



Tarek Sobh
President

September 8, 2025

To: Al-Farabi Kazakh National University
Almaty, Kazakhstan

Dear Members of the Dissertation Committee:

I am writing to offer my strongest and unequivocal recommendation in support of Mr. **Dauren Baltabay** and to **fully endorse the awarding of the Ph.D. degree** for his doctoral dissertation, *“Investigation of Distributed Dynamic Loads Induced by the Self-Mass of Manipulator Links and Their Visualization on Interactive 3D Computer Models.”* In my capacity as President of Lawrence Technological University and as Dauren’s external Ph.D. advisor, I have had the privilege of supervising and collaborating with Dauren on his research. I can state with confidence that his dissertation work embodies exceptional intellectual merit, outstanding originality, and substantial global impact in the fields of robotics and mechanical system design.

Dauren’s dissertation addresses a fundamental and challenging problem in robotics: understanding and visualizing the **complex distributed dynamic loads** that arise within a robot manipulator’s links due to the links’ own masses as the robot moves. During manipulator motion, each link experiences internal forces and stresses induced by its weight and inertia, which can lead to excessive deformation or even failure if not properly accounted for[1]. *What makes Dauren’s work truly groundbreaking is that he not only provides a novel analytical framework to calculate these dynamic load distributions, but he also creates interactive 3D visualizations to observe and analyze them in real time.* His research proposes an innovative Maple-based approach to 3D modeling of spatial manipulators, developing algorithms and software that allow roboticists to construct full three-dimensional computer models controlled by the manipulator’s generalized coordinates[2][3]. Through this work, Dauren has made it possible to generate detailed **stress-strain diagrams** and dynamic load distribution maps for every cross-section of each robotic arm link throughout the manipulator’s entire operating cycle[4]. This capability is of profound significance: by visualizing the **stress state of all links** throughout the robot’s motion, designers can clearly see all internal forces and deformations at every moment, and thereby make well-founded decisions when calculating the necessary strength and rigidity of the manipulator’s components[5]. In short, Dauren’s dissertation delivers both a new theoretical understanding of manipulator dynamics and a practical toolset for engineers, enabling the design of **more reliable and efficient robotic systems**[6].

The originality of Dauren’s work is equally impressive. Rather than relying on conventional CAD software or standard robotics simulation tools, he harnessed the powerful Maple mathematical computing environment in a creative new way[7]. Maple’s capabilities for symbolic computation and 3D visualization allowed Dauren to develop an **integrated modeling environment** that does not require external CAD integration to simulate and analyze robotic mechanisms[7].

Lawrence Technological University

21000 West Ten Mile Road, Southfield, MI 48075-1058 | 248.204.2000 | president@ltu.edu



Tarek Sobh
President

Within Maple, he constructed comprehensive 3D models of robotic manipulators and implemented advanced algorithms to control their motion and compute their kinematic and dynamic characteristics. For example, using the well-known Denavit–Hartenberg method for kinematics and recursive Newton–Euler equations for dynamics, Dauren solved the complete forward positional kinematics for a 5-degree-of-freedom robotic arm and calculated the velocities and accelerations of each link in the system[8]. He then developed custom program code to visualize the outcome of these computations as the robot moves – showing how each joint and link travels through space, and how the internal forces in each link evolve at every configuration[9][10]. These **novel algorithms and software** enabled, for the first time, a tangible 3D visualization of a manipulator’s motion combined with real-time depiction of the resulting dynamic load distributions on its links. Such an approach is highly original, and it opens up new possibilities for both research and education: it provides an intuitive way for students and engineers to observe complex robotic motion and load phenomena that were previously confined to abstract equations. Indeed, Dauren’s Maple-based simulator is expected to be widely used for studying and teaching robotic manipulator kinematics and dynamics in laboratories, universities, and industry design offices around the world[10].

