

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

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

**NATIONAL ENGINEERING ACADEMY OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
INSTITUTE OF MECHANICS AND MECHANICAL ENGINEERING NAMED AFTER  
ACADEMICIAN U.A. DZHOLDASBEKOV  
INSTITUTE OF INFORMATION AND COMPUTATIONAL TECHNOLOGIES**



**«ИНФОРМАТИКА, МЕХАНИКА ЖӘНЕ РОБОТОТЕХНИКА  
САЛАЛАРЫНДАҒЫ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕР. МАШИНАЖАСАУ  
САЛАСЫНДАҒЫ САНДЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР» атты**

Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының

**ТЕЗИСТЕР ЖИНАҒЫ**

**4-5 қазан 2018 жыл, Алматы**

**СБОРНИК ТЕЗИСОВ**

Международной научно-практической конференции

**«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАТИКИ, МЕХАНИКИ  
И РОБОТОТЕХНИКИ. ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В  
МАШИНОСТРОЕНИИ»**

4-5 октября 2018 года, Алматы

**PROCEEDINGS**

International Scientific and Practical conference

**on «ACTUAL PROBLEMS OF INFORMATICS, MECHANICS  
AND ROBOTICS. DIGITAL TECHNOLOGIES IN MECHANICAL  
ENGINEERING»**

4-5 October 2018, Almaty

УДК 004(063)

ББК 32.973

А 43

*Редакционная коллегия:*

**Тулешов А.К., Уалиев Г.У., Джомартов А.А., Мадалиев Т.Б.**

Посвящается 80-летию *Масанова Жайлыу Кабылбековича*, д.т.н., профессора, ГНС ИММаш им. Академика У.А.Джолдасбекова, академика Международной академии транспорта РФ и Европейской академии естественных наук; 60-летию *Темирбекова Ербола Садуахасовича*, д.т.н., профессора, ГНС ИММаш им. Академика У.А.Джолдасбекова; 60-летию *Тулешова Амандыка Куатовича*, д.т.н., профессора, академика Национальной инженерной академии РК и Международной инженерной академии, генерального директора ИММаш им. Академика У.А.Джолдасбекова.

**А 43 Актуальные проблемы информатики, механики и робототехники. Цифровые технологии в машиностроении (4-5 октября, 2018 г.): Тезисы докладов международной научно-практической конференции.**  
– Алматы: ТОО «Издательство Ғылым НАН РК», 2018 г. – 192 с.

ISBN 978-601-80757-0-4

В сборнике представлены тезисы докладов участников международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы информатики, механики и робототехники. Цифровые технологии в машиностроении».

УДК 004(063)

ББК 32.973

ISBN 978-601-80757-0-4

ТОО «Издательство Ғылым НАН РК», 2018 г.

## **ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ**

Жумагулов Б.Т. (председатель, Казахстан), Тулешов А.К. (зам. председателя, Казахстан), Калимолдаев М.Н. (зам. председателя, Казахстан), Уалиев Г.У. (Казахстан), Молдабеков М.М. (Казахстан), Ершин Ш.А. (Казахстан), Джомартов А.Ч. (Казахстан), Джуматаев М.С. (Кыргызстан), Гусев Б.В. (Россия), Глазунов В.А. (Россия), Хомченко В.Г. (Россия), Пановко Г.Я. (Россия), Евсюков С.А. (Россия), Гуськов А.М. (Россия), Мацевитый Ю.М., (Украина), Чеккарели Марко (Италия), Смелягин А.И (Россия), Джураев А.Д. (Узбекистан), Айтматов И.Т.(Кыргызстан), Кожоголов К.Ч. (Кыргызстан), Абдраимов Э.С. (Кыргызстан), Масанов Ж.К. (Казахстан), Баймухаметов А.А. (Казахстан), Куралбаев З.К. (Казахстан), Нуржумаев О.Н. (Казахстан), Калтаев А.Ж. (Казахстан), Алексеева Л.А. (Казахстан), Телтаев Б.Б. (Казахстан), Ахмедов Д.Ш. (Казахстан), Байгунчечков Ж.Ж. (Казахстан), Жантаев Ж.Ш. профессор (Казахстан), Кыдырбекулы А.Б. (Казахстан), Ракишева З.Б.(Казахстан), Иванов К.С. (Казахстан), Мыркалыков Ж.У. (Казахстан), Кошеков К.Т. (Казахстан), Амиргалиев Е.Н. (Казахстан), Арсланов М.З. (Казахстан), Бияшев Р.Г. (Казахстан), Нысанбаева С.Е. (Казахстан), Пак И.Т. (Казахстан), Самигулина Г.А. (Казахстан), Утепбергенов И.Т. (Казахстан), Кудайкулов А.К. (Казахстан), Ташев А.А. (Казахстан), Тультаев Б.Т. (Казахстан)

## **ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ**

Тулешов А.К. (председатель), Медиева Г.А. (зам. председателя), Джомартов А.А. (зам. председателя), Мамырбаев О.Ж. (зам. председателя), Мадалиев Т.Б. (ответственный секретарь), Темирбеков Е.С., Ожикенов К.А., Дракунов Ю.М., Джамалов Н.К., Алимжанов А.М., Баймахан Р.Б., Бисембаев К.Б., Закирьянова Г.К., Кайым Т.Т., Кудайкулов А.К., Сейдахмет А.Ж., Уалиев З.Г.

## ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦИИ

1. Механика деформируемого твёрдого тела.
  2. Механика жидкости, газа и плазмы.
  3. Механика горных пород, грунтов и сыпучих сред.
  4. Механика новых материалов и конструкций.
  5. Колебания и волны в механических системах.
  6. Динамика, прочность и надёжность машин и роботов.
  7. Проектирование механизмов, мехатронных и робототехнических систем.
  8. Цифровые технологии в машиностроении и робототехнике.
  9. Информационные технологии и информационная безопасность
  10. Инжиниринг и технологии образования.
- Теоретическая механика

**Уважаемые участники Международной научно-практической конференции  
«Актуальные проблемы информатики, механики и робототехники.  
Цифровые технологии в машиностроении» !**

Мы с вами живём в непростое, но очень интересное время. Идут и грядут глобальные перемены в самой модели мира, в коренных подходах к дальнейшему развитию стран и всего человечества.

Эти перемены затронули и наше Отечество – суверенный Казахстан, за годы независимости построивший новую государственность, открытую и успешную экономику, завоевавший высокий авторитет на мировой арене.

Сегодня Ел Басы Н.А.Назарбаев перед нашей страной ставит новые принципиальные задачи, призванные обеспечить её устойчивое развитие в динамично меняющемся мире. Глава Государства отметил, что Казахстан должен войти в число 30-ти самых развитых стран мира. Основным вектором в этом направлении должна стать – наука, инновация и современные технологии.

