “Automation with intelligence reimagining the organization in the ‘Age of with’” The combination of RPA with AL. Importance of integrating RPA and AL. — 2019. — Pp. 13–14.

Hong J.-C., Lin P.-H. & Hsieh P.-C. (2017). The effect of consumer innovativeness on perceived value and continuance intention to use smartwatch. Computers in Human Behavior.

Husan Mahey (2020). “Robotic Process Automation with Automation Anywhere: Techniques to fuel business productivity and intelligent automation using RPA” Career growth in the direction of robotics. — 2020.

Zachary Williams (2019). “A GUIDE TO ROBOTIC PROCESS AUTOMATION FOR THE AVERAGE WORKER” A little about the Automation Anywhere platform (about a UiPath competitor). — 2019.



Leno V., Dumas M., La Rosa M., Maggi F.M. & Polyvyanyy A. (2020). “Automated Discovery of Data Transformations for Robotic Process Automation” Main types of RPA Use Cases. — 2020. — Pp. 2–3.

Leopold H., Van Der Aa H. & Reijers H.A. (2018). Identifying candidate tasks for robotic process automation in textual process descriptions. *Enterprise, Business-Process and Information Systems Modeling*.

Leshob A., Bourgouin A. & Renard L. (2018). Towards a process analysis approach to adopt robotic process automation. Paper presented at the 2018 IEEE 15th International Conference on e-Business Engineering (ICEBE).

Nandan Mullakara, Arun Kumar Asokan (2020). “Robotic Process Automation Projects (Build real-world RPA solutions using UiPath and Automation Anywhere)” How the idea of creating UiPath was born. A little about the leading companies UiPath and Automation Anywhere. — 2020.

Santiago Aguirre, Alejandro Rodriguez (2017). “Automation of a Business Process Using Robotic Process Automation (RPA)” General concept of RPA (Robotics Process Automation). — 2017. — Pp. 10–11.

Williams D. & Allen (2017). “Using artificial intelligence to optimize the value of robotic process automation” *Common RPA Processes and Applications*. — 2017. — C. 2.



INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES  
ISSN 2708–2032 (print)  
ISSN 2708–2040 (online)  
Vol. 3. Is. 4. Number 12 (2022). Pp. 22–33  
Journal homepage: <https://journal.iitu.edu.kz>  
<https://doi.org/10.54309/IJICT.2022.12.4.002>

УДК 530.1

## AUGMENTED REALITY MODULE FOR SMART UNIVERSITY

*A.S. Nurekenova, S.K. Kumargazhanova\**

**Kumargazhanova Saule Kumargazhanovna** — cand. of tech. sc., associate professor, Dean of the School of Information Technologies and Intellectual Systems, East-Kazakhstan Technical University named after D. Serikbayev

ORCID: 0000-0002-6744-4023;

**Nurekenova Araylym Sotankhanovna** — MSc, East-Kazakhstan Technical University named after D. Serikbayev.

E-mail: [saule.kumargazhanova@edu.ektu.kz](mailto:saule.kumargazhanova@edu.ektu.kz)

© A.S. Nurekenova, S.K. Kumargazhanova, 2022

**Abstract.** The article discusses the development of a module using augmented reality technology for Smart university, implemented based on the information system of East Kazakhstan Technical University named after D. Serikbayev. The module is implemented as a mobile application for the use by students of the educational programs «Metallurgy» and «Enrichment of minerals» based on the research and production complex «Metallurgy». The module allows you to visualize in 3D the equipment, and instruments of the laboratories of this complex, as well as the physical and chemical processes studied by students that occur within the framework of ongoing experiments.

**Keywords:** augmented reality, Smart university, Unity, virtual laboratory, 3D visualization

**For citation:** A.S. Nurekenova, S.K. Kumargazhanova. Augmented reality module for smart university // INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES. 2022. Vol. 3. Is. 4. Number 12. Pp. 22–33 (In Russ.). DOI: [10.54309/IJICT.2022.12.4.002](https://doi.org/10.54309/IJICT.2022.12.4.002).

## SMART UNIVERSITY ҮШІН КЕҢЕЙТІЛГЕН ШЫНДЫҚ МОДУЛІ

*A.C. Нрекенова, С.К. Құмарғазанова\**

**Құмар Газанова Сауле** — Құмарғазанқызы, м.ғ.д., доцент, доцент, Шығыс Қазақстан техникалық университетінің ақпараттық технологиялар және зияткерлік жүйелер мектебінің деканы Д. Серікбаева



Orcid: 0000-0002-6744-4023;

**Нуренова Арылдық Солтанханқызы** — магистр, «Шығыс Қазақстан» техникалық университеті Д. Серікбаева.

E-mail: saule.kumargazhanova@edu.ektu.kz

© А.С. Нрекенова, С.К. Құмарғазанова, 2022

**Аннотация.** Мақалада Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университетінің ақпараттық жүйесі негізінде іске асырылатын ақылды университет үшін кеңейтілген шындық технологиясын қолдана отырып, модульдің дамуы талқыланады. Модуль «Металлургия» және «Металлургия» және «Металлургия» ғылыми-өндірістік кешеніне негізделген «Металлургия» және «Металлургия» білім беру бағдарламалары »білім беру бағдарламаларын қолдануға арналған мобильді қосымша ретінде жүзеге асырылады. Модуль сізге 3D жабдықтарын, сондай-ақ осы кешен зертханаларының құралдарын, сондай-ақ жүргізіліп жатқан тәжірибелер аясында жүзеге асырылатын студенттердің физикалық және химиялық процестерінің құралдарын бейнелеуге мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** кеңейтілген шындық, ақылды университет, бірлік, виртуалды зертхана, 3D визуализациясы

**Дәйексөз үшін:** А.С. Нрекенова, С.К. Құмарғазанова. Smart university үшін кеңейтілген шындық модулі // ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АҚПАРАТТЫҚ-КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖУРНАЛЫ. 2022. Том. 3. Is. 4. Нөмірі 12. 22–33 бет (орыс тілінде). DOI: 10.54309/IJICT.2022.12.4.002.

## МОДУЛЬ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ SMART-УНИВЕРСИТЕТА

*А.С. Нурекенова, С.К. Кумаргажанова\**

**Кумаргажанова Сауле Кумаргажановна** — к.т.н., ассоциированный профессор, декан школы информационных технологий и интеллектуальных систем НАО «Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева»

ORCID: 0000-0002-6744-4023;

**Нурекенова Арайлым Солтанхановна** — магистр, НАО «Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева»

E-mail: saule.kumargazhanova@edu.ektu.kz

© А.С. Нурекенова, С.К. Кумаргажанова, 2022

**Аннотация.** В статье рассматривается разработка модуля с применением технологии дополненной реальности для Smart университета, реализованного на базе информационной системы НАО «Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева». Модуль реализован в виде мобильного приложения для применения его студентами образовательных программ «Металлургия» и «Обогащение полезных ископаемых» на базе научно-производственного комплекса «Металлургия». Модуль позволяет визуализировать в 3D оборудование, приборы



лабораторий данного комплекса, а также изучаемые студентами физические и химические процессы, происходящие в рамках проводимых экспериментов.

**Ключевые слова:** дополненная реальность, Smart университет, Unity, виртуальная лаборатория, 3D визуализация

**Для цитирования:** А.С. Нурекенова, С.К. Кумаргажанова. Модуль дополненной реальности для smart-университета // МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. 2022. Том. 3. Is. 4. Номер 12. Стр. 22–33 (на русском языке). DOI: 10.54309/IJICT.2022.12.4.002.

## Введение

Получение образования — неотъемлемая часть становления современного человека. Стоит отметить, что в настоящее время система образования построена таким образом, что обучающиеся получают больше теоретических знаний, чем практических навыков. Однако нельзя отрицать тот факт, что теоретические знания, примененные на практике, запоминаются лучше. Сложность проведения большего количества практических занятий в технических вузах вызвана тем, что существуют риски повреждения дорогостоящего оборудования или нанесения вреда здоровью учащихся.

Еще одной проблемой современного образования является отсутствие визуализации некоторых изучаемых объектов. Например, преподаватели, рассказывая о редких породах минералов, не имеют возможности продемонстрировать их обучающимся.

Отмеченные проблемы подчеркивают актуальность применения новых информационных технологий в сфере образования.

На данный момент одним из наиболее перспективных направлений развития образовательных технологий является применение дополненной реальности.

Дополненная реальность — это среда с дополнением физического мира цифровыми данными, которые воспринимаются как элементы реальной жизни. Так, при создании дополненной реальности в пространство в режиме реального времени помещаются объекты при помощи специального программного обеспечения и гаджетов, таких как, например, очки дополненной реальности, планшеты, смартфоны и прочие устройства.

Использование дополненной реальности дает возможность визуализировать объекты, представленные в учебной литературе, повысив таким образом их наглядность и понимание, а также обеспечить большую заинтересованность будущих специалистов в процессе обучения. Студенты же в свою очередь могут практиковать полученные ими знания наглядно, интересно и абсолютно безопасно (например, проводить химические эксперименты, моделировать физические законы, работать с токопроводящими элементами и т.д.) (<http://arnext.ru/dopolnennaya-realnost>).

## Материалы и методы

*Дополненная реальность в образовании*

Дополненная реальность (ДР, Augmented Reality — AR) одна из много-





обещающих передовых IT-технологий. Она позволяет делать реальный мир богаче, дополняя всевозможными виртуальными объектами.

Дополненная реальность – это среда с наложением на составляющие реальной жизни цифровых данных при помощи различных устройств (<http://arnext.ru/dopolnennaya-realnost>). Она предлагает уникальные способы отображения информации, в частности визуализации трёхмерных объектов. Средствами ДР объект может быть визуализирован непосредственно в контексте его эксплуатации. Примером может служить архитектурный объект на местности, коммуникации в стене здания, результаты ультразвукового сканирования, спроецированные на пациенте во время операции, физические явления во время лабораторных исследований. Концепция ДР предлагает более совершенный пользовательский интерфейс для визуализации за счёт совокупности способов управления и визуализации. Управление ракурсом объекта осуществляется естественными движениями головы пользователя или устройства и является понятным и эффективным. Способ визуализации трёхмерного объекта путём совмещения его изображения с окружающей обстановкой в соответствующем ракурсе позволяет лучше воспринимать объект, его размеры. При этом, в отличие от традиционных средств визуализации (например, программное обеспечение для 3D-моделирования), для визуализации объектов средствами ДР не требуется моделирование окружения.

Дополненная реальность широко используется в рекламе, туризме, военных разработках, индустрии и сфере развлечений. Также в последнее время считается перспективным использование технологии дополненной реальности в образовании.

В современное время силы системы образования обращены на создание электронно-информативной образовательной среды. Практически каждое образовательное учреждение оснащено компьютерной техникой, интернетом, электронными образовательными ресурсами, проекторами и т. д. Однако, несмотря на развитие информационных технологий, в образовательных учреждениях преобладает традиционный метод обучения с использованием учебной литературы печатного вида. Недостаток такого подхода в том, что обучающиеся не всегда могут представить, вообразить какой-либо процесс, описанный в книге. В некоторых случаях это ведет к непониманию конкретной темы и далее — к потере интереса к обучению в целом. Благодаря технологии ДР процесс восприятия и запоминания учебного материала может упроститься. Она вносит в процесс обучения яркие трехмерные образы, игровой элемент, активизирует взаимодействие участников учебного процесса, развивая пространственное мышление и навыки проектной деятельности (Raab, 1979).

Можно выделить несколько вариантов применения дополненной реальности в образовании: создание книг и методических указаний с технологией дополненной реальности, моделирование экспериментов, моделирование работы с оборудованием. Использование ДР даст возможность обучающимся практиковаться в полученных ими знаниях абсолютно безопасно (например, проводить

химические эксперименты, моделировать физические законы, работать с токопроводящими элементами и т.д.), визуализировать объекты, представленные в учебной литературе, повысив таким образом их наглядность и понимание.

Например, в подготовке архитекторов ДР может использоваться в архитектурном проектировании, включая проектирование зданий, в том числе при разработке объёмно-планировочных и интерьерных решений (Киргизова и др., 2022). При обучении строителей также может быть применена ДР. Трёхмерные AR-демонстрации, сочетающие реальные и виртуальные объекты, показывают, как правильно возводить здания и прочие объекты строительства. С помощью ДР можно визуализировать строительные объекты в реальном мире, устанавливая их 3D-модели на планируемые места расположения (рис. 1).



Рисунок 1 – Использование ДР в архитектурном строительстве

Естественнонаучное образование включает в себя очень широкие направления и области естественно-научного знания физики, химии, биологии, описывающих структурные, функциональные, количественные и последовательные причинно-следственные связи материальных объектов и систем материальных объектов в поле времени-пространства среды их нахождения. В данной отрасли образования ДР применяется как для проведения безопасных экспериментов, так и для получения наибольшей наглядности изучаемых объектов. Например, при помощи ДР можно безопасно смешивать различные реагенты для визуализации химических реакций, демонстрировать работу с токопроводящими элементами, изучать строение человеческого тела в более понятном визуализированном формате. Также предоставляется возможность интерактивно взаимодействовать с объектом дополненной реальности (рис. 2).

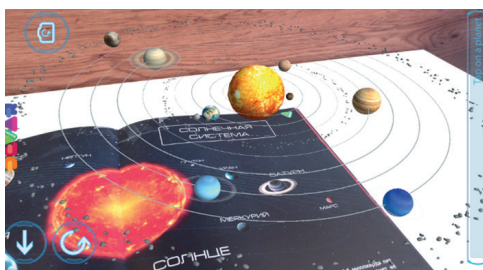


Рисунок 2 – Пример применения ДР в изучении строения солнечной системы

Более того, на данный момент существуют игры, помогающие учащимся в изучении нового. Например, в проекте Массачусетского технического института реальное положение на местности объединяется с виртуальным сценарием. Игра Environmental Detectives (экологические детективы), выпущенная в 2007 году, предлагает игрокам найти источник утечки токсичных материалов, ориентируясь по карте в мобильном приложении. В приложении хранится информация о различных типах загрязнений и вреде, который они наносят природе и человеку.

В настоящее время технология дополненной реальности нашла широкое применение в медицине. Например, в лапароскопических операциях изображение на эндоскопе дополняется изображением, полученным во время интраоперационной ангиографии (рис. 3). Используя дополненную реальность, возможно увидеть итог влияния хирургического вмешательства или же фармацевтического продукта на организм, не повреждая орган. Также ДР используется при изучении студентами анатомии для активной визуализации органов и костей (<http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/augmented-reality-virtual-realitymarket-1185.html>).



Рисунок 3 – Пример применения дополненной реальности во время операции

Как показано, дополненная реальность широко используется в образовании. Она нашла свое применение даже в математике, где с ее помощью можно визуализировать математические абстракции и отображать на экран смартфона сгенерированный объект: кривую или плоскость. Особенность такого подхода заключается в том, что простые графики, создаваемые функциями, могут превращаться в интерактивные 3D-объекты. Возможность взаимодействия виртуальных объектов друг с другом позволяет проводить операции, которые практически невозможно осуществить на листе бумаги, например, сечение фигуры плоскостью. Использование 3D моделей поможет студентам понять особенности построения графиков функций и математических графов. Такой подход к объяснению математических операций поможет лучшему усвоению материала.

### **Результаты и обсуждение**

#### *Smart университет*

Smart-университет — это университет, в котором применяются технологические нововведения, и который приводит образование к новому Smart социуму и

новому качеству процессов и итогов образовательной, научно-исследовательской, платной, общественной и другой работы вуза.

Smart-образование — новое образование во всех сферах его применения с использованием новых технологий.

Внедрение передовых информационно-коммуникационных технологий управления образовательным ходом напрямую связано с переходом на проектно-процессную модель управления университетом.

Обычно казахстанские вузы представляют собой набор факультетов, кафедр, научно-исследовательских лабораторий и других подразделений, вместе осуществляющих научно-образовательную деятельность, организационная конструкция управления которой построена по линейно-функциональному принципу.

Концепция SMART-университета отображена на рисунке 4.



Рисунок 4 – Концепция SMART-университета

Социальная ориентированность (Social) предполагает персонализацию, коммуникацию, экспертные сообщества, игровые методики, управление репутацией, взаимообучение).

Мобильность (Mobile) включает в себя m-Learning, m-Science, подкаст-вещание, геопозиционирование, платежный инструмент и пр.

Доступность (Access) подразумевает онлайн доступ к мультимедиа, управление доступом, e-Learning, медиабibliothek, информационные киоски, единую точку входа.

Регулируемость (Regulated) заключается в реализации образовательных траекторий, коммуникации, компетенций, мониторинга, моделирования, учебной деятельности.

Технологичность (Technology) предполагает виртуализацию, масштабируемость, модульность, простоту доработки, открытые интерфейсы.

Университетом, отвечающим концепциям Smart университета, является Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева (ВКТУ).

Восточно-Казахстанский технический университет имени Д. Серикбаева является одним из ведущих вузов Казахстана и готовит специалистов разных специальностей, среди которых инженерно-технические, информационно-технологические, экономико-управленческие, естественнонаучные, архитектурно-дизайнерские.

Цель университета состоит в создании новых знаний, нововведений, подготовке полиязычных инженерных сотрудников, необходимых на государственном и международном уровне. В составе университета

В сфере научно-исследовательской и инновационной деятельности основной задачей университета является создание условий для эффективного наращивания и использования научно-технического и инновационного потенциала вуза, его научных и научно-производственных подразделений для решения актуальных проблем развития науки, образования и производства Восточно-Казахстанского региона и страны в целом.

Так, в рамках ВКТУ функционируют более 10 центров компетенции и центров превосходства, в составе которых действуют научно-исследовательские лаборатории и научно-производственные комплексы.

Например, на базе превосходства «Veritas» создан научно-производственный комплекс «Металлургия». Основной целью лабораторного комплекса является проведение научных исследований, разработка и усовершенствование добывающих технологий по разным направлениям, а также подготовка специалистов по направлениям «Металлургия» и «Обогащение полезных ископаемых». В лаборатории выполняются различные эксперименты и лабораторные исследования, связанные со специальностью. Также на базе НПК «Металлургия» оказываются различные услуги и проводятся испытания на различных приборах.

Так, лаборатория металлургии цветных, благородных, редких и рассеянных металлов проводит физические и химические испытания, термогравиметрический анализ, определяет твердость образцов и т.д. Сектор хроматографической и фотометрической спектроскопии проводит исследования на жидкостном хроматографе. В секторе гидрометаллургии извлекают ценные материалы при помощи лабораторной 15-ступенчатой экстракционной установки непрерывного действия, подготавливают рудные материалы к гидрометаллургическому переделу и пр.

В данной работе разработано приложение на основе технологии дополненной реальности для НПК «Металлургия» с оживлением различного оборудования, приборов и процессов работы в лаборатории. Все вышеперечисленные испытания, проводимые в рамках лаборатории, визуализированы с применением технологий дополненной реальности.

Данное приложение поможет студентам изучить материал и выполнять эксперименты, не ограничиваясь временем, расходными материалами, без страха испортить прибор. Оно обеспечит визуализацию приборов, а также химических и физических процессов.

#### *Разработка модуля дополненной реальности для Smart университета*

Модуль дополненной реальности для Smart университета разрабатывался как мобильное приложение для обучения студентов технических специальностей.

Структура модуля дополненной реальности, основным функционалом которого является визуализация оборудования и процессов, осуществляемых в НПК «Металлургия», состоит из четырех модулей, которые представлены на рисунке 5:

- модуль отслеживания камеры;

- модуль хранения объектов;
- модуль визуализации;
- модуль пользовательского интерфейса.

Видеопоток с камеры устройства передается в модуль отслеживания камеры. Данный модуль обрабатывает каждый кадр видеопотока: выполняет поиск заданного заранее маркера, определяет положение маркера в пространстве и на основе этих данных вычисляет положение виртуальной камеры относительно маркера. После того, как положение и ориентация камеры определены, модуль хранения объектов помещает на сцену необходимый объект для визуализации, используя заранее определенные параметры положения, масштаба и поворота. Далее происходит визуализация модели с использованием сдвига по отношению к расчетной позиции и согласованием с ориентацией. Пользователь может влиять на параметры модели и визуализации при помощи пользовательского интерфейса.

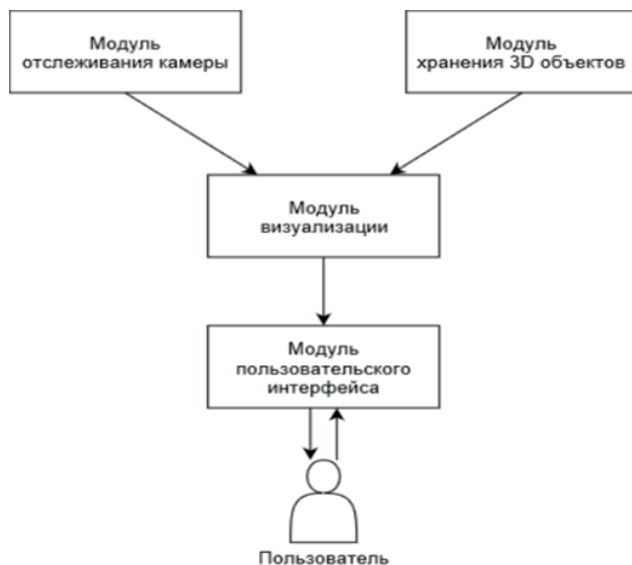


Рисунок 5 – Структура модуля дополненной реальности

Таким образом, модуль дополненной реальности работает по алгоритму на рисунке 6.



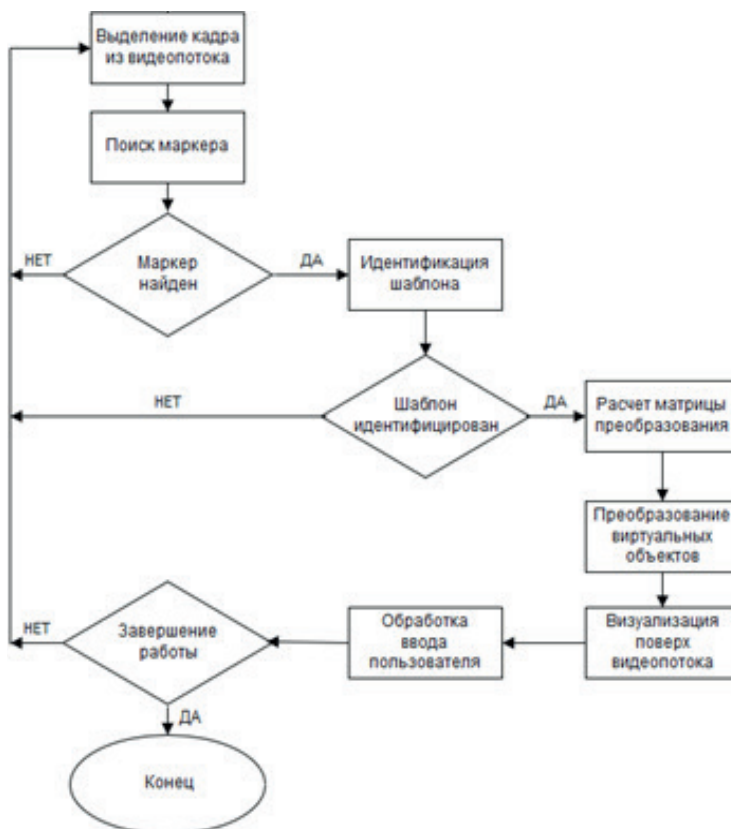


Рисунок 6 – Алгоритм работы модуля дополненной реальности

Рассмотрим работу данного алгоритма. В самом начале работы приложения происходит инициализация камеры устройства, получение видеопотока с данной камеры и выделение из потока отдельного кадра для последующей работы с ним. Далее на выделенном кадре происходит поиск маркера. Если маркер найден, то происходит его идентификация, в противном случае приложение выделяет новый кадр. Если маркер не удалось идентифицировать, то приложение также возвращается к шагу получения кадра из видеопотока. В случае успешной идентификации маркера происходит расчет матрицы преобразования, на основе которой в следующем шаге происходит преобразование виртуальных объектов и позиционирование виртуальной камеры. Далее осуществляется визуализация виртуальных объектов поверх видеопотока. Следующим шагом обрабатывается пользовательский ввод, в случае необходимости приложение завершает свою работу.

В основе любого приложения дополненной реальности, использующего анализ поступающей с камеры картинки, лежит система компьютерного зрения. Одной из наиболее известных библиотек, реализующих подобный функционал, является OpenCV. Она предоставляет достаточное количество низкоуровневых

возможностей и очень хороша для извлечения максимума информации из изображения. Но для приложений дополненной реальности требуется быстро и качественно найти в кадре ограниченный набор заранее известных объектов и отобразить поверх изображения виртуальный объект. Именно этой задачей занимается библиотека дополненной реальности Vuforia, разработанная компанией Qualcomm. Она распространяется на платной и бесплатной основе и поддерживает Android, iOS, Unity. Эта библиотека используется в представленной работе. Для разработки модуля дополненной реальности был выбран движок Unity, поддерживающий фреймворк Vuforia. Для создания 3D-моделей использовались различные 3D-редакторы и системы автоматизированного проектирования. Для разработки 3D-объектов был выбран Blender.

Результатом работы стало мобильное приложение с применением технологии дополненной реальности для Smart университета, которое используется для визуализации оборудования и процессов лаборатории научно-производственного комплекса «Металлургия» ВКТУ им. Д. Серикбаева. Для использования данного приложения студенту необходимо устройство на базе Android.

Работа приложения представлена на рисунке 7.

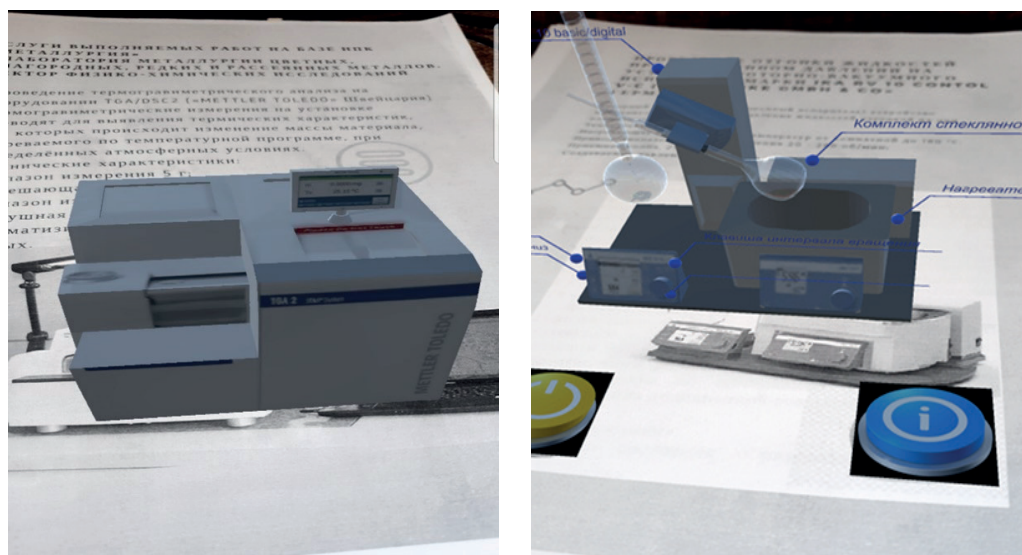


Рисунок 7 – Визуализация оборудования в приложении

На рисунке 7 приведено оборудование TGA/DSC2 («METTLER TOLEDO» Швейцария) для проведения термогравиметрического анализа. Термогравиметрические измерения на установке проводят для выявления термических характеристик, при которых происходит изменение массы материала, нагреваемого по температурной программе, при определённых атмосферных условиях. Студенты могут взаимодействовать с объектом дополненной реальности, увидеть 3D-визуализацию оборудования в реалистичном виде.