The **intellectual merit** of Dauren Baltabay’s dissertation research is further evidenced by his excellent publication record. Key results from his Ph.D. work have already been published in two peer-reviewed international journals of high repute. The first paper, “*Creation of an Algorithm for the 3D Modeling of Manipulator Motion and Forward Positional Kinematics*,” was published in the *International Journal of Innovative Research and Scientific Studies* (Vol. 8, No. 3, 2025), a Scopus-indexed Q2 journal[11]. In this work, Dauren presented the foundational algorithms and Maple software for 3D robot arm modeling and demonstrated the solution of forward kinematics for a 5-DoF manipulator[8]. The second paper, “*Analysis of Distributed Dynamic Loads Induced by the Own Mass of Manipulator Links and Their Visualization on Interactive 3D Computer Models*,” was published in *Robotics* (MDPI, 2025), a well-known international journal in the field[12]. This article broke new ground by analyzing how a manipulator’s own mass distribution leads to dynamic loads throughout its structure and by introducing interactive visualization methods to map these loads across the robot’s links[1][4]. The appearance of Dauren’s research in these respected journals speaks to its **rigor, originality, and impact**. It is exceptional for a Ph.D. candidate to produce such high-quality publications, and it reflects Dauren’s dedication and his capability to conduct research at the forefront of engineering science.

On a personal and professional note, I wish to highlight Dauren Baltabay’s exemplary qualities as a researcher. During his research internship under my supervision at Lawrence Technological University, Dauren consistently demonstrated **keen insight, initiative, and a strong work ethic**. He quickly became an integral part of our research team, eagerly engaging with colleagues, sharing his expertise in the Maple modeling environment, and also learning new techniques in our lab with great enthusiasm.

Lawrence Technological University

21000 West Ten Mile Road, Southfield, MI 48075-1058 | 248.204.2000 | president@ltu.edu



Tarek Sobh
President

I was particularly impressed by his creativity in problem-solving and his perseverance in overcoming technical challenges – for instance, debugging complex Maple code to ensure the 3D models and simulations ran flawlessly. His internship was exceedingly productive; not only did it result in substantial progress on his dissertation, but it also forged an international collaboration that enriched our team’s perspective. Dauren’s professionalism, excellent communication skills in English, and collaborative spirit left a very positive impression on everyone at our university. I have no doubt that he will continue to excel as a scholar and engineer, and that he will be a valuable contributor to any research group or project he joins.

In summary, **I enthusiastically endorse Mr. Dauren Baltabay’s dissertation and candidacy for the Ph.D. degree without any reservation.** His work provides novel analytical methods and software tools that significantly advance the state of the art in robotics and mechanical system modeling. The dissertation’s contributions – from solving complex forward kinematics and visualizing dynamic loads in robotic arms, to enabling better designs for safer and more efficient robots – are of an extraordinary caliber. Dauren has fulfilled and surpassed the requirements for a doctoral degree through his originality, technical depth, and scholarly productivity. I am confident that his research will have a lasting global impact on robotics engineering and education. It is my absolute conviction that he **fully deserves to be awarded the Ph.D.**

Please feel free to contact me if you require any further information. I sincerely thank the esteemed committee for considering Dauren Baltabay’s work, and I look forward to seeing him embark on a brilliant academic and professional career.

Sincerely,

Tarek M. Sobh, Ph.D., P.E.
President, Lawrence Technological University

[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] [12] Analysis of Distributed Dynamic Loads Induced by the Own Mass of Manipulator Links and Their Visualization on Interactive 3D Computer Models

<https://www.mdpi.com/2218-6581/14/4/46>

[8] [9] [10] [11] Creation of an algorithm for the 3D modeling of manipulator motion and forward positional kinematics | International Journal of Innovative Research and Scientific Studies

