

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**

2024 (20) 4

қазан - желтоқсан

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

БАС РЕДАКТОР:

Исahов Асылбек Абдиашимович — баскарма төрағасы, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің ректоры, есептеу теориясы саласындағы математика бойынша PhD докторы, “Компьютерлік ғылымдар және информатика” бағыты бойынша қауымдастырылған профессор (Қазақстан)

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ:

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

ҒАЛЫМ ХАТШЫ:

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

РЕДАКЦИЯЛЫҚ 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, Абертэй университеті вице-канцлердің орынбасары (Ұлыбритания)

Микеле Пагано — PhD, Пиза университетінің профессоры (Италия)

Отелбаев Мухтарбай Отелбасвич — 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 Жаһандық серіктестік және қосымша білім беру жөніндегі проректоры (Қазақстан)

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

Синчев Бахтгерей Кусанович — 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 меңгерушісі (Қазақстан)

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

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

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

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

Алимсерб 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)

Тадеш 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 меңгерушісі (Украина)

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

ЖАУАПТЫ РЕДАКТОР:

Мрзабаева Раушан Жәліқызы — «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.

№ KZ82YU00020475 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: ijct@iitu.edu.kz

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

© Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті АҚ, 2024

© Авторлар ұжымы, 2024

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Исахов Асылбек Абдиашимович — доктор PhD по математике в области теории вычислимости, ассоциированный профессор по направлению "Компьютерные науки и информатика", Председатель Правления — Ректор АО «Международный университет 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)

Лучино 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)

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

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР:

Мрзабаева Раушан Жалиевна — 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 № KZ82VPYU00020475, 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, 2024

© Коллектив авторов, 2024

EDITOR-IN-CHIEF:

Isakhov Asylbek Abdiashimovich — PhD in Mathematics specializing in Computability Theory and Associate Professor in Computer Science and Informatics, 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 Zhazhanuly — 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

Mrzabayeva Raushan Zhalieva — 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

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

© International Information Technology University JSC, 2024

© Group of authors, 2024

МАЗМҰНЫ

ӘЛЕУМЕТТІК-ЭКОНОМИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ДАМУДАҒЫ ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Н.Е. Артық, Г.К. Сембина

АВТОМАТТАНДЫРУ АРҚЫЛЫ БАНК ОПЕРАЦИЯЛАРЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІН
АРТТЫРУ: МОДЕЛЬДЕУ ТӘСІЛІ8

Е.А. Байқонысов

ІТ ЖОБАЛАРЫНЫҢ ҚАЖЕТТІЛІКТЕРІН ШЫҒЫНДАРДЫ БОЛЖАУ
МАҚСАТЫНДА ТАБИҒИ ТІЛДІ ӨНДЕУ (NLP) АРҚЫЛЫ ТАЛДАУ22

З.А. Орынбай, А.М. Казыбаева

ЖОО БРЕНДИНГІНІҢ ЦИФРЛЫҚ ҚҰРАЛДАРЫ: ӘДЕБИЕТТІҢ ЖҮЙЕЛІК
ШОЛУЫ35

АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Т.М. Олех, Г.С. Олех

ЖОБАНЫҢ ҚҰНЫН ЭКСПРЕСС-ТАЛДАУ ӘДІСІ46

М.А. Мәдениетов

АДАМҒА БАҒДАРЛАНДЫРЫЛҒАН ДИЗАЙН АРҚЫЛЫ ОҚУДЫ ЖЕТІЛДІРУ:
ЖАҢА ПЛАТФОРМА56

С.Б. Муханов, А.Р. Абдул, Ж.М. Бекаулова, С.Ж. Жакыпбеков

ДЕРЕКТЕР ЖИНАУ ЖӘНЕ НЕЙРЛІК ЖЕЛІЛІК МОДЕЛЬДЕРДІ ӨЛГІЛЕРДІ ТАУ
ТАПСЫРМАЛАРЫНДА ИШІМІРЛІК ТІЛДІ ЖІКТЕУ ҮШІН ҚОЛДАНУ68

Д.А. Рахметуллина

БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ӨНІМДЕРДІ ӘЗІРЛЕУДЕ LOW CODE ЖӘНЕ NO-CODE
ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫНЫҢ ҚОЛДАНЫЛУЫН ТАЛДАУ83

Е.В. Савельева

ҚОЛ ПРОТЕЗІНІҢ ДИНАМИКАЛЫҚ МОДЕЛІН ҚҰРУ МЫСАЛЫНДА
ЗАМАНАУИ АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ПРАКТИКАЛЫҚ
ҚОЛДАНУ95

Ю.Л. Хлевна, А.О. Бузюрова, А.О. Хлевный

МОДЕЛЬДЕР ЖӘНЕ ЖЫЛЖЫМАЙТЫН МҮЛІКТІ БАҒАЛАУ ҮШІН
АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ АЛГОРИТМДЕРІН
ҚОЛДАНУМЕН105