## Заклучение

В данной работе представлен разработанный модуль дополненной реальности для Smart университета ВКТУ им. Д. Серикбаева. Приложение позволяет с помощью технологии дополненной реальности визуализировать в 3D оборудование, приборы, а также химические и физические процессы, задействованные при работе лабораторий научно-производственного комплекса «Металлургия» университета.

С помощью данного приложения студенты могут изучать требуемый материал и реализовывать эксперименты в безопасном режиме 24/7, не ограничиваясь временем и расходными материалами, без страха совершить ошибку.

## ЛИТЕРАТУРЫ

AR Next. Что такое дополненная реальность? – [Электронный ресурс] URL: <http://arnext.ru/dopolnennaya-realnost> (дата обращения — 29.12.2022).

Augmented Reality & Virtual Reality Market by Technology Type (AR: Markerless, Marker-base; VR: Non-immersive, Semi-Immersive and Fully Immersive Technology) Device Type, Offering, Application, Enterprise, and Geography — Global Forecast to 2027 [Электронный ресурс] URL: <http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/augmented-reality-virtual-realitymarket-1185.html> (дата обращения — 29.12.2022).

Киргизова Е.В., Шакиров И.Ш., Захарова Т.В., Рубцов А.В. (2022). «Дополненная реальность»: Инновационная технология организации образовательного процесса по информатике. – [Электронный ресурс] URL: <https://www.scienceeducation.ru/ru/article/view?id=21827> (дата обращения — 29.12.2022)

Raab F.H. et al. (1979). Magnetic position and orientation tracking system //Aerospace and Electronic Systems, IEEE Transactions on. — 1979. — №. 5. — С. 709–718.

## REFERENCES

AR Next. Chto takoye dopolnennaya realnost? – [Electronic resource] URL: <http://arnext.ru/dopolnennaya-realnost> (accessed — 29.12.2022).

Augmented Reality & Virtual Reality Market by Technology Type (AR: Markerless, Marker-base; VR: Non-immersive, Semi-Immersive and Fully Immersive Technology) Device Type, Offering, Application, Enterprise, and Geography – Global Forecast to 2027 [Electronic resource] URL: <http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/augmented-reality-virtual-realitymarket-1185.html> (accessed — 29.12.2022).

Kirgizova E.V., Shakirov I.Sh., Zakharova T.V., Ribtsov A.V. (2022). «Dopolnennaya realost»: Innovatsionnaya tekhnologiya organizatsii obrazovatel'nogo protsessa po informatike. — [Electronic resource] URL: <https://www.scienceeducation.ru/ru/article/view?id=21827> (accessed — 29.12.2022)

Raab F.H. et al. (1979). Magnetic position and orientation tracking system //Aerospace and Electronic Systems, IEEE Transactions on. — 1979. — №. 5. — С. 709–718.



INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Vol. 3. Is. 4. Number 12 (2022). Pp. 34–40

Journal homepage: <https://journal.iitu.edu.kz>

<https://doi.org/10.54309/IJICT.2022.12.4.003>

## USING AFFECTIVE COMPUTING METHODS TO SIMULATE ACTION SCENARIOS IN VIDEO GAMES

*K. Sarsenbek*

**Sarsenbek Kadyr** — master student of Software Engineering, «Information and Communication Technology» department, Kazakh-British Technical University

© K. Sarsenbek, 2022

**Abstract.** This article discusses ways to analyze the emotions of players to predict further actions and build a virtual environment for them. Affective computing is used in various fields of computer science, showing its applicability to various tasks. In the video game industry, efficient computing can bring great benefits, as the emotional involvement of the player is very important. This article is devoted to the development of a system for personalizing the gaming experience with the help of emotional modeling and adjustment of virtual reality in real time.

**Keywords:** affective computing, video games, procedural content generation, human-computer interaction

**For citation:** K. Sarsenbek. Using affective computing methods to simulate action scenarios in video games // INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES. 2022. Vol. 3. Is. 4. Number 12. Pp. 34–40 (In Russ.). DOI: [10.54309/IJICT.2022.12.4.003](https://doi.org/10.54309/IJICT.2022.12.4.003).

## БЕЙНЕ ОЙЫНДАРДАҒЫ ӘРЕКЕТ СЦЕНАРИЙЛЕРІН МОДЕЛЬДЕУ ҮШІН АФФЕКТИВТІ ЕСЕПТЕУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ

*Қ. Сарсенбек*

**Сарсенбек Қадыр** — «Ақпараттық-коммуникациялық технологиялар» кафедрасының, бағдарламалық инженерия мамандығының магистранты, Қазақ-Британ техникалық университеті

© Қ. Сарсенбек, 2022

**Аннотация.** Бұл мақалада әрі қарайғы әрекеттерді болжау және олардың астында виртуалды орта құру үшін ойыншылардың эмоциясын талдау әдістері қарастырылады. Аффективті есептеу информатиканың әртүрлі салаларында қолданылады, олардың әртүрлі тапсырмаларға қолданылуын көрсетеді. Бейне



ойындар саласында тиімді есептеу үлкен пайда әкелуі мүмкін, өйткені ойыншының эмоционалды қатысуы өте маңызды. Бұл мақала эмоционалды модельдеу және нақты уақыттағы виртуалды шындықты түзету арқылы ойын тәжірибесін жекелеңдіру жүйесін дамытуға арналған.

**Түйін сөздер:** аффективті есептеу, бейне ойындар, процедуралық мазмұнды құру, адам мен компьютердің өзара әрекеттесуі

**Дәйексөз үшін:** Қ. Сарсенбек. Бейне ойындардағы әрекет сценарийлерін модельдеу үшін аффективті есептеу әдістерін қолдану // ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АҚПАРАТТЫҚ-КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖУРНАЛЫ. 2022. Том. 3. Is. 4. Нөмірі 12. 34–40 бет (орыс тілінде). DOI: 10.54309/IJICT.2022.12.4.003.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ АФФЕКТИВНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЦЕНАРИЕВ ДЕЙСТВИЙ В ВИДЕО ИГРАХ**

*Қ. Сарсенбек*

**Сарсенбек Қадыр** — магистрант специальности программная инженерия, кафедры «Информационно-коммуникационные технологии», Казахстано-Британский технический университет

© Қ. Сарсенбек, 2022

**Аннотация.** В этой статье рассматриваются способы анализа эмоций игроков для прогнозирования дальнейших действий и построения виртуального окружения под них. Аффективные вычисления используются в различных областях компьютерных наук, показывая свою применимость к различным задачам. В отрасли видео игр аффективные вычисления могут принести большую выгоду, так как эмоциональная вовлеченность игрока очень важна. Данная статья посвящена разработке системы персонализации игрового опыта с помощью эмоционального моделирования и корректировки виртуальной реальности в реальном времени.

**Ключевые слова:** аффективные вычисления, видео игры, процедурная генерация контента, человеко-компьютерное взаимодействие

**Для цитирования:** Қ. Сарсенбек. Использование методов аффективных вычислений для моделирования сценариев действий в видео играх // МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. 2022. Том. 3. Is. 4. Номер 12. Стр. 34–40 (на русском языке). DOI: 10.54309/IJICT.2022.12.4.003.

### **Введение**

Задачами аффективных вычислений являются распознавание, обработка, и интерпретация эмоций человека с дальнейшей их симуляцией. Распознавание и обработка выполняется с использованием методов искусственного интеллекта (Нестор, 2021). Согласно Джозефу Леду, в начале 1960-х, предшественник искусственного интеллекта Герберт Саймон был убежден, что включение эмоций



в когнитивные модели необходимо для приближения к человеческому разуму. Позже несколько исследований показали, что эмоции оказывают влияние на многие когнитивные механизмы. Так же эмоции играют большую роль в социальных взаимодействиях и при освоении новых поведенческих форм. Поэтому некоторые исследователи в области искусственного интеллекта начали добавлять функции имитации эмоций (Miguel Angel Salichs, 2012).

С точки зрения психологии, компьютерные игры содержат большее количество “аффекта”, потому что среда компьютерных игр построена таким образом, чтобы изменяться в соответствии с интерактивностью пользователя. Взаимодействия происходят, когда игровая среда получает входные данные со стороны игрока, выполняя действия через игровой контроллер. “Аффективную” игру можно рассматривать как обнаружение эмоционального состояния игрока в реальном времени на различных этапах игрового процесса и последующее повышение интерактивности пользователя соответственно эмоциональному состоянию. Общепринятые методы обнаружения эмоциональных изменений осуществляются путем мониторинга изменений в выражении лица, жестах, позе тела, речи, физиологических реакциях, таких как сигналы электроэнцефалографа (ЭЭГ) и тому подобных во время взаимодействия пользователя в игровой среде (Pradeep Kalansooriya, 2020).

### **Материалы и методы**

#### *Методы аффективных вычислений в видео играх*

Исследование аффективных вычислений рассматривает успешную реализацию аффективного цикла, как одна из конечных целей, стоящих за изучением эмоций в рамках человеко-компьютерных взаимодействий (НСИ). Аффективные циклы рассматривают эмоции как процессы. Аффективный цикл в играх можно рассматривать как замкнутый цикл, с тремя последовательными ключевыми фазами:

- 1) игрок показывает свои чувства во время взаимодействия с игрой, в основном с помощью биосигналов;
- 2) Биосигналы игрока обнаруживаются игровым движком и интерпретируют эти сигналы в испытываемые эмоции;
- 3) основываясь на распознавании эмоций игрока, игра настраивается в соответствии с этими эмоциями.

Это непрерывный цикл, влияющий как на разум, так и на тело игрока, заставляющий его реагировать игровыми действиями и эмоциональными реакциями (Pradeep Kalansooriya, 2020; Georgios, 2011). Компьютерные игры, являясь генераторами захватывающего и богатого опыта НСИ, являются способом вызывать у игрока самые разнообразные эмоции и сложные паттерны аффекта. Игры предлагают богатое и ускоренное взаимодействие с динамическими элементами в сочетании с повествованиями, которые создаются вручную, чтобы создать определенные модели игрового опыта. Эта форма взаимодействия вызывает у игрока сложные эмоциональные реакции, обнаружение которых далеко не тривиально. Обнаружение, моделирование и синтез опыта игрока также не



являются тривиальными, поскольку эмоции — это концептуальные конструкции, а эмоциональные состояния — это сущности с неясными границами. Тем не менее, до сих пор было исследовано значительное количество различных игровых жанров, варьирующихся от простых аркад, до гонок, физически интерактивных игр, игр добыча / хищник, шутеров от первого лица, и игр для обучения.

Процедурная генерация контента (PCG) относится к автоматическому созданию контента с помощью алгоритмических средств. Технология, которая может облегчить создания контента и упростить адаптацию контента под индивидуального игрока или группам игроков, была бы тепло встречена разработчиками игр и игроками в целом. Особенно если эта технология также может автоматически адаптировать игру к потребностям и предпочтения отдельных игроков. Но PCG не используется более широко для создания всех форм игрового контента потому как:

1. Не все типы игрового контента могут быть качественно сгенерированы с желаемой вариативностью, надежностью традиционными методами;

2. Традиционные методы PCG недостаточно управляемы. не все важные аспекты сгенерированного контента могут быть легко заданы дизайнером или алгоритмом. Это важно, поскольку контент, возможно, потребуется сгенерировать так, чтобы он соответствовал определенному разделу игры или даже конкретному игроку.

Для выхода из этой проблемы существует создание процедурного контента, основанного на опыте (Experience-Driven Procedural Content Generation (EDPCG)). Этот подход связывает игровой опыт с процедурной генерацией контента. Всё начинается с переопределения контента в EDPCG рамки. Игровой контент рассматривается как строительные блоки игр, а игры — как потенциаторы игрового опыта. Таким образом, контент можно рассматривать как косвенные строительные блоки игрового опыта. А они определяют жизненно важный компонент контроля аффективного цикла в играх. Поскольку игра синтезируется из строительных блоков игрового контента, которые при воспроизведении конкретным игроком вызывают сохранённый игровой опыт, необходимо оценить качество сгенерированного контента (связанного с опытом игрока), выполнить поиск по имеющемуся контенту и сгенерировать контент, который оптимизирует опыт для игрока. Компоненты EDPCG (рис. 1):

1. Генератор контента. Генератор выполняет поиск в пространстве контента, который оптимизирует опыт для игрока в соответствии с приобретенной моделью;

2. Моделирование опыта игрока. Игровой опыт моделируется как функция игрового контента и игрока;

3. Качество контента. Качество сгенерированного контента оценивается и привязывается к смоделированному опыту игрока;

4. Представление контента. Контент предоставляется соответствующим образом, чтобы максимизировать эффективность, быстродействие и надежность генератора (Georgios, 2011).

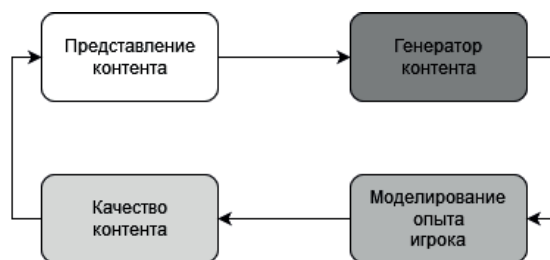


Рисунок 1 - Основные компоненты EDPCG.

Для взаимодействия игрока с виртуальной реальностью так же можно использовать неигровых персонажей (NPC) подконтрольных простому ИИ. NPC, симулирующие эмоции в ответ действиям игрока, могут добавить в игру большей интерес и непредсказуемости. Как подчеркивают Адамс и Дорманс, когда игра слишком предсказуема, обычно это не доставляет особого удовольствия. Это потому, что точка зрения игрока на выбор, его решения во время игры не оказывают большого влияния на конечный результат. Когда игроки чувствуют, что решения, которые они принимают, или даже достигнутый в игре рост не меняют результатов, они, как правило, быстро разочаровываются. Однако серьезные игры, которые предполагают рост игрока и принятие им решений, должны обладать определенным уровнем непредсказуемости, обеспечиваемой искусственным интеллектом, чтобы сделать игру более увлекательной. Непредсказуемость в играх отличается от случайности. Она не приводит к случайным результатам, а имеет свои решения, аналогичные тем решениям и действиям, которые делаются людьми, из-за количества непредсказуемых различий. Согласно Адамсу и Дормансу, существует два основных способа создания наборов с непредсказуемыми характеристиками (Luiz Chaimowicz, 2014):

- 1) Когда выбор делают более одного игрока;
- 2) Когда игра имеет сложный набор правил работы.

Система принятия решений NPC может быть основана на побуждениях, мотивациях, искусственных эмоциях и возможности обучения правильному выбору действий. Цель системы принятия решений у NPC - выжить, поддерживая все свои потребности в приемлемых пределах. (рис. 2)

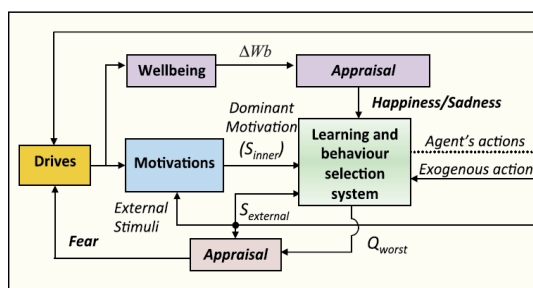


Рисунок 2 - Система принятия решений.

Внутреннее состояние NPC, может быть, параметризован несколькими переменными, которые должны находиться на идеальном уровне. Когда значение этих переменных отличается от идеального, возникает сигнал ошибки: побуждения. Следовательно, побуждения можно рассматривать как внутренние потребности. Слово мотивация указывает на динамический корень поведения, который означает те внутренние, а не внешние факторы, которые побуждают организм к действию. Мотивационные состояния представляют собой тенденции вести себя определенным образом как следствие внутренних (побуждений) и внешних (стимулы) факторов. Чтобы смоделировать мотивацию NPC, мы использовали гидравлическую модель мотивации Лоренца в качестве источника вдохновения. В модели Лоренца сила внутреннего побуждения взаимодействует с силой внешнего стимула. Если побуждение низкое, то необходим сильный стимул, чтобы вызвать мотивированное поведение. Если влечение высокое, то достаточно мягкого стимула. Интенсивность мотиваций рассчитывается следующим образом:

$$\text{If } D_i < L_d \text{ then } M_i = 0;$$

$$\text{If } D_i \geq L_d \text{ then } M_i = D_i + w_i;$$

где  $M_i$  – мотивации,  $D_i$  – связанные побуждения,  $w_i$  – связанные внешние стимулы, а  $L_d$  называется уровнем активации. С другой стороны, благополучие NPC определяется как степень удовлетворения потребностей. Следовательно, когда все побуждения NPC удовлетворены, их значения равны нулю, а благополучие максимально:

$$Wb = Wb_{ideal} - \sum_i \alpha_i \cdot D_i,$$

где  $i$  — это факторы обдумывания, которые определяют вес или важность каждого побуждения для благополучия NPC, а  $Wb_{ideal}$  — идеальное значение благополучия NPC. Изменяя значения  $i$ , поведение NPC может отличаться.

Методом обучения с подкреплением, использованным в эксперименте, является алгоритм Q-learning. Его цель — оценить значения  $Q(s; a)$ . Значение  $Q(s; a)$  — это ожидаемое вознаграждение за выполнение действия  $a$  в состоянии  $s$  и последующее следование оптимальной политике оттуда. Каждый  $Q(s; a)$  обновляется в соответствии:

$$Q(s, a) = (1 - \beta) \cdot Q(s, a) + \beta \cdot (r + \gamma V(s')),$$

где  $V(s') = \max_{a \in A} (Q(s', a))$  — значение нового состояния  $s'$  и лучшая награда, которую NPC может ожидать от  $s'$ .  $A$  — это набор действий,  $a$  — каждое действие,  $r$  — подкрепление,  $\gamma$  — коэффициент дисконтирования и  $\beta$  — скорость обучения. [3]

$$S_{external}: S = S_{inner} \times S_{external}.$$

$S$  — это набор состояний,  $S_{inner}$  — это набор внутренних состояний,  $S_{external}$  — это набор внешних состояний NPC.

$$Q_{worst}^{obj_i}(s, a) = \min(Q_{worst}^{obj_i}(s, a), r + \gamma \cdot V_{worst}^{obj_i}(s'))$$

“Dangerous” if  $Q_{worst}^{obj_i}(s, Nothing) < L_{fear}$ ,

“Safe” if  $Q_{worst}^{obj_i}(s, Nothing) \geq L_{fear}$ .



$V_{worst}^{obj_i}(s^t) = \max_{a \in A_{obj_i}}(Q_{worst}^{obj_i}(s^t, a))$  — это наихудшее значение объекта  $i$  в новом состоянии.  $L_{fear}$  — это минимально приемлемое значение наихудшего ожидаемого значения, когда NPC ничего не делает.

### **Заключение**

Таким образом, были рассмотрены различными способами внедрения методов аффективных вычислений в видео игры. Были исследованы аффективные вычисления, процедурная генерация, способы обучения ИИ. Были изучены способы создания имитации эмоций. Изучено создание процедурного контента, основанного на предыдущем опыте игрока. Определена система принятия решений для неигровых персонажей. В дальнейшем будут проведены эксперименты по распознаванию и интерпретации эмоций, использование нечёткой логики (fuzzy logic), и разработка дальнейшего вывода обратной реакции. Будет построена сборка игры для наглядной демонстрации.

### **ЛИТЕРАТУРЫ**

- Georgios N. Yannakakis, Julian Togelius (2011). «Experience-Driven Procedural Content Generation». — 2011
- Luiz Chaimowicz, Maria Augusta S.N. Nunes (2014). «Evaluation Between Humans and Affective NPC in Digital Gaming Scenario». — 2014
- Héctor P. Martínez, Yoshua Bengio, Georgios N. Yannakakis. «Learning Deep Physiological Models of Affect»
- Miguel Angel Salichs, Mari´a Malfaz (2012). «A New Approach to Modeling Emotions and Their Use on a Decision-Making System for Artificial Agents». — 2012
- Pradeep Kalansooriya, G.A.D Ganepola, T.S. Thalagala (2020). «Affective gaming in real-time emotion detection and music emotion recognition: Implementation approach with electroencephalogram». — 2020



**АҚПАРАТТЫҚ КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ЖЕЛІЛЕР  
ЖӘНЕ КИБЕРҚАУІПСІЗДІК  
ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ СЕТИ  
И КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ  
INFORMATION AND COMMUNICATION NETWORKS  
AND CYBERSECURITY**

---

INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Vol. 3. Is. 4. Number 12 (2022). Pp. 41–56

Journal homepage: <https://journal.iitu.edu.kz>

<https://doi.org/10.54309/IJICT.2022.12.4.004>

УДК 004.056.55, 535.92

**SECURITY ANALYSIS OF THE DISTRIBUTION OF QUANTUM KEYS  
IN PASSIVE OPTICAL NETWORKS**

*A.E. Nasyzbekova<sup>1\*</sup>, I. Khlevna<sup>2</sup>*

**Aiyem Y. Nassylbekova** — master student of the «Radio Engineering, electronics and telecommunications», International Information Technology University

ORCID: 0000-0002-9055-3498. E-mail: [33198@iitu.edu.kz](mailto:33198@iitu.edu.kz).

**I. Khlevna** — d.tech.science, professor, Taras Shevchenko National university of Kyiv (Ukraine)

© A.E. Nasyzbekova, I. Khlevna, 2022

**Abstract.** The need for security for end users has led to the installation of Quantum Key Distribution (QKD) in one-to-many access networks such as passive optical networks. In networks, the presence of optical power splitters makes the secure key rate issues more important. However, research on QKD in access networks has mostly focused on implementation issues rather than developing a protocol to increase the key rate. Since the safe key rate is theoretically limited by the protocol, studies without protocol development cannot overcome the safe key rate limit given by the protocol. This necessitates research to develop a protocol. This article proposes a new approach that provides a secure increase in key transfer rate over the conventional protocol. A secure key rate formula in a passive optical network is proposed by extending the secure key rate formula based on the BB84 protocol with a honeypot state. For a passive optical network, a method is proposed that includes collaboration between end users. We then show that this method can mitigate the photon number division (PNS) attack, which is critical in the well-known BB84 trap protocol. In particular, the proposed scheme allows multiphoton states to serve as secure keys, unlike the conventional BB84 decoy



protocol. Numerical simulations show that our proposed scheme outperforms the BB84 honeypot protocol in terms of secure key speed.

**Keywords:** cybersecurity, passive optical systems, quantum distribution, photons, BB84 protocol

**For citation** A.E. Nasyzbekova, I. Khlevna. Security analysis of the distribution of quantum keys in passive optical networks // INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES. 2022. Vol. 3. Is. 4. Number 12. Pp. 41–56 (In Russ.). DOI: 10.54309/IJICT.2022.12.4.004.

## ПАССИВТІ ОПТИКАЛЫҚ ЖЕЛІЛЕРДЕГІ КВАНТТЫҚ КІЛТТЕРІНІҢ БӨЛУІНІҢ ҚАУІПСІЗДІК ТАЛДАУЫ

*A.E. Насылбекова<sup>1\*</sup>, I. Khlevna<sup>2</sup>*

**Насылбекова Айым Еркеовна** — «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» кафедрасының магистранты, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті  
ORCID: 0000-0002-9055-3498. E-mail: 33198@iitu.edu.kz.

**I. Khlevna** — д. тек. ғылым, Профессор, Тарас Шевченко Атындағы Киев Ұлттық университеті (Украина)

© A.E. Насылбекова, I. Khlevna, 2022

**Аннотация.** Түпкі пайдаланушылар үшін қауіпсіздік қажеттілігі пассивті оптикалық желілер сияқты бір-көп қолжетімділік желілерінде кванттық кілттерді таратуды (QKD) орнатуға әкелді. Желілерде оптикалық қуат бөлгіштерінің болуы қауіпсіз кілт жылдамдығы мәселелерін маңыздырақ етеді. Дегенмен, қол жеткізу желілеріндегі QKD бойынша зерттеулер негізгі жылдамдықты арттыру үшін хаттаманы әзірлеуге емес, негізінен іске асыру мәселелеріне бағытталған. Қауіпсіз кілт жылдамдығы хаттамамен теориялық тұрғыдан шектелгендіктен, хаттаманы әзірлемеген зерттеулер хаттамамен берілген қауіпсіз кілт жылдамдығының шегін жеңе алмайды. Бұл хаттаманы әзірлеу үшін зерттеуді қажет етеді. Бұл мақалада кәдімгі протоколға қарағанда кілтті тасымалдау жылдамдығын қауіпсіз арттыруды қамтамасыз ететін жаңа тәсіл ұсынылады. Атап айтқанда, пассивті оптикалық желідегі қауіпсіз кілт жылдамдығы формуласы BB84 протоколына негізделген қауіпсіз кілт жылдамдығы формуласын бал күйі күйімен кеңейту арқылы ұсынылады. Пассивті оптикалық желі үшін соңғы пайдаланушылар арасындағы ынтымақтастықты қамтитын әдіс ұсынылады. Содан кейін біз бұл әдіс белгілі BB84 тұзақ протоколында маңызды болып табылатын фотондар санын бөлу (PNS) шабуылын азайта алатынын көрсетеміз. Атап айтқанда, ұсынылып отырған схема кәдімгі BB84 жалған хаттамасынан айырмашылығы, мультифотон күйлеріне қауіпсіз кілттер ретінде қызмет етуге мүмкіндік береді. Сандық модельдеу біздің ұсынылған схема қауіпсіз кілт жылдамдығы бойынша BB84 протоколынан асып түсетінін көрсетеді.

**Түйін сөздер:** киберқауіпсіздік, пассивті оптикалық жүйелер, кванттық тарату, фотондар, BB84 протоколы

**Дәйексөз үшін:** A.E. Насылбекова, I. Khlevna. Пассивті оптикалық желілердегі кванттық



## АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КВАНТОВЫХ КЛЮЧЕЙ В ПАССИВНЫХ ОПТИЧЕСКИХ СЕТЯХ

*А.Е. Насылбекова<sup>1\*</sup>, I. Khlevna<sup>2</sup>*

**Насылбекова Айым Еркемовна** — магистрант факультета «Радиотехника, электроники и телекоммуникации», Университет международных информационных технологий  
ORCID: 0000-0002-9055-3498. E-mail: 33198@iitu.edu.kz.

**I. Khlevna** — доктор технических наук, профессор, Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко (Украина)

© А.Е. Насылбекова, I. Khlevna, 2022

**Аннотация.** Потребность в обеспечении безопасности для конечных пользователей привела к установке квантового распределения ключей (Quantum Key Distribution — QKD) в сетях доступа «один ко многим», таких как пассивные оптические сети. В сетях наличие оптических разветвителей мощности делает вопросы безопасной скорости передачи ключей более важными. Однако исследования QKD в сетях доступа в основном были сосредоточены на вопросах реализации, а не на разработке протокола для повышения ключевой скорости. Поскольку безопасная ключевая скорость теоретически ограничена протоколом, исследования без разработки протокола не могут преодолеть предел безопасной ключевой скорости, заданный протоколом. Это вызывает необходимость исследований для разработки протокола. В этой статье предлагается новый подход, который обеспечивает безопасное повышение скорости передачи ключей по сравнению с обычным протоколом. В частности, предлагается формула безопасной ключевой скорости в пассивной оптической сети, расширяя формулу безопасной ключевой скорости на основе протокола BB84 с состоянием приманки. Для пассивной оптической сети предлагается способ, который включает сотрудничество между конечными пользователями. Затем мы показываем, что этот способ может смягчить атаку разделения числа фотонов (Photon Number Splitting - PNS), которая имеет решающее значение в известном протоколе-ловушке BB84. В частности, предлагаемая схема позволяет многофотонным состояниям служить безопасными ключами, в отличие от обычного протокола-ловушки BB84. Численное моделирование показывает, что предложенная нами схема превосходит протокол-приманку BB84 по скорости безопасного ключа.