<https://www.ijirss.com/index.php/ijirss/article/view/7026>

Lawrence Technological University

21000 West Ten Mile Road, Southfield, MI 48075-1058 | 248.204.2000 | president@ltu.edu

Тарек Собх
Президент

2025 жылғы 8 қыркүйек

Кімге: Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті
Алматы, Қазақстан

Құрметті Диссертациялық кеңес мүшелері,

Мен, **Балтабай Дәурен мырзаны** барынша және сөзсіз қолдай отырып, оның докторлық диссертациясы «*Манипулятор буындарының өз массасынан туындайтын таралған динамикалық жүктемелерді зерттеу және оларды интерактивті 3D компьютерлік модельдерде визуализациялау*» тақырыбы бойынша **философия докторы (Ph.D.) ғылыми дәрежесін беру жөніндегі шешімді** толық қолдайтынымды білдіремін. Лоуренс Технологиялық Университетінің президенті және Дәуреннің шетелдік ғылыми жетекшісі ретінде мен оның зерттеу жұмысын бақылап, бірге жұмыс істеу құрметіне ие болдым. Мен толық сеніммен айта аламын: оның диссертациялық еңбегі ерекше ғылыми тереңдікке, айрықша жаңашылдыққа және робототехника мен механикалық жүйелерді жобалау салаларында айтарлықтай жаһандық маңызға ие.

Дәуреннің диссертациялық жұмысы робототехника саласындағы іргелі және күрделі мәселелердің бірін қарастырады – робот манипуляторының қозғалысы кезінде оның буындарының өз массасынан туындайтын **күрделі таралған динамикалық жүктемелерді** түсіну және визуализациялау. Манипулятор қозғалысы барысында әрбір буын өзінің салмағы мен инерциясының әсерінен ішкі күштер мен кернеулерге ұшырайды, ал егер бұл факторлар дұрыс ескерілмесе, шамадан тыс деформацияға немесе тіпті істен шығуға әкелуі мүмкін [1]. *Дәуреннің жұмысын шын мәнінде жаңашыл және ғылыми тұрғыдан серпінді ететін жайт – ол бұл динамикалық жүктеме таралуларын есептеу үшін мүлде жаңа аналитикалық тәсілді ғана ұсынып қоймай, сонымен қатар оларды нақты уақыт режимінде бақылауға және талдауға мүмкіндік беретін интерактивті 3D визуализацияларды да әзірлеген.* Оның зерттеу жұмысы кеңістіктік манипуляторлардың 3D модельдеуіне арналған Maple негізіндегі инновациялық тәсілді ұсынады. Бұл тәсіл робототехниктерге манипулятордың жалпыланған координаталарымен басқарылатын толық үшөлшемді компьютерлік модельдерді құруға мүмкіндік беретін алгоритмдер мен бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеуді қамтиды [2][3]. Осы жұмыс арқылы Дәурен манипулятордың бүкіл жұмыс циклі барысында әрбір манипулятордың буынының барлық қималары үшін **кернеу-деформация диаграммаларын** және динамикалық жүктеме таралу карталарын жасауға мүмкіндік берді [4]. Бұл мүмкіндіктің маңызы зор: робот қозғалысы кезінде барлық буындардың **кернеу күйін** визуализациялау арқылы жобалаушылар кез келген сәтте ішкі күштер мен деформацияларды нақты көре алады және манипулятор бөлшектерінің қажетті беріктігі мен қатандығын есептеу кезінде ғылыми негізделген шешімдер қабылдай алады [5]. Қысқаша айтқанда, Дәуреннің диссертациясы манипулятор динамикасына жаңа теориялық түсінік беріп қана қоймай, инженерлерге **неғұрлым сенімді әрі тиімді робототехникалық жүйелерді** жобалауға мүмкіндік беретін практикалық құралдар жиынтығын ұсынады [6].

Дәуреннің жұмысының бірегейлігі де соншалықты әсерлі. Ол дәстүрлі CAD бағдарламалық жасақтамасына немесе стандартты робототехникалық модельдеу құралдарына сүйенудің орнына, Maple математикалық есептеу ортасының қуатты мүмкіндіктерін мүлде жаңа әрі креативті тәсілмен пайдаланды [7]. Maple жүйесінің символдық есептеу мен 3D визуализация мүмкіндіктері Дәуренге роботтық механизмдерді модельдеу және талдау үшін сыртқы CAD интеграциясын қажет етпейтін біртұтас модельдеу ортасын жасауға мүмкіндік берді [7].

