

NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

U. JOLDASBEKOV INSTITUTE ON MECHANICS AND ENGINEERING



# SIJS 2021 Future Mechanics

**2<sup>nd</sup>** INTERNATIONAL JOLDASBEKOV  
SYMPOSIUM, KAZAKHSTAN

«FUTURE MECHANICS»  
SECOND INTERNATIONAL JOLDASBEKOV SYMPOSIUM

# REPORTS DIGEST

1 - 5 MARCH, 2021

ALMATY, KAZAKHSTAN

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҰЛТТЫҚ ИНЖЕНЕРЛІК АКАДЕМИЯСЫ  
АКАДЕМИК Ө.А. ЖОЛДАСБЕКОВ АТЫНДАҒЫ МЕХАНИКА ЖӘНЕ МАШИНАТАНУ  
ИНСТИТУТЫ**

**НАЦИОНАЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ АКАДЕМИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
ИНСТИТУТ МЕХАНИКИ И МАШИНОВЕДЕНИЯ ИМЕНИ АКАДЕМИКА  
У.А.ДЖОЛДАСБЕКОВА**

**NATIONAL ENGINEERING ACADEMY OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
U. JOLDASBEKOV INSTITUTE OF MECHANICS AND ENGINEERING**



**«БОЛАШАҚ МЕХАНИКАСЫ» атты**

Екінші Халықаралық Жолдасбеков Симпозиумының

**БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

1-5 наурыз 2021 жыл, Алматы

**СБОРНИК ДОКЛАДОВ**

Второго Международного Джолдасбековского Симпозиума

**«МЕХАНИКА БУДУЩЕГО»**

1-5 марта 2021 года, Алматы

**REPORTS DIGEST**

Second International Joldasbekov Symposium

**«FUTURE MECHANICS»**

1-5 March 2021, Almaty

*Посвящается 90-летию со дня рождения основателя  
казахстанской школы теории механизмов и машин,  
академика Джолдасбекова Умирбека Арислановича*

Сборник докладов Второго Международного Джолдасбековского Симпозиума «Механика Будущего», 1-5 марта 2021 года: Электронный. –Алматы, 2021. – 414 с.

ISBN 978-601-08-0953-6

**Секция 3. Қолданбалы механика саласындағы математикалық және компьютерлік модельдеу.**

**Сұйық және газ механикасы.**

**Есептеу механикасы**

**Секция 3. Математическое и компьютерное моделирование в области прикладной механики.**

**Механика жидкости и газа.**

**Вычислительная механика**

**Section 3. Mathematical and computer modeling in the field of applied mechanics.**

**Fluid mechanics.**

**Computational mechanics**

## РАЗРАБОТКА ОТЕЧЕСТВЕННОГО МАЛОГО ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА (ЭЛЕКТРОТРИЦИКЛА) И ГЕНЕРАТОРА-ДВИГАТЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА SOLIDWORKS 2018.

<sup>1</sup>Догалаков Д.А. <sup>1,2</sup>Байгунчечков Ж.Ж. <sup>1</sup>Жумашева Ж.Т. <sup>3</sup>Баялиев О.К.

<sup>1</sup> КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, Республика Казахстан

<sup>2</sup> Satbayev University, г. Алматы, Республика Казахстан

<sup>3</sup> ТОО «Энергия Семиречья», г. Алматы, Республика Казахстан

[d.dogalakov@gmail.com](mailto:d.dogalakov@gmail.com), [bzh47@mail.ru](mailto:bzh47@mail.ru), [zhadyra\\_14@mail.ru](mailto:zhadyra_14@mail.ru), [o.bayaliev@mail.ru](mailto:o.bayaliev@mail.ru)

В статье рассматривается практический пример использования системы автоматизированного проектирования программного комплекса SOLIDWORKS 2018 [1] в разработке прототипов малого электротранспорта (электротрицикла) и универсального генератор-двигателя. Рассматриваются этапы от проектирования до полной сборки электротрицикла. Описываются преимущества универсального генератор-двигателя и этапы его разработки в программном комплексе для его прототипирования и проведения испытаний.

Широкое внедрение систем автоматизированного проектирования (САПР) или САД-систем [2] (*Computer-Aided Design*) во все сферы промышленной разработки продукции является свершившимся фактом. За последнее десятилетие системы автоматизированного проектирования прошли путь от простых систем двухмерного рисования и разработки чертежей до программных продуктов, включающих поддержку полного цикла разработки изделия.