**Ключевые слова:** кибербезопасность, пассивные оптические системы, квантовое распределение, фотоны, протокол BB84

**Для цитирования:** А.Е. Насылбекова, Iulia Khlevna. Анализ безопасности распределения квантовых ключей в пассивных оптических сетях // МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.

2022. Том. 3. Is. 4. Номер 12. Стр. 41–56 (на русском языке). DOI: 10.54309/IJICT.2022.12.4.004.

## Введение

Распределение квантовых ключей (QKD) привлекло большое внимание, поскольку оно обеспечивает новую парадигму безопасной связи. Приложение для соединений «точка-точка» (P2P) в магистральной сети является хорошим примером квантово-защищенных сетей. Для этого многие исследовательские группы провели и сообщили о теоретических и экспериментальных результатах QKD для сетей P2P (Хван, 2012; Бургуин и др., 2015). Ускоренные общенациональные полевые испытания QKD были проведены в ведущих странах (Пеев и др., 2009; Ван и др., 2010). В последнее время коммерциализированы системы QKD, основанные на протоколе BB84 (Чжао). Однако из-за различных сетевых структур между опорной сетью и сетью доступа этих результатов недостаточно для характеристики безопасности многопользовательских сетей. Для предоставления услуг конечным пользователям были проведены исследования для многопользовательских сетей (Фернандес и др., 2007; Чиурана и др., 2014; Фрëлих и др., 2013).

Целью сетей «точка-многоточка» является предоставление конечным пользователям более высокой безопасной скорости передачи ключей. Чтобы добиться этого, мы стремимся разработать способ совместной работы всех пользователей, чтобы снизить вероятность подслушивания. Мы предлагаем способ борьбы с атакой разделения числа фотонов (PNS) с помощью информации об обнаружении совпадений между конечными пользователями в нескольких точках. С помощью предложенной схемы мы показываем, что некоторые из импульсов, имеющих несколько фотонов, могут использоваться в качестве секретных ключей, в отличие от обычного протокола-ловушки BB84.

Тем не менее, большинство работ для многопользовательских сетей в основном сосредоточено на реализации сетей доступа QKD с протоколом-ловушкой BB84, потому что система QKD с протоколом-ловушкой BB84 проста в реализации и теоретически доказана ее безоговорочная безопасность. Вопросы реализации, такие как назначение длины волны и объединение между обычными и квантовыми каналами, рассматриваются в (Фернандес и др., 2017; Чиурана и др., 2014). Авторы в (Фрëлих, 2013) рассмотрели вопросы конфигурации, сравнивая нисходящие и восходящие сети квантового доступа. Они утверждали, что с точки зрения стоимости и осуществимости систем выгодно настраивать нисходящие сети квантового доступа, в которых передатчики расположены у конечных пользователей. Однако безопасная ключевая скорость исследований, может быть, в итоге ограничена без разработки протоколов. В протоколе BB84 критический фактор, ограничивающий скорость безопасного ключа, вызван атакой PNS. При атаке импульсы, имеющие несколько фотонов, называемые многофотонными состояниями, не могут генерировать безопасные ключи (Хван, 2003). Следовательно, только импульсы, имеющие один фотон, называемые однофотонными состояниями, могут генерировать безопасные ключи в



протоколе-ловушке BB84. Поскольку исследователи не рассматривали разработку протокола для смягчения атаки PNS, их производительность не может преодолеть ограничение независимо от системных конфигураций, таких как направление передачи. Недостаточность исследований для преодоления ограничения привела к необходимости исследований по разработке протокола.

В данной работе исследуются сети доступа, в которых имеется разветвитель, делающий структуру сети типа «один ко многим». Одним из таких примеров является пассивная оптическая сеть (Passive Optical Network - PON). На примере сети мы показываем, что вышеупомянутое ограничение можно преодолеть простым способом, используя характеристики PON: обнаружение совпадений между конечными пользователями может уменьшить количество секретных ключей, захваченных PNS-атакой. Следовательно, многофотонные состояния могут использоваться для генерации секретных ключей, которые считались непригодными для использования в качестве безопасных ключей. Поскольку стандартная PON обычно может быть развернута с максимальным коэффициентом разделения от 1 до 64 (Шим и др., 2012; Zhang и др., 2016), мы включили обнаружение совпадений в модель GLLP (Global Laboratory Leadership Programme) (Ma и др., 2005) и выполнили численные оценки для PON с 64 конечными пользователями.

## Материалы и методы

### Модель системы

Система QKD с ложным протоколом BB84 на PON состоит из одного терминала оптической линии (Optical Line Terminal – OLT), одного оптоволоконного канала и нескольких блоков оптической сети (Optical Network Unit – ONU), как показано на рисунке 1. Чтобы описать структуру, конкретные характеристики лазерного источника, канал и детектор, такие как распределение фотонов, генерируемых лазерным источником, потери в канале и вероятности обнаружения фотонов, моделируются типичным способом, как в (Ma и др., 2005).

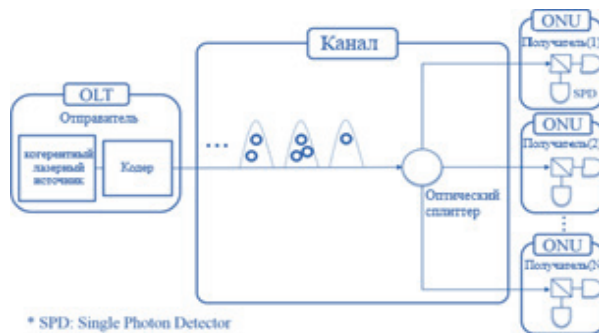


Рисунок 1 – Модель системы для общей системы PON нисходящего потока

Отправитель в OLT обладает когерентным лазерным источником с рандомизированной фазой и кодером для генерации квантовых состояний для сеанса

QKD. По характеристикам источника количество фотонов следует распределению Пуассона следующим образом:

$$\text{Pr}(\text{количество фотонов} = i) = \frac{\mu^i}{i!} e^{-\mu} \quad (1)$$

где  $\mu$  — среднее число фотонов источника.

Канал, рассматриваемый в этой статье, можно назвать квантовым каналом, потому что через него может быть доставлено квантовое состояние. Этот квантовый канал можно охарактеризовать своим внутренним коэффициентом пропускания. Пусть  $T_k$  обозначает коэффициент пропускания квантового канала. Затем  $T_k$  можно разложить на две части: коэффициент пропускания самого волокна,  $T_b$ , и коэффициент пропускания разветвителя,  $T_p$ .

$$T_k = T_b T_p = 10^{-\frac{\alpha l}{10}} 10^{-\frac{L_p}{10}} \quad (2)$$

где  $\alpha$ ,  $l$  и  $L_p$  представляют собой коэффициент потерь в канале в дБ/км, расстояние оптического волокна в км и потери при расщеплении в дБ соответственно.

Квантовое состояние, достигшее ONU дополнительно страдает от внутреннего пропускания ONU. Внутренний коэффициент пропускания ONU,  $T_{ONU}$ , можно выразить следующим образом:

$$T_{ONU} = 10^{-\frac{L_{ONU}}{10}} \quad (3)$$

где  $L_{ONU}$  представляет внутренние потери ONU в дБ.

После внутренних оптических схем ONU квантовое состояние обнаруживается одним из двух детекторов одиночных фотонов (Single Photon Detector - SPD) в ONU. Эффективность обнаружения SPD можно обозначить как  $\gamma_{\text{общ}}$  и уравнениями (2) и (3), мы можем рассчитать общую квантовую эффективность обнаружения,  $\gamma_{\text{общ}}$ , квантового состояния, отправленного Отправителем:

$$\gamma_{\text{общ}} = \gamma_{\text{общ}} T_{ONU} T_k \quad (4)$$

Вышеупомянутое значение  $\gamma_{\text{общ}}$  связано с коэффициентом пропускания одиночного фотона. Однако в реальной ситуации несколько фотонов могут быть переданы характеристиками лазерного источника в уравнении (1). К сожалению, большинство обычных SPD могут разрешать только нулевые или ненулевые фотоны (Кок и др., 2007). Таким образом, мы не можем определить количество фотонов в входящем квантовом состоянии из события обнаружения. По этой причине эффективность обнаружения  $i$ -фотонных состояний,  $\gamma_i$ , может быть выражена следующим образом:

$$Y_i = 1 - (1 - \gamma_{\text{общ}})^i \quad (5)$$



Существует еще один фактор, вызывающий обнаружение SPD, а именно темновой счет SPD. Из-за темнового счета обнаружение может происходить на стороне Получателя даже при нулевых состояниях фотонов. Соответственно, чтобы вычислить условную вероятность того, что квантовое состояние будет обнаружено при заданном квантовом состоянии, нам необходимо принять во внимание  $\gamma_i$  и темновой счет. Мы определяем  $\gamma_i$  как условную вероятность обнаружения квантового состояния при заданном состоянии  $i$ -фотона, генерируемом лазерным источником:

$$\gamma_i = \text{Pr}(\text{обнаружение} \mid \text{состояние } i\text{-фотона}) \quad (6)$$

Предполагая, что события обнаружения из двух разных источников, которые представляют собой переданное квантовое состояние и темновой счет, независимы,  $\gamma_i$  можно составить следующим образом:

$$Y_i = \gamma_i + Y_0 - \gamma_i Y_0 \quad (7)$$

где  $Y_0$  — вероятность ложной тревоги, вызванной темновым счетом. То есть  $Y_0$  соответствует вероятности ( $p$ ) темнового счета в единицу времени,  $p_{\text{темн}}$ . Как и в (Хрг и др., 2005),  $p_{\text{темн}}$  определяется как вероятность того, что среди двух детекторов на стороне Получателя произойдет хотя бы один темновой отсчет.

Пусть  $Q_1$  обозначает вероятность обнаружения  $i$ -фотонного состояния, называемую усилением  $i$ -фотонного состояния, как в (Ма и др., 2005). С  $\gamma_i$  и распределением Пуассона лазерного источника  $Q_1$  можно рассчитать следующим образом:

$$Q_i = \text{Pr}(\text{обнаружение, состояние } i\text{-фотона}) = Y_i \frac{\mu^i}{i!} e^{-\mu} \quad (8)$$

Посредством обнаружения полученные состояния преобразуются в информацию, содержащую ошибки. Это можно смоделировать как квантовую частоту ошибок по битам (Quantum Bit Error Rate — QBER). Чтобы смоделировать QBER, нужно задать  $e_i$  как QBER состояния  $i$ -фотона. На QBER влияют два основных фактора: темновой счет и несовершенство системы. В случае темнового счета это вызывает ошибки с вероятностью. Поскольку темновые отсчеты двух детекторов на стороне Получателя независимы, в этой системе  $e_i$  равно  $1/2$ . Для принятого квантового состояния может возникнуть ошибка с вероятностью, моделируемой как  $e_{\text{ош}}$ , характеризующая несовершенство системы. Исходя из вышеперечисленных особенностей,

$$e_i = \frac{e_0 Y_0 (1 - \gamma_i) + e_{\text{ош}} \gamma_i (1 - Y_0) + e_0 e_{\text{ош}} \gamma_i Y_0}{Y_i} \quad (9)$$

На основании уравнений. (8) и (9), мы можем рассчитать общий коэффициент усиления и QBER. Во-первых, общий коэффициент усиления  $Q_\mu$  представляет собой вероятность обнаружения лазерного источника со средним числом фотонов  $\mu$ .

$$Q_\mu = \sum_{I=0}^{\infty} Q_I = 1 - (1 - Y_0)e^{-Y_{\text{общ}}\mu} \quad (10)$$

### *Общий протокол QKD для PON*

В этой статье рассматривается протокол QKD на основе протокола BB84 для PON нисходящего потока с помощью предложенного нами метода, который представляет собой этап оценки распределения числа фотонов с использованием характеристик PON. Для понимания предлагаемого метода мы кратко представляем ложный протокол BB84 QKD (Ma и др., 2005) на PON. Как и в большинстве случаев, предположим, что сеанс QKD создается между парой OLT и ONU. То есть существует  $N$  сеансов QKD, сгенерированных, если PON установлена с  $N$  ONU. Из-за вышеупомянутого предположения протокол является симметричным для каждой пары OLT и ONU.

Отправитель случайным образом выбирает среднее число фотонов лазерного источника, чтобы выбрать состояние приманки или сигнала. Затем Отправитель случайным образом генерирует слабые когерентные импульсы и модулирует их по четырем состояниям, используя либо фазовую, либо поляризационную модуляцию. Четыре состояния выбираются из двух оснований, которые  $Z = \{|0\rangle, |1\rangle\}$  или  $X = \{|+\rangle = (|0\rangle + |1\rangle)/\sqrt{2}, |-\rangle = (|0\rangle - |1\rangle)/\sqrt{2}\}$ . Затем модулированные импульсы отправляются Получателю.

Чтобы обнаружить полученное квантовое состояние, Получатель генерирует случайную последовательность битов, чтобы выбрать основу между основаниями  $Z$  и  $X$ .

После сеанса передачи Отправитель и Получатель объявляют время обнаружения и основную информацию по общедоступному каналу. Кроме того, Отправитель объявляет, к какому импульсу относится состояние приманки или сигнала. Здесь, исследуя коэффициенты обнаружения ложных и сигнальных состояний, блокируется тот факт, что Перехватчик намеренно передает больше многофотонных состояний, чем однофотонных состояний для атаки PNS. Затем обнаруженные результаты отсеиваются, чтобы отбросить измерения фотонов у Получателя, которые использовали базы, отличные от базисов Отправителя. Оставшаяся последовательность битов называется просеянным ключом.

Отправитель и Получатель сравнивают некоторые просеянные ключи, чтобы оценить QBER. Основываясь на предполагаемом QBER, Отправитель и Получатель рассчитывают соответствующую скорость безопасного ключа.

Чтобы сгенерировать окончательный ключ безопасности, Отправитель и Получатель выполняют постобработку, состоящую из исправления ошибок и усиления конфиденциальности, отправляя дополнительную информацию по общедоступному каналу.





### *Оценка распределения числа фотонов*

Распределение числа фотонов можно оценить с помощью детекторов, разрешающих число фотонов (Маттиоли и др., 2016), или детекторов, не разрешающих число фотонов (Мородер и др., 2009; Бенатти и др., 2010). Очевидно, что первый лучше оценивает распределение. В этой работе мы рассматриваем наихудший сценарий, основанный на последнем параметре, чтобы оценить минимальный прирост производительности, который также может быть гарантирован для первого случая. Подчеркнем также, что последний случай более реалистичен из-за высокой стоимости использования детекторов, разрешающих число фотонов.

В качестве родственных работ авторы в (Мородер и др., 2009; Бенатти и др., 2010) оценивают распределение с не разрешающим детектором количества фотонов и переменным аттенуатором в сети точка-точка. В предлагаемом нами методе мы используем совместную работу ONU с не разрешающим определением количества фотонов. Таким образом, состояние фотонов, распределенное по многоточечной PON с помощью оптического сплиттера, вместо использования переменных аттенуаторов, можно совместно использовать для получения дополнительной информации о распределении числа фотонов, как обсуждается с конкретными подробностями ниже.

Когда распределение количества фотонов может быть оценено совместным измерением обнаружения фотонов на нескольких Получателях, мы можем ожидать увеличения скорости безопасного ключа, поскольку это может смягчить атаку PNS, которая приводит к генерации безопасных ключей из многофотонных состояний. Этого можно достичь, используя характеристики PON, которые обеспечивают обнаружение совпадений среди Получателей.

В PON многофотонное состояние может быть случайным образом направлено к Получателям в пределе частицеподобного поведения на оптическом разветвителе из-за того, что фотон неделим по своей природе (Curtacchi и др., 2006). Эта характеристика генерирует обнаружение совпадений. Обнаружение совпадений предоставляет информацию о распределении количества фотонов в импульсе, отправленном OLT, Отправителем. Собрав всю информацию об обнаружении, Отправитель может оценить распределение обнаружений, например, количество обнаружений в одном Получателе, количество обнаружений в двух разных Получателях одним и тем же импульсом и так далее. Это предохраняет подслушивающего, то есть Перехватчика, от определенной атаки PNS, потому что делает предполагаемое распределение обнаружений отличным от теоретически рассчитанного распределения обнаружений с заданными системными параметрами. Таким образом, Перехватчик может выполнять PNS-атаку на ограниченную часть многофотонных состояний.

Для простоты понимания здесь рассмотрим, как оценка ограничивает атаку PNS, на примере. Предположим, что прослушивание происходит после сплиттера. В частности, есть два случая, может ли Перехватчик выполнить атаку PNS или нет. Безопасный случай — это многофотонные состояния, в которых Перехватчик не может провести PNS-атаку. Предположим, что имеется число  $N$  Получателей

и  $i$ -фотонное состояние, в котором  $i \leq N$ . Тогда безопасный случай представляет  $i$  Получателей, обнаруживаемых в один и тот же временной интервал. Пример двухфотонного случая,  $i = 2$ , показан на рисунке 2(а). В этом случае два Получателя обнаруживают один фотон. Небезопасными случаями, когда Перехватчик может выполнять PNS-атаки, являются все случаи, когда одному Получателю может быть направлено более одного фотона. Пример для этого показан на рисунке 2 (b). В этом случае по крайней мере один Получатель получает несколько фотонов.

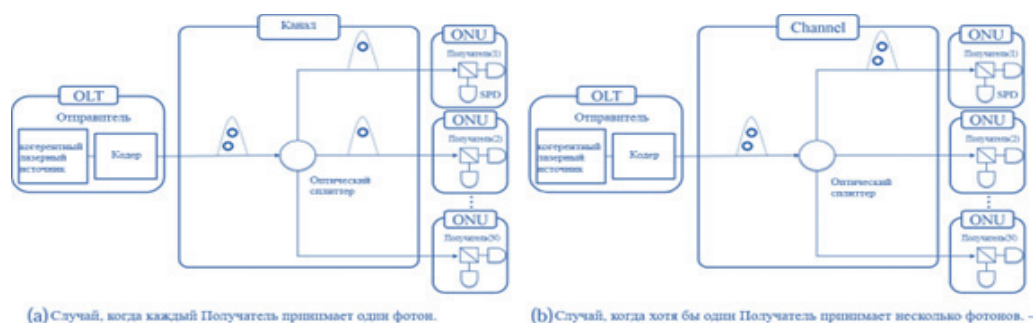


Рисунок 2 - Возможные случаи генерации импульса с несколькими фотонами

Для заданных системных параметров, таких как потери в канале обнаружения, внутренние потери Получателя и эффективность обнаружения УЗИП, мы можем рассчитать частоту обнаружения. После сеанса передачи Отправитель может оценить частоту обнаружения, приняв информацию об обнаружении от Получателя. Сравнивая рассчитанную и оценочную частоты обнаружения, если Перехватчик выполняет атаку PNS для всех многофотонных состояний, как если бы она делала это в обычной системе-ловушке BB84 QKD, она может быть обнаружена, поскольку два значения становятся разными. Предположим, что Перехватчик выполняет PNS-атаку на сейф. Затем уменьшается обнаружение совпадений среди Получателей.

Здесь мы добавляем новое поведение к обычному протоколу:

Мониторинг совпадений: накапливать статистику обнаружений совпадений  $i$ -Получатель, чтобы контролировать, отличается ли она от теоретически рассчитанного значения с заданными параметрами системы или нет.

Следовательно, Перехватчику следует провести PNS-атаку, за исключением безопасного случая, чтобы скрыть свое существование. То есть Отправитель и Получатель могут получить дополнительный безопасный ключ из некоторых многофотонных состояний, соответствующих безопасному случаю.

#### *Безопасная ключевая ставка*

В этом разделе мы явно указываем безопасные ключи в зависимости от возможных атак. Соответствующие результаты приведены в таблице 1. В таблице можно увидеть как изменяются распределение обнаружений совпадений и чисел фотонов в зависимости от вида атаки перед разделителем или после разделителя. Также учитывается есть ли управление разделителем при той или иной атаке.

Таблица 1 – Безопасные ключевые ставки для различных атак

Атака	Управление разделителем	Распределение обнаружений совпадений	Распределения чисел фотонов	
Перед разделителем	НЕТ	Изменен	Изменен	
		Без изменений	Без изменений	
	ДА	Изменен	Изменен	Изменен
			Без изменений	Без изменений
		Без изменений	Изменен	Изменен
			Без изменений	Без изменений
После разветвителя	НЕТ	Изменен	Изменен	
		Без изменений	Без изменений	
	ДА	Изменен	Изменен	Изменен
			Без изменений	Без изменений
		Без изменений	Изменен	Изменен
			Без изменений	Без изменений

### Результаты моделирования

Производительность системы с предложенным методом с точки зрения безопасной ключевой скорости оценивается численно в этом разделе. Для сравнения производительности используется обычный протокол BB84 с состоянием приманки. Поскольку атаки без изменения факторов мониторинга, таких как распределения, в основном рассматриваются в QKD, мы оцениваем безопасные значения ключей для соответствующих случаев. В частности, мы моделируем безопасные ключи с помощью уравнений. Для сравнения эффективности тарифов каждое моделирование проводится с оптимальным средним числом фотонов каждой системы. Мы проводим два численных моделирования в зависимости от параметров устройств и количества ONU в PON. Первое моделирование проводится с почти идеальными устройствами. Целью первого моделирования является обеспечение идеальной верхней границы с точки зрения безопасной скорости передачи ключей. Затем мы проводим второе моделирование, чтобы определить достижимую скорость безопасного ключа с учетом доступных в настоящее время устройств для сравнения с верхней границей.

Параметры моделирования, используемые в первом случае, следующие. В основном оптические потери в волокне составляют  $\alpha = 0,2$  дБ/км, как и в обычном оптическом волокне. Каждый Получатель имеет идеальные SPD со 100 % эффективностью обнаружения,  $\gamma_{\text{обн}} = 1$  и вероятностью темнового счета 0,  $Y_0 = 0$ . Внутри каждого Получателя нет оптических потерь,  $L_{\text{ONU}} = 0$  дБ, и нет системной ошибки,  $\epsilon_{\text{ощ}} = 0$ . При постобработке предполагается, что Получатель может выполнять идеальную коррекцию ошибок, что означает  $f(E_{\mu}) = 1$ . Результаты соответствующих оценок показаны на рисунке 3, где сплошными и пунктирными

линиями показаны системы QKD с предложенным и без предложенного метод соответственно. Поскольку расстояние между OLT и ONU составляет около 20 км или меньше в обычной PON, мы наносим результаты до 20 км. В случае системы QKD без предложенного метода для  $N = 8$  и 64 оптимальное среднее число фотонов для достижения максимальной безопасной ключевой скорости составляет 1,001, полученное путем дифференцирования уравнения. Для  $N = 64$  (8) оптимальное среднее число фотонов предлагаемой системы составляет 1,270 (1,220) без USD-атаки (Unambiguous State Discrimination – Однозначное различие Квантовых Состояний) и 1,190 (1,170) при USD-атаке. На расстоянии 20 км для  $N = 64$  (8) скорость защищенного ключа увеличивается примерно на 25,54 % (21,44 %) при отсутствии USD атаки и на 21,35 % (18,82 %) при USD атаке. Причина, по которой мы можем получить дополнительные безопасные ключи, заключается в использовании многофотонных состояний в качестве секретных ключей в предлагаемом методе. По той же причине предлагаемый метод увеличивает используемое среднее число фотонов для генерации дополнительных секретных ключей, поскольку многофотонные состояния могут использоваться для генерации секретных ключей, что невозможно без предложенного нами метода.

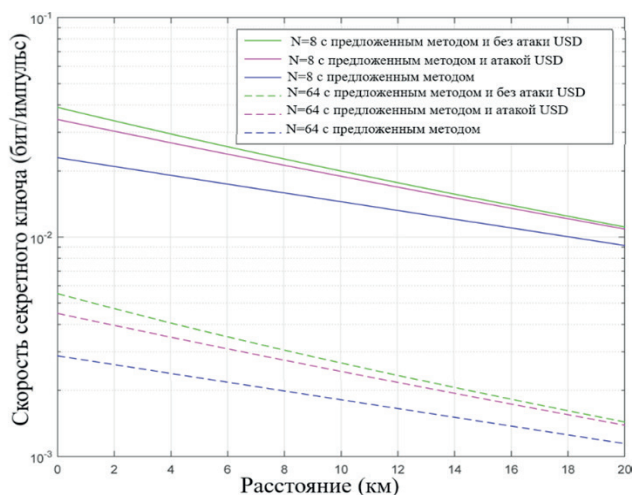


Рисунок 3 - Сравнение безопасной ключевой скорости между системой QKD с предложенным методом и без него при идеальной настройке

В случае второго моделирования учитываются реализуемые параметры. Предполагается, что те же потери в оптическом волокне, что и в предыдущем моделировании. Что касается SPD Получателя, то предполагается использование сверхпроводниковых SPD, для которых можно принять эффективность обнаружения 67 %,  $\gamma_{\text{обн}} = 0,67$  и вероятность темнового счета  $1,6 \times 10^{-6}$ ,  $Y_0 = 1,6 \times 10^{-6}$  [18].  $L_{\text{ONU}}$ ,  $\text{ed}$  и  $f(E_{\mu})$  установлены на 3 дБ, 2,3 % и 1,2 соответственно, что является типичными параметрами в экспериментальных результатах [19]. Соответствующий результат моделирования показан на рисунке 4. Для  $N =$

64(8) оптимальное среднее число фотонов традиционной системы составляет 0,593 (0,592), а для предлагаемой системы — 0,630 (0,630) при отсутствии USD-атаки и 0,630 (0,630) при атаке USD соответственно. Здесь для  $N = 64(8)$  мы демонстрируем, что наша система обеспечивает выигрыш от 6,09 до 6,24 % (от 5,33 до 5,43 %) по сравнению с обычной системой в зависимости от типа атаки на 20 км. Мы видим незначительное снижение производительности из-за атаки USD.

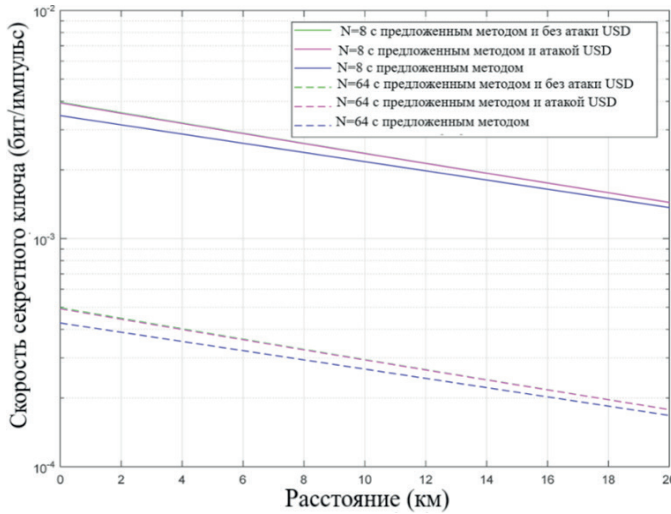


Рисунок 4 - Сравнение безопасной ключевой скорости между системой QKD с предлагаемым методом и без него в реализуемой настройке

Хотя сверхпроводниковые SPD демонстрируют высокую эффективность обнаружения, развертывание таких SPD в PON может быть обременительным из-за их стоимости. Чтобы рассмотреть более реалистичный сценарий, в котором мы используем более дешевые SPD, которые обычно дают более низкую эффективность детектора, мы также проводим больше симуляций, в которых эффективность детектора варьируется в широком диапазоне от 25 % до 100 %. На рисунке 5 показано усиление благодаря нашему протоколу в зависимости от эффективности детектора, когда мы предполагаем, что длина оптоволокну составляет 20 км и атака с помощью USD. Мы видим, что усиление увеличивается с эффективностью детектора, хотя эффективность детектора сильно зависит от стоимости SPD, которые мы можем использовать. Для большего  $N$  мы должны использовать более дешевые SPD при том же бюджете, а это приводит к снижению эффективности детектора. С другой стороны, чем больше  $N$ , тем выше коэффициент усиления, как показано на рисунке 5. Это означает, что при ограничении стоимости детектора (которое может зависеть от технологии реализации) на  $N$  может существовать оптимальное значение, при котором коэффициент усиления равен максимизирован. Таким образом, наш результат проливает свет на то, как на практике проектировать такие защищенные сети доступа.