АҚПАРАТТЫҚ ҚАУІПСІЗДІК ЖӘНЕ КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРҒА АРНАЛҒАН

А.А. Балгабек, А.М. Әкім, С.Е. Сибанбаева, Ж.М. Бекаулова

ДИНАМИЯЛЫҚ ОБЪЕКТТЕРГЕ НАҚТЫ УАҚЫТТЫ БАҚЫЛАУ ЖҮЙЕЛЕРІН
МАШИНАДАН ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІНЕ ШОЛУ118



СОДЕРЖАНИЕ

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАЗВИТИИ СОЦИО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Н.Е. Артык, Г.К. Сембина

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ БАНКОВСКИХ ОПЕРАЦИЙ ЗА СЧЕТ АВТОМАТИЗАЦИИ: ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ8

Е.А. Байконысов

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБРАБОТКИ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА (NLP) ДЛЯ АНАЛИЗА ТРЕБОВАНИЙ К IT-ПРОЕКТАМ С ЦЕЛЬЮ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗАТРАТ22

З.А. Орынбай, А.М. Казыбаева

ЦИФРОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ БРЕНДИНГА ВУЗА: СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ35

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Т.М. Олех, Г.С. Олех

МЕТОДИКА ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА ЦЕННОСТИ ПРОЕКТА46

М.А. Мадениетов

УЛУЧШЕНИЕ ОБУЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ЧЕЛОВЕКО ЦЕНТРИРОВАННОГО ДИЗАЙНА: НОВАЯ ПЛАТФОРМА56

С.Б. Муханов, А.Р. Абдул, Ж.М. Бекаулова, С.Ж. Жакыпбеков

СБОР ДАННЫХ И ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ЯЗЫКА ЖЕСТОВ В ЗАДАЧАХ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ68

Д.А. Рахметуллина

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ LOW CODE И NO-CODE В РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ83

Е.В. Савельева

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРИМЕРЕ СОЗДАНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОТЕЗА КИСТИ РУКИ95

И.Л. Хлевна, А.О. Бузюрова, А.О. Хлевный

МОДЕЛИ И ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЦЕНКИ НЕДВИЖИМОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ105

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

А.А. Балгабек, А.М. Аким, С.Е. Сибанбаева, Ж.М. Бекаулова

ОБЗОР МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ118

CONTENT

DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE DEVELOPMENT OF SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS

N.E. Artyk, G.K. Sembina

IMPROVING THE EFFICIENCY OF BANKING OPERATIONS THROUGH AUTOMATION: A MODELING APPROACH8

Y.A. Baikonyssov

USING NATURAL LANGUAGE PROCESSING (NLP) TO ANALYSE IT PROJECT REQUIREMENTS FOR COST PREDICTION PURPOSES22

A.Z. Orynbay, M.A. Kazybayeva

DIGITAL BRANDING TOOLS FOR UNIVERSITIES: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW35

INFORMATION TECHNOLOGY

T.M. Olekh, H.S. Olekh

METHOD OF EXPRESS ANALYSIS OF PROJECT VALUE46

M.A. Madeniyetov

ENHANCING LEARNING THROUGH HUMAN-CENTRIC DESIGN: A NOVEL PLATFORM56

S.B. Mukhanov, A.R. Abdul, Zh.M. Bekaulova, S.Zh. Zhakypbekov

COLLECTION OF DATASETS AND APPLICATION OF NEURAL NETWORK MODELS FOR SIGN LANGUAGE CLASSIFICATION IN PATTERN RECOGNITION TASKS68

D.A. Rakhmetullina

ANALYSIS OF THE APPLICATION OF LOW CODE AND NO-CODE TECHNOLOGIES IN SOFTWARE PRODUCT DEVELOPMENT83

O.V. Savielieva

PRACTICAL APPLICATION OF MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES ON THE EXAMPLE OF CREATING A DYNAMIC MODEL OF PROSTHETIC HAND95

I.L. Khlevna, A.O. Buzyurova, A.O. Khlevnyi

MODELS AND INFORMATION TECHNOLOGY FOR REAL ESTATE VALUATION USING MACHINE LEARNING ALGORITHMS.....105

INFORMATION SECURITY AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

A.A. Balgabek, A.M. Akim, S.Ye. Sybanbayeva, Zh.M. Bekaulova

OVERVIEW OF MACHINE LEARNING METHODS FOR REAL-TIME TRACKING SYSTEMS FOR DYNAMIC OBJECTS118



INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Vol. 5. Is. 4. Number 20 (2024). Pp. 95–104

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

<https://doi.org/10.54309/IJICT.2024.20.4.008>

PRACTICAL APPLICATION OF MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES ON THE EXAMPLE OF CREATING A DYNAMIC MODEL OF PROSTHETIC HAND

O.V. Savielieva

Darmstadt University of Applied Sciences (Hochschule Darmstadt), Darmstadt, Germany.

E-mail: olena.savielieva@h-da.de

Savielieva Olena Vyacheslavivna — Candidate of Technical Sciences, associate professor, researcher of the Department of Mechanical Engineering and Plastics Technology, Darmstadt University of Applied Sciences (Hochschule Darmstadt, h_da), Darmstadt, Germany.
E-mail: olena.savielieva@h-da.de, <https://orcid.org/0000-0001-8027-4324>.