Проектирование сборок в SOLIDWORKS осуществляется по двум основным методам: "снизу вверх" или "сверху вниз", а также их сочетанием. При проектировании "снизу вверх" сначала создаются детали, затем они вставляются в сборку и сопрягаются согласно требованиям проекта. Метод проектирования "сверху вниз" отличается тем, что работа начинается в сборке. Проектирование "сверху вниз" в контексте сборки позволяет создавать ссылки на геометрию исходной модели, таким образом, если изменяется размер исходной модели, связанная с ней деталь обновляется автоматически.

Оформление чертежей в SOLIDWORKS осуществляется в соответствии с требованиями ЕСКД. В основе чертежа лежит трехмерная модель детали. Деталь и чертеж также имеют взаимосвязи автоматически обновляющие чертеж при изменениях детали, это обеспечивает постоянное соответствие модели и чертежа.

На этапе такого проектирования несложно диагностировать с помощью специальных инструментов программы ошибки и нестыковки в проекте и оценить степень его соответствия

исходному замыслу, а также выполнить проверку будущего изделия на собираемость, что крайне важно для последующего изготовления.

При проектировании абсолютно любого изделия конструктор может перейти с вкладки создания детали на вкладку Simulation, и виртуально проверить ее всеми видами нагружения. Можно провести простой статический анализ, анализ на усталость, проверить частоты, на которых конструкция начинает вибрировать, учесть различные нелинейности. На основе полученных в результате данных конструктор примет решение о необходимости внесения небольших правок, не дожидаясь изготовления прототипа, проведения его испытаний и получения их результатов. Анализ в SOLIDWORKS Simulation помогает быстрее выводить на рынок новые изделия, а простота его использования и автоматизм позволяет работать в нем и не только специалистам по прочностному анализу.

Импорт же готовых электронных моделей деталей в CAM (*Computer-Aided manufacturing*) модули или отдельные системы, например в такие программы как SolidCAM, MasterCAM, ArtCAM дают возможность быстрой разработки управляющей программы для окончательной обработки и изготовления детали на станке с ЧПУ.

### Этапы разработки электротрицикла, изготовления деталей и его сборки

Проект разработки электротрицикла начинается с подбора мотор-колес по мощности, соответствующих силовых контроллеров (преобразователей), элементов управления, аккумуляторной батареи и необходимых компонентов для задней подвески (рис.1).

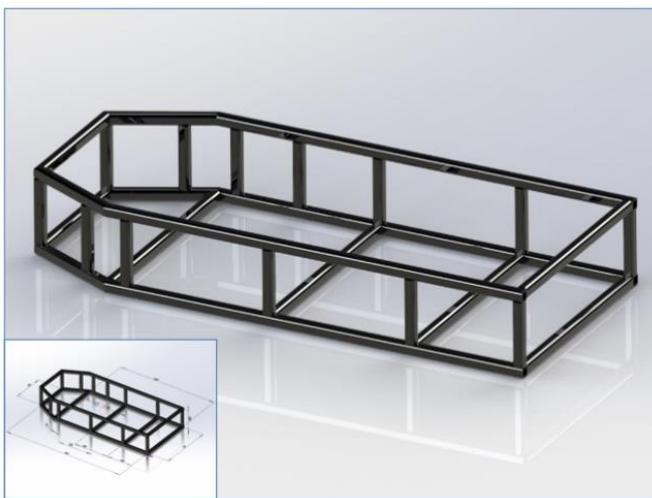


**Рисунок 1.** Компоненты подвески и электрической части электротрицикла

Следующим шагом является снятие геометрических размеров, отдельных компонентов, используемых в задней подвеске электротрицикла, элементов готового рулевого управления с созданием их трехмерных моделей для последующей компоновки в сборку электротрицикла (рис.2).