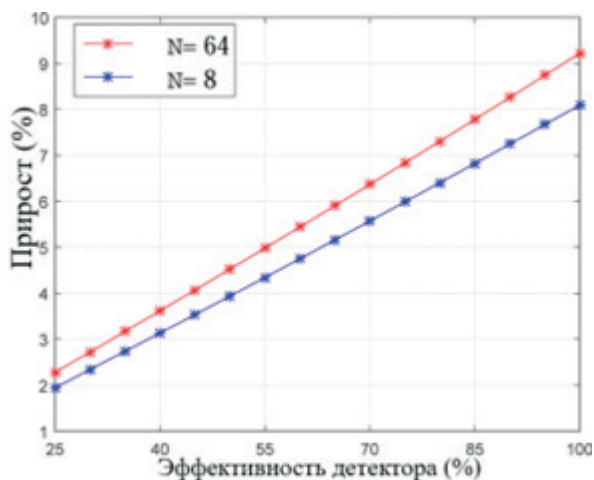


Рисунок 5 - Сравнение прироста защищенной ключевой скорости в зависимости от эффективности детектора

## Заключение

В этой статье было исследовано, как повысить безопасную скорость передачи ключей QKD в многопользовательской сети, такой как PON. В частности, для достижения этого мы используем характеристики PON, которые обеспечивают обнаружение совпадений между ONU. Соответственно, было определено, что безопасные ключи можно использовать из многофотонных состояний, в отличие от обычного способа, при котором безопасный ключ генерируется только из однофотонных состояний. Для пригодных для использования многофотонных состояний мы тщательно анализируем количество информации, просочившейся к Перехватчику. Исходя из этого, мы предоставляем математическую модель безопасной ключевой скорости для QKD в PON. Проведены и представлены два различных численных моделирования для случаев идеальной и реализуемой установок. Результаты нашего моделирования показывают, что на расстоянии 20 км улучшение ключевой скорости в идеальной настройке составляет 21,35 %. Даже в реализуемом варианте выигрыш приличный: ~ 6,09 %. Кроме того, результаты показывают, что влияние USD атаки незначительно. Мы считаем, что наша работа может заложить прочную основу для дальнейших исследований QKD в многопользовательских сетях.

## ЛИТЕРАТУРЫ

Ж.-П. Бургуин, Н. Гигов, Б.Л. Хиггинс, З. Ян, Э. Мейер-Скотт, А.К. Хандани, Н. Люткенхаус и Т. Дженневейн (2015). «Экспериментальное распределение квантового ключа с смоделированными потерями фотонов от земли к спутнику и ограничениями обработки». физ. Ред. А 92, — 052339 (2015). — С. 111–115.

Бенатти Ф., Фаннес М., Флореанини Р., Петритис Д. (2010). Квантовая информация, вычисления и криптография: вводный обзор теории, технологии и экспериментов. 808 (Спрингер, 2010). — С. 232–240.

С. Ван, В. Чен, З.-К. Инь, Ю. Чжан, Т. Чжан, Х.-В. Ли, Ф.-Х. Сюй, З. Чжоу, Ю. Ян, Д.-Дж. Хуанг,



Л.-Дж. Чжан, Ф.-Ю. Ли, Д. Лю, Ю.-Г. Ван, Г.-К. Го и З.-Ф. Хан (2010). «Полевые испытания сети распределения квантовых ключей с сохранением длины волны», *Opt. лат.* 35, 2454–2456 (2010). — С. 7–10.

Кок П., Манро В.Дж., Немото К., Ральф Т.С., Доулинг Дж.П., Милберн Г.Дж. (2007). «Линейные оптические квантовые вычисления с фотонными кубитами», *Rev. Mod. физ.* 79. — 135 (2007). — С. 67–71.

Ф. Маггиоли, З. Чжоу, А. Гаггеро, Р. Гаудио, Р. Леони и А. Фиоре (2016). «Подсчет фотонов и аналоговая работа 24-пиксельного детектора разрешения числа фотонов на основе сверхпроводящих нанопроводов», *Опт. Экспресс* 24, 9067–9076 (2016). — С. 9–11.

Т. Мородер, М. Керти и Н. Люткенхаус (2009). "Распределение квантового ключа детектора-приманки", *New J. Phys.* 11. — 045008 (2009). — С. 89–92.

С. Ма, Б. Ци, Ю. Чжао, Х.-К. Ло (2005). «Практическое состояние приманки для квантового распределения ключей», *Phys. Ред. А* 72, 012326 (2005 г.). — С. 99–101.

М. Пеев, К. Паше, Р. Аллеом, К. Баррейро, Ж. Боуда, В. Бокслейтнер, Т. Дебюссхерт, Э. Диаманти, М. Дианати, Дж. Дайнс, С. Фазель, С. Фоссье, М. Фюрст, Ж.-Д. Готье, О. Гей, Н. Гизин, П. Гранжье, А. Хаппе, Ю. Хасани, М. Хентшель (2009). «The SECOQC сеть распространения квантовых ключей в Вене», *New J. Phys.* 11, 075001 (2009). — С. 76–80.

Р. Реннер (2008). "Безопасность распределения квантовых ключей", *Int. J. Квантовая инф.* 6. — 1–127 (2008). — С. 18–19.

Curtacci P., Garzia F., Cusani R. и Vaccarelli E. (2006). «Анализ производительности различных многопользовательских оптических пассивных сетей для приложений квантовой криптографии», *Proc. SPIE* 6187, 61870U (2006 г.). — С. 45–47.

Фернандес В., Коллинз Р.Дж., Гордон К.Дж., Таунсенд П.Д., Буллер Г.С. (2007). Пассивный оптический сетевой подход к многопользовательскому распределению квантовых ключей с гигагерцовой тактовой частотой // *IEEE J. Quantum Electron.* 43, (2007). — С. 138–140.

Фрелих Б., Дайнс Дж.Ф., Лукамарини М., Шарп А.В., Юань З., Шилдс А.Дж. (2013). «Квантовая сеть доступа». — *Nature* 501, 69–72 (2013). — С. 43–44.

X. Zhang, F. Lu, S. Chen, X. Zhao, M. Zhu, X. Sun (2016). «Схема удаленного кодирования, основанная на волноводной брэгговской решетке в микросхеме сплиттера PLC для мониторинга PON», *Опт. Экспресс* 24, 4351–4364 (2016). — С. 76–78.

Д. Хрг, А. Поппе, А. Федрици, Б. Блауэнштейнер, Х. Хюбель и А. Цайлингер (2005). «Аспекты безопасности и моделирование практических платформ QKD», *Квантовая физика природы Теория, эксперимент и интерпретация в сотрудничестве с 6-й европейский семинар QIPС, Австрия* (2005 г.). — С. 121-123.

В.-Ю. Хван, «Распределение квантовых ключей с большими потерями: на пути к глобальной безопасной связи», *Phys. Преподобный Летт.* 91, 057901 (2003). — С. 32–35.

Ю. Чжао, «Квантовые защищенные коммуникационные сети: продукты и решения», — С. 13–20.

А. Чиурана, Х. Мартинес-Матео, М. Пеев, А. Поппе, Н. Валента, Х. Збинден, В. Мартин (20).1 «Квантовая городская оптическая сеть на основе мультиплексирования с разделением по длине волны», *Опт. Экспресс* 22, — 1576–1593 (2014). — С. 182–185.

П.В. Шор и Дж. Прескилл (2000). "Простое доказательство безопасности протокола распределения квантовых ключей BB84", *Phys. Преподобный Летт.* 85, 441 (2000). — С. 102–105.

Х. Шим, К. Чо, Ю. Такушима и Ю. Чанг (2012). «Рефлектометрия на основе корреляции для мониторинга в процессе эксплуатации 64-сплит TDM PON», *Опт. Экспресс* 20, 4921–4926 (2012). — С. 22–24.

## REFERENCES

J.-P. Burguin, N. Gigov, B. L. Higgins, Z. Yan, E. Meyer-Scott, A. K. Khandani, N. Lutkenhaus and T. Jennevein (2015). "Experimental distribution of a quantum key with simulated photon losses from the earth to a satellite and processing restrictions". *Phys. Ed. A* 92, 052339 (2015). — Pp. 111–115.

Benatti F., Fannes M., Floreanini R., Petritis D. (2010). *Quantum Information, Computing and Cryptography: an introductory review of theory, technology and experiments.* 808 (Springer, 2010). — Pp. 232–240.



A. Chiurana, H. Martinez-Mateo, M. Peev, A. Poppe, N. Valenta, H. Zbinden, V. Martin (2014). "Quantum urban optical network based on wavelength division multiplexing", *Opt. Express* 22, 1576–1593 (2014). — Pp. 182–185.

Curtacci P., Garzia F., Cusani R. and Baccarelli E. (2006). "Performance analysis of various multi-user optical passive networks for quantum cryptography applications", *Proc. SPIE* 6187, 61870U (2006). — Pp. 45–47.

Frelich B., Dines J.F., Lucamarini M., Sharp A.V., Yuan Z., Shields A.J. (2013). "Quantum access network". — *Nature* 501, 69–72 (2013). — Pp. 43–44.

Fernandez V., Collins R.J., Gordon K.J., Townsend P.D., Buller G.S. (2007). Passive optical network approach to multi-user distribution of quantum keys with gigahertz clock frequency // *IEEE J. Quantum Electron.* 43, (2007). — Pp. 138–140.

D. Hrg, A. Poppe, A. Fedrizzi, B. Blauensteiner, H. Huebel and A. Zeilinger (2005). "Security aspects and modeling of practical QKD platforms", *Quantum Physics of Nature Theory, Experiment and interpretation in collaboration with the 6th European Seminar QIPC, Austria* (2005). — Pp. 121–123.

V.-Yu. Hwang (2003). "Distribution of quantum keys with large losses: on the way to global secure communication", *Phys. Rev. Lett.* 91. — 057901 (2003). — Pp. 32–35.

Kok P., Munro V.J., Nemoto K., Ralph T.S., Dowling J.P., Milburn G.J. (2007). "Linear optical quantum computing with photonic qubits", *Rev. Mod. Phys.* 79. — 135 (2007). — Pp. 67–71.

S. Ma, B. Qi, Yu Zhao, H.-K. Lo (2005). "The practical state of bait for quantum key distribution", *Phys. Ed. A* 72. — 012326 (2005). — Pp. 99–101.

F. Mattioli, Z. Zhou, A. Gaggero, R. Gaudio, R. Leoni and A. Fiore (2016). "Photon counting and analog operation of a 24-pixel photon number resolution detector based on superconducting nanowires", *Opt. Express* 24, 9067-9076 (2016). — Pp. 9–11.

T. Moroder, M. Curti and N. Lutkenhaus (2009). "Distribution of the quantum key of the decoy detector", *New J. Phys.* 11, 045008 (2009). — Pp. 89–92.

M. Peev, K. Pasche, R. Alleom, K. Barreiro, J. Bouda, V. Boxleitner, T. Debusshert, E. Diamanti, M. Dianati, J. Dines, S. Fasel, S. Fossier, M. Furst, J.-D. Gauthier, O. Gay, N. Gisin, P. Grangier, A. Happe, Y. Hasani, M. Hentschel (2009). "The SECOQC quantum Key distribution network in Vienna", *New J. Phys.* 11, 075001 (2009). — Pp. 76–80.

R. Renner, "Security of quantum key distribution", *Int. J. Quantum Inf.* 6. — 1–127 (2008). — Pp. 18–19.

H. Shim, K. Cho, Yu. Takushima and Yu. Chang (2012). "Correlation-based reflectometry for in-service monitoring of 64-split TDM PON", *Opt. Express* 20, 4921–4926 (2012). — Pp. 22–24.

P.V. Shor and J. Preskill (2000). "A simple proof of the security of the BB84 quantum Key Distribution Protocol", *Phys. Venerable Lett.* 85, 441 (2000). — Pp. 102–105.

S. Wang, V. Chen, Z.-K. Yin, Yu. Zhang, T. Zhang, H.-V. Li, F.-H. Xu, Z. Zhou, Yu Yang, D.-J. Huang, L.-J. Zhang, F.-Y. Li, D. Liu, Yu-G. Van, G.-K. Go and Z.-F. Khan (2010). "Field tests of a wavelength-conserved quantum key distribution network", *Opt. lat.* 35, 2454–2456 (2010). — Pp. 7–10.

Yu Zhao, "Quantum secure communication networks: products and solutions". — Pp. 13–20.

X. Zhang, F. Lu, S. Chen, X. Zhao, M. Zhu, X. Sun (2016). "Remote coding scheme based on a Bragg waveguide array in a PLC splitter chip for PON monitoring", *Opt. Express* 24, 4351–4364 (2016). — Pp. 76–78.





INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES  
ISSN 2708–2032 (print)  
ISSN 2708–2040 (online)  
Vol. 3. Is. 4. Number 12 (2022). Pp. 57–69  
Journal homepage: <https://journal.iitu.edu.kz>  
<https://doi.org/10.54309/IJICT.2022.12.4.005>

UDC 004.42, 519.85

## DETECTING CREDIT CARD FRAUD USING MACHINE LEARNING

*R.Ye. Baitiles\*, B.S. Omarov*

**Omarov Batyrkhan Sultanovich** — PhD, assistant-professor of the «Mathematical Computer Modelling» department, International Information Technologies University  
ORCID: 0000-0002-8341-7113. E-mail: [rabinurye@gmail.com](mailto:rabinurye@gmail.com);  
**Baitiles Rabinur Yerkinzy** — student/master student of the «Mathematical Computer Modelling» department, International Information Technologies University.

© R.Ye. Baitiles, B.S. Omarov, 2022

**Abstract.** Bank fraud is "The unauthorized use of an individual's confidential information to make purchases or withdraw funds from a user's account." E-commerce is growing rapidly, and the world is moving towards digitization, cashless transactions, the use of credit cards, the number of users is rapidly increasing, and with it the number of frauds associated with it. Due to the development of technology and the increase in the number of online transactions, fraud is also increasing, leading to huge financial losses. Therefore, effective methods to reduce losses are needed. In addition, scammers find ways to steal the user's credit card information by sending fake SMS and calls, as well as by masquerade attacks, phishing attacks, and so on. This article aims to use several machine learning algorithms such as Support Vector Machine (SVM), Decision Tree, Bayesian Belief Networks, Logistic Regression, k-Nearest Neighbor (Knn), and Artificial Neural Network (ANN) to predict the occurrence of fraud. In addition, we differentiate between the implemented supervised machine learning and deep learning methods to distinguish between fraudulent and non-fraudulent transactions.

**Keywords:** SVM, k-Nearest Neighbor, ANN, fraud detection, credit card, safety

**For citation:** R.Ye. Baitiles, B.S. Omarov. Detecting credit card fraud using machine learning // INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES. 2022. Vol. 3. Is. 4. Number 12. Pp. 57–69 (In Russ.). DOI: [10.54309/IJICT.2022.12.4.005](https://doi.org/10.54309/IJICT.2022.12.4.005).



## МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ АРҚЫЛЫ НЕСИЕ КАРТАСЫНЫҢ АЛАЯҚТЫҒЫН АНЫҚТАУ

*Р.Е. Байтілес\*, Б.С. Омаров*

**Омаров Батырхан Сұлтанұлы** — PhD докторы, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Математикалық компьютерлік модельдеу» кафедрасының ассистенті  
ORCID: 0000-0002-8341-7113. E-mail: rabinurye@gmail.com;

**Байтілес Рабинұр Еркінқызы** — Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті «Математикалық компьютерлік модельдеу» кафедрасының студенті/магистрант.

© Р.Е. Байтілес, Б.С. Омаров, 2022

**Аннотация.** Банктік алаяқтық — «Тұлғаның құпия ақпаратын сатып алу немесе пайдаланушының шотынан ақша алу үшін рұқсатсыз пайдалану». Электрондық коммерция қарқынды дамып келеді, ал әлем цифрландыруға, қолма-қол ақшасыз транзакцияларға, несиелік карталарды пайдалануға бет бұруда, пайдаланушылар саны және онымен байланысты алаяқтықтардың саны тез өсуде. Технологияның дамуына және онлайн транзакциялар санының артуына байланысты алаяқтық та өсіп, үлкен қаржылық шығындарға әкеледі. Сондықтан шығынды азайтудың тиімді әдістері қажет. Сонымен қатар, алаяқтар жалған SMS және қоңыраулар жіберу, сондай-ақ маскарадтық шабуылдар, фишингтік шабуылдар және т.б. арқылы пайдаланушының несиелік картасының ақпаратын ұрлау жолдарын табады. Бұл мақала алаяқтықтың пайда болуын болжау үшін Қолдау векторлық машинасы (SVM), Шешім ағашы, Байездік сенім желілері, логистикалық регрессия, k-ең жақын көрші (Knn) және жасанды нейрондық желі (ANN) сияқты бірнеше машиналық оқыту алгоритмдерін қолдануға бағытталған. Бұған қоса, біз жалған және алаяқтық емес транзакцияларды ажырату үшін енгізілген бақыланатын машиналық оқыту мен терең оқыту әдістерін ажыратамыз.

**Түйін сөздер:** SVM, k-En Nearest Neighbor, ANN, алаяқтықты анықтау, несиелік картасы, қауіпсіздік

**Дәйексөз үшін:** Р.Е. Байтілес, Б.С. Омаров. Машиналық оқыту арқылы несиелік картасының алаяқтығын анықтау // ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АҚПАРАТТЫҚ-КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖУРНАЛЫ. 2022. Том. 3. Is. 4. Нөмірі 12. 57–69 бет (орыс тілінде). DOI: 10.54309/IJICT.2022.12.4.005.

## ВЫЯВЛЕНИЕ МОШЕННИЧЕСТВА С КРЕДИТНЫМИ КАРТАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

*Р.Е. Байтілес\*, Б.С. Омаров*

**Омаров Батырхан Султанович** — к.т.н., доцент кафедры «Математическое компьютерное моделирование» Международного университета информационных технологий  
ORCID: 0000-0002-8341-7113. E-mail: rabinurye@gmail.com;



**Байтілес Рабинур Еркінқызы** — студент/магистрант кафедры «Математическое компьютерное моделирование» Международного университета информационных технологий.

© Р.Е. Байтілес, Б.С. Омаров, 2022

**Аннотация.** Банковское мошенничество — это «Несанкционированное использование конфиденциальной информации физического лица для совершения покупок или снятия средств со счета пользователя». Электронная коммерция быстро растет, и мир движется в сторону оцифровки, безналичных расчетов, использования кредитных карт, стремительно увеличивается количество пользователей, а вместе с ним и количество связанных с ним мошенничеств. В связи с развитием технологий и увеличением количества онлайн-транзакций увеличивается и мошенничество, приводящее к огромным финансовым потерям. Поэтому необходимы эффективные методы снижения потерь. Кроме того, мошенники находят способы украсть информацию о кредитной карте пользователя путем отправки поддельных SMS и звонков, а также с помощью маскардных атак, фишинговых атак и так далее. Эта статья направлена на использование нескольких алгоритмов машинного обучения, таких как машина опорных векторов (SVM), дерево решений, байесовские сети доверия, логистическая регрессия, k-ближайший сосед (Knn) и искусственная нейронная сеть (ANN), для прогнозирования возникновения мошенничества. Кроме того, мы различаем реализованные контролируемые методы машинного обучения и методы глубокого обучения, чтобы различать мошеннические и немошеннические транзакции.

**Ключевые слова:** SVM, k-Nearest Neighbor, ANN, обнаружение мошенничества, кредитная карта, безопасность

**Для цитирования:** Р.Е. Байтілес, Б.С. Омаров. Выявление мошенничества с кредитными картами с использованием машинного обучения // МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. 2022. Том. 3. Is. 4. Номер 12. Стр. 57–69 (на русском языке). DOI: 10.54309/IJICT.2022.12.4.005.

## Introduction

As one of the most used financial products, the credit card is for making purchases such as gasoline, groceries, TVs, travel, shopping bills, etc. due to lack of funds at the moment. Credit cards are the most valuable because they provide different benefits when used for different types of transactions. Usually, large hotels, as well as various car rental companies, require the buyer to have a credit card.

A credit card usually refers to a card that is assigned to a customer (cardholder) and usually allows him to purchase goods and services up to a credit limit or withdraw cash in advance. A credit card gives the cardholder a time advantage, i.e., it gives its customers time to pay later at a set time by carrying it over to the next billing cycle.

Fraud is considered to be methods of obtaining money or services and goods in illegal or unethical ways.

The relevance of the topic - along with a high list of advantages, bank cards also have



certain disadvantages, the most significant of which is their vulnerability to unauthorized influence by third parties in order to organize illegal access to the holder's account and subsequent theft of funds. The problem of ensuring the security of financial transactions using bank cards and, first of all, reducing the risk of fraud, is rightfully considered global, since all participants in the global payment instruments market are involved in the process of solving it.

The absence of a mechanism to prevent fraud using bank cards can potentially lead to the risks of the issuing bank associated with direct financial losses, deterioration of business reputation and distrust of the products provided by customers. Taking into account the rapid pace of development of the banking services market, solving the problem of ensuring the complexity and effectiveness of the measures taken to manage the risk of fraud in card transactions and operations across systems is a key aspect of the formation of a security policy, both at the level of an individual credit institution and throughout the banking system. The formation of a management system for these processes seems to be relevant both for commercial banks and for the Banks of Kazakhstan.

The scientific novelty of the study lies in the development of a classification of operational risks according to internal and external sources of their occurrence, indicating losses, as well as the development of guidelines to reduce the risk of fraud.

The purpose of the study is to scientifically substantiate and identify the most effective tools used by banks to reduce the risk of unauthorized (fraudulent) transactions using bank cards and systems, as well as to develop recommendations for managing risks when performing transactions using bank cards and systems.

To achieve our goals, consider the main tasks:

- 1) Expand the concept of operational risks, including cyber risks and develop a classification of operational risks, as well as study the history of the development of payment systems with a focus on reducing the risks of fraudulent transactions;
- 2) Identify mechanisms for organizing unauthorized access to the client's system and to card data by third parties for subsequent transactions without the client's consent;
- 3) Examine the current tools of the Bank of Kazakhstan and commercial banks to reduce the risk of fraud on bank cards and systems, as well as analyze data from the Bank of Kazakhstan on the dynamics of transactions without the consent of customers in recent years.

Credit card fraud is an easy target. Without any risks, a significant amount can be withdrawn without the knowledge of the owner, in a short time. Fraudsters are always trying to make every fraudulent transaction legitimate, which makes fraud detection a very difficult task. According to a 2020 report from the U.S. Payments Forum, criminals have shifted their focus to activities involving CNP transactions as chip card security has been enhanced.

Even then, thieves have a chance to misuse credit cards. There are many machine learning methods to solve this problem.

This article uses several machine learning algorithms such as support vector machine (SVM), decision tree, Bayesian belief networks, logistic regression, k-nearest neighbor



(Knn), and artificial neural network (ANN) to predict the occurrence of fraud. In addition, we distinguish between implemented supervised machine learning methods and deep learning methods to distinguish between fraudulent and non-fraudulent transactions.

### **Machine learning for fraud detection.**

Machine learning is defined as a set of computer algorithms that make systems autonomously learn and produce results and improve them based on various analyzes and results. The data will be fed into these algorithms, which will automatically train them to perform a certain task, get a certain result, and therefore we can apply this to our real business scenarios. Machine learning algorithms can be used to solve business problems like regression, classification, prediction, clustering, associations, etc.

Based on the style and method used, machine learning algorithms are divided into four main types: supervised learning, unsupervised learning, semi-supervised learning, and reinforcement learning. In the following sections, let's take a closer look at each of the algorithms.

Supervised learning is a technique that involves learning using labeled past data and the algorithm must predict the label for unseen or future data. The supervised machine learning algorithm is actually told what to look for, and so on until it finds basic patterns that give the expected result with a satisfactory degree of accuracy. In other words, using these previously known results, the machine learning algorithm learns from the past data and then generates an equation for the label or value. This stage is called the learning stage.

The supervised learning algorithm has the following set of tasks — data collection, data preparation, modeling, model evaluation, deployment, and monitoring.

Gathering or data collection is the collection of relevant data required for a supervised learning algorithm. This data can be obtained through regular activities such as transactions, demographics, surveys, etc.

Data preparation is where we modify and transform the data using the necessary steps. It is critical to remove unnecessary data points and fill in inconsistencies in the data. This step ensures accuracy.

The simulation or training phase in which a link is established between the label and other variables.

During the evaluation phase, we check for errors and try to improve the model.

Deployment and monitoring occurs with invisible data, during the implementation of the model and the creation of forecast results.

Typical applications for supervised learning:

Image segmentation - various image classification activities are performed using the image data and the predefined labels we are looking for.

Medical diagnosis - using medical images and past tagged data that contain labels for disease states, we can identify disease for new patients.

Fraud detection – classification algorithms can be used to detect fraudulent transactions, fraudulent customers, etc. using historical data to identify patterns that could lead to possible fraud.

Spam detection - again, classification algorithms are used to classify email as safe or spam.

Speech recognition – the algorithm is trained using voice data and various identifications can be performed with it, such as voice passwords, voice commands, etc.

We have seen how supervised learning algorithms can help us predict value and event, various forms of supervised learning algorithms are designed to solve these business problems. Consider commonly used supervised learning algorithms such as:

### 1. Decision tree

The decision tree algorithm classifies objects by answering "questions" about their attributes located at key points. Depending on the answer, one of the branches is selected, and so on until the "leaf" is reached — the final answer.

Decision tree applications include knowledge management platforms for customer service, predictive pricing, and product planning. Figure 1 - The figure below shows the algorithm of the decision tree [1].

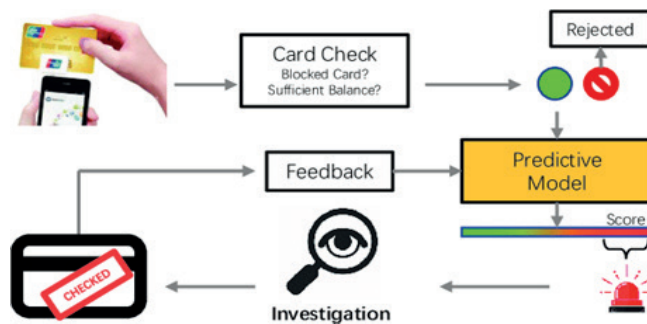


Figure 1- Algorithm of the decision tree

### 2. Bayesian Belief Networks

This method uses Bayes' theorem to calculate the probability of a hypothesis and determine whether it is true or false. The classifier is used to compute conditional probabilities for all possible classes and insert it into the class that has the highest conditional probability for a particular value of X. Also represents the case of a directed acyclic graph graphical model, with directed edges encoding probabilistic dependency relationships between variables.