Ключевой отраслью любой индустриально развитой страны является – **машиностроение**. Как показывает опыт многих стран, характеристика современного машиностроения определяются уровнем применения цифровой технологии, автоматизацией и роботизацией технологических процессов в производстве. Сегодня машиностроение таких стран, как США, Германия, Япония, Китай находится на уровне технологии «Индустрии 4.0», тогда как машиностроение Казахстана – на уровне «Индустрии 2.0». Этот уровень отражается также в ВВП страны, например доля продукции машиностроительного комплекса в ВВП страны – 0,9%, а в общем объеме продукции обрабатывающих отраслей – 10,7%. Эти показатели в целом характеризуют нынешнее состояние данной отрасли. Это – высокая доля морально и физически устаревших машин и оборудования; малая доля импортозамещения в отрасли, слабая инновационная активность, недостаток кадров, пассивность малого и среднего бизнеса и многое другое.

В этой связи, отмечаю высокую актуальность сегодняшней конференции, организованной Национальной инженерной академией РК, Институтом механики и машиноведения имени академика У.А.Джолдасбекова и Институтом информационной и компьютерной технологии МОН РК. Тематика конференции охватывает самые перспективные направления машиностроения, цифровых технологий и других отраслей от которых требуется прорывные разработки и конструктивные решения.

Я уверен, что участникам конференции представится возможность обсудить мировые достижения, проблемы и перспективы развития механики, робототехники и машиноведения. Надеюсь, все это позволит вывести данную отрасль на качественно новый уровень развития, разработать и внедрить более эффективные производственные технологии и внести достойный вклад в социально-экономическое развитие страны.

Желаю всем участникам конференции полезных обсуждений и плодотворной работы !

**Бакытжан Жумагулов,**  
депутат Сената Парламента РК,  
академик НАН РК, президент НИА РК



## МАСАНОВ ЖАЙЛАУ КАБЫЛБЕКОВИЧ

(к 80-летию со дня рождения)



Масанов Жайлау Кабылбекович родился 14 июня 1938 г. в селе Шаульдер Отрарского района Южно-Казахстанской области в семье служащего. В 1946 – 1956 гг. учился в 11-ти школах различных районов этой области; окончил среднюю школу им. Ленина в с. Шорнак Фрунзенского (ныне Туркестанского) района с золотой медалью. В том же году поступил на механико-математический факультет Казахского государственного университета им. С.М.

Кирова. Окончил его по специальности - математика и получил квалификацию - математик-вычислитель. В 1961 году как молодой специалист по вычислительной математике был направлен в Сектор математики и механики Академии наук Казахской ССР (с 1965 года Институт). С этого времени вся его трудовая деятельность связана с Национальной Академией Наук Республики Казахстан. Он начал заниматься научной работой под руководством академика Ж.С. Ержанова, был его аспирантом и досрочно защитил кандидатскую диссертацию (1969 г.) в содружестве академика Ш.М. Айталиева. Они были консультантами в его докторской диссертации (1991). С 1992 года он является профессором, в 1993 году избран академиком Международной Академии Транспорта (ныне Академия Транспорта Российской Федерации). Работая в Институтах математики и механики (1965-1976, 1986-1991), сейсмологии (1976-1986) и механики и машиноведения (он является первым, защитившим докторскую диссертацию), занимал различные инженерные и научные должности до заведующего лабораторией.

С 1992 года его научно-педагогическая деятельность непрерывно связана с Академией Транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева, где в течение почти полутора десятилетия он занимал должности зав. кафедрами прикладной математики, информатики, высшей математики и механики и детали машин.

Профессор Ж.К. Масанов активно работает в Казахстанской школе механиков и является ведущим специалистом в области механики деформируемого твердого тела, горных пород, теории механизмов и машин, а также их численным методам. Он внес заметный вклад в теоретическую разработку механико-математических моделей упруго-вязко-пластических горных пород из неоднородных анизотропных слоев. На их основе созданы теоретические основы исследований устойчивости и прочности разноориентированных наземных, подземных и морских (типа морских платформ) сооружений в условиях статических, квазистатических, динамических и температурных внешних воздействий.

Квазистатическая теория сейсмостойкости подземных сооружений в анизотропном слоистом массиве, разработанная с непосредственным участием Ж.К. Масанова, признана научной общественностью.

Фундаментальные выводы его исследований, полученные с применением современных строгих и численных методов (конечно-разностных, характеристик, конечных и граничных элементов), вошли в учебники, в методические документы и использованы при экспертизе сейсмостойкости запроектированных перегонных и станционных тоннелей Алматинского метрополитена.

В научном плане важны теоретические результаты, полученные Ж.К. Масановым с учениками, по дифракции упругих стационарных волн на некруговых полостях произвольной глубины заложения в анизотропном массиве и по анализу их устойчивости при антиплоской деформации.

Одним из важных научных направлений профессора Ж.К. Масанова является машиноведение, где он со своими учениками систематически и целенаправленно ведет исследования строгими и численными методами механики деформируемого тела работоспособности плоских и пространственных механизмов и машин (МиМ) конструкции на базе механизмов высших классов академика У.А. Джолдасбекова при геометрических и физических линейных и нелинейных деформациях материалов звеньев. Предложены способы установления закономерностей распространения кинематических и силовых параметров в упругих элементах трехмерных

механизмов и машин с разными кинематическими парами при их работе в режиме квазистатики, динамики и действий статических, переменных сил и сил трения. Установлены их критерии квазистатической и динамической устойчивости и форм потери с геометрически и физически нелинейными звеньями. Под его руководством разработаны и создаются новые комплексы объектно-ориентированных пакетов прикладных программ для ПЭВМ по численному решению классов пространственных квазистатических и динамических задач по устойчивости и НДС МиМ при произвольных внешних нагрузках.

Значительны результаты научных работ профессора Ж.К. Масанова в области экспериментальных исследований физико-механических свойств горных пород побережья и дна Каспия и установления закономерности их деформирования; механические модели в зависимости от степени влажности и неоднородности строения и на ее основе проведен комплекс исследовательских работ по статической квазистатической, сейсмической упруго-вязкой устойчивости различных прибрежных объектов типа «анизотропные системы плита-основание, фундаменты – основание» и т.д. Ж.К. Масанов внес весомый вклад в теоретическую разработку устойчивости морских платформ Каспия из упругих стержневых систем на упруго-ползучем анизотропном слоистом массиве; он предложил методическую основу исследования и анализа напряженного и деформируемого состояния пространственных сооружений с деформируемым основанием от действия волн, течения и ветровых нагрузок произвольной интенсивности современными численными методами механики деформируемого тела.