© O.V. Savielieva, 2024

Abstract. The article deals with the algorithm of the automated design of the upper limb mechanical prosthesis with the use of the modern computer-aided design system Autodesk Fusion 360. The main goal of recent world developments is the desire to embody all the functions of a living arm or leg in a prosthesis. The vast majority of people can only afford cosmetic prostheses, which not only do not restore the functions of the human hand but are most often unaesthetic due to unfair execution. The prosthetics of people with amputated limbs are an important part of medical and social rehabilitation. Improving the quality of the prosthesis leads to a more comfortable life for the patient, the development is aimed at increasing the capabilities of the prosthesis of the human hand. Modeling the dynamic characteristics of prostheses for various purposes at the design stage is an urgent task for designers: it allows to determine how effectively the designed prosthesis will function in real conditions and take corrective action if necessary to ensure correct operation, strength, and durability. The created three-dimensional parametric dynamic model of the prosthetic arm can be used in the manufacture of modern prostheses.

Keywords: upper limb prosthesis, three-dimensional modelling, dynamic event simulation module, Autodesk Fusion 360 computer-aided design system

For citation: O.V. Savielieva. PRACTICAL APPLICATION OF MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES ON THE EXAMPLE OF CREATING A DYNAMIC MODEL OF PROSTHETIC HAND//INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES. 2024. Vol. 5. No. 20. Pp. 95–104 (In Eng.). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2024.20.4.008>.



ҚОЛ ПРОТЕЗИНІҢ ДИНАМИКАЛЫҚ МОДЕЛІН ҚҰРУ МЫСАЛЫНДА ЗАМАНАУИ АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ПРАКТИКАЛЫҚ ҚОЛДАНУ

Е.В. Савельева

Дармштадт қолданбалы ғылымдар Университеті, Дармштадт, Германия.

E-mail: olena.savielieva@h-da.de

Савельева Елена Вячеславовна — техника ғылымдарының кандидаты, доцент, машина жасау және пластмасса технологиясы факультетінің ғылыми қызметкері, Дармштадт қолданбалы ғылымдар университеті

E-mail: olena.savielieva@h-da.de, <https://orcid.org/0000-0001-8027-4324>.

© Е.В. Савельева, 2024

Аннотация. Мақалада Autodesk Fusion 360 заманауи автоматтандырылған жобалау жүйесін қолдана отырып, жоғарғы аяқтың механикалық протезін автоматтандырылған жобалау алгоритмі қарастырылған. Соңғы әлемдік дамудың негізгі мақсаты-протезде тірі қолдың немесе аяқтың барлық функцияларын жүзеге асыруға деген ұмтылыс. Адамдардың басым көпшілігі косметикалық протездерді ғана ала алады, олар адам қолының функцияларын қалпына келтіріп қана қоймайды, сонымен қатар сапасыз орындалуына байланысты көбінесе эстетикалық емес. Ампутацияланған адамдарды протездеу Медициналық және әлеуметтік оңалтудың маңызды бөлігі болып табылады. Протездің сапасын арттыру пациенттің жайлы өміріне әкеледі, даму адамның қол протезінің мүмкіндіктерін кеңейтуге бағытталған. Жобалау кезеңінде әртүрлі мақсаттағы протездердің динамикалық өнімділігін модельдеу дизайнерлер үшін өзекті міндет болып табылады: ол жобаланған протездің нақты жағдайларда қаншалықты тиімді жұмыс істейтінін анықтауға және қажет болған жағдайда дұрыс жұмыс істеуін, беріктігі мен беріктігін қамтамасыз ету үшін шаралар қабылдауға мүмкіндік береді. Қол протезінің жасалған үш өлшемді параметрлік динамикалық моделін заманауи протездерді жасауда қолдануға болады.

Түйін сөздер: жоғарғы аяқ протезі, үш өлшемді модельдеу, dynamic Event Simulation модулі, Autodesk Fusion 360 автоматтандырылған жобалау жүйесі

Дәйексөздер үшін: Е.В. Савельева. ҚОЛ ПРОТЕЗИНІҢ ДИНАМИКАЛЫҚ МОДЕЛІН ҚҰРУ МЫСАЛЫНДА ЗАМАНАУИ АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ПРАКТИКАЛЫҚ ҚОЛДАНУ//ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АҚПАРАТТЫҚ ЖӘНЕ КОММУНИКАЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖУРНАЛЫ. 2024. Т. 5. No. 20. 95–104 бет. (ағылшын тілінде). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2024.20.4.008>.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРИМЕРЕ СОЗДАНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОТЕЗА КИСТИ РУКИ

Е.В. Савельева

Дармштадтский университет прикладных наук, Дармштадт, Германия.