### 3. Logistic Regression

Logistic regression is a type of multiple regression whose general purpose is to analyze the relationship between multiple independent variables (also called regressors or predictors) and a dependent variable. This is an appropriate method that can be used in predictive analysis when the dependent variable is dyadic or binary. Since the classification of transactions as fraud is a double-edged variable, this method can be used. This probability-based statistical classification model detects fraud using a logistic curve. Since the value of this logistic curve ranges from 0 to 1, it can be used to interpret the probabilities of belonging to a class. The figure-2 shows the algorithm of the Logistic Regression [2].

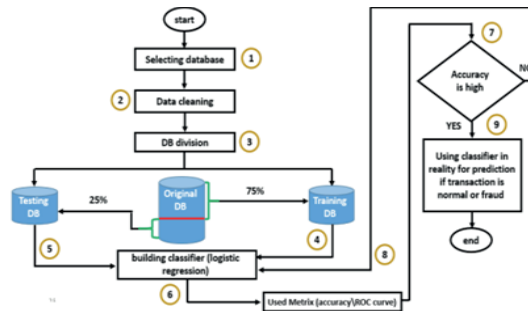


Figure 2 - algorithm of the Logistic Regression

#### 4. SVM

The support vector machine (SVM) is one of the most popular learning methods used to solve classification and regression problems. The main idea of the method is to construct a hyperplane that separates the sample objects in an optimal way. The algorithm works on the assumption that the greater the distance (gap) between the separating hyperplane and the objects of separable classes, the smaller the average classifier error. In the Figure 3 illustrates support vector machine algorithm [3].

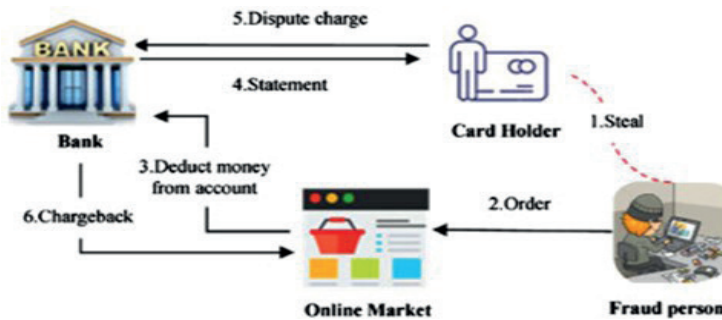


Figure 3 – SVM

#### 5. K-Nearest Neighbors

The k-nearest neighbours method is a simple supervised machine learning algorithm that can be used to solve classification and regression problems. It is simple to implement and understand but has a significant drawback - a significant slowdown when the amount of data grows.

The algorithm finds the distances between the query and all examples in the data by choosing a certain number of examples (k) closest to the query, then votes for the most frequently occurring label (in the case of a classification problem) or averages the labels (in the case of a regression problem) [4].

KNN has a 97.69 % accuracy in detecting fraudulent card transactions. It showed suitable performance. It has been proven that KNN is effective for all existing indicators that are used in the classification and not a single false result has been recorded. Other evidence was executed using KNN, where punctuality of 72 % was achieved for credit card fraud [5].

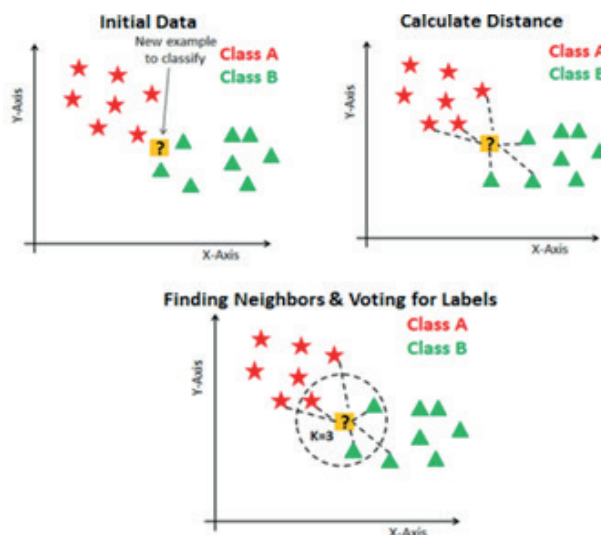


Figure 4 - K-Nearest Neighbours method

### 6. Artificial Neural Network (ANN) Method

ANN is a machine learning algorithm that functions like the human brain. In most cases, ANN is based on two kinds of methods: the supervised method and the unsupervised method. An unguided neural network is widely used to uncover fraud cases, since its accuracy is 95 % [6]. Basically, the unguided neural network tries to detect similar patterns among present credit card holders and those found in more early transactions. Let's assume that details seen in current transactions correlate with previous transactions. Then, most likely, the fraud incident will be revealed [6]. ANN methods are characterized by high fault tolerance. For example, the generation of output information is held up even if one or some cells are damaged. Due to its sublime speed and efficient processing capabilities, it is possible for ANN to compute a successful output for the sake of credit card fraud.

ANN appears to be a successful algorithm that is allowed to be used in credit card fraud. This can be seen from the literature that it has shown good performance in long-term use in overload with various functions and algorithms. These features have their own personal disadvantages. Also, the application of ANN in credit card fraud has become promising due to its ability to contain a high amount of granted and a texture of computed memory.

#### *Classification of credit card frauds*

The most popular types of fraud are:

- transfers to the accounts of fraudsters under their pressure;
- telephone fraud;
- Internet fraud;
- forgery of maps and websites;
- withdrawal of funds from a stolen or lost card.

Naturally, banks are aware of this and, for their part, are fighting scammers.



Constantly improving client identification methods, all kinds of passwords for Internet banks, PIN codes and CVV / CVC codes for cards, including dynamically changing OTP passwords for online transactions, and other degrees of protection.

Judicial practice makes it clear that most often in the dock are citizens who have chosen such a type of enrichment as theft of funds from other people's bank cards. Most often, scammers use the tricks of experienced fishermen, offering bank card holders an interesting "bait". This technique is called "phishing". With its use, due to the inattention of citizens, there are tens of thousands of cases of fraud per year.

1. Phishing is a type of Internet fraud, the purpose of which is to obtain user identification data. This includes the theft of passwords, credit card numbers, bank accounts, and other sensitive information.

2. Skimming — this model of an attempt on the funds of individuals using the services of ATMs to withdraw cash, is the installation of a small device in an ATM that "collects cream" — copies all the data from the magnetic line of a bank card. Together with it, a device can be installed to remove information about the pin code when it is entered. Interestingly, such devices can also be installed in stores; they will copy information when buying goods with payment by bank card.

3. Telephone fraud - a type of fraud in the field of information technology, in particular, unauthorized actions and misuse of resources and services, theft of someone else's property or the acquisition of the right to someone else's property by entering, deleting, modifying information or otherwise interfering with the operation of data processing or transmission tools information and telecommunication networks.

4. Fraudulent call centers - fraudsters organize fraudulent call centers in which they call people to carry out mass illegal actions.

5. Fake website scam: A scammer injects malicious code that does its job on a website.

6. Lost/Stolen Card: This type of fraud involves the loss of the card by the cardholder or theft of the card from the cardholder.

7. Fake card scam: A type of scam where the scammer copies all the data from the magnetic strip and the real card looks like the original card and only works like the original card. This card is being used for fraud.

Rarely seen but bringing huge profits to scammers - a skimmer. A skimmer is a miniature portable reader that can be attached to an ATM. With the help of such devices, fraudsters steal bank card data: its details, PIN code, etc., in other words, all the information recorded on the magnetic strip. A skimmer can be a plastic pad attached to a card reader, a miniature video camera in a brochure holder next to an ATM. There are also special keyboard overlays that read the order of typing the PIN code. Skimmers are attached to ATMs using ordinary double-sided tape or Velcro fasteners. For example, if the keyboard was concave, then a special overlay will make the panel flatter. Also, the skimming device can change the keys themselves: they will either be recessed into the keyboard panel, or, conversely, protrude too much. In recent years, ATM manufacturers have begun to install special devices on ATMs that allow them to recognize skimmers. Finding a skimmer at an ATM is not easy, so bank employees recommend using only machines located in bank branches, large shopping centers, in a protected area. The

skimmer can only steal information from the magnetic strip, not from the chip. For this reason, (and not only) chip cards are considered more secure.

There are also portable skimmers that allow you to make a copy of the card when it is in the hands of an attacker (for example, if he is also a part-time waiter in a restaurant where customers often pay with plastic cards).

While reading e-mail or browsing the Internet, you should be aware of scammers who seek to steal your personal data or money, and, as a rule, both. Such fraudulent activities or schemes are called “phishing” (from the English word “fish”, which means “fish” or “to fish”), since their goal is to “extract” your personal data from the bank card holder.

I would like to clarify another type of fraud called the Lebanese loop. "Lebanese loop" — for its application, a small piece of photographic film is used, which is folded in half, and the edges are bent at an angle of 90 degrees. This device is inserted into the ATM. The "highlight" is a small petal cut out on the underside of the film at a certain distance from the edge, bent up along the card. The film is located in the card reader so as not to interfere with the transaction. The bent petal does not allow the ATM to issue a plastic card back. That is, having completed the operation, the cardholder cannot get it back from the ATM. At this time, an “advisor” comes up, who recommends urgently going and calling the service department, for example. The owner of the card leaves, and in the meantime, the "advisor", who saw how he dialed the PIN code, pulls out the card and withdraws the money.

Also, no one is immune from the banal robbery of a bank card holder. This is the most uncomplicated method of the existing ones: the client withdrew cash — the swindler robbed.

The level of illegal transactions with bank cards in our country is lower than in developed countries. Among the types of fraud, skimming (illegal copying of card data using a special device) is still in the lead.

Ways of taking possession of other people's money, associated with deceit and abuse of trust or with the use of modern technical means, are diverse. You can protect yourself from them only with absolute care. Do not fall for the tricks of scammers.

*Applying machine learning for fraud detection.*

Table 1 - Application of machine learning techniques for fraud detection

Work	Technique used	Dataset used	Performance metrics	Result
[7]	Bayesian Neural Networks	PagSeguro (Brazil Online Payment Service)	HM between precision and Recall, and Economic Efficiency.	2 times improvement in performance
[8]	SVM, KNN, Logistic regression, Naive bayes	Real time data	Data and predictive analytics which is performed by ML models and an API module to detect the transaction is fraud or not.	Accuracy for SVM 91 %, KNN 72 %, LR 74 %, NB 83 %
[9]	Random forest, Adaboost algorithm	Kaggle	Accuracy, the confusion matrix is used to plot the ROC curve	Random forest has highest than adaboost algorithm



[10]	SVM, Artificial neural network	Provided by Serge Waterschoot at Europay International	TP, FP	Bayesian Belief, better than ANN. 8% more frauds detected. But ANN detects faster
[11]	Long-Short Term Memory	Dataset Recorded from March to May2015	Resistance to imbalance classes, attention to specific business interests	LSTM is more accurate than RF, improves personal transactions, and LSTM is prone to overfitting (layers have fewer nodes)
[12]	Big Data Analysis	German dataset	TP, FP	RF the decision tree performs best in terms of accuracy and precision among LR, DT and DTRF
[13]	Deep Learning	German Credit Data	Accuracy, Variance	High precision data processing
[14]	CNN	Credit card fraud data	TP-FP, FN-TN, Precision and Recall with their HM	With SMOTE, outperforms NN.
[15]	Deep Neural network	Real credit card data in the bank of US	AUC comparison	Better performance
[16]	Logistic regression, Naive Bayes, Random forest	Kaggle	Accuracy	Accuracy for LR 97.46 %, NB 99.23 %, Random forest 99.96 %
[17]	K-reverse nearest neighbor (KRNN)	dataset of European CC holders	Accuracy, problems of class imbalance that exists in the dataset	The findings showed that the RF method had a 91.24 % accuracy rate for fraud detection. The accuracy of the LR technique, in contrast, was 95.16 %.
[18]	KNN, random forest, LR, Svm	Uci library	Prediction of defaults	Assess the dataset in this study, then do feature selection and apply various machine learning methods.

## Results

The use of information methods in the present period may give us more diverse data, while confidentiality remains an issue. And with our proposed method, we are given the opportunity to use sets of information in the present period to learn modification while maintaining confidentiality. A field of study with ANN could enhance the ability of the ML modification to detect fraudulent transactions. the recommended mixed move would be able to qualitatively correct the order of credit card fraud, using sets of true data, and uncover fresh interests in the field of banking and finance. The recommended method can support monetary institutions and banks to use the information sets in the system of the present period in a bilateral cooperation order, which will bring corporate benefits

to develop a successful plastic card fraud system. Although the recommended method is effective in terms of credit card fraud when using bundles of information in a realistic period while maintaining confidentiality, it has limitations if the case is reported in this deployment. All banks and financial institutions have their own personal rules and regulations, and they are quite strict in the current regard. Adapting the recommended method will not be an easy task, because any bank and financial institution has its own limitations, and they rely on their own internal resources, and not on a general approach. although the originals are not transmitted centrally, and the learned pattern will learn patterns that can be decrypted by hackers. Therefore, while maintaining limitations, there is always work to be done to gain the confidence of banks and financial institutions for the introduction of this technology.

### **Conclusion**

This article looks at the different methods used for the sake of credit card fraud. It can be analyzed that ML methods are a good method to increase the reliability of credit card fraud. However, we need huge sets of information to train the model, to eliminate the problem of data imbalance.

The purpose of this work was to study the classification of machine learning for the problem of detecting fraud with bank cards. As objects of study, in addition to ANN, several machine learning models were proposed for solving the problem, such as the model of the naive Bayes classifier on additions, random forest, etc.

In a further extension of this study, we will provide a conclusion after all this, how the prediction of fraudulent transactions classifies that we are given the opportunity to execute further. We also act with the information in the system of the present period, or we make a procedure for showing fraud in real time. We also apply a deep learning method for the best results. We are given the opportunity to create an application and a website that helps detect fraudulent transactions in real time.

From the literature, the authors mainly used an unbalanced set of information to test the correctness, truthfulness, and revocation of various machine learning algorithms in order to simulate a fraudulent transaction. But despite this, we will use selection methods for a balanced data set. For an unbalanced set of submissions, we cannot rely on accuracy, we should represent accuracy, completeness. From this evaluation, we can freely see which sample is most likely to function with an unbalanced dataset, also provide balanced datasets.

In accordance with the purpose, a review of the main ways of classifying fraud was carried out. Some existing systems and methods for detecting fraud are considered. The main complexity of solving this problem and the basic requirements for the fraud detection model are determined.

### **REFERENCES**

- Bharany S., Sharma S., Khalaf O.I., Abdulsahib G.M., Humaimedy A.S., Aldhyani T.H.H., Maashi M., Alkahtani H. (2022). A Systematic Survey on Energy-Efficient Techniques in Sustainable Cloud Computing. *Sustainability*, 14, — 6256.
- Cheng Dawei & Xiang Sheng & Shang Chencheng & Zhang Yiyi & Yang Fangzhou & Zhang Liqing.



(2020). Spatio-Temporal Attention-Based Neural Network for Credit Card Fraud Detection. Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence. 34. — Pp. 362–369. 10.1609/aaai.v34i01.5371.

Cheng D., Xiang S., Shang C., Zhang Y., Yang F., & Zhang L. (2020). Spatio-temporal attention-based neural network for credit card fraud detection. — IEEE Access, 8, 135714–135724.

De Sa A., Pereira A. & Pappa G. (2018). A customized classification algorithm for credit card fraud detection. Retrieved from <https://arxiv.org/abs/1811.02810>

IRJET. (2019). Credit card fraud detection using machine learning algorithms. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 7(9). — Pp.167–171.

Ito F. & Meenakshi S.S. (2020). Comparison and analysis of logistic regression, Naïve Bayes and KNN machine learning algorithms for credit card fraud detection. International Journal of Information Technology, — 13. — Pp.1503–151

Jurgovsky M., Granitzer M., Ziegler K., Calabretto S., Portier P.E., He L. & Caelen O. (2018). Sequence classification for credit card fraud detection. Procedia Computer Science, 126. — Pp. 201–210.

Kang F., Dawei C., Yi T. & Liqing Z. (2016). Credit card fraud detection using convolutional neural networks. In 2016 International Conference on Wavelet Analysis and Pattern Recognition. — Pp. 483–490. IEEE.

Mirtaheri M., Abu-El-Haija S., Morstatter F., Steeg G.V. & Galstyan A. (2021). Identifying and analyzing cryptocurrency manipulations in social media. IEEE Transactions on Computational Social Systems. — 8. — Pp. 607–617.

Ogwueleka F.N. (2011). Data mining application in credit card fraud detection system. Journal of Engineering and Applied Sciences, — 6. — Pp. 311–322.

Rajesh R. & Usha R. (2018). Fraud detection in credit cards using data analytics. Journal of advanced research in dynamical and control systems, 11(12). Pp. 65–74.

Roy A., Sun J., Mahoney R., Alonzi L., Adams S. & Beling P. (2018). Deep learning detecting fraud in credit card transactions. In Systems and Information Engineering Design Symposium (SIEDS). — Pp. 129–134. IEEE.

Thennakoon A., Bhagyani C., Premadasa S., Mihiranga S. & Kuruwitaarachchi N. (2019). Realtime credit card fraud detection using machine learning. In 2019 9th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering (Confluence). — Pp. 1–6). IEEE.

Varmedja D., Karanovic M., Sladojevic S., Arsenovic M. & Anderla A. (2019). Credit card fraud detection-machine learning methods. In 2019 18th International Symposium INFOTEH-JAHORINA. — Pp. 1–6. IEEE.

Sailusha R., Gnaneswar V., Ramesh R.G. & Rao R. (2020). Credit card fraud detection using machine learning. In 2020 International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS). — Pp. 216–220. IEEE.

Suraj P., Varsha N. & Kumar S.P. (2018). Predictive modelling for credit card fraud detection using data analytics. Procedia Computer Science, — 132. — Pp. 385–395.

Saurabh A., Sushant B., Survesh S. & Vinay K.N. (2021). “Prediction of credit card defaults through data analysis and machine learning techniques”, scientific committee of the 1st International Conference on Computations in Materials and Applied Engineering.

Wang Y., Adams S., Beling P., Greenspan S., Rajagopalan S., Velez-Rojas M., ... & Boker S. (2018). Privacy preserving distributed deep learning and its application in credit card fraud detection. In Proceedings of the 24th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining. — Pp. 1070–1078).

ЗИЯТКЕРЛІК ЖҮЙЕЛЕР

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

INTELLIGENT SYSTEMS

---

INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Vol. 3. Is. 4. Number 12 (2022). Pp. 70–83

Journal homepage: <https://journal.iitu.edu.kz>

<https://doi.org/10.54309/IJICT.2022.12.4.006>

## COMPARATIVE ANALYSIS OF DEEP LEARNING METHODS FOR PNEUMONIA DETECTION ON X-RAY IMAGES

*K.A. Gamri<sup>1</sup>\*, B.S. Omarov<sup>2</sup>, Bohdan Haidabrus<sup>3</sup>*

**Gamri Khaled Adnan** — Master's student, Department of Computer Engineering, International University of Information Technology

**Omarov Batyrkhan Sultanovich** — PhD, Assistant Professor of the Department of MKM, International University of Information Technology. Associate Professor of the Department "Information Systems", Kazakh National University. al-Farabi

**Bohdan Haidabrus** — PhD, Cand.of Tech.Science Riga Technical University, Riga, Latvia  
<https://orcid.org/0000-0002-9040-9058>

© K.A. Gamri, B.S. Omarov, Bohdan Haidabrus, 2022

**Abstract.** Pneumonia is a potentially fatal bacterial illness that affects one or both lungs in humans and is frequently caused by the bacterium *Streptococcus pneumoniae*. According to the World Health Organization, pneumonia accounts for one in every three fatalities in India (WHO). Expert radiotherapists must evaluate chest X-rays used to diagnose pneumonia. Thus, establishing an autonomous method for identifying pneumonia would be advantageous for treating the condition as soon as possible, especially in distant places. Convolutional Neural Networks (CNNs) have received a lot of interest for illness categorization due to the effectiveness of deep learning algorithms in evaluating medical imagery. Furthermore, features gained by pre-trained CNN models on large-scale datasets of X-ray pictures are extremely effective in image classification tasks. Several Convolutional Neural Networks were seen to categorize x-ray pictures into two groups, pneumonia and non-pneumonia, using various parameters, hyperparameters, and number of convolutional layers modified by the authors. The study analyzes six different models. The first and second models each include two and three convolutional layers. VGG16, VGG19, ResNet50 and Inception-v3 are the other four pre-trained models.

**Keywords:** Convolutional Neural Networks, Pneumonia detection, medical imaging VGG Net and ResNet



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

**For citation:** K.A. Gamri, B.S. Omarov, Bohdan Haidabrus. Comparative analysis of deep learning methods for pneumonia detection on x-ray images // INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES. 2022. Vol. 3. Is. 4. Number 12. Pp. 70–83 (In Russ.). DOI: 10.54309/IJICT.2022.12.4.006.

## РЕНТГЕНДІК СУРЕТТЕ ПНЕВМОНИЯНЫ АНЫҚТАУДЫҢ ТЕРЕҢ ОҚУ ӘДІСТЕРІН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ

*Х.А. Гамри<sup>1\*</sup>, Б.С. Омаров<sup>2</sup>, Bohdan Haidabrus<sup>3</sup>*

**Гамри Халед Аднан** — "Компьютерлік инженерия" кафедрасының магистранты, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті

**Омаров Батырхан Сұлтанұлы** — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, Математикалық және компьютерлік модельдеу кафедрасының ассистент профессоры. әл-Фараби Қазақ ұлттық университеті "Ақпараттық жүйелер" кафедрасының доценті.

**Bohdan Haidabrus** — PhD, Канд.Технология туралы.Ғылым Рига Техникалық Университеті, Рига, Латвия

© Х.А. Гамри, Б.С. Омаров, Bohdan Haidabrus, 2022

**Аннотация.** Пневмония-бұл адамның бір немесе екі өкпесіне әсер ететін және көбінесе стрептококк бактериясынан туындаған өлімге әкелетін бактериялық ауру. Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымының мәліметі бойынша (ДДҰ), әрбір үшінші өлім себепшісі - пневмония. Тәжірибелі радиотерапевттер пневмонияны диагностикалау үшін қолданылатын кеуде қуысының рентгенографиясын баға-лауы керек. Осылайша, пневмонияны анықтаудың автономды әдісін құру бұл ауруды, әсіресе шалғай жерлерде ерте емдеу үшін тиімді болар еді. Конволюциялық нейрондық желілер (CNN) медициналық кескіндерді бағалау кезінде терең оқыту алгоритмдерінің тиімділігіне байланысты ауруларды санаттарға бөлуге үлкен қызығушылық тудырды. Сонымен қатар, ауқымды рентгендік деректер жиынында алдын ала дайындалған CNN үлгілері арқылы алынған сипатта малар кескіндерді жіктеу тапсырмаларында өте тиімді. Бірнеше конволюциялық нейрондық желі әртүрлі параметрлерді, гиперпараметрлерді және авторлар ұсынған конволюциялық қабаттардың санын қолдана отырып, рентген сәулелерін пневмония бар және пневмония жоқ деп екі топқа жіктейтіні байқалды. Ұсынылып отырған зерттеу пневмонияны анықтау мәселесі үшін алты түрлі терең оқыту моделін талдайды. Бірінші және екінші модельдер әрқайсысы екі және үш конволюциялық қабаттарды қамтиды. Сонымен қатар, алдын-ала машықтандырылған VGG16, VGG19, ResNet50 және Inception-v3 модельдері қарастырылады.

**Түйін сөздер:** конволюционды нейрондық желілер, пневмонияны анықтау, медициналық бейнелеу, VGG Net және ResNet

**Дәйексөз үшін:** Х.А. Гамри, Б.С. Омаров, Bohdan Haidabrus. Рентгендік суретте пневмонияны анықтаудың терең оқу әдістерін салыстырмалы талдау // ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АҚПАРАТТЫҚ-КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖУРНАЛЫ. 2022. Том. 3. Is. 4. Нөмірі 12. 70–83 бет (орыс тілінде). DOI: 10.54309/IJICT.2022.12.4.006.



## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПНЕВМОНИИ НА РЕНТГЕНОВСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ

*Х.А. Гамри<sup>1\*</sup>, Б.С. Омаров<sup>2</sup>, Bohdan Haidabrus<sup>3</sup>*

**Гамри Халед Аднан** — магистрант кафедры «Компьютерная инженерия», Международный университет информационных технологий

**Омаров Батырхан Сулганович** — PhD, Ассистент профессор кафедры МКМ, Международного университета информационных технологий. Доцент кафедры «Информационные системы», Казахский национальный университет им. аль-Фараби

**Bohdan Haidabrus** — Кандидат технических наук, Рижский технический университет, Рига, Латвия

© Х.А. Гамри, Б.С. Омаров, Bohdan Haidabrus, 2022

**Аннотация.** Пневмония является потенциально смертельным бактериальным заболеванием, которое поражает одно или оба легких человека и часто вызывается бактерией *Streptococcus pneumoniae*. По данным Всемирной организации здравоохранения, на пневмонию приходится каждый третий смертельный исход в Индии (ВОЗ). Опытные радиотерапевты должны оценивать рентген грудной клетки, используемый для диагностики пневмонии. Таким образом, создание автономного метода выявления пневмонии было бы выгодно для скорейшего лечения заболевания, особенно в отдаленных районах. Сверточные нейронные сети (CNN) вызвали большой интерес для категоризации болезней из-за эффективности алгоритмов глубокого обучения при оценке медицинских изображений. Кроме того, функции, полученные предварительно обученными моделями CNN на крупномасштабных наборах данных рентгеновских снимков, чрезвычайно эффективны в задачах классификации изображений. Было замечено, что несколько сверточных нейронных сетей классифицируют рентгеновские снимки на две группы, пневмонию и не пневмонию, используя различные параметры, гиперпараметры и количество сверточных слоев, модифицированных авторами. В исследовании анализируются шесть различных моделей. Каждая из первой и второй моделей включает в себя два и три сверточных слоя. VGG16, VGG19, ResNet50 и Inception-v3 — это четыре другие предварительно обученные модели.

**Ключевые слова:** сверточные нейронные сети, обнаружение пневмонии, медицинская визуализация, VGG Net и ResNet

**Для цитирования:** Х.А. Гамри, Б.С. Омаров, Bohdan Haidabrus. Сравнительный анализ методов глубокого обучения для выявления пневмонии на рентгеновских изображениях // МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. 2022. Том. 3. Is. 4. Номер 12. Стр. 70–83 (на русском языке). DOI: 10.54309/IJICT.2022.12.4.006.

### Introduction

1. In recent years, Computer Aided Designs (CAD) have emerged as the dominant study topic in machine learning. Existing CAD systems have previously been shown to





help the medical field, especially in the identification of breast cancer, mammography, lung nodules, and so on. Significant characteristics are of the utmost relevance when using Machine Learning (ML) algorithms to medical pictures. As a result, most earlier methods employed hand-crafted features for constructing CAD systems based on image analysis (Dev Kumar Das, 2013). However, the handcrafted features with limits that varied depending on the job were incapable of providing many useful features. Deep Learning (DL) models, notably Convolutional Neural Networks (CNNs), have been used to extract valuable features in picture classification applications (Ali Sharif Razavian, 2014). This feature-extraction procedure necessitates transfer learning approaches, in which pre-trained CNN models learn generic features on large-scale datasets like ImageNet, which are then transferred to the needed job. The availability of pre-trained CNN models such as AlexNet, VGGNet, Inception, ResNet, and DenseNet (Alex Krizhevsky, 2012; Karen Simonyan, 2014; Chollet, 2016; Kaiming, 2016; Gao Huang, 2017) greatly facilitates the method of important feature extraction. Furthermore, classification using high-rich extracted features improves picture classification performance (Heba Mohsen, 2017).