Профессор Ж.К. Масанов является автором более 280 научных работ, сообщений и 8 монографий, опубликованных в Международных (Россия, Республика Кыргызстан, Узбекистан, Италия, Англия, Бангкок и т.д.) и Республиканских периодических журналах и изданиях. В монографиях «Устойчивость горизонтальных выработок в наклонно-слоистом массиве». (Алма-Ата, 1971), «Сеймонапряженное состояние подземных сооружений в анизотропном слоистом массиве» (Алматы, 1980), «Устойчивость техногенных сооружений Забайкальского Севера» (Новосибирск,

1988), «Анализ сил и колебаний конструкций механизмов высших классов пространственной топологии» (Алматы, 1996), (монографии - в соавторстве) и других отражены итоги определенных этапов его исследований по научным направлениям. Некоторые из них написаны в соавторстве с выдающимися учеными механиками страны академиками Ж.С. Ержановым, У.А. Джолдасбековым и Ш.М. Айтиалиевым.

Профессор Ж.К. Масанов вносит значительный вклад в подготовку высококвалифицированных научных кадров: под его руководством подготовлено семь докторов и более 22 кандидатов наук, в том числе из дальнего зарубежья.

Его ученики работают в вузах Алматы, Астаны, Актау, Атырау, Туркестан, Жетысай и др., некоторые из них за рубежом. Он был членом, председателем экспертного совета, является членом Президиума Комитета по контролю в сфере образования и науки МОН РК. Участвовал в аттестации различных вузов страны в составе Госкомиссии МОН РК.

Ж.К. Масанов принимает активное участие в качественном выпуске периодических научных журналов страны. Он длительное время работал ответственным секретарем журнала «Известия АН КазССР. Серия физико-математическая» (1976-1989). Является зам. главного редактора специализированного научного журнала «Механика и машиноведение (МиМ)», членом редколлегии «Вестник КазАТК», «Поиск» и «Механика и моделирование технологических процессов» (Тараз).

Профессор Ж.К. Масанов успешно сочетает педагогическую деятельность с научной работой: он является профессором КазАТК им. М.Тынышпаева, возглавляет лабораторию в Институте механики и машиноведения им. У.А. Джолдасбекова. Читал спецкурсы в КазГУ им. Аль-Фараби, КазНТУ им К.Сатпаева, ЖенПИ, МКТУ им. Х.А. Яссауи, тесно сотрудничает с Актауским университетом им. Ш. Есенова и др.

Женат, имеет двух детей. Сын работает в Сибирском Отделении РАН (г. Новосибирск), дочь - кандидат физико-математических наук, доцент Казахского энергетического института и связи.

## ТЕМИРБЕКОВ ЕРБОЛ САДУАХАСОВИЧ

(к 60-летию со дня рождения)



10 августа 2017 года исполнилось 60 лет Темирбекову Ерболу Садуахасовичу – доктору технических наук, профессору.

Е.С.Темирбеков окончил факультет механики и прикладной математики, очную аспирантуру Института математики и механики (ИММ) АН КазССР.

Доктор технических наук по специальности 05.02.18 – теория механизмов и машин (ТММ). Защитил в 1986г. кандидатскую диссертацию «Компьютерный синтез прямолинейно-направляющих механизмов III класса с изменяемым замкнутым контуром», КазГУ им.Кирова С.М. В 1996г. защитил докторскую диссертацию «Кинематическое и силовое исследование механизмов высоких классов с учетом упругости звеньев», ИММаш НАН КазССР.

1980 г.- инженер института математики и механики ИММ АН КазССР, 1982-1985гг. - аспирант, там же. 1986 – 2000гг. старший научный сотрудник, заведующий лабораторией, заместитель директора ИММаш НАН РК, директор республиканского научно-производственного центра «Машиностроение» ИА РК. 2000г. - зам. ген. директора МНТЦ «Машиностроение» МИИТ РК.

С 1 сентября 2000г. по август 2008г. доцент, профессор, заведующий кафедрой «Механика» Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, г. Астана. С августа 2008г. - проректор по научной работе и международным связям Каспийского общественного университета (г. Алматы). С 2010г. по 2017 г. профессор кафедры «Инженерная графика и прикладная механика» алматинского технологического университета. Вел на государственном и русском языках курсы лекций по дисциплинам

«Теоретическая механика», «Сопроотивление материалов», «Теория механизмов и машин», на русском языке: «Теория упругости», «Алгебра и геометрия», «Математический анализ», спецкурсы «Анализ и синтез рычажных механизмов», «Метод конечных элементов», «Теория удара», руководил дипломными работами. С января 2017г. по январь 2018г. - руководитель отдела коммерциализации ИММаш КН МОН РК.

В настоящее время профессор кафедры «Механика» Казахского национального университета им. аль-Фараби. Издал четыре учебных пособия на английском языке и подготовил лекции и практические занятия на английском языке по курсу «Теоретическая механика» (статика, кинематика и динамика).

Е.С.Темирбеков - автор пяти монографий, более 150 научных публикаций, более 10 учебных пособий (в том числе 6 из них рекомендованы Республиканским учебно-методическим советом (РУМС) МОН Республики Казахстан), более 10 запатентованных изобретений.

Согласно генерального рейтинга вошел в Топ-50 лучших преподавателей вузов РК Независимого агентства аккредитации и рейтинга (НААР) (Казахстанская правда, 18 мая 2016 года).

Обладатель международного гранта «ДААД» (1995г., Германия), гранта «Лучший преподаватель» МОН РК за 2007г. Стипендиат МОН РК за выдающиеся достижения в науке РК (2005-2007гг.).

Более десяти лет участвовал в фундаментальных и прикладных исследованиях МОН РК, последний из них - в Программе ФИ МОН РК 01.01.2012 г.-31.12.2014г. (руководитель проекта). Сейчас участвую как ГНС в грантовом проекте ИРН AP05135609 «Разработка теоретической основы движения тела по комбинированной траектории непрерывной кривизны» (03.01.2018г-31.12.2020г), а также как ведущий менеджер в проекте по коммерциализации «Создание опытного производства и технологии разработки мобильных роботов с подъемником для автоматизации погрузочно-разгрузочных и транспортных операций» (03.01.2017г-31.12.2021г).

В 2009г. стажировался в США (Colorado State University), в 2011г. участвовал в Международном конгрессе по механике (июль, г. Лондон, Англия), в 10 Российском съезде механиков (август, г. Нижний Новгород, РФ), в 2012 году участвовал в международных конференциях по механике: в г. Токио (Япония) и Сингапуре, 2013 год - в Лиссабоне (Португалия); в 2014 году - в Барселоне (Испания).

Имеет публикации в базах данных Web of Science, Scopus и индекс Хирша.