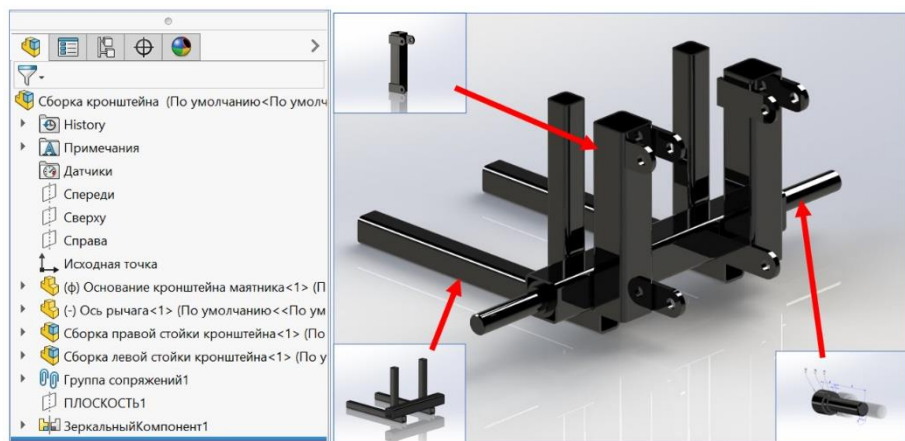
**Рисунок 2.** 3D-модели деталей для компоновки в основную сборку электротрицикла



**Рисунок 3.** Рама электротрицикла

Процесс проектирования основной сборки электротрицикла начинается с построения трехмерного эскиза рамы и создания ее трехмерной модели (рис.3). При построении используются специальные инструменты для работы со сварочными конструкциями. После того как размеры рамы определены и имеется ее трехмерная модель, следующим шагом является этап разработки кронштейна и маятниковой системы подвески.

При проектировании кронштейна так же, как и при создании рамы используются инструменты для работы со сварочными конструкциями. Для начала создается трехмерный эскиз, потом подбирается



**Рисунок 4.** Сборка кронштейна

нужный профиль заготовки, в нашем случае – это квадратная труба размерами: 40x40x2 мм и 20x20x2 мм, которые и будут сгруппированы и проложены на соответствующих отдельных

сегментах эскиза, образуя трехмерную деталь. В конце производится сборка всего кронштейна путем включения в нее стоек и осей рычагов (рис.4).

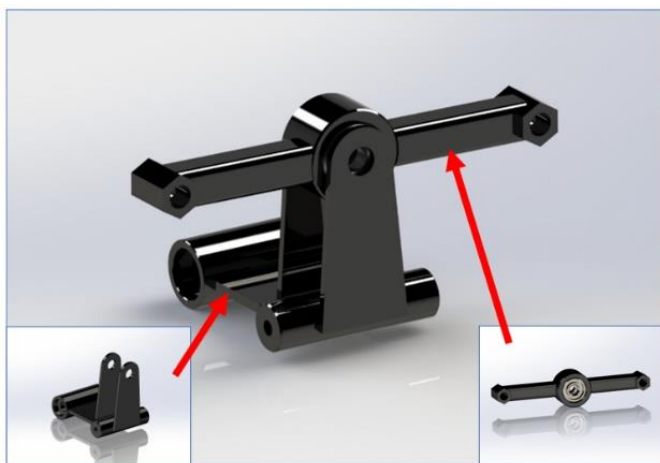


Рисунок 5. Маятниковая система задней подвески

При проектировании маятниковой системы (рис.5) использовалась библиотека SOLIDWORKS Toolbox, которая в значительной степени ускоряет работу по подбору стандартных уже имеющихся на рынке изделий с нужной геометрией и размерами. В данном случае производился подбор подшипников. SOLIDWORKS Toolbox имеет базу изделий с такими вариантами исполнения как: крепеж,

подшипники, прокатный сортамент, кулачки, шкивы, шестерни и т. п.) по стандартам ГОСТ, ISO, ANSI, BSI, DIN, JIS, CISC, PEM®, SKF®, Torrington®, Truarc®, Unistrut®.

Дальнейшие действия по проектированию связаны с разработкой узла рычагов со втулками (рис.6). На обоих концах рычага будут приварены втулки, в одну из которых будут запрессованы подшипники, а в другую установлен вал мотор-колеса. Диаметры внутренних отверстий устанавливаются согласно диаметрам подобранного подшипника и вала мотор-колеса.