E-mail: olena.savielieva-@h-da.de

Савельева Елена Вячеславовна — кандидат технических наук, доцент, научный сотрудник Факультета машиностроения и технологии пластмасс, Дармштадтский университет прикладных наук (Hochschule Darmstadt, h_da)

E-mail: olena.savielieva-@h-da.de, <https://orcid.org/0000-0001-8027-4324>.

© Е.В. Савельева, 2024

Аннотация. В статье рассматривается алгоритм автоматизированного проектирования механического протеза верхней конечности с использованием современной системы автоматизированного проектирования Autodesk Fusion 360. Основной целью последних мировых разработок является стремление воплотить в протезе все функции живой руки или ноги. Подавляющее большинство людей могут позволить себе только косметические протезы, которые не только не восстанавливают функции человеческой руки, но и чаще всего неэстетичны из-за некачественного исполнения. Протезирование людей с ампутированными конечностями является важной частью медицинской и социальной реабилитации. Повышение качества протеза ведет к более комфортной жизни пациента, разработка направлена на расширение возможностей протеза кисти человека. Моделирование динамических характеристик протезов различного назначения на этапе проектирования является актуальной задачей для конструкторов: оно позволяет определить, насколько эффективно спроектированный протез будет функционировать в реальных условиях и при необходимости принять меры для обеспечения правильной работы, прочности и долговечности. Созданная трехмерная параметрическая динамическая модель протеза руки может быть использована при изготовлении современных протезов.

Ключевые слова: протез верхней конечности, трехмерное моделирование, модуль Dynamic Event Simulation, система автоматизированного проектирования Autodesk Fusion 360

Для цитирования: Е.В. Савельева. ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРИМЕРЕ СОЗДАНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОТЕЗА КИСТИ РУКИ// МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. 2024. Т. 5. No. 20. Стр. 95–104. (На англ.). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2024.20.4.008>.

Introduction

Thanks to modern technological developments and enormous scientific achievements, a wide range of prosthetic products and a range of various adaptive and auxiliary equipment are now available to people with physical disabilities. The main goal of the latest developments is to make an artificial limb have all the functions of a living arm or leg.

Prosthetics for disabled people with amputated limbs is a crucial part of medical and social rehabilitation and places high demands on the compensatory capabilities of the patient's physiological systems due to increased physical activity (Chui, 2019).



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

The development of technical means to restore the ability of disabled individuals to perform normal activities and self-care is a complex and largely unresolved issue. The main difficulty lies in the lack of established principles for building control systems that can effectively restore the functions of lost limbs to the required extent. (Schmidt, 2021). The purpose of an ideal prosthesis is to perform complex and atypical tasks related to the disabled person's daily life; therefore, it must meet two main requirements: it must be functional and aesthetically pleasing. Currently, the solution to the second issue has been achieved to a satisfactory degree, while the first task still requires further advancement in accordance with the current state of the art. This, in turn, highlights the need to develop and improve modern prosthesis control systems (Savielieva, 2018).

The hand is a human intermediary in contact with the outside world. The hand is an organ of labour in all kinds of professions. It executes human will in mechanical acts and in mental experiences. The hand is the organ of touch, the organ of sight for the blind, and the organ of speech for the mute. The hand is so closely connected with human thinking, feelings and work that it has become an auxiliary part of our language. Everything that a person cannot express, where they do not find words, is expressed by the movement of the hand - a gesture (Kannenberg, 2017).

The loss of the hand is tragic. An unsurpassed instrument dies. But at the same time, something more is lost: the most creative parts of the brain are brought to a standstill. Thus, restoring the functions of the hand is an extremely important task for people who have lost a limb. For the same reason, this task is also extremely difficult. First, the creation of a prosthetic hand is a complementary process that involves the use of many fields of science: mechanics, physiology, chemistry, electricity, etc. (Doyle, 2003). The second problem of prosthesis development stems from the first: high complexity implies high cost. The development of modern science makes it possible to restore most of the functions of the hand in a prosthesis: to perform basic types of grasping, feeling touch, temperature, pain. The control would be carried out directly by the brain through a system of contacts connected to the relevant centers; a system of gyroscopes could create a sense of the hand's position in space (Kretchev, 2017). But such a device is currently too expensive.

The vast majority of people can only afford cosmetic prostheses, which not only do not restore any function of the human hand but are often unaesthetic due to poor workmanship. To date, most manufacturers still use 19th century technical solutions to design prosthetic hands (Bai, 2024). The technology of manufacturing component parts is improving, and the types of interaction between a person and a prosthesis are being improved, but since the creation of the bioelectric control method, there has been no significant development in the field of creating new principles for the construction of prosthetic hands and methods for controlling the movement of actuators. And this is even though modern technology has made significant progress in the field of biomechanical devices (Tsivilsky, 2019).

Upper limb prostheses are divided into two main groups: passive (cosmetic and functional) and active (traction and myoelectric) (Beckerle, 2019). The problems of modelling have always been relevant in the study of mechanical structures consisting of elements made of different materials or having a complex geometric shape. A prosthetic orthopedic product, regardless of its complexity, is considered by a prosthetist only in interaction with the human musculoskeletal system (Fiedler, 2023).