## ТУЛЕШОВ АМАНДЫК КУАТОВИЧ

(к 60-летию со дня рождения)

Доктор технических наук (1999), профессор (2002), академик Международной инженерной академии и Национальной инженерной академии РК, вице президент Национальной инженерной академии РК, председатель Национального комитета по теоретической и прикладной механике НАН РК, генеральный директор Института механики и машиноведения Комитета науки МОН РК.



Тулешов Амандык Куатович родился 20 января 1958 года в селе Енбек, шал-Акынского района Северо-Казахстанской области (далее СКО). С 1965 года до 7 класса учился в Аксуйской восьмилетней школе совхоза имени 50-летия ВЛКСМ Сергеевского района СКО. В связи с переездом в село Актас, Московского района СКО, окончил Булакскую среднюю школу в 1975 году. Работал учителем математики и физики в Актасской восьмилетней школе. С 1976 по 1978 годы служил в ракетных войсках Советской Армии.

1978 году поступил в факультет механики и прикладной математики КазГУ им Кирова г Алматы. В 1984 году окончил с отличием университет и поступил в аспирантуру под руководством академика У.А.Джолдасбекова и доцента М.М.Молдабекова. С 1987 года работал ведущим инженером, доцентом, затем профессором кафедры механики. В 1989 году защитил кандидатскую диссертацию по теме «Разработка и исследование системы стабилизации противонапряжений проволоки в многократных прямоточных волочильных станах». С 1996 года занимал должность заместителя проректора по научной работе и начальника научно-исследовательской части Казахского национального университета им. аль-Фараби. В 1999 году защитил докторскую диссертацию на тему «Динамика механизмов высоких классов с учетом сил трения, упругости звеньев и избыточных связей» на стыке двух специальностей: 05.02.18- по теории механизмов и машин и 01.02.06 -динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры.

За всю свою трудовую деятельность, Тулешов А.К. занимал высокопоставленные должности, такие как главный ученый секретарь Президиума, и.о.президента и вице президент Национальной инженерной академии РК, первый проректор Северо-Казахстанского государственного университета имени М. Козыбаева, заместитель председателя Комитета наук МОН РК, президент АО «Фонд науки».

С 2016 года является генеральным директором Института механики и машиноведения имени академика У.А.Джолдасбекова КН МОН РК. Под его руководством Институт активно участвует в научной и инженерной жизни Казахстана.

*Награды Тулешова А.К.:*

- Объявлена благодарность Президента Республики Казахстан
- Награжден медалью 20-лет Конституции Республики Казахстан
- Награжден медалью 25-лет Независимости Республики Казахстан
- Присвоено звание «Почетный работник образования Республики Казахстан».
- Награжден нагрудным знаком «За заслуги развития науки Республики Казахстан».
- Присвоено звание «Почетный инженер Казахстана».
- Присвоено звание «Лучший автор» Ассоциации вузов Казахстана.

*Международное признание:*

- Почетной грамотой и медалью Института машиноведения Российской академии наук
- Золотой медалью Международной инженерной академии за развитие международного сотрудничества в сфере науки и образования.
- Медалью «Инженерная доблесть» Международной инженерной академии(Москва)
- Серебряной медалью имени А.М.Подгорного Инженерной академии Украины

- Золотой медалью «Выдающийся инженер года Удмуртской Республики».

А.К. Тулешов – известный ученый-механик в области теории механизмов и машин, робототехники, методов математического моделирования кинематики и динамики рычажных механизмов высоких классов, поточных многодвигательных машин-агрегатов и практики по совершенствованию узлов и механизмов технологических систем и машин. А. К. Тулешовым опубликованы более 200 научных работ, из них 3 учебных пособия, 8 монографий, 14 патентов, из них 10 патентов Республики Казахстан и 2 авторских свидетельства СССР на изобретения, 3 иностранных и европейских патентов. Имеет 6 публикаций в международных журналах с высоким импакт-фактором. Под его научным руководством были защищены 15 кандидатских и 3 докторские диссертации, он ведет подготовку 4 докторантов по программе PhD-докторантуры.

## КОМПЛЕКСНОЕ ПОВЕРХНОСТНОЕ УПРОЧНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ ИЗ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ

Абдилова Р.Д. <sup>1</sup>, Сейткулов А.Р. <sup>2</sup>, Сакенова А.М. <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт механики и машиноведения им. У.А. Джолдасбекова, г.Алматы,  
Казахстан

(E-mail: raushan.abdirova@mail.ru)

<sup>2</sup> КазНИТУ им. К.И. Сатпаева, г.Алматы, Казахстан

(E-mail: sam2810@mail.ru)

В работе исследуется повышение стойкости быстрорежущей стали Р6М5 при использовании комбинированной обработки включающей в себя ионное азотирование, модифицирование поверхности электронно-лучевым легированием и нанесение износостойкого покрытия [1]. Комбинированная обработка быстрорежущей стали, включающая азотирование с последующим нанесением износостойкого покрытия в едином технологическом процессе проводилась на установке «СТАНКИН-АПП-2» с использованием двухступенчатого вакуумно-дугового разряда.

Двухступенчатый вакуумно-дуговой разряд (ДВДР) представляет собой разряд, в котором положительный столб дуги разделён на две ступени, первая из которых представляет собой вакуумную дугу с холодным катодом, а вторая ступень – положительный столб дугового разряда в плазме рабочего газа низкого давления. Вакуумная плазма ДВДР может быть использована для целого ряда плазменных процессов: ионная очистка поверхности (рисунок 1).

При азотировании образцы устанавливали на вращающуюся оснастку и с помощью насосов создавали в камере вакуум 0,005 Па. Очистку и прогрев образцов проводили в режиме ДВДР в атмосфере аргона при давлении 0,1 Па, тока дуги 70 А, напряжении смещения – 400 В до соответствующей температуры. Азотирование реализовывали в режиме ДВДР [2].

Проведенное исследование по изнашиванию пластин из стали Р6М5 показали, что электронно-лучевое легирование в сочетании с операцией нанесения износостойкого покрытия может оказывать существенное влияние на процесс изнашивания инструмента.

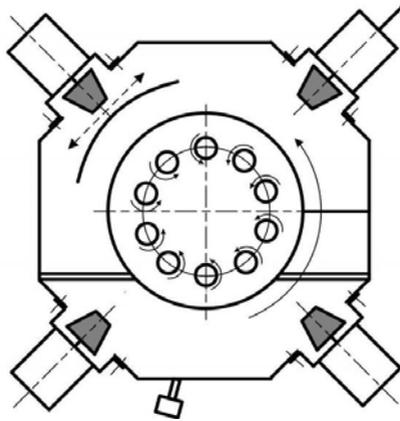


Рисунок 1 - Внутрикамерное устройство установки «СТАНКИН АПІ-2»

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Макаров А. Д. Износ и стойкость режущих инструментов. - М.: Машиностроение /1978- 264 с.