For performance comparison, VGG16, VGG19, ResNet50, and Inception-v3 were used. One of the most difficult challenges in constructing deep networks is vanishing gradient. During back propagation in the vanishing gradient issue, the gradients become infinitesimally tiny, resulting in the loss of integral information. As a result, the network's accuracy reaches a plateau and subsequently begins to deteriorate. The models utilized in this article used several strategies to tackle the vanishing gradient problem. Deep network training has several constraints, including the need for a big dataset, the usage of a significant number of computational resources to achieve high performance, and the tedious process of fine-tuning each parameter and hyper-parameter to produce the best results.

The following sections comprise the research paper:

Section 1 presents the topic and discusses its significance. Section 2 describes the work's approach, including the architecture of a basic CNN model and the specific models provided in this research. This section also goes over the dataset that was used to train and evaluate the six models. Section 3 displays the outcomes of each model, and Section 4 ends the investigation. Section 5 contains a list of references.

### **Methodology**

The article includes several phases, beginning with the import of the dataset from Kaggle. The dataset had been preprocessed. Following that, the dataset was partitioned into train and test sets, each of 5216 and 624 pictures. The six models, each with a distinct architecture, were trained using the training dataset (Szegegy et al., 2017). Each model was trained for 20 epochs, using 32 and one training and testing batch sizes, respectively. The validation accuracy of models 1, 2, VGG16, VGG19, ResNet50, and Inception-v3 was calculated after training and testing. In Figure 1 a pneumonia deep learning-based screening structure is introduced, where the program uses a deep learning algorithm to predict whether the images of the lung of the suspected patient are normal or affected with pneumonia.



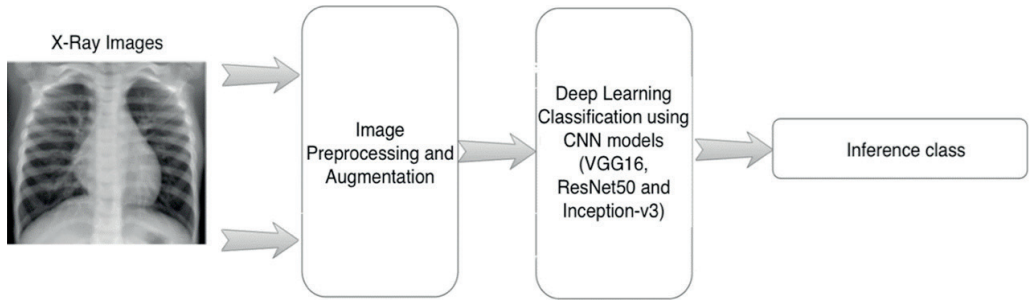


Figure 1 – “Medical image prediction framework”

### Dataset

The dataset was obtained from Kaggle and is titled as "Chest X-Ray Images (Pneumonia)". This 1.16 GB dataset comprises 5216 training photos and 624 testing images. The images in this collection are grayscale and 64 X 64 in size. The dataset contains three types of images: normal, bacterial, and viral pneumonia (Mooney, 2018) and samples of it are depicted on Figure 2:



Figure 2 – “Displays the "Chest X-Ray dataset (pneumonia)," which includes three types of images: normal, bacterial, and viral”

### Overview of deep learning models for pneumonia detection

#### CNN Architecture

Figure 3 depicts CNN, a feed-forward neural network. It has four processing layers: the convolutional layer, the pooling layer, the flattening layer, and the fully connected layer (Albarqouni et al., 2016). The subheadings below provide a full discussion of each layer in the CNN architecture.

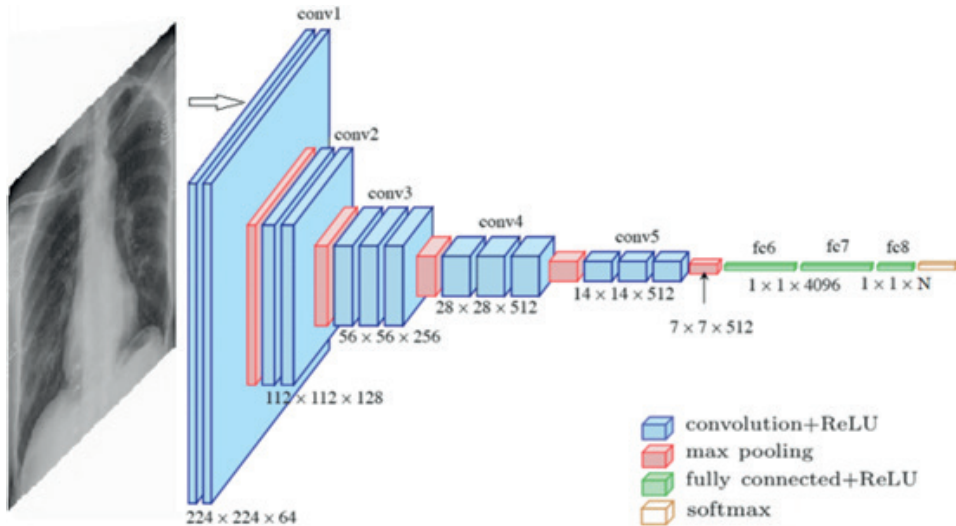


Figure 3 – “CNN architecture”

### Convolutional layer

The incoming picture is transformed into a matrix. The convolution process is performed between the input matrix and a 3X3 feature detector/filter/kernel, yielding a feature map (Xu et al., 2015). This procedure decreases the image's size, making it easier to process. This also results in information loss, but the feature detector retains the essential components of the image (Rubin et al., 2018). Multiple feature detectors are used to the input matrix to create our first convolutional layer, which is a layer of feature maps. This layer is subjected to further pooling and flattening before being input into the fully-connected layer.

### Activation functions

All six models employed two separate activation functions. These are the activation functions for ReLU and softmax. The most common activation function is the ReLU function. The rectified linear function is a linear function that is applied to the feature map-based convolutional layer. If the input is positive, the ReLU function returns one. If not, the output is zero (Alex Krizhevsky, 2012). Because the ReLU function avoids and corrects the vanishing gradient problem, neural network models that employ it are easier to train and perform better than models that use other activation functions such as sigmoid or hyperbolic tangent activation functions. The ReLU function (Kingma, 2014) is denoted by  $f(x)$ , as shown in Equation 1.

$$f(x) = \max(0, x) \quad (1)$$

Softmax is another extensively used activation function. The Softmax function converts inputs or logits to a probability distribution. The sum of the distribution's output probabilities equals one. Logits are the outputs of the network's logit layer or final layer.

These are unprocessed forecast values ranging from minus infinity to infinity. The cost function that is most employed with softmax is categorical cross entropy. In all six models, the Softmax activation function was applied.

#### *Pooling layer*

The pooling layer's aim is to further downsample the input picture. To put it another way, to lower the size of the input image (Karen Simonyan, 2014). The number of picture parameters is minimized, lowering computing complexity. Maxpooling and average-pooling are the sub-sampling techniques utilized in the models. Max-pooling is a discretization method that uses samples. The 2X2 pooling layer operates over each feature map, scaling its dimensionality with the 'MAX' function. Maxpooling chooses the highest pixel value from the image window currently covered by the feature detector (Xu et al., 2015). Max pooling assists models in recognizing the image's key elements.

Another subsampling approach is average pooling, which computes the average value from the window of the picture now covered by the feature detector. Max-pooling is beneficial for recognizing picture salient characteristics, but average pooling allows the neural network to identify the entire image. In comparison to max-pooling, the average pooling strategy preserves more information.

#### *Fully connected layers*

The combined feature map is smoothed out into a column before being sent into the neural network (Cireşan et al., 2011). This allows the neural network to simply handle the produced feature maps. The input picture is sent into the fully connected layer after passing through the convolutional and pooling layers and the flattening layer. Input forward propagates as weights are calculated. A prediction is made by the network. We generate a cost function based on the prediction, which in this case is categorical crossentropy. The cost function indicates how effectively a network performs. Back propagation, weight tweaking, and feature mapping are used to improve the network once the cost function is calculated.

This forward and back propagation process continues until the network is fully optimized. The Adam optimizer was utilized in all six models (Shin et al., 2016). Adam is a search engine optimization method. The Adam optimizer is used to repeatedly adjust the network weights depending on the training data. The Adam optimizer is excellent for networks, training on huge datasets or parameters, and it is simple to construct, computationally efficient, and requires little memory.

#### *Reducing overfitting*

Dropout was used to decrease overfitting in models 2, VGG16, VGG19, and ResNet. With a probability of 0.5, the dropout mechanism resets the output of each hidden neuron to zero. Neurons with 0 initialization do not participate in forward or backward propagation (Baldi et al.). As a result, complicated coadaptations of neurons are reduced since each neuron must accomplish something meaningful without relying on other neurons in the same layer. As a result, neurons are pushed to acquire several prominent traits that are helpful when combined. Another method for reducing overfitting is data augmentation. To avoid overfitting, the learning rate of the models was also adjusted.

The learning rate is a hyper-parameter that governs the amount to which the network's



weights are adjusted in relation to the loss gradient. This hyper-parameter influences the network's ability to converge to some local minima.

#### *Model architecture*

##### *Model 1*

The first trained model consists of two convolutional layers: the first has 32 feature maps that use the ReLU function, and the second has 64 feature maps that use the ReLU function. Following each convolutional layer, max-pooling layers of 2X2 dimensions are employed. Behind these layers is a flattening layer. There are two dense layers used: one with 256 output perceptrons and the other with two output perceptrons with the softmax function. The learning rate has been decreased to 0.001. The Adam optimizer was employed as the cost function, with categorical cross-entropy.

##### *Model 2*

The second model is made up of three convolutional layers: the first convolutional layer has 32 feature maps that use ReLU, the second convolutional layer has 64 feature maps that use ReLU, and the third convolutional layer has 128 feature maps that use ReLU. Following each convolutional layer, max pooling layers of 2X2 dimensions are employed. The first dense layer contains 256 output perceptrons using ReLU and the second dense layer has two output perceptrons using softmax function. A dropout layer is also included. The model's learning rate is decreased to 0.0001. The Adam optimizer was employed as the cost function, with categorical cross-entropy.

##### *VGG16 and VGG19*

VGG16 is a CNN model created by K. Simonyan and A. Zisserman. It was one of the most prominent models entered in the 2014 ILSVRC competition. On the ImageNet dataset, this model achieves 92.7 % top-5 test accuracy. In all, the network contains 16 layers. VGG16 added numerous 3X3 kernel-sized filters one after the other, replacing the previous models' enormous kernel-sized filters. The depth of the neural network increases as the number of kernel layers increases. This allows the neural network to identify and grasp more complicated features and patterns. Vgg16 is made up of 3x3 convolutional layers, 2x2 average-pooling layers, and fully linked layers. The neural network's starting width is 64. After each pooling layer, the neural network's diameter doubles. Each of the first two completely linked levels contains 256 channels, while the third layer has two channels. The first two hidden layers use the ReLU activation function, whereas the last layer uses the softmax activation function. After each 256 channel dense layer, dropout was applied. The network's learning rate is 0.0001. The Adam optimizer was employed as the cost function, with categorical cross-entropy. The representational depth of VGG16 is advantageous for classification accuracy.

Vgg19, a variation of VGG16, is a 19-layer convolutional neural network that is mostly used for image categorization. Its basic architecture is identical to VGG16's. The sole variation in VGG19 is the use of two thick layers with 256 channels and a learning rate of 0.00001.

##### *ResNet50*

ResNet is an image classification algorithm that stands for residual network. ResNet from Microsoft obtained a top 5 error rate of 3.57 % on the ImageNet dataset and won the ILSVRC classification challenge in 2015 (He et al., 2016). Convolutional layers in

the network contain 3X3 filters, and downsampling is done directly by convolutional layers with a stride of 2. The network's final layer is a fully linked layer with 256 and two channels that use ReLU and softmax activation functions, respectively. The network's learning rate is 0.000001. The Adam optimizer was employed as the cost function, with categorical cross-entropy. ResNet employs shortcut connections to address the issues of degraded accuracy and vanishing gradient that arise in deep neural networks. These connections allow the network to bypass levels that it deems unnecessary for training. This decreases training error and allows the network to converge faster than other networks. Figure 4 demonstrates how shortcut connections function in the ResNet50 model.

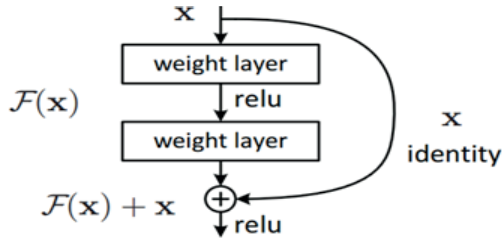


Figure 4 – “Shortcut connection”

*Inception-v3*

Figure 5 depicts Inception v3, a convolutional neural network used for image categorization. Inception v3 is a 42-layer CNN. It has several variations, including inceptionv1/google net, inceptionv2, and inceptionv4. Inception v1 finished first in the ILSVRC 2015 competition. GoogleNet/inception v1 was released in 2015, and with each subsequent version, more features were added. Inception v1 introduced auxiliary classifiers. Auxiliary classifiers were implemented to avoid or prevent each layer's activation from descending to zero. Inception v2 introduced batch normalization. By decreasing the internal covariate shift, this approach corrects the problem of vanishing gradients and zero activations.

Additional factorization was originally utilized in Inception v3 to minimize the amount of network connections/parameters while maintaining network performance. The network's learning rate is 0.000001. The Adam optimizer was employed as the cost function, with categorical cross-entropy. The fundamental architecture of the inception-v3 network is seen in Figure 5.

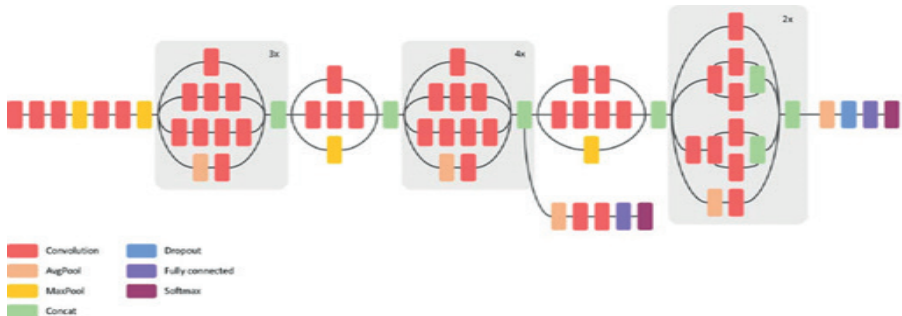


Figure 5 – “Inception-v3 architecture”



## Results

### Evaluation Criteria

Six models were trained and evaluated using the Chest X-Ray Images (Pneumonia) dataset, which included 5216 images for training and 624 images for testing. The identical data preprocessing approach was utilized for all six models. Accuracy, recall, and F1 are performance indicators used to examine and select the top performing models. Choosing an acceptable performance metric for a classification assignment is a significant difficulty. As assessment criteria Accuracy, Recall, and F1 score were used. The accuracy measure is the model's validation or classification accuracy.

The recall is employed as a performance evaluation metric in the identification of patients infected with bacterial pneumonia and viral pneumonia. If an actual positive patient is anticipated to be negative, the outcome might be disastrous for the patient's health. Whereas precision is an excellent metric to analyze scenarios with a high false positive cost. A false positive implies that the model misidentified Chest X-Ray Images that did not show bacterial or viral pneumonia infection as having bacterial or viral pneumonia. Precision refers to how many observations are truly positive and how accurate the model is. If the suggested model's accuracy is low, we may get the erroneous diagnosis. The F1 score performance metric is superior than accuracy and recall because it balances them for the unequal Normal, Bacterial Pneumonia, and Viral Pneumonia class distributions with a high percentage of real negatives.

The Accuracy (Hemanth et al., 2014) is given by Equation 2 as follows:

$$\text{Accuracy} = \frac{t\_pos + t\_neg}{t\_pos + t\_pos + f\_pos + f\_neg} \quad (2)$$

Recall and F1 score are given by Equation 3 and Equation 4:

$$\text{Recall} = \frac{t\_pos}{t\_pos + f\_neg} \quad (3)$$

$$\text{F1} = 2 * \frac{\text{precision} * \text{recall}}{\text{precision} + \text{recall}} \quad (4)$$

The terms t pos, t neg, f pos, and f neg in the above formula stand for True Positive, True Negative, False Positive, and False Negative, respectively. The recall is a measurement of the total number of genuine, relevant results returned. When the cost of false negatives is significant, model recall is critical. Sensitivity is another term for recall. The F1 Score is, in general, the harmonic mean of accuracy and recall. If a model's F1 Score is high, it suggests it has less false positives and false negatives. It is calculated as a weighted average of recall and accuracy.

### *Analysis of CNN Models*

For the purpose of simplifying the experimental result assessments, the three classes of normal patients, bacterial pneumonia, and viral pneumonia have been united into one

class called infected. As a result, the findings were classified as pneumonia expected and normal. The confusion matrix offers information about the classifier's mistake. It is used to describe the classification model's performance on test pictures when true values are known. It is a summary of the production outcomes. The following are CNN model confusion matrices:

Table 1 – “Confusion matrix of Model 1”

True Label	Predicted label	
	165	69
	23	367

Table 2 – “Confusion matrix of Model 2”

True Label	Predicted label	
	192	42
	6	384

The aforementioned confusion matrices are used to compute the recall and F1 Score of CNN models. Based on the findings obtained while training and testing on the dataset, a comparative analysis of performance metrics of two CNN models is shown below.

Table 3 – “Model 1 and 2 performance comparison”

	Accuracy	Recall	F1 Score
Model 1	85.26 %	94 %	89 %
Model 2	92.31 %	98 %	84 %

Model 1 exhibited 92.52 % training accuracy and 19.33 % training loss, respectively. Model 1's validation accuracy is 85.26 %, but its validation loss is 38.36 %. Similarly, the training accuracy and training losses for Model 2 are 96.30 % and 9.98 %, respectively. Model 2 achieved validation accuracy and validation loss of 92.31 % and 25.23 %, respectively. As a result, Model 2 has outperformed Model 1 since it has a better value for each performance metric. Model 2 is not just a higher performing model; it is also a consistent and efficient model, scoring above 90 % in all three performance categories and having an extremely high recall of 98 %. Model 1 is more prone to overfitting than Model 2.

Confusion matrices of pre trained models are given below:

Table 4 – “Confusion matrix of VGG16 model”

True Label	Predicted label	
	168	66
	14	376

Table 5 – “Confusion matrix of VGG19 model”

True Label	Predicted label	
	182	52
	20	370



Table 6 - "Confusion matrix of Resnet50 model"

True Label	Predicted label	
	104	130
	10	380

Table 7 - "Confusion matrix of Inception-v3 model"

True Label	Predicted label	
	116	118
	63	327

Confusion matrices illustrate the error produced by the classifier models, and it is noticed that Model 2 has a 6.7 % error (the lowest among all), while the error observed in all other models is greater than 10 %, with ResNet50 having the highest error rate of 21 %. Based on the findings obtained during training and testing on the dataset, a comparative study of performance metrics of four pre-trained models (VGG16, VGG19, ResNet50, and Inception-v3) is shown below.

Table 8 - "Performance comparison of pre trained models"

	Accuracy	Recall	F1-score
VGG16	87.18 %	96 %	90 %
VGG19	88.46 %	95 %	91 %
ResNet50	77.56 %	97 %	84 %
Inception-v3	70.99 %	84 %	78 %

Table 9 - "Values of accuracy and loss achieved by each model"

	Training accuracy	Training loss	Validation accuracy	Validation loss
VGG16	95.61 %	12.03 %	87.17 %	37.94 %
VGG19	92.85 %	18.01 %	88.46 %	34.29 %
ResNet50	94.29 %	14.32 %	77.56 %	68.36 %
Inception-v3	88.96 %	28.20 %	70.99 %	97.56 %

ResNet50 and Inception-v3 exhibit significant overfitting due to the big disparity in training and validation accuracy. These two models have a high validation loss and a low validation accuracy or classification accuracy. As a result, these two models perform poorly.

VGG16 and VGG19, on the other hand, exhibit less overfitting. Their validation accuracy is likewise excellent. The above comparison study shows that VGG19 surpasses all other models, having earned the greatest values for classification accuracy and F1 Score. Its recall is lower than VGG16's, but it performs better overall. These four models are deep neural networks with several layers. Given the reduced amount of the dataset used for training and testing, their validation accuracy is lower than that of the CNN models (shallow networks) mentioned above. Deep neural networks are likely to outperform CNN algorithms when greater datasets are utilized (shallow networks).

### Conclusion

This study contrasts six high-performance neural networks for real-time applications.

In this study, recall is a significant performance assessor since it is required to reduce the frequency of false negatives in the case of medical imaging. Model 2 recall is as high as 98 %, while VGG19 recall is equally high at 95 %. The f1 scores for the Model 2 and VGG19 networks were 94 % and 91 %, respectively.

Because of their outstanding performance across all performance criteria, the Model 2 and VGG19 models may be efficiently employed by medical officials for early identification of pneumonia in both children and adults. A huge number of x-ray pictures may be analyzed fast to offer extremely precise diagnostic results, allowing healthcare systems to deliver more efficient patient care and lower death rates.

To improve the classification accuracy of all models, it is planned to fine-tune each parameter and

hyper-parameter in the future (Rajpurkar et al., 2017) proposed the ChexNet model, a fast and accurate model suitable for real-time applications. The models given in this study may be expanded to classify various illnesses with great accuracy, like CheXNet did. The models' overall performance can be enhanced by using more datasets.

## REFERENCES

Ali Sharif Razavian, Hossein Azizpour, Josephine Sullivan and Stefan Carlsson (2014). "CNN features off-the-shelf: an astounding baseline for recognition", Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition workshops. — Pp. 806813. — 2014.

Alex Krizhevsky, Ilya Sutskever and Geoffrey E Hinton (2012). "Imagenet classification with deep convolutional neural networks", Advances in neural information processing systems. — Pp. 10971105. — 2012.

Albarqouni S., Baur C., Achilles F., Belagiannis V., Demirci S. & Navab N. (2016). Aggnet: deep learning from crowds for mitosis detection in breast cancer histology images. IEEE transactions on medical imaging, 35(5). — Pp. 1313–1321.

Chollet F. (2016). "Xception: deep learning with separable convolutions".

Cireşan D.C., Meier U., Masci J., Gambardella L.M. & Schmidhuber J. (2011). High-performance neural networks for visual object classification. arXiv preprint arXiv:1102.0183.

Dev Kumar Das, Madhumala Ghosh, Mallika Pal, Asok K Maiti and Chandan Chakraborty (2013). "Machine learning approach for automated screening of malaria parasite using light microscopic images", Micron. — Vol. 45. — 2013.

Heba Mohsen, El-Sayed A El-Dahshan, El-Sayed M El-Horbaty and AbdelBadeeh M Salem, "Classification using deep learning neural networks for brain tumors", Future Computing and Informatics Journal, 2017 Gao Huang, Zhuang Liu, Laurens Van Der Maaten and Kilian Q Weinberger, "Densely Connected Convolutional Networks", CVPR. — Vol. 1. — Pp. 3. — 2017.

He K., Zhang X., Ren S. & Sun J. (2016). Deep residual learning for image recognition. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. — Pp. 770–778.

Hemanth D.J., Vijila C.K.S., Selvakumar A.I. & Anitha J. (2014). Performance improved iterationfree artificial neural networks for abnormal magnetic resonance brain image classification. Neurocomputing, — 130. — Pp. 98–107.

Karen Simonyan and Andrew Zisserman (2015). "Very deep convolutional networks for large-scale image recognition". — 2014.

Kingma D.P. & Ba J. (2014). Adam: A method for stochastic optimization. arXiv preprint arXiv:1412.6980.

Kaiming He, Xiangyu Zhang, Shaoqing Ren and Jian Sun (2016). "Deep residual learning for image recognition", Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. — Pp. 770778. — 2016.



Mooney P.T. (2018). Chest X-Ray Images (Pneumonia). Kaggle. Retrieved from <https://www.kaggle.com/paultimothymooney/chest-xray-pneumonia>

Szegedy C., Ioffe S., Vanhoucke V. & Alemi A.A. (2017, February). Inception-v4, inception-resnet and the impact of residual connections on learning. In Thirty-First AAAI Conference on Artificial Intelligence.

Shin H.C., Roberts K., Lu L., Demner-Fushman D., Yao J. & Summers R.M. (2016). Learning to read chest x-rays: Recurrent neural cascade model for automated image annotation. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. — Pp. 2497–2506.

Rubin J., Sanghavi D., Zhao C., Lee K., Qadir A. & Xu-Wilson M. (2018). Large scale automated reading of frontal and lateral chest x-rays using dual convolutional neural networks. arXiv preprint arXiv:1804.07839.

Rajpurkar P., Irvin J., Zhu K., Yang B., Mehta H., Duan T. & Lungren M.P. (2017). Chexnet: Radiologist-level pneumonia detection on chest x-rays with deep learning. arXiv preprint arXiv:1711.05225.

Xu Y., Jia Z., Ai Y., Zhang F., Lai M., Eric I. & Chang C. (2015, April). Deep convolutional activation features for large scale brain tumor histopathology image classification and segmentation. In 2015 international conference on acoustics, speech and signal processing (ICASSP). — Pp. 947–951.



INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Vol. 3. Is. 4. Number 12 (2022). Pp. 84–92

Journal homepage: <https://journal.iitu.edu.kz>

<https://doi.org/10.54309/IJICT.2022.12.4.007>

MPHTI 004.42, 519.85

## **THE IMPACT OF DIGITAL SOLUTIONS ON THE ORGANIZATION OF THE ENERGY COMPLEX**

*A.B. Zhagypar\*, G. Khussainova*

**Zhagypar Aknur B** — master's student of the IS-M group of the Department of Information Technologies, International University of Information Technologies

**Khussainova Gulmira** — associate professor, Information Systems Department, International Information Technology University.

© A.B. Zhagypar, G. Khussainova, 2022

**Abstract.** The growth and adoption of digital and intelligent technologies, as well as their end-to-end integration into all facets of the economy and society, is steadily gaining momentum and changing the way that traditional industries are organized, how traditional businesses operate, and how global markets are organized. We may confidently discuss another technology revolution at this point since the changes are so significant and digitalization is nearly becoming synonymous with competitiveness. The experience of several regulatory measures by the governments is described in relation to companies that have the largest share in the process of creating digital solutions and platforms. The author's assessment of such a phenomenon is given. The article also touches on the experience of digitalization of the energy complex for a number of countries, highlights the most important areas of development of scientific and technological progress with classification by type of sources in terms of electricity production and supply. Incorporating lessons learned from other countries, a number of strategies and processes are put forth to hasten the Republic of Kazakhstan's economic digitalization.

**Keywords:** energy, IT sector, digital and intelligent systems, digitalization, intelligent technologies, digital transformation, digitalization of energy, e-government

**For citation:** A.B. Zhagypar, G. Khussainova. The impact of digital solutions on the organization of the energy complex // INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES. 2022. Vol. 3. Is. 4. Number 12. Pp. 84–92 (In Russ.). DOI: [10.54309/IJICT.2022.12.4.007](https://doi.org/10.54309/IJICT.2022.12.4.007).



## ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ КЕШЕНДІ ҰЙЫМДАСТЫРУҒА ЦИФРЛЫҚ ШЕШІМДЕРДІҢ ӘСЕРІ

*А.Б. Жағыпар \*, Г. Хусаинова*

**Жағыпар Ақнұр Б** — IS-M группасының магистранты, Ақпараттық технологиялар факультеті, Халықаралық Ақпараттық Технологиялар Университеті.

**Хусаинова Гульмира** — Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, Ақпараттық жүйелер кафедрасының ассистент-профессоры.

© А.Б. Жағыпар, Г. Хусаинова, 2022

**Аннотация.** Цифрлық және зияткерлік технологиялардың дамуы мен таралуы, олардың экономика мен қоғамның барлық салаларына толық енуі әдеттегі бизнес-модельдерді, дәстүрлі салалардың құрылымын және әлемдік нарықтардың құрылымын өзгерте отырып, тұрақты түрде қарқын алуда. Болып жатқан өзгерістер соншалықты ауқымды, біз цифрландыру іс жүзінде бәсекеге қабілеттіліктің синониміне айналатын тағы бір технологиялық революция туралы сенімді түрде айта аламыз. Цифрлық шешімдер мен платформаларды құру процесінде ең көп үлесі бар компанияларға қатысты үкіметтердің бірқатар реттеу шараларының тәжірибесі сипатталған. Мұндай құбылысқа авторлық баға берілді. Мақалада сондай-ақ бірқатар елдер үшін энергетикалық кешенді цифрландыру тәжірибесі қозғалады, электр энергиясын өндіру және жеткізу тұрғысынан көздердің түрі бойынша жіктеле отырып, ғылыми-техникалық прогресті дамытудың маңызды бағыттары ерекшеленеді. Халықаралық тәжірибені ескере отырып, Қазақстан Республикасының экономикасын цифрландыру процесін жеделдету үшін бірқатар шаралар мен тетіктер ұсынылды.

**Түйін сөздер:** энергетика, IT сектор, цифрлық және зияткерлік жүйелер, цифрландыру, зияткерлік технологиялар, цифрлық трансформация, энергетиканы цифрландыру, электрондық үкімет

**Дәйексөз үшін:** А.Б. Жағыпар, Г. Хусаинова. Энергетикалық кешенді ұйымдастыруға цифрлық шешімдердің әсері // ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АҚПАРАТТЫҚ-КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖУРНАЛЫ. 2022. Том. 3. Is. 4. Нөмірі 12. 84–92 бет (орыс тілінде). DOI: 10.54309/IJICT.2022.12.4.007.

## ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВЫХ РЕШЕНИЙ НА ОРГАНИЗАЦИЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

*А.Б. Жағыпар\*, Г. Хусаинова*

**Жағыпар Ақнұр Б** — магистрант группы IS-M кафедры Информационных технологий, Международного университета информационных технологий.

**Хусаинова Гульмира** — ассоциированный профессор кафедры информационных систем Международного университета информационных технологий.

© А.Б. Жағыпар, Г. Хусаинова, 2022



**Аннотация.** Развитие и распространение цифровых и интеллектуальных технологий, их сквозное проникновение во все сферы экономики и общества неуклонно набирает обороты, меняя привычные бизнес-модели, структуры традиционных отраслей и очертания мировых рынков. Происходящие изменения настолько масштабны, что мы можем смело говорить об очередной технологической революции, в которой цифровизация практически становится синонимом конкурентоспособности. Описан опыт ряда регулирующих мер со стороны правительств в отношении компаний, которые имеют наибольшую долю в процессе создания цифровых решений и платформ. Дана авторская оценка такого явления. В статье также затрагивается опыт цифровизации энергетического комплекса для ряда стран, выделяются наиболее важные направления развития научно-технического прогресса с классификацией по типу источников с точки зрения производства и поставки электроэнергии. Предложен ряд мер и механизмов для ускорения процесса цифровизации экономики Республики Казахстан с учетом международного опыта.

**Ключевые слова:** энергетика, ИТ-сектор, цифровые и интеллектуальные системы, цифровизация, интеллектуальные технологии, цифровая трансформация, цифровизация энергетики, электронное правительство

**Для цитирования:** А.Б. Жағыпар, Г. Хусаинова. Влияние цифровых решений на организацию энергетического комплекса // МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. 2022. Том. 3. Is. 4. Номер 12. Стр. 84–92 (на русском языке). DOI: 10.54309/IJICT.2022.12.4.007.

## Introduction

Digital solutions will completely upend our familiar environment in the next years. Companies and nations that anticipate changes in advance and are able to make use of their resources will play a significant role in the development of new solutions and will have a distinct edge over rivals, even on a global scale. And this is true not just for sectors like media and telecommunications, retail, and finance that have historically been vulnerable to technological change, but also for sectors like energy.

The fuel and energy industry is already seeing an increase in the amount of money that it invests from outside sources in cutting-edge technologies like blockchain, big data, artificial intelligence, robots, and the Internet of Things. While this is happening, the velocity at which innovative technologies are being adopted suggests that some of them will reach their commercial implementation zenith far sooner than initially predicted. As an illustration, the global market for distributed energy technologies, such as low-power generation, demand management, storage, energy efficiency, etc., is growing quickly. The global intake of distributed generating capacity is already comparable to the introduction of centralized generation, and by 2025, some experts predict it may be three times greater (Avdeeva, 2018).

The electric power business will be most affected by digitalization. The development of distributed generation on a scale ranging from one station to an entire network with hundreds of facilities, including those based on renewable energy sources, will be made



possible by new digital technologies, which will also increase the stability of power systems. This will result in an ecosystem.

### ***Development of digitalization in the energy sector in Kazakhstan***

Global practice clearly demonstrates that in modern realities digitalization plays an increasingly important role in the development of the economy of all countries of the world. Electricity production in Kazakhstan is carried out by 138 electric power plants with an installed capacity of 21,902 MW. Kazakhstan has large reserves of energy resources (oil, gas, coal, uranium) and is an energy power (Bibri, 2021).

Digitalization is primarily the informatization and automation of business activities within an organization that are converting digital data into physical form. By systematizing and analyzing this data, development and management decision-making may be sped up and made more effective.

The relevance of the research on the topic of "digitalization in the energy sector" is due to the transformational processes in the energy sector of the state, which are formed under the influence of the creation of a digital economy and development various innovative technologies. For this reason, the purpose of the article is to analyze the main trends in the digital transformation of the energy industry of our country. To do this, within the framework of the study, it is necessary to solve the following tasks:

- to consider the theoretical aspects of the concept of "digitalization";
- list the main problems of the development of digital transformation in energy of the Republic of Kazakhstan;
- analyze the role of energy saving and management energy efficiency during digitalization in the energy sector;
- to consider the trends in the development of the renewable energy market in Kazakhstan;

For this reason, modern enterprises of the Kazakh economy need to develop intellectual capital within their production. It makes it possible to develop new technologies and innovations, the use of which improves operational activities and the management system. One of the directions of intellectualization is the digitalization of the energy industry, on the quality of functioning of which depends not only the financial success of energy companies, but also the management of energy efficiency in other industries and spheres of life, including housing and communal services economy of the Republic of Kazakhstan (Bogachan et al., 2021).

The adoption of various Smart technologies is the primary global trend in the energy sector in order to enable efficient information sharing between all network participants, protection from significant failures, natural catastrophes, and external threats, and self-healing (Kaluarachchi, 2021).

It is significant because, in the future, the success of environmental protection efforts will depend not only on the quality of the human and material resources, but also on how accurate and effective the information about the environment is presented.

Additionally, Kazakhstan places a high priority on the advancement of digitization. Digitalization is already a part of modern energy. The energy industry is increasingly embracing digital technology, which enable more effective monitoring and administration



of production, transportation, and energy use. Unskilled employees are anticipated to decline as a result of the shift in the structure of labor demand. Specialists of the average qualification level, as well as specialists of the highest qualification level, will be in demand (Gardi et al., 2015; Meshcheryakova, 2015: 64–67). Among the promising and in demand specialties already today are specialists in ensuring cybersecurity of energy enterprises, adjusters and controllers of power grids for distributed power engineering, specialists in the design of digital power systems, for digital control systems of energy facilities. The state program "Digital Kazakhstan" has been approved and is being implemented with the aim of accelerating the rate of economic development of the nation and enhancing the quality of life of the populace through the use of digital technologies in the medium term, as well as setting up circumstances for the domestic economy to change fundamentally and guarantee the long-term development of the digital economy of the future (Nurzhanov et al., 2019).

The relevance of the process of applying digital technologies in companies is supported by both the community of entrepreneurs itself and the state, which has developed the Digital Kazakhstan program. General structure of national projects and their state budget financing for the implementation of the Digital Kazakhstan program is shown in Figure 1.

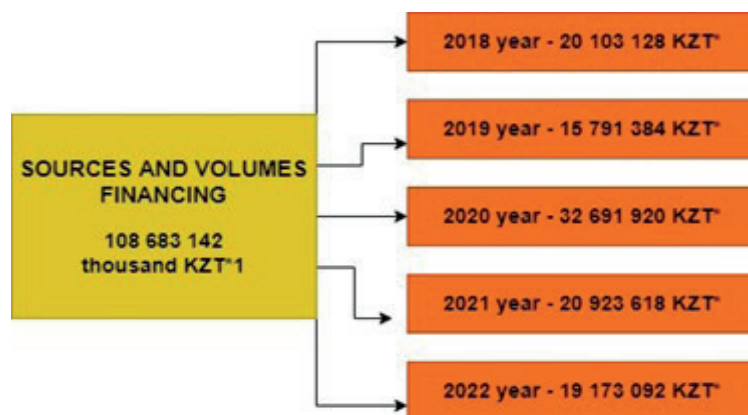


Figure 1 - The financial budget of the Digital Kazakhstan program

Digital technology will make it feasible for the oil and gas industry to manage and optimize oil and gas assets and production capacity along the whole value chain, from the well to the gas station more efficiently. This will raise the overall amount of recoverable reserves in the manufacturing sector, especially unconventional oil and gas, and lower the cost of their exploitation (Nurzhanova et al., 2019).

In the coal industry, the widespread introduction of new digital solutions will prevent the occurrence of failures and accidents at production facilities, reduce the risk of injury and generally optimize the production process from mining to coal supply to the consumer. The program, among others, sets the task of digitalization of industry and electric power industry, within the framework of which KEGOC JSC implements the project (Gardi et al., 2015).



Introduction of a centralized system of emergency and regime automation control modes of operation of the Unified Electric Power System (UEPS). It consists of two components: "Centralized Emergency Control System (CECS)" and "Automatic frequency and Power Control System (AFPCS)". The implementation of these projects is aimed directly at fulfilling the instructions of President Kassym-Jomart Tokayev to modernize the energy system of Kazakhstan through the development of modern smart technologies. In particular, the construction of intelligent networks (Smart Grid), the elements of which will be DSPA and ARCHM.

With the move from local to centralized emergency management, the first component's introduction will enable setting up emergency management procedures in Kazakhstan's power system in real time without the involvement of employees. This will bring the UES's reliability to an entirely new level.

The implementation of the second project automates the regulation of frequencies and capacities in order to reduce to zero the deviations of the balance of power flows from the planned values at the border of the UES of Kazakhstan and the UES of Russia. This will reduce deviations in the planned balance of generation and consumption and will make it possible to avoid additional loading of the transit network with unplanned power flows (Nurzhanova et al., 2019; Gardi et al., 2015).

#### *Economic performance indicators of gas turbine power plant technology application*

It is vital to take into account the evolution of the energy sector from several temporal perspectives. The development of efficient and ecologically friendly technologies for processing organic fuels (oil, coal, and gas) is of utmost importance in the near future, particularly based on combined-cycle gas installations and mechanisms for deep processing of coal. However, organic fuel will continue to be a top energy source (Gardi et al., 2015).

One of the technologies that increases the efficiency of management energy costs in the provision of heat supply services to homes are the use of gas turbine power plant (GTES) technology. This equipment makes it possible to increase the energy efficiency of heat and electricity supply to municipalities by 25–30 % (Meshcheryakova, 2015).

Additionally, the difficulty of meeting the variable portion of the electrical load schedule will be lessened by the gas turbine power plant's great mobility. The criteria of net discounted income (NPV), the index profitability, payback period, and internal rate of return are used to evaluate the economic effectiveness of the use of technology a gas turbine power plant in heat supply systems. The formula for calculating the NPV has the form:

$$NPV = \sum_{t=0}^T (R_t - Z_t) \alpha_t - \sum_{t=0}^T K_t \alpha_t$$

where:  $R_t$  – cash inflow at step  $t$ ;

$Z_t$  – cash outflow at step  $t$ ;

$K_t$  – capital investments in the project at step  $t$ ;

$\alpha_t$  is the discount factor at step  $t$ .

For the calculation of economic indicators, the following initial data are used, shown in Table 1.

Table 1 – Initial data for the assessment of economic indicators of the efficiency of the use of gas turbine power plant technology.

The name of the indicator	Pure value
Electricity tariff	14 KZT/(kWh)
The tariff for thermal energy	18000 KZT/GCal
T	15 years
Internal rate of return E	11.5%

The payback period of investments in the construction was 3.2 years. The analysis of the results shows that the use of gas turbine power plant technology in heat supply systems cost-effective.

#### *Energy efficiency and economic benefits*

Energy efficiency is a characteristic that reflects the ratio of the beneficial effect to the total cost of energy resources. It is not only a promising direction of energy development, but also a legislative initiative of the government. In practice, energy conservation and energy efficiency are not limited only to dry technical and legal frameworks but affect almost all aspects of human life. One of the main problems of energy efficiency is the limitations of all types of fuel. All mineral reserves are finite. This is an objective fact, therefore alternative energy is one of the most relevant areas of development of modern science and technology. But modern energy conservation also faces other serious issues and negative phenomena, the elimination of which should be carried out with the help of competent energy management.

There is no mass culture of household energy saving in the country. The introduction of new energy — saving programs at enterprises, comprehensive popularization and purposeful promotion of careful attitude to energy resources is an effective method of combating wastefulness. The electric power complex of Kazakhstan is characterized by a high degree of deterioration of the equipment of power plants and electrical networks (Muttaqi et al., 2015). The deterioration of the complex causes technological losses, fuel and energy leaks. Insufficient financing of purchases of new equipment and technical reconstruction of networks leads to colossal losses today. One of the main factors in solving problems is the introduction of new technologies. Undoubtedly, it is the most expensive, but in some cases it leads to a reduction in energy consumption by more than 50 %. One of the innovations in the field of new technologies has become an automated system of commercial electricity metering (ASKUE). Huge energy costs are one of the main expenditure items in the budget of any industrial enterprise. Therefore, obtaining a complete picture of the consumption of all types of energy, the ability to analyze this information, forecasting and managing energy consumption at all stages of production is of particular importance.

The meaning of the creation and operation of the ASKUE is the constant saving of energy resources and finances of the enterprise with minimal monetary costs (Shah et al., 2016). Along with automated systems, there is a transition to an intelligent electric power system of Kazakhstan with an active adaptive network (AAS). The AAS NPP contains any generating sources, including unconventional and renewable

(NiVIE), which are connected to consumers through an active adaptive network: power transmission lines of all voltage classes, active devices for electromagnetic conversion of electricity, switching devices, protection and automation devices, information technology and adaptive control systems, providing: adaptive response in real time to various types of disturbances and deviations from the set parameters in normal and emergency modes both in the network itself and on objects connected to the network (generators and consumers);

the issuance of the necessary control actions based on the results of processing information received from the information and measurement system of the IES AAS;

reliable and economical parallel operation of all objects forming the electric power system.

The AAS ECO is a unifying platform for achieving the goals, main directions of technological renewal and development of Kazakhstan.

Having studied the situation, it can be seen that the state is actively involved in improving energy efficiency, both in the consumer and industrial sectors. From this, we should expect high budget investment support, which in turn should stimulate private business to increase interest in energy-saving technologies. The improvement of the country's electric power industry, both in the process and after completion, will become a serious foundation for the modernization and development of the country's economy.

### **Conclusion**

In the development of digitization in the energy sector, the study examined the role of energy conservation and energy efficiency management. We evaluated at the theoretical underpinnings of the term "digitalization" and trends in the market for renewable energy, one of the areas where the Republic of Kazakhstan's energy industry is being digitalized. According to the results of the analysis, modern energy is already actively using the tools of digitalization. The goal of innovations in the energy sector is to advance methods for producing, delivering, and storing electricity. New opportunities are opening up for managing power systems of various scales through the introduction of "smart" networks. Promising areas of digitalization of production processes are also the sphere of energy transmission and distribution (43 %), production management (39 %) and the main technological process (41 %).

A proposal to solve the main problems of the development of digital transformation in the energy sector of the Republic of Kazakhstan. As a solution is the use of technologies that increase the efficiency of energy cost management in the provision of heat supply services to residential buildings, is the use of gas turbine power plant technology. The energy efficiency of the heat and power supply to municipalities can be increased by 25–30 % thanks to this technology. The introduction of sensor devices (smart sensors), the switch to ultra-high-capacity batteries, and the creation of electric microgrids are some of the promising areas for the development of "smart energy" in Kazakhstan. Our energy sector will soon be managed by artificial intelligence that plans output. With the aid of "smart systems," energy generation, transmission, and consumption will be controlled and automated, and technical documentation and accounting will be done using electronic formats in accordance with these principles.



## REFERENCES

- Avdeeva I.L. (2018). Analysis of prospects for the development of the digital economy in Russia and abroad // *Digital Economy and Industry 4.0: Problems and prospects. Proceedings of the scientific and practical conference with international participation.* — 2018. — Pp. 19–25.
- Bibri S.E. (2021). The eco-city and its core environmental dimension of sustainability: green energy technologies and their integration with data-driven smart solutions. — *Energy Inform 3, 4,* — 2021.
- Bogachan B., Donald H., Peter M.J. Fisher (2021). How are nature based solutions helping in the greening of cities in the context of crises such as climate change and pandemics? A comprehensive review, *Journal of Cleaner Production.* — Volume 285. — 2021.
- Kaluarachchi Y. (2021). Potential advantages in combining smart and green infrastructure over silo approaches for future cities. *Front. Eng. — Manag. 8.* — 101–108. — 2021
- Nurzhanov Ch., Naizabayeva L., Pidlisnyuk V., Satymbekov M. (2019). Mathematical model of the variability of the coefficient of biological absorption of heavy metals by a plant depending on environmental factors // *Bulletin of KAZNITU* — 2019. — № 6 (128). — Pp. 83–87.
- Nurzhanova A., Pidlisnyuk V., Abit K., Nurzhanov Ch., Kenessov B., Stefanovska T., Erickson L. (2019). Development of alternative energy in Kazakhstan // *Enviro Sci Poll Res.* — 2019. — Vol. 25. — Pp.13320–13333.
- A. Gardi, R. Sabatini, T. Kistan, Y. Lim and S. Ramasamy (2015). “State development policy renewable energy,” in *Proceedings of the 2015 15th Annual Integrated Communication, Navigation and Surveillance Conference.* — ICNS 2015.
- Meshcheryakova A. (2015). Organization of energy consumption management at the enterprise / *Energy saving.* — 2015. — No. 6. — Pp. 64–67.
- Muttaqi K.M. et al. (2015). Technical challenges for electric power industries with implementation of distribution system automation in smart grids // *Renewable and Sustainable Energy Reviews.* — 2015. — T. 46. — Pp. 129–142.
- Shah P., Gehring K. (2016). Smart solutions to power the 21st century: Managing assets today for a better grid tomorrow // *IEEE Power and Energy Magazine.* — 2016. — T. 14. — №. 2. — Pp. 64–68.

ЭКОНОМИКА ЖӘНЕ МЕНЕДЖМЕНТТЕГІ ЦИФРЛЫҚ  
ТЕХНОЛОГИЯЛАР

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАЗВИТИИ СОЦИО-  
ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE DEVELOPMENT OF SOCIO-  
ECONOMIC SYSTEMS

---

INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Vol. 3. Is. 4. Number 12 (2022). Pp. 93-103

Journal homepage: <https://journal.iitu.edu.kz>

<https://doi.org/10.54309/IJICT.2022.12.4.008>

УДК 79.791.4(070)

**PROBLEMS OF PROMOTION OF DESTRUCTIVE BEHAVIOR IN THE  
KAZAKH MEDIA: PROPAGANDA OF ALCOHOL AND TOBACCO USE: ON  
THE EXAMPLE OF THE MOST VIEWED WEB SERIES IN THE KAZAKH  
SEGMENT OF THE INTERNET**

*B. Dautbekova\*, A. Alzhan*

**Dautbekova Bayan**, University named after Suleiman Demirel, Master's degree in Media Studies and Journalism

**Aksaule Alzhan**, University named after Suleiman Demirel, senior lecturer

© B. Dautbekova, A. Alzhan, 2022

**Abstract.** This article is devoted to the phenomenon of web series, which have gained particular popularity in the 21st century due to the global spread of the Internet and the emergence of various gadgets. The study defines the term "web series" and identifies factors that increase its popularity. At the same time, the audience's demand for domestic web products is analyzed, the content and cognitive aspects are analyzed. Since web products are not subject to creative requirements and restrictions, authors allow unethical things in order to freely and openly express their thoughts. The author pays special attention to the problem of propaganda of inappropriate words and actions dangerous to the life of the audience, and studies them from a scientific point of view. In the study, the web series is considered as a product of mass culture, distributed only on the Internet site and for a specific audience, and the concept of web culture is differentiated on the example of works published in recent years. To determine the quality and rating of domestic web series, which are widely recognized among young



people, a focus group was organized, and the opinion of experts regarding the creative search in the production of series was also taken into account.

**Keywords:** web series, Internet space, format, resource, experiment, streaming, content

**For citation:** B. Dautbekova, A. Alzhan. Problems of promotion of destructive behavior in the kazakh media: propaganda of alcohol and tobacco use: on the example of the most viewed web series in the kazakh segment of the internet // INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES. 2022. Vol. 3. Is. 4. Number 12. Pp. 93-103 (In Russ.). DOI: 10.54309/IJICT.2022.12.4.008.

## **НАША, АЛКОГОЛЬ, ШЫЛЫМ ПАЙДАЛАНУ СЕКІЛДІ ДЕНСАУЛЫҚҚА ЗИЯН ӘРЕКЕТТЕРДІҢ ҚАЗАҚ МЕДИАСЫНДАҒЫ ПРОПАГАНДАСЫ: ҚАЗАҚТІЛДІ ИНТЕРНЕТТЕГІ ЕҢ КӨП ҚАРАЛҒАН ВЕБ СЕРИАЛДАРДЫҢ МЫСАЛЫНДА**

*Б. Даутбекова\*, А. Әлжан*

**Даутбекова Баян** — Сүлеймен Демирел атындағы университет, «Медиа зерттеулер және журналистика» мамандығының магистранты

**Ақсәуле Әлжан** — Сүлеймен Демирел атындағы университет, сениор-лектор

© Б. Даутбекова, А. Әлжан, 2022

**Аннотация.** Бұл мақала Интернеттің жаһандық таралуына және түрлі гаджеттердің пайда болуына байланысты ХХІ ғасырда ерекше танымалдылыққа ие болған веб-сериалар феноменіне арналады. Зерттеуде «веб-сериал» терминіне анықтама беріліп, оның танымалдылығын арттырып отырған факторлар айқындалады. Сонымен қатар, дәл қазіргі таңдағы Отандық веб-туындыларға деген аудитория сұранысы талданып, мазмұндық, танымдық жағына талдау жасалады. Веб-өнімдерге шығармашылық талап пен шектеулер қойылмағандықтан, авторлар өз ойларын еркін, ашық жеткізу мақсатында этикаға қайшы жайттарға жол беріп отыр. Лексикаға сай келмейтін былапыт сөздер, аудитория өміріне қауіпті зиянды әрекеттердің насихатталу мәселесін автор басты назарға алып, ғылыми тұрғыда зерделейді. Зерттеуде веб-сериал тек Интернет платформада және белгілі бір аудитория үшін таратылатын бұқаралық мәдениет өнімі ретінде қарастырылып, соңғы жылдары жарық көрген туындылар мысалында веб-мәдениет түсінігін сараланады. Мақалада заманауи мәдени диалогты дамытуда веб-сериялардың рөлі қандай деген сауалға да жауап ізделеді. Жастар арасында кең танылып жүрген Отандық веб-сериалдардың сапасы мен рейтингін анықтау мақсатында фокус топ ұйымдастырылып, сериалдар өндірісіндегі шығармашылық ізденіс турасында мамандар пікірі назарға алынды.

**Түйін сөздер:** веб-сериал, интернет кеңістік, формат, ресурс, эксперимент, стриминг, флэшфорвард, контент

**Дәйексөз үшін:** Б. Даутбекова, А. Әлжан. Наша, алкоголь, шылым пайдалану



секілді денсаулыққа зиян әрекеттердің қазақ медиасындағы пропагандасы: қазақтілді интернеттегі ең көп қаралған веб сериалдардың мысалында // ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АҚПАРАТТЫҚ-КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖУРНАЛЫ. 2022. Том. 3. Is. 4. Нөмірі 12. 93-103 бет (орыс тілінде). DOI: 10.54309/IJICT.2022.12.4.008.

## **ПРОБЛЕМАТИКА ПРОДВИЖЕНИЯ ДЕСТРУКТИВНОГО ПОВЕДЕНИЯ В КАЗАХСКИХ СМИ: ПРОПАГАНДА УПОТРЕБЛЕНИЯ АЛКОГОЛЯ И ТАБАКА: НА ПРИМЕРЕ САМЫХ ПРОСМАТРИВАЕМЫХ ВЕБ-СЕРИАЛОВ В КАЗАХСКОМ СЕГМЕНТЕ ИНТЕРНЕТ**

**Б. Даутбекова\*, А. Альжан**

**Даутбекова Баян** — Университет им. Сулеймана Демиреля, магистрант специальности "Медиа исследования и журналистика"

**Аксауле Альжан** — Университет им. Сулеймана Демиреля, сениор-лектор

© Б. Даутбекова, А. Альжан, 2022

**Аннотация.** Данная статья посвящена феномену веб-сериалов, которые приобрели особую популярность в XXI веке в связи с глобальным распространением Интернета и появлением различных гаджетов. В исследовании дается определение термина «веб-сериал» и выявляются факторы, повышающие его популярность. При этом анализируется спрос аудитории на отечественные веб-продукты, анализируются содержательный и познавательный аспекты. Поскольку к веб-продуктам не предъявляются творческие требования и ограничения, авторы допускают неэтичные вещи, чтобы свободно и открыто выражать свои мысли. Особое внимание автор уделяет проблеме пропаганды неуместных слов и действий, опасных для жизни аудитории, и изучает их с научной точки зрения. В исследовании веб-сериал рассматривается как продукт массовой культуры, распространяемый только на интернет-площадке и для определенной аудитории, а также дифференцируется понятие веб-культуры на примере произведений, опубликованных в последние годы. Для определения качества и рейтинга отечественных веб-сериалов, пользующихся широким признанием среди молодежи, была организована фокус-группа, а также учтено мнение экспертов относительно творческого поиска в производстве сериалов.

**Ключевые слова:** веб-сериал, интернет-пространство, формат, ресурс, эксперимент, стриминг, флэшфорвард, контент

**Для цитирования:** Б. Даутбекова, А. Альжан. Проблематика продвижения деструктивного поведения в казахских сми: пропаганда употребления алкоголя и табака: на примере самых просматриваемых веб-сериалов в казахском сегменте интернет // МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. 2022. Том. 3. Is. 4. Номер 12. Стр. 93-103 (на русском языке). DOI: 10.54309/IJICT.2022.12.4.008.