Objectives. The aim of this study is to develop an algorithm for the automated design of a mechanical prosthesis of the upper limb using modern computer technologies. Improving

the quality of the designed prosthesis leads to a more comfortable life for the patient, and the development is aimed at increasing the physical capabilities of the human hand prosthesis.

Materials and Methods

1. Designing a finger flexion and extension mechanism. Prosthetics is the process of reproducing the functions of a real organ. Therefore, the design of the prosthesis (mechanical part) should begin with the analysis of the mechanical properties of the hand.

Using the decomposition method, we divide the human hand into two main blocks: the four fingers (index, middle, ring, and little fingers) and the opposite thumb. This division can be explained by the fact that the movements of the index, middle, ring, and little fingers can be implemented by the same design (the only difference will be in the size of the phalanges). The thumb, on the other hand, has somewhat different features and a different mechanism must be used to replace it.

Next, we will draw up a structural diagram of the mechanism. We take measurements of the bones, taking the axial centres of finger bending as the reference points. When measuring the metacarpal part, we make a simplification: we assign the size of the entire metacarpal bone to the metacarpal bone (Fig. 1).

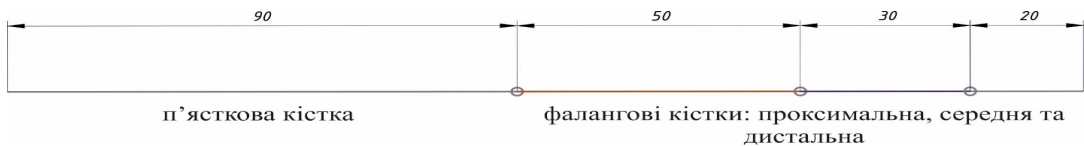


Fig. 1 – Dimensions of the main links of the mechanism

The measurements were taken from a healthy human hand. This was done to ensure that the prosthesis was identical to a living organ. This method is possible only in the case of loss of one limb, measurements can be taken from the intact limb. In the case of loss of both limbs, it would be necessary to use unified anthropometric data.

The next step in the design process is to analyse the movements and degrees of freedom that will need to be implemented. Let us start with the distal phalanx.

In most modern analogues, the movement of the middle phalanx is synchronised with the proximal phalanx. This is necessary for the cylindrical and ball grip, but not sufficient for the hook grip. Thus, two modes of operation must be implemented for the middle phalanx: synchronous with the movement of the proximal phalanx and independent.

The movement of the proximal phalanx is the most important in the formation of most types of grips. We should use a separate actuator for it.

The thumb has only distal and proximal phalanges. The distal phalanx will move synchronously with the proximal phalanx. The latter will be driven by an actuator. The thumb also has one feature: it can change the plane of flexion of the phalanges. Analysing its movements in most grips, we can conclude that it will be enough to change the angle of the bending plane. That is, the thumb should rotate around an axis parallel to the direction of extension of the other fingers.

Continuing our policy of full anthropometric compliance, we project all the mechanical components of a living organ onto the components of the prosthesis. As a result, we get all the necessary dimensions and patterns of formation of the hand as a mechanism.

When designing the prosthesis, we pay attention to the work already done at the



previous design stage, so we unify some dimensions and refute the genetic differences of the organ parts. This is necessary to simplify the production technology of the future product, and we reduce similar parts to identical technological properties. Such concessions will significantly reduce the cost of the final product. However, this does not apply to the dimensions of the layout, i.e. those that form the overall picture of the human hand and are typical for most individuals. Although this project is a compromise between functionality and cost, as one of its goals is to reduce the latter, we would still like the prosthesis that a person will receive after the design to be completely individual and, if possible, resemble the lost limb as much as possible. That is why this uniqueness should be achieved by the overall appearance, but not by the design features.

All the fingers except the thumb will have the same design of the mechanism and individual parts. The difference in length will be achieved by varying the size of the proximal and middle phalanx. The distal phalanx and most of the other small parts of the structure will be the same, which will simplify their production. All other dimensions should be maintained in strict accordance with the living organ, and the final shape should resemble a healthy hand as much as possible (Fig. 2).