[2] Лоладзе, Т. Н. Прочность и износостойкость режущего инструмента.-М.: Машиностроение / 1982.- 320 с.

# К ВЫБОРУ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ УДАРНЫХ МАШИН НА ОСНОВЕ СХЕМ МПС С. АБДРАИМОВА С НАИБОЛЬШИМ ОСНОВАНИЕМ

Абдраимов Э.С.<sup>1</sup>, Бакиров Б.Б.<sup>1,2</sup>, Шадиев М.И.<sup>1</sup>, Абдураимов А.Е.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Институт машиноведения НАН КР, г.Бишкек, Кыргызстан (bakirov.57@list.ru)

<sup>2</sup> Международный Университет Инновационных Технологий, г.Бишкек, Кыргызстан

<sup>3</sup> Институт механики и машиноведения им. У.А.Джолдасбекова, г.Алматы, Казахстан

В работе рассматривается три разновидности схем С.Абдраимова с наибольшим основанием: а) -  $l_1 < l_2 = l_3 < l_0$ ; б) -  $l_1 < l_2 < l_3 < l_0$ ; в) -  $l_1 < l_3 < l_2 < l_0$

Выявлены качественные изменения кинематических параметров в зависимости от угла поворота кривошипа  $\varphi_1$  при различных значениях параметра  $a(l_0/l_1)$  - отношения длины основания к длине кривошипа.

Получена зависимость изменения реакций в кинематических парах и опорах звеньев и энергетические показатели ударных машин как: энергию удара, частоту ударов и ударную мощность от параметра  $a$ .

На основе сравнительного анализа разновидностей схем установлена наиболее рациональная схема, которая обеспечивает наилучшую эффективность и работоспособность ударных машин.

Выделены и рекомендованы схемы с рациональными кинематическими и силовыми параметрами для создания ударных машин. Определены области их применения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Абдраимов, С., Джуматаев М.С. Шарнирно-рычажные механизмы переменной структуры – Бишкек: «Илим», -1993. -177 с.

2. Бакиров, Б. Выбор рациональных схем и параметров кривошипно-коромысловых механизмов переменной структуры для ударных машин с наибольшей длиной основания. Санкт-Петербург, 2008, с.78-81.

3. Бакиров, Б. Определение функции положения и кинематические передаточные функции различных схем для ударных механизмов переменной структуры с наибольшей длиной основания. Алматы, 2009, с 410-413.

4. Бакиров, Б., Алиев С.С. Кинематический анализ схем ударных механизмов переменной структуры с наибольшим основанием. Бишкек, 2009 г. с. 162-165.

5. Бакиров, Б. Закономерности изменения сил реакций в кинематических парах схем С.Абдраимова с наибольшим основанием. ОшТУ, выпуск 2, Ош, 2015 г. с. 115-119.

6. Пакирдинов Р.Р. Разработка и создание ручных грунтоуплотняющих машин на основе механизма переменной структуры. Бишкек-2008 г. с.1-17

# КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЧНЫЙ АВТОМАТ

Абдрахман Э.Н.

РГП на ПХВ «Институт механики и машиноведения им.академика  
У.А.Джолдасбекова» (E-mail: abdrahman.aygerim@gmail.com)

Кузнечно-штамповочный автомат – кузнечная машина для штамповки изделий из проволоки, прутка, ленты, полосового материала и др. Все движения исполнительных органов кузнечно-штамповочного автомата совершаются взаимосогласованно в автоматическом цикле. Подача материала или заготовок осуществляется также автоматически без участия рабочего.

Кузнечно-штамповочные автоматы подразделяются на группы:

- для холодной объёмной штамповки (в т. ч. холодно-высадочные);
- для горячей штамповки;
- обрезающие (обрезной пресс);
- для повторной высадки;
- резьбонакатные автоматы;
- листоштамповочные автоматы;
- гвоздильные автоматы;
- пружинонавивочные станки (в т. ч. для изготовления пружинных шайб);
- цепеделательные автоматы;
- универсально-гибочные автоматы;
- различные специальные и специализированные автоматы.

Кривошипный пресс используется для штамповки разнообразных деталей. Это установка, имеющая механизм кривошипно-ползунного вида. Движение вращательного привода преобразуется в поступательное движение ползуна, благодаря чему функционирует пресс.

Рабочим инструментом данного прессы является штамп. В своем составе он имеет две части: подвижную (прикрепляется к ползуну устройства) и неподвижную (монтируется к столу). За один оборот шатуном прессы осуществляется полный ход. В

этот момент производится штамповка (ползун движется вперед). Усилие прессы создается благодаря крутящему моменту. В свою очередь, крутящий момент становится возможным за счет электропривода. Привод состоит из двигателя, зубчатой понижающей передачи, тормозов, муфты включения и маховика. Электродвигатель вращает маховик, а за счет инерционной силы на кривошипном валу создается крутящий момент.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Сафонов А.В., Власов А.В., Ступников В.П. Энергетические и динамические расчеты кузнечно-штамповочных машин. -М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 1996.

[2] Зимин А.И. Машины и автоматы кузнечно-штамповочного производства. Молоты. М.: Машгиз, 1953. - 456 с.

## **МОДЕЛИ ОЦЕНКИ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ МАССИВА ВБЛИЗИ ВЫРАБОТОК ПРИ КОМБИНИРОВАННОЙ РАЗРАБОТКЕ**

**Абдылдаев Э.К.**

КазНУ им. аль-Фараби, кафедра «Механики», д-р техн. наук, проф., Казахстан  
([abderkinbek@mail.ru](mailto:abderkinbek@mail.ru))

Особенностью развития горных работ при комбинированной разработке месторождений является многократное возмущение напряженно-деформированного состояния пород одних и тех же участков массива подземными и открытыми выработками. В результате этого изменение физико-механических свойств пород и их структурного и напряженного состояния, приводит к деформированию и нарушению устойчивости откосов. В работе даны обоснование математической модели оценки напряженно-деформированного состояния породного массива вблизи выработок в условиях комбинированной разработки месторождений, с учетом неупругих деформаций горных пород. В результате проведенных исследований в моделях установлены 5 характерных зон: зона упругости I; зона пластического течения II; зоны одноосного и двухосного разрушения III – V. Причем, для модели разупрочняющейся и разрыхляющейся среда в зоне II на участках снижения прочности происходит разрыхление, а в области остаточной прочности необратимая составляющая изменения объема остается постоянной. В целом значения напряжений в выделенных зонах определяется использованием семейств линеаризованных графиков зависимостей. Главным моментом при решении практических задач геомеханики является оценка устойчивости обнажений породного «массива». В работе сформулирован критерий, позволявший оценить устойчивость (открытых, подземных или комбинированных) горных выработок. Суть предложенного критерия заключается в том, что первоначально с помощью выделенных, на моделях характерных зон (предельного состояния, разупрочнения, полного разрушения) определяется размера и формы области неупругих деформа-