Тарек Собх
Президент

Marple ортасында ол робот манипуляторларының толық 3D модельдерін құрып, олардың қозғалысын басқару және кинематикалық пен динамикалық сипаттамаларын есептеу үшін жетілдірілген алгоритмдерді жүзеге асырды. Мысалы, кинематика үшін кеңінен белгілі Денавит-Хартенберг әдісін және динамика үшін рекурренттік Ньютон–Эйлер теңдеулерін пайдалана отырып, Дәурен бес еркіндік дәрежесі бар робот қолының тура позициялық кинематикасын толық шешіп, жүйедегі әрбір буынның жылдамдықтары мен үдеулерін есептеді [8]. Одан кейін ол робот қозғалысы кезінде осы есептеулердің нәтижелерін визуализациялау үшін арнайы бағдарламалық код әзірледі – бұл әрбір буын мен қосылыстың кеңістікте қалай қозғалатынын, сондай-ақ әр буындағы ішкі күштердің әр конфигурацияда қалай өзгеретінін көрсетеді [9][10]. Бұл **жаңа алгоритмдер мен бағдарламалық қамтамасыз ету** алғаш рет манипулятор қозғалысының нақты 3D визуализациясын және оның буындарындағы динамикалық жүктемелердің таралуын нақты уақыт режимінде көрсету мүмкіндігін берді. Мұндай тәсіл жоғары дәрежеде жаңашыл болып табылады және ол зерттеу мен білім беру салалары үшін жаңа мүмкіндіктер ашады: бұл студенттер мен инженерлерге бұрын тек абстрактты теңдеулер арқылы түсіндірілетін күрделі роботтық қозғалыс пен жүктеме құбылыстарын көрнекі түрде бақылауға мүмкіндік береді. Шынында да, Дәурен әзірлеген Marple негізіндегі симулятор робот манипуляторларының кинематикасы мен динамикасын зерттеу және оқыту мақсатында әлемнің түрлі зертханаларында, университеттерінде және өнеркәсіптік жобалау орталықтарында кеңінен қолданылуы күтілуде [10].

Балтабай Дәуреннің диссертациялық зерттеуінің **ғылыми құндылығы** оның жоғары деңгейдегі жарияланымдарымен де дәлелденеді. Оның Ph.D. жұмысының негізгі нәтижелері беделді халықаралық рецензияланатын екі журналда жарияланған. Бірінші мақала - «*Манипулятор қозғалысын және тура позициялық кинематикасын 3D модельдеу алгоритмін жасау*» - International Journal of Innovative Research and Scientific Studies журналында (Том 8, № 3, 2025 жыл) жарық көрді. Бұл журнал Scopus дерекқорында тіркелген және Q2 санатына жатады [11]. Бұл еңбегінде Дәурен робот қолының 3D модельдеуіне арналған негізгі алгоритмдер мен Marple бағдарламалық жасақтамасын ұсынды және бес еркіндік дәрежесі бар манипулятор үшін тура кинематика есебін шешуді көрсетті [8]. Екінші мақала – «Манипулятор буындарының меншікті массасынан туындайтын таралған динамикалық жүктемелерді талдау және оларды интерактивті 3D компьютерлік модельдерде визуализациялау» – Robotics (MDPI, 2025) атты робототехника саласындағы беделді халықаралық журналда жарияланды [12]. Бұл мақала манипулятордың меншікті массасының таралуы оның құрылымындағы динамикалық жүктемелердің пайда болуына қалай әсер ететінін талдау арқылы жаңа бағыт ашты, сондай-ақ осы жүктемелердің робот буындары бойынша таралуын көрсету үшін интерактивті визуализация әдістерін енгізді [1][4]. Дәуреннің зерттеу жұмыстарының осындай беделді журналдарда жариялануы оның ғылыми жұмысының **жоғары сапасын, түпнұсқалығын және ықпалын** айқын көрсетеді. Ph.D. дәрежесіне үміткердің осындай жоғары деңгейдегі жарияланымдар жасауы сирек кездесетін жағдай, бұл Дәуреннің табандылығын және инженерлік ғылымның алдыңғы шебінде зерттеу жүргізу қабілетін дәлелдейді.