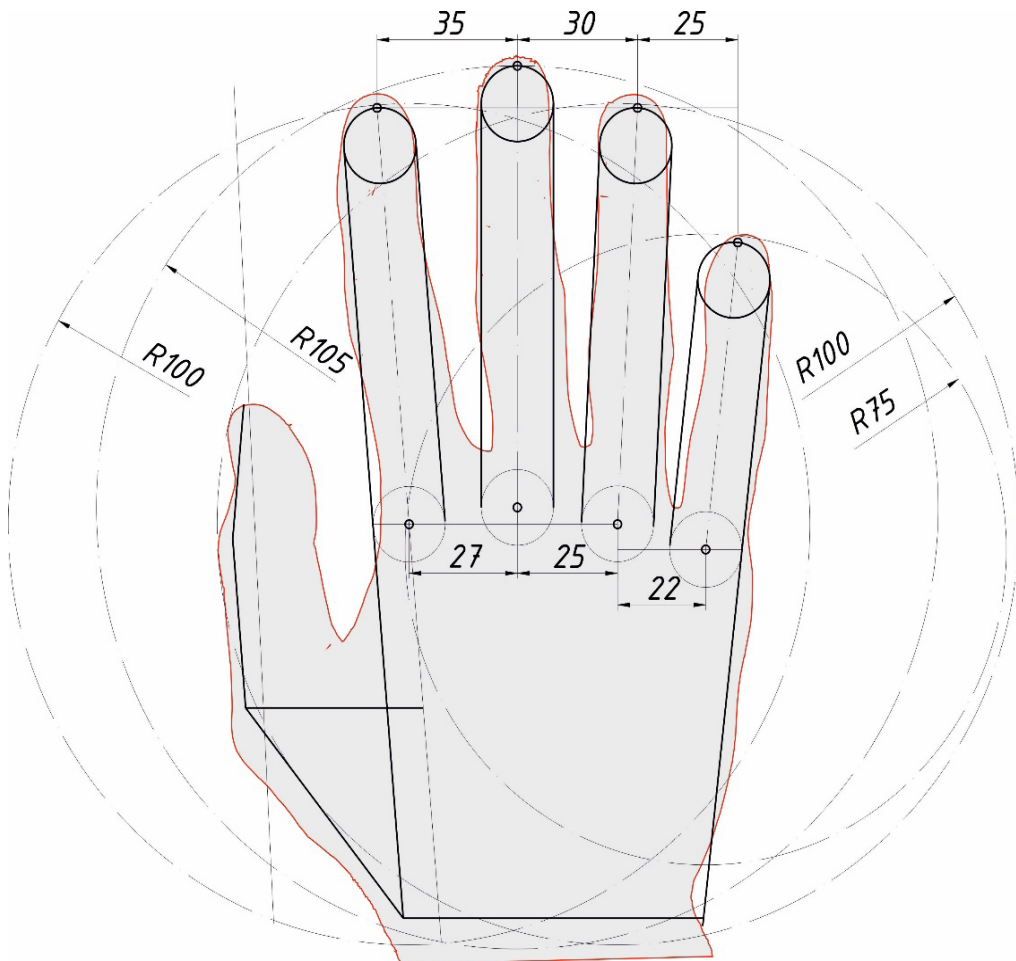


Fig. 2 – Scheme for projecting individual brush sizes onto a drawing

2. *Designing elements of a prosthetic hand in Autodesk Fusion 360.* Designing a three-dimensional model of the bone based on a mechanical design scheme involves the distribution of the material volume of the future part. The basic rule should always be to keep the design elements as simple as possible. That is, the future part should include as few primitives as possible, be easy to manufacture (as cheaply as possible) and have a clear structure for operation. But at the same time, each part must accurately reproduce all functions; the parts that will replace the body of the phalanx must be sufficiently like the phalanges of a living organ.

Let us illustrate the design process with the example of the middle phalanx. First, based on the diagram of the mechanism, let's distribute the thicknesses of the nodes to get a picture of the overlap of the levers and main elements (Fig. 3).

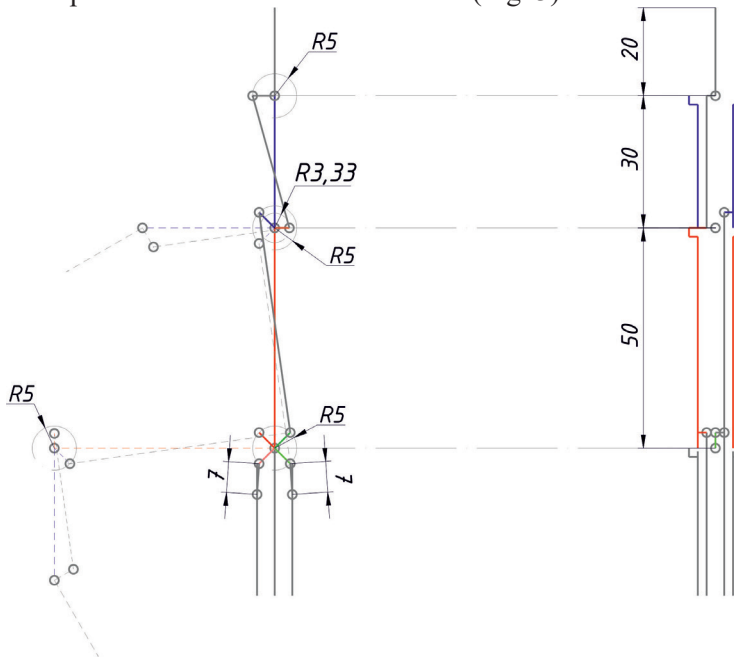


Fig. 3 – Thickness distribution of parts.