ций. Затем в каждом элементе выделенной, области массива в ходе решения задачи строятся изолинии:  $\omega = \tau_{\beta}^n - \tau_{\beta}$  где индекс  $\beta$  означает угол между нормалью  $N$  к площадке и направлением напряжений  $\sigma_1$ ;  $\tau_{\beta}^n$  - предельные касательные напряжения на площадке, определяемые по паспорту прочности;  $\tau_{\beta}$  - расчетные значения, полученные при решения задачи методом конечных элементов. После этого на изолинии минимальной величины  $\omega$  по предложенной формуле определяем коэффициент устойчивости  $k$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Абдылдаев Э.К. (2011) Метод конечных элементов при решении прикладных задач: Учебное пособие. Алматы.: Полиграфия-сервис. ISBN 9965-9243-7-6

# ЗАДАЧА ДИНАМИКИ ТЕРМОУПРУГОГО ПОЛУПРОСТРАНСТВА ПРИ ДЕЙСТВИИ ИМПУЛЬСНЫХ СОСРЕДОТОЧЕННЫХ И РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ ВОЗМУЩЕНИЙ И ЕЕ РЕШЕНИЕ

Алексеева Л.А. <sup>1</sup>, Алипова Б.Н. <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт математики и математического моделирования, г. Алматы, Казахстан  
(E-mail: alexeeva47@mail.ru)

<sup>2</sup> Международный университет информационных технологий, г. Алматы, Казахстан  
(E-mail: b.alipova@iitu.kz)

Исследована проблема динамики термоупругого полупространства с импульсным и концентрированным источником энергии с использованием модели связанной термоупругости. Задача динамики термоупругого полупространства с импульсным и концентрированным источником энергии и ее решение рассматриваются для тензора Грина в пространстве преобразований Лапласа во времени. Тензор Грина описывает смещения среды под действием импульсной концентрированной мощности и тепловых источников. Построено обобщенное решение задачи динамики термоупругого полупространства со свободной границей под действием произвольных массовых сил и произвольных тепловых источников.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] V. Novacki. Dynamical problems of thermoelasticity, Moscow: Mir - 1970. - 256 p.
- [2] V.D. Kupradze, T.G. Gegelia, M.O. Bacheleishvili, T.V. Burchuladze, 3D problems of mathematical theory of elasticity and thermoelasticity, Moscow: Nauka.- 1976. - 664 p.
- [3] B.N. Alipova, L.A. Alexeyeva, A.N. Dadayeva. Shock waves as generalized solutions of thermoelastodynamics equations. On the uniqueness of boundary value problems solutions, AIP Conference Proceedings, ICNPAA 2016 World Congress 11th International Conference on Mathematical Problems in Engineering, Aerospace and Sciences, July 4-8, 2016, La Rochelle, France, AIP, <http://dx.doi.org/10.1063/1.4765466>, Citation: 1798, 020003 (2017)
- [4] L.A. Alexeyeva, B.N. Kupesova (Alipova), Method of generalized functions in boundary-valued problems of coupled thermoelastodynamics, Applied Mathematics and Mechanics. - 2001. - Т.65.- No 2. - pp.334-345.

*Работа выполнена по проекту № AP05135494 по бюджетной программе 217 «Развитие науки» подпрограмме 102 «Грантовое финансирование научных исследований»*

## МЕТОД ОБОБЩЕННЫХ ФУНКЦИЙ В ЗАДАЧАХ ДИНАМИКИ ТЕРМОУПРУГИХ СТЕРЖНЕЙ

<sup>1</sup>Алексеева Л.А., <sup>2</sup>Ахметжанова М.М., <sup>3</sup>Дадаева А.Н., <sup>4</sup>Айниеева Н.Ж.  
<sup>[1,2]</sup> Институт механики и машиноведения им. У.А. Джолдасбекова, г.Алматы,  
Казахстан (E-mail: [alexeeva@math.kz](mailto:alexeeva@math.kz), [akh.makpal@mail.ru](mailto:akh.makpal@mail.ru))  
<sup>[3,4]</sup> Институт математики и математического моделирования  
г.Алматы, Казахстан  
(E-mail: [dady1262@mail.ru](mailto:dady1262@mail.ru))

Стержневые конструкции широко используются в машиностроении в качестве соединительных и передаточных звеньев для конструктивных элементов самых разных машин и механизмов. В процессе эксплуатации они подвергаются переменным механическим и термическим воздействиям, которые создают сложное напряженно-деформированное состояние в конструктивных элементах, зависящее от их температуры, и влияющее на их прочность и надежность. Поэтому определение термонапряженного состояния стержневых конструкций с учетом их механических свойств (в частности, упругости и теплопроводности) относится к числу актуальных научно-технических проблем.

При изучении термодинамических процессов в конструкциях обычно используются уравнения *несвязанной термоупругости* [1]. В этой модели вначале решается температурная задача определения температурного поля без учета деформации среды, что сводится к построению решения краевых задач для уравнения теплопроводности. После определения температурного поля, решается задача динамики термоупругой среды, в которой в уравнения упругой среды вводится градиент уже известного температурного поля как массовая сила. Эта модель хорошо описывает процессы при малых скоростях деформаций и совершенно непригодна для описания быстрых динамических процессов.

Для исследования динамики термоупругого стержня при высокоскоростных нагружениях, что характерно для машиностроительных конструкций, следует с использовать модель *связанной термоупругости* [1]. В этом случае в уравнение теплопроводности входит дивергенция скорости движения материальных точек среды, а в уравнения упругости - градиент температуры. Это связывает

уравнения в единую систему, которую надо решать совместно, не разделяя температурное поле и термоупругие деформации. Число работ, посвященных решению динамических краевых задач термоупругости с учетом упругих деформаций для температурного поля очень невелико и они носят в основном теоретический характер.