## Кіріспе

Жаңа технологиялардың және интернет желісінің қарқынды дамуы қазақстандық контенттің көбеюіне де ықпал етті. Интернет авторларға үлкен мүмкіндік беретін шығармашылық кеңістікке айналды. Десек те бұл ортаның өз талабы мен шарттары бар. Ал веб-сериал – осы плаформаның негізгі форматы.

Веб-сериалдар түсіру Қазақстанда 2019 жылы басталса, Ресей мен Еуропа елдерінде оның танылғанына он жылдан астам уақыт болды. Сол себепті бұл мемлекеттер бейнеплатформаның талап — мүдделерін жақсы меңгеріп, жаңа ортада кәсіби контенттерімен танылып отыр. Ал біздер бұл тұрғыда әлі тәжірибе жинақтау үстіндеміз.

Соған қарамастан интернет платформаларда әр түрлі форматта, жанрда отандық авторлардың өнімдері жарыққа шығып, рейтинг жағынан да жоғары көрсеткішке жетіп отыр. Әсіресе әлемдік пандемия кезінде желідегі қазақ тілді контент саны айтарлықтай артты.

«Веб-сериал» термині де салыстырмалы түрде жақында пайда болды. Оны ең алдымен қолданысқа енгізген медиаөндіріс саласының мамандары, соның ішінде продюсерлер. Сондықтан бұл терминге түрлі анықтама беріледі.

Мұндай өнімді алғашқылардың бірі болып Канада мен АҚШ шығарған. Дәл қазіргі таңда Австралия веб-сериалдар өндірісі бойынша көш бастап тұр.

Бұл мақалада біз веб-сериалды интернет-платформа үшін жасалған, қарапайым баяндау және сериалық құрылымы бар аудиовизуалды өнер туындысындағы адам денсаулығына кері әсер беретін әрекеттердің насихатталу мәселесін назарға аламыз.

Елімізде жалпы веб-сериалдарға қатысты ғылыми зерттеулер өте аз. Бірлі-жарым шағын зерттеу еңбектері болмаса, ауқымды жұмыстарды кездестіре алмадық. Сондықтан жұмыс барысында негізінен контент сараптамаға баса назари аударылды.

Бұл форматтың Қазақстан нарығына келгеніне төрт жылға жуық өтсе де бірнеше сериал түсіріп, халықаралық байқауларға қатысып үлгерді.

Отандық веб-сериалдың алғашқылары Э. Шибановтың «Трезвоз» және Е. Телемісовтың «Всемогущий» туындылары. «Сериалға жай ғана ойын-сауықтың өнім ретінде қарауға болмайды, ол күшті идеологиялық құрал», — дейді «BAS Production» студиясының бас продюсері Ақылбек Досжанов. Оның пайымдауынша, бұл елдің PR-ына, оның шығармашылық ресурстары мен экономикасын дамытуға қосымша мүмкіндік. Мысалы, түрік телешоулары әрқашан шоу-бизнес, олардың дамуы және құрылыс компаниялары, демалыс орындары туралы көп ақпарат береді. Сол арқылы осы салаларының дамуына ықпал етіп отыр (<https://kz.kursiv.media/2021-06-26/kak-i-zachem-v-kazakhstan-serialy>). Маман бұл арқылы веб-өнімдердің бір қырына тоқталса, екінші жағынан қоғамда өнім мазмұнына байланысты мәселе туындауда. YouTube-қа телеарна секілді шығармашылық талап пен шектеулер қоймағандықтан, контент авторлары ойды ашық, шынайы жеткіземіз деп этикаға жат дүниелерді бере алады. Лексикалық нормаға кірмейтін былапыт сөздер, ашық төсек сахналары,





наша, алкогольді ішімдік пен шылым шегу секілді зиянды әрекеттерді шектен тыс көрсетіп кетті. Бұл қаншалықты орынды және оның аудиторияға тигізер әсері қандай болмақ деген сауалдарға ғылыми тұрғыда жауап ізделеді.

### **Материалдар мен әдістер, нәтижелер**

Веб-сериал — желіде көрсетілетін кез-келген шоу. Зерттеуші Т. Кляйинның пайымдауынша, «веб-сериалы скорее являются частью партициптивной культуры, чем телевизионные сериалы, которые используют интернет как дополнительную платформу для продвижения и распространения медиапродуктов» (Klein, 2014: 14). Демек, интернет-ортаға тән партициптивті мәдениетті қалыптастырушы, яғни аудитория тек өнімді көріп қана қоймай, оны демеушісі немесе сериалдың кейіпкеріне айналуы мүмкін. Телеарнамен салыстырғанда көрерменмен кері байланыстың күші зор.

Веб-сериал телеарнаға арналмаған. Оған қойылатын талап та қатаң емес. Қысқа хронометраж, уақытша ғана маңызға ие тақырып, эксперименттік форма және шағын бюджет (Малюкова, 2023). Медиаман Н. Галева көрсетіп отырған уақытша сұранысқа ие тақырып пен эксперименттік форма сериал авторларының өз ойын ашық жеткізуге, тіпті жанр, сюжетпен түрлі тәжірибе жүргізуге, көрерменмен әртүрлі эксперимент жүргізуге әкеп отыр. Сәйкесінше, интернет контент өндірудің мақсаты және авторлардың мотивациясының өзгеруіне әкелді. Сериал авторлары үшін интернет қолжетімді ортаға айналып, тәуелсіз авторлардың көбеюіне, олардың шығармашылықтарының танымал болуына жол ашты. Интернет орта телевизияда тыйым салынған тақырыптарды, сонымен бірге сұраныс тудырып отырған мәселелерді көтеруге мүмкіндік беріп отыр.

Веб-сериалдар YouTube немесе стриминг платформаларға арналған туынды болғанымен, қазір бұған телеарналар, онлайн-кинотеатрлар ұсыныс білдіре бастады. Туындылардың желідегі өтімділігі үлкен экранның сұранысына алып келді.

Мамандар пікіріне сүйенсек, мұндай туындылар «клиптік көрермен» үшін өте ыңғайлы. Ал клиптік аудиторияның басым бөлігі жасөспірімдер мен жастар. Сондықтан олар телесериалдарға қарағанда оқиганы тез жеткізіп, ерекше визуалды қатарлармен баулуға тырысады. Түрлі түсті графикалық элементтер, кадрлардың тез ауысуы және монтаж тілінің айырықша болуы – веб-сериалдың негізгі көрсеткіші. Тәжірибе көрсетіп отырғандай, интернет үшін бастапқы алты секунд ең маңызды кезең. Ресейлік танымал продюсер А. Калининнің сөзіне жүгінсек, интернетте 6 секунд үшінде көрерменді ұстап қалмасаңыз, 14+ аудитория бірден басқа арнаға ауысады (Малюкова, 2023). Осындай көрермендерін жоғалтпауы үшін олар жобаның бір сериясының хронометражын 3-тен 15 минут аралығында етіп түсіреді және алғашқы секундтарында ең ерекше кадрлардан, анайы сөздерден, адам ойына келе бермейтін жағдайлардан, сюжеттің шешуші сәттерінен флэшфорвард береді.

Қысқа сериалды кез-келген жерде қоғамдық көлікте немесе таксиде көруге ыңғайлы. Ал НВО сериалдарының бір сериясы 40-50 минут. Маусымды толығымен көріп шығу үшін кем дегенде 15–20 сағат кетеді. Ал веб-сериалдың бір маусымына кететін уақыт – 40 не 90 минут.



«Шағын веб-сериал түсіру — жеке өндірушілер үшін тиімді. Олар аз уақыт ішінде аудиторияға танымал болып, өз ерекшеліктерімен көзге түседі» (Галеева, 2022: 394).

Жоғарыда атап өткеніміздей, мұндай өнімнің аудитория ауқымы тар. Бұл дегеніміз көрерменнің шағын бір тобы көреді деген сөз. Ал бүгінде қазақ тілді веб-сериалдар қатары күннен күнге артып келеді. Қазақ веб-сериалдарының өндірісінде «Salem Social Media» компаниясы көш бастап тұр. Қазіргі таңда аталған компания қоржынында 31 жоба бар, оның ішінде 13 жоба 18+, бір жоба 21+ аудиторияға арналған.

Кесте 1 - Қаралым көрсеткіші жоғары веб-сериалдар

Туынды атауы	Қаралым саны
Сержан Братан	50 млн
Sheker	40 млн
Сәке	28 млн
Сүйкімді сторис	19 млн
Бизнесмен Қанат	10 млн

Мамандардың сөзіне жүгінсек, қазақ тілді контент саны артты деп қуануға әлі ерте. Мұндай сериал сюжеттерінің мазмұны ақсап тұр. Сол себепті туындылардың осы көрсеткішін жетілдіру керек. Себебі есірткі, темекі, алкоголь, жезөкшелік, буллинг сияқты зиянды құбылыстар насихаттау бірқатар веб-сериалдың негізі болып кеткен.

Жастар арасында кең танылып жүрген сериалдардың сапасы мен рейтингін анықтау мақсатында фокус топ ұйымдастырылды. Оған 20–24 аралығындағы 50 адам қатысты.

Кесте 2 - Фокус-топ нәтижесі

Сауалдар жауабы	ФТ көрсеткіші
Веб-сериалдарды үнемі көретіндер	46 % (23/50)
Отандық веб-сериалдарды мүлдем қарамайтындар саны	36 % (18/50)
Қазақстандық веб-сериалдардың сапасы артқан, әсіресе визуалдық жағы жоғары деген пікірді ұстанғандар қатары	40 % (20/50)

Кестеде көрсетілгендей (2-кесте), веб-сериалдар көретіндер қатары артқан. Біз сауал жолдаған 50 адамның 23-і (46 %) желілік сериалдардың тұрақты көрермендері. Визуалдық жағынан сапасы жоғарылаған, сол себепті көрермен назарын аударып отыр дегендер саны 20 (50 адамның ішінен), 40 %-ды көрсетіп отыр. Отандық веб-сериалды қарамайтындардың көрсеткіші 36 % (50 адамның 18-і).

Зерттеуші Т Роговтың пайымдауынша, веб-сериалдар адамның дүниетанымы мен әлеуметтік көзқарасына ықпал ете отырып, әлеуметтік-мәдени кеңістік қалыптастырады (Рогов, 2022: 196). Демек, өнім авторларына қойылатын талапты күшейту қажет. Олар бұл арқылы тек пайда немесе көрермен жинап қана қоймай, ұрпақ тәрбиесіне әсер ететіндіктерін ұмытпауы керек.



Жастар арасында кеңінен танымал болған сериал «Sheker». Екі маусымы жарық көрген (20 серия). Әр бөлімі YouTube алаңында 4–6 млн қаралым жинап, 60–130 мыңнан астам лайк пен 2–4 мың пікір қалдырылған.

«Sheker» сериалының желісі оқудан шығып қалған жігіттің ақша табу үшін синтетикалық наркотикті жеткізуші курьер жұмысына орналасуынан басталады. Жеңіл жолмен ақша табудың жолына түскен жігіттің түрлі әрекеттері назарға алынады. Бір қарағанда сюжетте адасқан жастың өмірі бейнеленді деген ой келуі мүмкін. Алайда көрсетілімнен наша қандай жолмен, қалай алуға болатыны және делдалдарды табу жолдары анық көрсетіледі. Бұл тұстан туындыдан насихаттық сипатты байқаймыз.

Ал веб-жобаның екінші маусымында нашаның мефедрон түрін жасау тәсілдері нақты беріледі. Сонымен қоса наша тарату, жасау, қолдану, шылым шегу, алкогольге тәуелділік, зорлық-зомбылық туралы бірнеше эпизод ұсынылады (<https://www.youtube.com/playlist?list=PL083gKmQpxkXBXkP7b5UP9tNWUcE-qv4d>).

Бұл бейнелердің басым бөлігі ірі планда, анық жеткізілгендіктен ақпараттықпен қоса, насихаттық сипаттың басымдығын тағы да көреміз. Зерттеулер көрсетіп отырғандай, желілік жобалардың аудиториясы жасөспірімдер болғандықтан олардың ақпараттық-танымдық көзқарасының әлі де қалыптасып үлгермегендігін ескерсек, мұндай сериалдардың болашақ ұрпақ тәрибесіне кері ықпалы болары анық.

Кесте 3 - «Sheker» сериалындағы зиянды әрекеттер көрсеткіші

Зиянды әрекеттер	1-маусым 1-бөлім	1-маусым 2-бөлім	1-маусым 3-бөлім
Балағат сөздер	27	47	32
Шылым	3	1	4
Наша	17	23	9
Алкоголь	2		9
Нашаның кері әсері	-	12	2
Ұрып-соғу/зорлық-зомбылық	-	1	7

Кестеде көрсетілгендей, «Sheker» – де балағат сөздердің қатары әр маусымдағы шығарылымда артқанын байқаймыз. Шылымға қатысты эпизодтар қатары нашамен салыстырғанда әлдеқайда төмен. Наша сату, тарату және пайдалану әрекеттерін көрсету жағдайы ең алдыңғы орында тұр. Ал оның кері әсерін айту, көрсету мәселесі салыстырмалы түрде орта деңгейде болғанымен, насихаттық сипаты басымдық танытып тұр. Сериалдардың қысқа метраждылығын ескерсек, ондағы ұрып-соғу, зорлық жағдайының да көрсеткішін жоғары деп тануға болады.

Ютубта әр бөлімі 1 млн-нан астам қаралым жинаған туынды — «Эскорт». 12 бөлімнен тұрады. Әр серияның хронометражы 15–23 минут. Туындының әр шығарылымы 9–26 мыңнан астам лайк жинап, пікір жазғандар саны екі мыңға жуықтаған.

Сериалдың басты кейіпкері – бойжеткен. Ол жеңіл жүріс арқылы ақша табады ([https://www.youtube.com/results?search\\_query=%D0%AD%D1%81%D0%BA%D0%BE%D1%80%D1%82+%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B+](https://www.youtube.com/results?search_query=%D0%AD%D1%81%D0%BA%D0%BE%D1%80%D1%82+%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B+)).

Сериал режиссері Қ. Бейсековтің айтуынша, осы өнім арқылы қыздарға жеңіл ақша табу жақсылыққа әкеп соқтырмайтынын түсіндіргісі келген (<https://ru.sputnik.kz/20210925/V-Seti-aktivno-obsuzhdayut-kazakhstanskiy-serial-obeskornitsakh-18230358.html>). Режиссердің бұл ойы жүзеге асқанымен, оны іске асыруда қолданған әрекеттерінде көрерменге кері әсер беретін тұстары басым. Мұнда да наша қолдану, шылым шегу, алкогольге тәуелділік, жезөкшелік қызмет, ашық төсек қатынасы сияқты сахналар жетерлік.

Кесте 4 - «Эскорт» сериалындағы зиянды әрекеттер көрсеткіші

Зиянды әрекеттер	1-бөлім	2-бөлім
Балағат сөздер	10	5
Шылым	4	2
Наша	4	-
Алкоголь	4	9
Ашық төсек қатынасы	9	6

Бұл сериалда да балағат сөзге басымдық берген. Ашық төсек қатынасының көрсетілуі көрсеткіштің басында тұрса, ішімдікпен қатысты әрекеттер қатары екінші сатыда. Екінші бөлімде тіпті оның көрсетуі екі есеге көбейген. Нашамен байланысты эпизодтар да бар. Оған тек бірінші бөлімде орын берген.

Аталған сериалдарға сараптама жасай отырып, зиянды әрекеттерді беру көрсеткіштеріне қарай мынандай тұжырымдарға келдік:

1. Сериалдардың бір бөлімі орташа есеппен 15–20 минут екенін ескерсек, әр минутта 2–3 боқтық сөз айтылады. Сценарист пен режиссерлер бұл арқылы сериалды шынайы өмірге ұқсастырып түсірген, дегенмен, бала мен жасөспірімді қарастырмағанның өзінде, жастар арасындағы мәдениеттің қалыптасуына теріс әсері болатыны анық;

2. Наша мен шылымның да сериалдағы шектен тыс бейнелері көрерменге психологиялық тұрғыда белгілі бір дәрежеде теріс әсер етері сөзсіз. Наркотикті қолданған адамның сезімін бейнелейтін сахналар көрерменді қызықтырып, дәмін татып көруге итермелейді;

3. Алкоголь мен ашық төсек сахналары тек ер жігіттердің ғана емес, қыздардың да қоғамдағы тәрбиесі мен мәдениетіне кері ықпалы зор. Сериалда жастар арасында жеңіл ақша табу, нашақорлыққа итермелейтін түсініктерді насихаттайтын этикаға қарсы сахналар жетерлік.

Туынды режиссерларының сөзіне жүгінер болсақ, бұл — қоғамдағы заманауи проблемалар. Қоғамда, жастар арасында бар жайттарды көрсетудеміз. Әрине, көрермен саналы болса, тәрбиелік мақсатты түсіне алады. Бірақ, аудитория бірдей түсінік деңгейінде деп айту қиын. Автор мен шығармашылық топ 18+ сериалдардағы жауапкершілік әр көрерменнің өз мойнында екенін айтады (<https://kz.kursiv.media/2021-06-26/kak-i-zachem-v-kazakhstane-snimayut-serialy>).

### Қорытынды

Ғалым Н. Богомазованың пікіріне жүгінсек, веб-сериалдардың аудитория дүниетанымының, әлеуметтік көзқарасының қалыптасуына ықпалы зор. Жеке



көрерменнің көзқарасы арқылы әлеуметтік-мәдени кеңістік қалыптасады (Богомазова, 2021). Жоғарыда атап өткеніміздей желілік сериалдар аудиториясы уақыт өткен сайын көбеюде. Бұған фокус-топ нәтижесі де дәдел бола алады (2-кесте). Зерттеу тақырыбымызға орай біздер зиянды әрекеттерді насихаттауға басымдық берген сериалдарды назарға алдық. Алайда интернет кеңістіктегі веб сериалдардың барлығы осындай ұстанымда деген пікір қалыптастыруға болмайды.

«Зиянды әрекеттерді, балағат, анайы сөздерді қоспай-ақ ерекше туынды шығаруға болады. Веб-сериалды көргенде, әдетте, көрермен өзін басты кейіпкермен байланыстырады, желіде онымен бірге өмір сүреді, басқа мәдени ортаға енеді (Рогов, 2022). Ал бұл мәдени әсер көрерменді Интернет кеңістігіндегі кері байланыстың орнауына әкеледі. Сериалдағы сүйікті актерларын желіден іздейді, сол арқылы өмірін бақылайды, ондағы әуендерді жүктеп алып, фан топтарға қосылып байланыс орнатуға мүмкіндік береді.

Деректер сүйенсек, Оңтүстік Корея туындысы «Игра в кальмара» (2021) веб-сериалы шыққаннан кейін корей тілін үйренушілер қатары артқан. Ал 2022 жылы жарық көрген «Элита» испан веб-сериалынан кейін моральдық әділдік мәселесін көтерген жастар саны көбейген.

Веб-сериалдар жаңа буынмен мәдени диалог орнатуға мүмкіндік береді. Бүгінде жастар мәдени өмірдің дәстүрлі түрлеріне қарағанда интернет кеңістіктегі контентке ықыластары зор. Сол себепті сериал авторлары жаңа буын өкілдері түсінетін тілде сөйлесіп, оны заманауи технологиялар мен тәсілдер арқылы толықтыруға күш жұмсап жатыр. Осылайша веб-сериалдар бұқаралық мәдениеттің ең танымал құралына айналды (Прохоров, 2019: 394).

Веб-сериалар Қазақстанда ғана емес әлем бойынша қарқынды жылдамдықпен дамып келеді. Ресурстарды көру саны арқылы қаржы табуда. Ал продюсерлер қазірдің өзінде оларды ауқымды фильмдер кассаларымен, телевизия рейтингісімен салыстырып жүр. Демек, сұраныс бар. Алайда сұраныс жоғары екен деп ұлттық құндылық пен мәдениетімізден асып шеттен шығып кетпеуіміз керек.

Отандық және шетелдік веб-сериалдарға талдау жасай отырып, мынандай қорытындыға келдік:

- Веб-мәдениетті қалыптастыру. Бұл жерде өнімді жеткізу мәдениеті мен оның аудиторияға әсері туралы мәселеге басты назар берілу керек;

- Желідегі отандық өнімді Қазақстандықтар ғана көрмейтінін ескерсек, онда өзге ұлттарға ұлттығымызды көрсететін дүниелерді ұсыну;

- «Әр серия сенімді оқиғадан тұруы керек. Небәрі сегіз минут ішінде адамның басынан өткерген оқиғасын көріп шығуыңыз мүмкін» (Малюкова, 2019). Сериалдарда қолданылатын кейбір сенімсіз эффектілер сенімділікті жояды. Сол себепті оқиға желісіне қатты назар аударылу керек;

- Сериал авторлары жаңа буын өкілдері түсінетін тілде сөйлейміз деп тілге құрмет, сөз құндылығы, сөйлеу мәдениеті деген құндылықтарды ұмытуда. Бұл өскелең ұрпақтың тілдік лексикасына қауіпті екендігін ескерген жөн.

Жоғарыда атап өткеніміздей, веб-сериалдар тәжірибесі алдымен Еуропа елдерінде дамыған. Солардың тәжірибелеріне сүйене отырып, небір отандық туындылар жарық көріп жатыр. Алайда батыстық авторлардың тәжірибесінің дерлігі Қазақстандық нарықта өтімді деп айту қиын. Сол себепті веб-сериалдар өндірісіне сауатты, «ұлттық мүдде» тұрғысына ойлау тәсілдері қажет.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

Богомазова Н.Л. (2021). Цифровизация сферы культуры XXI века: аналитический обзор // Science and education: problems and innovations: сборник статей IX Международной научно-практической конференции. — 27 ноября 2021 г. Пенза: Наука и Просвещение. — 2021. — С. 174. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47246665>. — Қаралған күні: 17.01.2023.

Галеева Н. (2022). Что такое веб-сериалы и почему они становятся популярными в Казахстане? <https://the-steppe.com/razvitie/chto-takoe-veb-serialy-i-pochemu-oni-stanovyatsya-populyarnymi-v-kazahstane>. Қаралған күні: — 30.11.2022.

Как и зачем в Казахстане снимают сериалы. <https://kz.kursiv.media/2021-06-26/kak-i-zachem-v-kazahstane-snimayut-serialy/>. Жарияланған күні: 26.06.2021. Қаралған күні: — 22.11.2022.

Klein T. (2014). Web Series – Between Commercial and Non-Profit Seriality. Media Economies. Perspectives on American Cultural Practices. Eds. Hartwig M., Keitel E., Süß G. Trier: WVT. Wissenschaftlicher Verlag Trier. — 2014. — P 14.

Малюкова Л. (2023). Веб-сериалы завоевывают YouTube // Новая газета. — 2019. — № 89. URL: <https://www.novayagazeta.ru/articles/2019/08/12/81581-kak-ne-zaputatsya-v-pautine>. Қаралған күні: 14.01.2023.

Рогов Т. Роль веб-сериалов в развитии современного диалога культур. <https://pure.spbu.ru/ws/portalfiles/portal/96327451/...pdf#page=193>. Қаралған күні: — 27.11.2022.

«Sheker» сериалы. <https://www.youtube.com/playlist?list=PL083gKmQpxkXBXkP7b5UP9tNWUcE-qv4d>.

«Эскорт» сериалы. [https://www.youtube.com/results?search\\_query=%D0%AD%D1%81%D0%BA%D0%BE%D1%80%D1%82+%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B+](https://www.youtube.com/results?search_query=%D0%AD%D1%81%D0%BA%D0%BE%D1%80%D1%82+%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B+).

В сети активно обсуждают казахстанский сериал... <https://ru.sputnik.kz/20210925/V-Seti-aktivno-obsuzhdayut-kazahstanskiy-serial-ob-eskortsakh-18230358.html>. Қаралған күні: — 24.10.2022.

Прохоров А.В. (2019). Веб-сериалы: специфика и ключевые особенности формата. Художественная культура. — 2019. — №3. — С. 394.

#### REFERENCES

Kak i zchem snimayut v Kazakhstane serialy [How and why TV series are filmed in Kazakhstan]. <https://kz.kursiv.media/2021-06-26/kak-i-zachem-v-kazahstane-snimayut-serialy/>. Zhariyalangan kuni: — 26.06.2021. Karalgan kuni: 11.12.2022.

Klein T. (2014). Web Series – Between Commercial and Non-Profit Seriality. Media Economies. Perspectives on American Cultural Practices. Eds. Hartwig M., Keitel E., Süß G. Trier: WVT. — Wissenschaftlicher Verlag Trier. — 2014. — P 14.

Malyukova L. (2019). Veb-serialy zavoevuyut YouTube [Web series conquers YouTube] // Novaya gazeta. 2019. — № 89. URL: <https://www.novayagazeta.ru/articles/2019/08/12/81581-kak-ne-zaputatsya-v-pautine>. Karalgan kuni: — 14.01.2023.

Galeeva N. (2022). Chto takoye veb-serialy i pochemu oni stanovyatsya populyarnymi v Kazakhstane? [What are web series and why are they becoming popular in Kazakhstan?]. <https://the-steppe.com/razvitie/chto-takoe-veb-serialy-i-pochemu-oni-stanovyatsya-populyarnymi-v-kazahstane>. Karalgan kuni: — 30.11.2022.

Rogov T. (2022). Rol veb-serialov v razvitii sovremennogo kulturnogo dialoga. [The role of web series in the development of modern cultural dialogue]. <https://pure.spbu.ru/ws/portalfiles/portal/96327451/...pdf#page=193>. Karalgan kuni: — 27.11.2022.

«Sheker» TV series. <https://www.youtube.com/playlist?list=PL083gKmQpxkXBXkP7b5UP9tNWUcE-qv4d>.



*qv4d*. «Escort» series. [https://www.youtube.com/results?search\\_query=%D0%AD%D1%81%D0%BA%D0%BE%D1%80%D1%82+%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B+](https://www.youtube.com/results?search_query=%D0%AD%D1%81%D0%BA%D0%BE%D1%80%D1%82+%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B+).

Kazakhstanskiy serial aktivno obsuzhdayut v seti... [The network is actively discussing the Kazakh TV series...]. <https://ru.sputnik.kz/20210925/V-Seti-aktivno-obsuzhdayut-kazakhstanskiy-serial-obeskortnitsakh-18230358.html>. Karalghan kuni: — 24.10.2022.

Bogomazova N.L. (2021). Tsifrovizatsiya sfery kul'tury XXI veka: analiticheskiy obzor [Digitalization of the sphere of culture of the XXI century: an analytical review] // Science and education: problems and innovations: sbornik statey IX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. 27 noyabrya 2021 g. Penza: Nauka i Prosveshcheniye, — 2021. — P. 174. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47246665>. Karalghan kuni: 17.01.2023.

Prokhorov A.V. (2019). Veb-serial: spetsifika i klyucheverye osobennosti [Web series: specifics and key features of the format // Art culture]. — 2019. — No. 3. — P. 394.



**ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АҚПАРАТТЫҚ ЖӘНЕ  
КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖУРНАЛЫ**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ИНФОРМАЦИОННЫХ И  
КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND  
COMMUNICATION TECHNOLOGIES**

Правила оформления статьи для публикации в журнале на сайте:

<https://journal.iitu.edu.kz>

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Собственник: АО «Международный университет информационных технологий» (Казахстан, Алматы)

**ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР**

Ералы Диана Русланқызы

**КОМПЬЮТЕРНАЯ ВЕРСТКА**

Жадыранова Гульнур Даутбековна

Подписано в печать 15.12.2022.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать - ризограф.7,0 п.л. Тираж 100  
050040 г. Алматы, ул. Манаса 34/1, каб. 709, тел: +7 (727) 244-51-09.