Analysing the image, we can say that the middle phalanx (shown in blue) for attachment to the distal phalanx should have two lugs that will cover the thickness of the latter. For attachment with the proximal phalanx, on the contrary, the middle phalanx should have a narrower thickness to fit into the lugs of the former. At the same time, the thickness in this place should be sufficient to accommodate the lever that transmits the force from the drive located below. In the lower part, holes should also be provided for the supports that will be used to attach the lever that moves the distal phalanx. It will be placed in the body of the middle phalanx. Next, let's build the profile of the part, which will consist of three primitives: two circles and a quadrilateral (in the future, they will turn into cylinders and a quadrilateral prism). The dimensions of the circles are taken from the measurements of a living organ in the joint area.

Having the design dimensions and patterns, we move on to the Autodesk Fusion 360



environment. First, you need to create a project that stores all the information: parts, models, drawings that are relevant to the assembly drawing and are stored in different types of files. A project description file is used to organise and manage these relationships between Autodesk Fusion 360 files. Combining various 3D modelling operations, we create the final model of the middle phalanx (Fig. 4).

During the modelling, it was necessary to follow several special rules. All operations were orientated to the central plane, which made it possible to change the dimensions of structural elements in the future by changing just one parameter, which is exactly the kind of adaptive parametric design that Fusion 360 enables. The second rule served the same purpose and consisted of the correct sizing of the sketches.

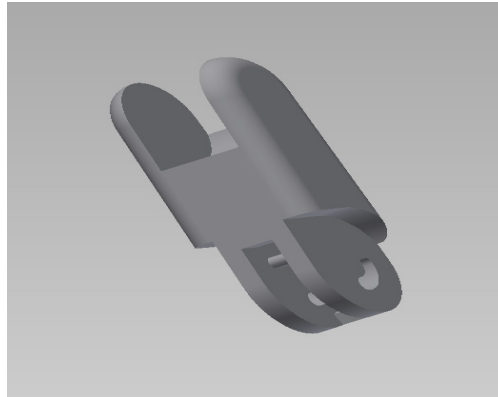


Fig. 4 – View of the finished 3D model of the middle phalanx.

3. *Modelling the dynamic operation of mechanisms in Autodesk Fusion 360.*

Modelling the dynamic characteristics of prostheses for various purposes at the design stage is a very important task for designers: it allows them to determine how effectively the designed prosthesis will function in real conditions and take corrective actions, if necessary, to ensure correct operation, strength and durability.

The Autodesk Fusion 360 software package, which includes the Dynamic Event Simulation module, allows you to effectively calculate any dynamic systems, i.e. design and analyse the operation of various prostheses.

The process of modelling the dynamic operation of a prosthetic hand in Dynamic Event Simulation is as follows:

1. In the standard Autodesk Fusion 360 workspace, you create ‘rigid’ subassemblies, which are groups of parts - phalanxes - that will move relative to each other using components and joints.
2. In the Simulation environment, you specify the types of connection between the components of the subassemblies from the available list (rotation, sliding, rolling, contact interactions, springs, pushers, etc.).
3. Define the connection parameters (gravity, friction, damping, motion constraints, external forces and moments) that will be applied during the simulation.
4. Start the simulation process - set the operating time and time of each step (time sampling for analysis).

5. Analyse the results - determine component positions, velocities, accelerations, reactive forces, torques, driving forces and other parameters.
6. To determine the strength of components using the finite element method, the data modelled in the Simulation environment is transferred to the Stress Analysis module of Autodesk Fusion 360, where the deformation of parts, safety margins, and equivalent stresses are determined.

Figure 5 demonstrates an example of dynamic modelling of a prosthetic hand designed during the study.