Жеке және кәсіби тұрғыдан алғанда, мен Балтабай Дәурен мырзаның зерттеуші ретіндегі үлгілі қасиеттерін ерекше атап өткім келеді. Лоуренс Технологиялық Университетінде менің жетекшілігіммен өткен оның ғылыми тағылымдамасы барысында Дәурен әрдайым терең ойлау қабілетін, бастамашылдығын және жоғары еңбек мәдениетін көрсетті. Ол біздің зерттеу тобының ажырамас бөлігіне тез айналды, әріптестерімен белсенді қарым-қатынас жасап, Marple модельдеу ортасындағы өз тәжірибесімен бөлісіп, сондай-ақ зертханамызда жаңа әдістерді үлкен ықыласпен үйренді.

Тарек Собх
Президент

Мен әсіресе Дәуреннің мәселелерді шешудегі шығармашылық қабілетіне және техникалық қиындықтарды еңсерудегі табандылығына тәнті болдым – мысалы, 3D модельдер мен симуляциялар мінсіз жұмыс істеуі үшін күрделі Maple кодын түзету кезіндегі еңбегі ерекше әсер қалдырды. Оның тағылымдамасы өте нәтижелі өтті: ол тек өз диссертациясы бойынша елеулі ілгерілеуге қол жеткізіп қана қоймай, сонымен қатар біздің зерттеу тобының көзқарасын кеңейткен халықаралық ғылыми ынтымақтастықты да нығайтты. Дәуреннің кәсібилігі, ағылшын тіліндегі жоғары деңгейдегі коммуникациялық дағдылары және ынтымақтастық рухы біздің университеттегі барша әріптестерге өте жақсы әсер қалдырды. Менің еш күмәнім жоқ – ол болашақта ғалым және инженер ретінде табысты қызметін жалғастырып, кез келген зерттеу тобына немесе жобаға зор үлес қосатын болады.

Қорытындылай келе, мен Балтабай Дәурен мырзаның диссертациясын және оның философия докторы (Ph.D.) дәрежесіне үміткерлігін шынайы ықыласпен және ешқандай күмәнсіз қолдаймын. Оның еңбегі робототехника мен механикалық жүйелерді модельдеу саласындағы қазіргі ғылым деңгейін едәуір ілгерілететін жаңа аналитикалық әдістер мен бағдарламалық құралдарды ұсынады. Бұл диссертацияның үлесі – күрделі тура кинематика есептерін шешуден бастап, робот қолдарындағы динамикалық жүктемелерді визуализациялауға және неғұрлым қауіпсіз әрі тиімді роботтарды жобалауға дейін – ерекше жоғары деңгейде орындалған. Дәурен өзінің ғылыми жаңашылдығы, техникалық тереңдігі және өнімділігі арқылы докторлық дәрежеге қойылатын барлық талаптарды толық орындап қана қоймай, олардан асыра орындады. Мен оның зерттеу жұмыстары робототехника инженериясы мен білім беру саласында жаһандық деңгейде ұзақ мерзімді әсер қалдыратынына сенімдімін. Ол **Ph.D. дәрежесін толықтай иеленуге әбден лайық деп нық сенемін.**

Егер қосымша ақпарат қажет болса, менімен еркін байланысуыңызды сұраймын. Балтабай Дәуреннің ғылыми жұмысын қарастырғаны үшін құрметті комитет мүшелеріне шын жүректен алғысымды білдіремін және оның жарқын академиялық әрі кәсіби мансабын бастайтынын асыға күтудемін.

Құрметпен,

/Қолы/

Тарек М. Собх, Ph.D., P.E.

Лоуренс Технологиялық Университетінің президенті

[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] [12] «Манипулятор буындарының өз массасынан туындайтын таралған динамикалық жүктемелерді зерттеу және оларды интерактивті 3D компьютерлік модельдерде визуализациялау»

<https://www.mdpi.com/2218-6581/14/4/46>

[8] [9] [10] [11] «Манипулятор қозғалысын және тура позициялық кинематикасын 3D модельдеу алгоритмін жасау» | International Journal of Innovative Research and Scientific Studies

<https://www.ijirss.com/index.php/ijirss/article/view/7026>