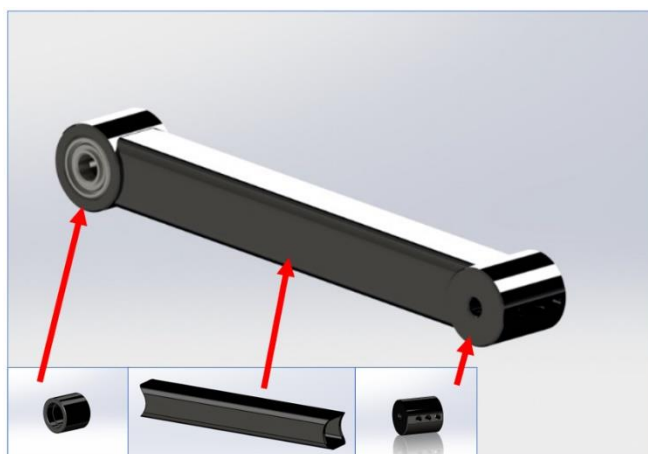


Рисунок 6. Сборка рычага со втулками

Для изготовления же короба, устанавливаемого внутри рамы, в SOLIDWORKS используется специальный инструмент SOLIDWORKS Sheet Metal для работы с листовым металлом. В качестве материала выбран – алюкобонд. SOLIDWORKS позволяет выгрузить файлы для их загрузки на фрезерно-гравировальные станки (MultiCam), на котором и будет отфрезерован будущий короб (рис.7).





Детали из листового металла (пластины для маятниковой системы, крышка короба и др.) изготавливаются на производстве, где используются станки с ЧПУ для лазерной резки. Для них файлы подготавливаются путем экспорта в запрашиваемом формате из эскизов спроектированных деталей.

После того как производство отдельных компонентов и узлов завершено, осуществляется окончательная сборка электротрицикла (рис.10).



**Рисунок 10.** Сборка прототипа электротрицикла

Ниже представлена фотография протестированного электротрицикла (рис.11) с общей максимальной мощностью мотор-колеса в 800 Ватт, грузоподъемностью в 150 кг. Емкость новой собираемой 62-х вольтовой литий-ионной аккумуляторной батареи будет составлять 18 АН, что позволит проехать дистанцию 50-60 км без дополнительной подзарядки.



**Рисунок 11.** Электротрицикл прошедший первые испытания

Другой задачей проектирования в программе SOLIDWORKS 2018 являлось конструирование «Универсального генератор-двигателя Баялиева» (международный приоритет №РСТ/KZ2019/000014 от 7.08.2019 г.) на основе эскизов изобретателя с целью создания опытного образца и проведения требуемых испытаний (рис.12). Задачей заявляемого изобретения является повышение генерируемой ЭДС, минимизация количества используемых магнитов и обмоток и их максимальное использование во время всего цикла генерации.

Инструменты программы SOLIDWORKS 2018 для работы с листовым металлом позволили с высокой точностью спроектировать сегменты для составления трансформаторных колец и пластин трансформаторных пакетов для последующей их нарезки на лазерном станке. Выполненные 3D модели катушек для трансформаторных пакетов и выгрузка файлов для распечатки на 3D

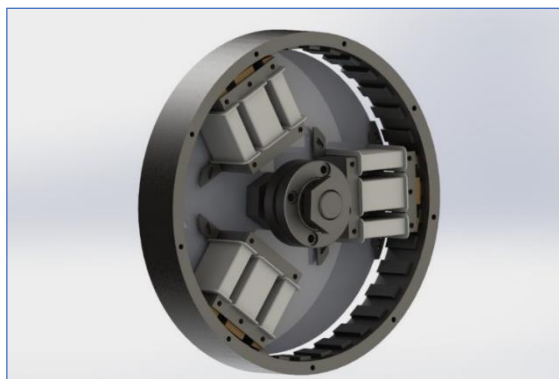


Рисунок 12. Вид в сборе универсального генератор-двигателя Баялиева

принтере также позволяет экономить время на этапе прототипирования.