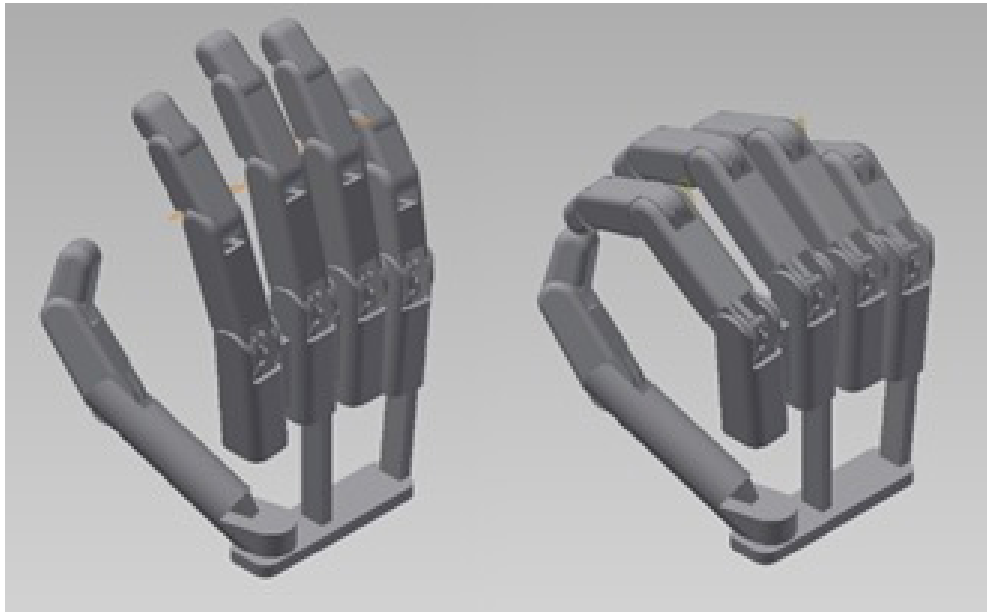


Fig. 5 – Dynamic movement of the prosthetic hand

Results and Discussion

In today's competitive world, it's crucial to constantly improve your efficiency. The productivity gains that result from modernising workflows in our core CAD software are a key benefit of its highly customisable nature. Autodesk provides powerful APIs and development kits (SDKs) that allow us to get more out of our Autodesk software investment by adapting it to our business needs.

Autodesk Fusion 360 offers a rich API that can be used not only to enhance existing product tools, but also to create entirely new features. We can automate repetitive, time-consuming tasks as well as extend core functionality directly within the Fusion 360 environment. The API allows you to create your own tools and functions that integrate with Fusion 360 to extend its functionality.

The Fusion 360 API is based on a REST interface and allows you to use modern programming languages such as Python and JavaScript to create integrations and automate processes. Python is one of the most popular choices due to its ease of use, wide range of libraries, and active developer community.



API (Application Programming Interface) stands for ‘application programming interface’ and defines how a programmer can interact with the Fusion 360 environment. This includes working with interface elements, automating design processes, creating customised functions, and configuring tools. In other words, the Fusion 360 API allows you to create commands and scripts to optimise the use of Fusion 360 in your work.

Software development companies, including Autodesk, often distribute sets of libraries that you can use in your applications to utilize and extend the functionality of a specific software product. These library sets are known as the product’s API. The type of program you can create to interact with the software product and extend its functionality will depend on the implementation details of its API and the range of features accessible through the API.

Conclusions

As a result of the study, modern methods of designing upper limb prostheses were considered. Using the Autodesk Fusion 360 computer-aided design system, a three-dimensional parametric dynamic model of the hand prosthesis was created. In the future, this model can be used in the production of modern prostheses to improve the quality of life of patients.

Comprehensive information support for the medical and diagnostic process, along with traditional methods of assessing the functional state of the disabled, can be seen as one of the ways to improve the effectiveness of medical rehabilitation of amputees, which should ultimately ensure the independence of the disabled in everyday life and their return to work.

REFERENCES

- Bai X., Yuan J., Liu M. (2024). Human factors considerations of Interaction between wearers and intelligent lower-limb prostheses: a prospective discussion. *J NeuroEngineering Rehabil* 21. — 2024. — P.187.
- Chui K.C., Jorge M., Yen S.-C. & Lusardi M.M. (2019). *Orthotics and Prosthetics in Rehabilitation* (4th ed.). Elsevier. — 2019. — P. 832
- Doyle James R. and Botte Michael J. (2003). *Surgical Anatomy of the Hand and Upper Extremity*. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins. — 2003. — P. 356.
- Fiedler G., Samosky J. (2023). User-centered design of limb prostheses: a new university course designed to spark interest in orthotics & prosthetics for bioengineering students. — *Canadian Prosthetics & Orthotics Journal*. — Volume 6. — Issue 2. — No. 2. — 2023.
- Kannenberg Andreas M.D. (GER), PhD. (2017). Active Upper-Limb Prostheses: The International Perspective. — *Journal of Prosthetics and Orthotics*. — 29(4S). — October 2017. — Pp. 57–62.
- Kretchev Ivan (2017). The loss of the upper limbs will no longer be a serious problem. — *Kommersant Science*. — Issue 6. — 2017. — P. 44.
- Philipp Beckerle, Steffen Willwacher, Minas Liarokapis, Matthew P. Bowers, Marko B. Popovic (2019). *Prosthetic Limbs*, Editor(s): Marko B. Popovic, Biomechatronics, Academic Press. — 2019. — Pp. 235–278.
- Schmidt H.-M., Lanz U. (2004). *Anatomy and Biomechanics of the Hand*. Stuttgart: Thieme. — 2004. — P. 259.
- Savilieva O.V. and Sokolova K.V. (2018). “Creating a prosthesis of a human hand”. *Modern information technologies and telecommunications: theses of supplement. 53rd Sciences*. Conf. Young Researchers of ONPU Masters, Odessa. — Vol. 7. — № 53. — 2018. — Pp. 51–54.
- Tsivilsky F.M., Drozdova E.A. & Mereshko E.D. (2019). Innovative technologies in prosthesis development. — *Journal of Prosthetic and Orthotic Research*. — 12(3). — 2019. — Pp. 45–50.

**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

Мрзабаева Раушан Жалиқызы

КОМПЬЮТЕРНАЯ ВЕРСТКА

Асанова Жадыра

Подписано в печать 15.12.2024.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать - ризограф. 9,0 п.л. Тираж 100
050040 г. Алматы, ул. Манаса 34/1, каб. 709, тел: +7 (727) 244-51-09).