Итак, в данном докладе мы рассмотрели некоторые области применения программного комплекса SOLIDWORKS 2018 для решения ряда прикладных задач. SOLIDWORKS 2018 — это мощное средство проектирования, ядро интегрированного комплекса автоматизации предприятия, которое позволяет осуществлять поддержку изделия на всех этапах жизненного цикла в полном соответствии с концепцией CALS-технологий [3]. Безусловно, функциональные возможности SOLIDWORKS 2018 не ограничиваются рассмотренными задачами и позволяют создавать полноценные автоматизированные решения с глубокой специализацией в большинстве прикладных областей.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Официальный сайт компании Dassault Systèmes SOLIDWORKS Corp. [Электронный ресурс], URL: <https://www.solidworks.com/> (дата обращения: 12.03.2021).
2. Система автоматизированного проектирования. [Электронный ресурс], URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/система\\_автоматизированного\\_проектирования](https://ru.wikipedia.org/wiki/система_автоматизированного_проектирования) (дата обращения: 12.03.2021).
3. CALS-технологии. [Электронный ресурс], URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/CALS-технологии> (дата обращения: 12.03.2021).

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Шеръязданов Г.Б.</b> Академик У.А. Джолдасбеков – учёный – механик, организатор университетского образования и науки.....	4
<b>Ізтаев Әуелбек</b> Қазақ елінің машина жасау саласының Ғылымы мен Білімінің негізін қалаушы ұлы ғалым .....	7
<b>Секция 1.</b> Современные вопросы теоретической механики. Механика деформируемого твердого тела и материалов. Механика новых материалов и наноконструкций.....	10
<b>Айнакеева Н.Ж.</b> Тензор грина уравнений несвязанной термоэластодинамики. ....	11
<b>Алипова Б.Н.</b> Краевые задачи динамики термоупругого полупространства при действии периодических силовых и тепловых источников возмущений.....	18
<b>Божанов Е.Т., Буганова С.Н., Токибетов Ж.А.</b> Надежность динамического расчета перекачки нефтяной смеси в цепной четырехмассовой системе с учетом тепловолнового воздействия.....	27
<b>Дадаева А.Н.</b> Граничные интегральные уравнения краевых задач несвязанной термоэластодинамики при плоской деформации .....	35
<b>Ногайбаева М.О., Кудайкулов А.К., Ташев А.А.</b> Аналитическое и численное решение задачи установившегося термо-напряженно-деформированного состояния стержня ограниченной длины и постоянного поперечного сечения .....	45
<b>Телтаев Б.Б., Амирбаев Е.Д., Бегалиева С.Т., Алижанов Д.А.</b> Механические характеристики дорожного компаундированного битума при низких температурах .....	54
<b>Тойбаев С.Н., Абдрахимов У.Т., Акимханова А.А., Мажиева Э.М.</b> Уравнения продольного колебания стержня с учетом температуры .....	59
<b>Ескалиев М.Е.</b> Упругопластическая модель трансверсально-изотропного массива с горизонтальной выработкой глубокого заложения.....	69
<b>Секция 2.</b> Общие проблемы механики машин и роботов. Динамика, прочность и надежность машин и роботов .....	77
<b>Абидов А.О., Пакирдинов Р.Р., Абсамат кызы Гулиза</b> Построение динамической модели ударного механизма виброплиты на основе мпс с ременной передачей. ....	78
<b>Абдраимов Э.С., Бакиров Б.Б., Шадиев М.И., Абдураимов А.Е.</b> Ударный механизм с.абдраимова для добычи угля в подземных условиях. ....	84
<b>Абдрахимов У.Т., Мажиева Э.М.</b> Обоснование и разработка нового механизма для подъемных устройств транспортно - логистических отраслей экономики.....	91
<b>Ibrayev S.M., Sakenova A.M., Karim A.T., Ibrayeva A.S., Amanov B.</b> Optimal synthesis of the upper and lower limb exoskeleton mechanisms.....	96
<b>Искаков Ж., Джамалов Н., Бисембаев Қ.</b> Нестационарные резонансные колебания гироскопического жесткого ротора с нелинейным демпфированием и нелинейной жесткостью упругой опоры.....	106
<b>Джамалов Н.К., Ибраев С.М., Төлебаев Н. С., Абдраимов А., Камалов А.</b> Кинематический анализ пятизвенных механизмов, манипуляторов с замкнутой кинематической цепью .....	117
<b>Тулешов А.К., Сейдахмет А.Ж., Джамалов Н.К., Темирбеков Е.С., Абдраимов Э.С., Абдураимов А.Е., Гриценко И.С.</b> Мобильные роботы с подъёмником ИММаш им. У.А. ДЖОЛДАСБЕКОВА.....	125
<b>Тулешов А., Дракунов Ю., Ахметова Б., Куатова М., Шадыманова А.</b> Функциональные возможности кривошипно-ползунного механизма .....	131

<b>Секция 3. Математическое и компьютерное моделирование в области прикладной механики. Механика жидкости и газа. Вычислительная механика .....</b>	<b>138</b>
<b>Исахов А.А., Бекжигитова Ж.Е. Қоныстану аумақтарындағы ластаушы қоспалардың тасымалын химиялық реакцияларды есепке ала отырып сандық модельдеу.....</b>	<b>139</b>
<b>Догалаков Д.А., Бйгунчеков Ж.Ж., Жумашева Ж.Т., Баялиев О.К. Разработка отечественного малого электротранспорта (электротрицикла) и генератор-двигателя с использованием программного комплекса Solidworks 2018. ....</b>	<b>146</b>
<b>Джайчибеков Н.Ж., Шалабаева Б.С., Киреев В.Н. Моделирование динамики двух капель заряженных частиц жидкости под действием электрического поля .....</b>	<b>153</b>
<b>Кенжебаева М.О. Литературный обзор решения обратных задач гравиметрии .....</b>	<b>159</b>
<b>Исахов А.А. , Манапова А.Қ. Адам мұрын қуысында ауа ағынын сандық модельдеу ..</b>	<b>163</b>
<b>Наурызбаева А.А., Удербаетова А.Е., Нурахметова К.К. Аддитивті технологияларды зерттеу және енгізу .....</b>	<b>170</b>
<b>Нурланова Б.М., Асетова Л.С., Естай Ғ.З. Жақтары қатты бекітілген серпімді пластинаның иілуі.....</b>	<b>175</b>
<b>Шерьязданов Г.Б. Моделирование ламинарных двухфазных течений вязких сред с усложненными свойствами в электромагнитном поле .....</b>	<b>181</b>
<b>Баймаганбетова Ш.Ж. Туралина Д.Е., Берденова Б.А. Айналатын резервуардағы судың еркін беті.....</b>	<b>185</b>
<b>Качкинова А.К, Берденова Б.А, Туралина Д.Е. Тамшының көлбеу бет бойымен қозғалу мәселесін зерттеу .....</b>	<b>193</b>
<b>Үермекқызы Л., Мадібайұлы Ж. Control of vibrations of elastically fixed objects using analysis of eigenfrequencies .....</b>	<b>202</b>
<b>Секция 4. Колебания в механических и робототехнических системах. Машинное обучение и проектирование робототехнических систем. Искусственный интеллект и цифровые технологии .....</b>	<b>209</b>
<b>Мусулманбекова А.Н., Хабиев А.Т. Автоматизация получения винилацетата в микрореакторе .....</b>	<b>210</b>
<b>Қыдырбекулы А. Б., Керимбекова Д.С., Ибраев Г. Е. Исследование нелинейных вынужденных колебаний вертикальных роторных систем на подшипниках качения методом эллиптических функций .....</b>	<b>220</b>
<b>Ким А.В., Аязбаев Г.М., Сундетов Т.Р. Вербальное управление интеллектуальными роботами мультязычным распознаванием голосовой речи .....</b>	<b>227</b>
<b>Ким А.В., Дауылбаева А.М., Рахым Ж. Разработка бизнес-кейсов для лабораторного научно-образовательного комплекса по гуманоидным роботам .....</b>	<b>239</b>
<b>Ким А.В., Толекбаев А.Б., Оспанов Ж.С. Разработка программно - технического комплекса лабораторных работ по промышленным, коллаборативным и антропоморфным роботам.....</b>	<b>245</b>
<b>Рахимова Д.Р, Сағат К.Қ. Орыс-қазақ машиналық аудармаға арналған full post-editing моделін зерттеу және әзірлеу.....</b>	<b>250</b>
<b>Сағитжанов Б.М., Аманов Б.О. 3D-технология көмегімен нейрондық датчик арқылы басқарылатын бионикалық қолды жобалау .....</b>	<b>258</b>
<b>Сейдахмет Қ.Ж. Жасанды интеллект арқылы жасалынған робот-манипулятор .....</b>	<b>261</b>
<b>Секция 5. Информационные и космические технологии. Инжиниринг и технологии образования. Проблемы и перспективы студенческой науки .....</b>	<b>266</b>