Здесь с использованием моделей связанной и несвязанной термоупругости на основе теории обобщенных функций разработан универсальный метод решения прямых и обратных краевых задач термоупругости для определения термонапряженного состояния стержневых конструкций. Рассмотрены прямые и обратные краевые задачи при периодических и ударных динамических и тепловых воздействиях и доказана единственность их решений с учетом ударных волн [2]. На основе Метода Обобщенных функций (МОФ) и разработан универсальный метод их решения, основные идеи которого изложены в [3-7]. Выполнена компьютерная реализация решений ряда прямых и двух полуобратных краевых задач колебаний термоупругого стержня. Проведены численные эксперименты по определению напряженно-деформированного состояния стержня при сосредоточенных периодических тепловых и силовых воздействиях.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Новацкий В. Теория упругости. Москва: «Мир».-1975.-872с.
- [2] Alexeyeva L.A., Alipova B.N., Dadayeva A.N. Shock waves as generalized solutions of thermoelasto-dynamics equations. On the uniqueness of boundary value problems solutions// American Institute of Physics Conference Proceeding. – 2017. – V. 1798, 020003-1-020003-8; doi: 10.1063/1.4972595
- [3] Алексеева Л.А. Стационарные краевые задачи динамики термоупругих стержней// Известия НАН РК. Серия физико-математическая. -2014.-№3. - С.144-152.
- [4] Алексеева Л.А., Ахметжанова М.М.. Фундаментальные и обобщенные решения уравнений динамики термоупругих стержней. 1. Стационарные колебания// Математический журнал. Алматы.-2014. -№2(52).-С.5-20.
- [5] Алексеева Л.А., Ахметжанова М.М.. Фундаментальные и обобщенные решения уравнений динамики термоупругих стержней. 2. Стационарные краевые задачи// Математический журнал.-Т.15 (2015).-№3. -С.5-20
- [6] Alexeyeva L. A., Ahmetzhanova M. M. Stationary oscillations of thermoelastic rod under action of external disturbances// Global Journal of Engineering Science and Research Management. -2018.-V.5.-№2.-P.33-43. -doi: 0.5281/zenodo. 1186513 (IF= 3.799)
- [7] Алексеева Л.А., Дадаева А.Н., Айнакеева Н.Ж. Фундаментальные решения уравнений динамики термоупругих стержней// Вестник КазНУ.- Алматы.-2018.-№ 4.

***Работа выполнена по проекту № AP05135494 по бюджетной программе 217 «Развитие науки» подпрограмме 102 «Грантовое финансирование научных исследований»***

# DEVELOPMENT OF AUTOMATIC MICROCLIMATE CONTROL SYSTEMS IN UNDERGROUND THERMOS GREENHOUSES

Alimbayev Ch.A. <sup>1</sup>, Ozhikenov K.A. <sup>1</sup>, Mukazhanov E.B. <sup>2</sup>

<sup>1</sup>KazNRTU after K.I.Satpaev, Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup>ZhSU named after I.Zhansugurov, Taldykorgan, Kazakhstan

(E-mail: [chingiz\\_kopa@mail.ru](mailto:chingiz_kopa@mail.ru))

In order to achieve optimal plant growth and maximize the yield, microclimate in greenhouses should be closely monitored by an advanced mechatronic system. According to the intrinsic greenhouse features, the setting and tuning of greenhouse climate controllers is by no means an easy or standard procedure. A large number of greenhouse controller settings makes it difficult to foresee its influence on the results and the costs involved. The dynamic behavior of the greenhouse microclimate is a combination of physical processes involving energy transfer (radiation and heat) and mass balance (water vapor fluctuation and CO<sub>2</sub> concentration). These processes depend on the environmental conditions, structure of the greenhouse, type and state of the crop, and on the effect of the control actuators [1].

Automatic control system monitors:

- inside the greenhouse (soil and air temperature, relative humidity, carbon dioxide concentrations, electrical conductivity and soil moisture)
- outside the greenhouse (temperature, relative humidity, solar radiation, wind speed, wind direction and rainfall rate)
- equipment (pipe temperature, vents and curtains position)

Each microclimate parameter should be maintained at optimal level, which is determined by a type and state of the crop [2]. Location and sensor numbers depend on the structure and dimensions of the greenhouse. The sensors should be placed at plant level in the greenhouse. Climate in the greenhouse is controlled by:

- heating system
- ventilation and fogging system
- lighting and shading system

- fertigation system
- CO<sub>2</sub> injection system.

#### REFERENCES

[1] Lala, H.R., Nacer, K. M. and Jean-Francois B.: Micro-climate optimal control for an experimental Greenhouse Automation.

[2] Momirović, N., Vasić, B., Raičević, D. and Oljača M.: Technical systems for micro-climate control in greenhouses, Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture, Universities in Belgrade, Institute of Agricultural Engineering, No.4, 2007.

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОДЗЕМНЫХ ОПОРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В НАКЛОННЫХ ГОРНОРУДНЫХ ЗАЛЕЖАХ

Алимжанов А.М., Бекмуханбетова Д.Д., Рабимзатов Е.Б.,  
Темирхан А.С., Турсынбаева С.А.

ИММаш им.акад.У.А.Джолдасбекова, Алматы, Казахстан  
(E-mail: Aivarmr@rambler.ru)

Управление кровлей разрабатываемых пологих горнорудных месторождений производится с помощью подземных опорных конструкций (междукамерных целиков), т.е. большую важность при расчете параметров системы приобретает вопрос о выборе их поперечных размеров (высота в основном определяется мощностью залежи) с точки зрения экономичности (минимума потерь руды) и безопасности работ (должны иметь достаточную устойчивость). Этот вопрос приобретает особую актуальность в связи с разработкой более глубоких горизонтов. При отработке наклонных залежей помимо поперечных размеров возникает еще один актуальнейший вопрос – установление пространственной ориентации целиков. В данной работе исследована устойчивость междукамерных ленточных целиков в наклонных горнорудных залежах. Найдены параметры устойчивости ленточных целиков - оптимальная пространственная ориентация  $\beta$  (направление осей) из условия сохранения одноосного сжатия целика и оптимальный (минимально допустимый) поперечный размер  $a_*$  с позиций устойчивости упругого либо упругопластического равновесия целика. В задаче использована теория устойчивости в механике горных пород М.Т.Алимжанова [1] с привлечением деформационной теории пластичности. При этом учтены действующие на целик нагрузки и физико-механические характеристики горнорудной толщи.

Оптимальный угол ориентации  $\beta$  находится по формуле 
$$\beta = \arctg \frac{\sin 2\alpha}{\mu + \cos 2\alpha},$$
 где  $\beta$  - угол между осью целика и нормалью к плоскости залежи,  $\alpha$  - угол наклона залежи,  $\mu = (1+\lambda)/(1-\lambda)$ ,  $\lambda$  - коэффициент бокового распора.

Оптимальный поперечный размер  $a_*$  находится по формуле  $a_* = \frac{\eta L \gamma H}{P_*}$ , где  $\eta = \sqrt{\cos^2 \alpha + \lambda^2 \sin^2 \alpha}$ ,  $L$  – расстояние между осями ленточных целиков,  $\gamma$  – объемный вес горных пород,  $H$  – глубина разработки,  $P_*$  – критическое давление на целик в наклонной залежи, определяемое на основе [1].

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Алимжанов М.Т. (1982) Устойчивость равновесия тел и задачи механики горных пород. Алматы: Наука.

## КОЛЛЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ И КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА

Амиргалиев Е.Н.<sup>1</sup>, Бериков В.<sup>2</sup>, Черикбаева Л.<sup>1</sup>, Калыбекуулы Б.<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Институт информационных и вычислительных технологий МОН РК

<sup>2</sup>Новосибирский исследовательский университет. Россия

<sup>3</sup>Институт информационных технологии и автоматизации АН Кыргызстан

Задача распознавания образов состоит в классификации объектов по нескольким классам (образам). Каждый объект характеризуется конечным набором признаков. Классификация происходит на основании прецедентов - объектов, для которых мы знаем классы, которым они принадлежат. В основной постановке задачи классы известны для всех объектов выборки, после чего подаются новые объекты, которые требуется наиболее точно отнести к какому-то классу (классификация с учителем, Supervised learning).

В последние десятилетия наблюдается рост интереса к новому направлению в обработке информации – интеллектуальному анализу данных (Data Mining). В отличие от классических способов анализа, в этой области большое внимание уделяется моделированию поведения человека, решающего сложные интеллектуальные задачи обобщения, выявления закономерностей, нахождения ассоциаций и т.д. В большой степени развитию этой дисциплины способствовало проникновение в сферу анализа данных идей, возникших в теории искусственного интеллекта. Основной целью в кластерном анализе является выделение сравнительно небольшого числа групп объектов, как можно более схожих между собой внутри группы, и как можно более отличающихся в разных группах. Этот вид анализа широко используется в информационных системах при решении задач классификации и обнаружения закономерностей в данных: при работе с базами данных, анализе интернет-документов, сегментации изображений и т.д. В настоящее время разработано достаточно большое число алгоритмов кластерного анализа [1].

В работе рассмотрен один из вариантов постановки задачи распознавания образов - задача полуконтролируемого обучения.

Были разработаны алгоритмы коллективных решения для задач распознавания образов и кластерного анализа. Они основываются на сочетании методов коллективного кластерного анализа и ядерных методов классификации. Предложена вероятностная модель классификации и алгоритм, основанный на выделения эталонных объектов кластеров. Сформулированы предположения о оценках качества предложенных алгоритмов. Проведено экспериментальные исследования для предложенных алгоритмов.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] В.Б. Бериков, Г.С. Лбов. Современные тенденции в кластерном анализе. [http://biocomparison.ucoz.ru/\\_ld/0/49\\_berikov\\_lbov.pdf](http://biocomparison.ucoz.ru/_ld/0/49_berikov_lbov.pdf)

## **ОСОБЕННОСТИ ОХРАНЫ И ЗАЩИТЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ НА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭВМ**

<sup>1</sup>Анищенко Л.Т., <sup>1</sup>Калиева Г.С., <sup>2</sup>Мустафин Т.

<sup>1</sup>Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК

<sup>2</sup>Международный университет информационных технологий  
([Luda@ipic.kz](mailto:Luda@ipic.kz), [Gulnara@ipic.kz](mailto:Gulnara@ipic.kz), [timurmustafin379@gmail.com](mailto:timurmustafin379@gmail.com))

Программное обеспечение постоянно обновляется, что требует порой творческого труда программистов достаточно высокой квалификации, которые постоянно прорабатывая различные алгоритмы программ, создают новые модификации компьютерных программ, что часто требует не меньших усилий и материальных затрат, а иногда и больше, чем создание первоначального базового программного продукта.

В этой связи многие разработчики программного обеспечения, интересуются вопросом о возможности правовой защиты не только самого исходного базового программного продукта, но и его отдельных модификаций, которые рассматриваются ими как новые версии программного продукта.

В докладе изложены некоторые особенности охраны и защиты интеллектуальной собственности на программы для ЭВМ.

## МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НИТРИДА АЛЮМИНИЯ (AlN)

Аскарулы К. <sup>1</sup>, Манабаев Н. К. <sup>2</sup>

Казахский национальный исследовательский технический университет  
им. К. И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан (E-mail: k.askaruly@gmail.com)

В работе исследуются физические и механические свойства AlN полученных разным путем. Нитрид алюминия может кристаллизироваться в структуры типа вюрцита или сфалерита [1] и со структурой вюрцита AlN является стабильной кристаллической структурой при комнатной температуре [2], имеет постоянные решетки:  $a = 0,31106$  нм и  $c = 0,4982$  нм, тогда как параметр решетки AlN со структурой сфалерита равен  $a = 0,438$  нм. Для керамических материалов [3] при обычной температуре характерно хрупкое разрушение, которое обычно наступает после небольшой упругой деформации. Она может завершаться возникновением незначительной по величине неупругой деформации. Этим керамика резко отлична от металлов, для которых характерна значительная величина пластической деформации. Упругая деформация обуславливается увеличением расстояний между атомами с ростом приложенных к образцу усилий и находится в непосредственной связи с энергией кристаллической решетки. Величина упругой деформации до предела пропорциональности в соответствии с законом Гука прямо пропорциональна величине напряжения:

$$\epsilon = \sigma / E$$

где  $\epsilon$  – величина относительного удлинения,  $\sigma$  – максимальное растягивающее напряжение,  $E$  – модуль Юнга или упругости, причем  $1/E$  является коэффициентом пропорциональности.

Величина модуля  $E$ , для наиболее плотносспекшейся керамики из окислов Al, Mg, Be и SiC лежит в пределах  $4-3 \cdot 10^6$  кГ/см<sup>2</sup>, для промышленных огнеупоров  $2-3 \cdot 10^6$  кГ/см<sup>2</sup>.

Теоретическая прочность кристаллических тел, подсчитанная по величине их межатомных связей, примерно равна  $1-10 \cdot 10^5$  кГ/см<sup>2</sup> или около 1/10 величины модуля упругости  $E$ . Однако вели-

чина реальной прочности керамических материалов значительно ниже и колеблется в широких пределах – от  $10^2$  до  $10^4$  кГ/см<sup>2</sup>. Такое снижение прочности обуславливается наличием в них значительного количества дефектов кристаллической решетки, таких как примеси, дислокации, границы зерен, пустоты, включения других фаз и т.д.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] А. Е. Иванцов, Г. А. Рожкова (2006). Нитриды: Методические указания для студентов механических специальностей. Казан. гос. технол. ун-т. Казань, 2006. - 20 с.

[2] Daithi ' de Faoite, David J. Browne, Franklin R. Chang-Di 'az, Kenneth T. Stanton. A review of the processing, composition, and temperature-dependent mechanical and thermal properties of dielectric technical ceramics. Springer Science+Business Media, LLC 2011 DOI 10.1007/s10853-011-6140-1

[3] Керамические материалы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа [www.URL:http://allrefs.net/c12/43qvb/p7/](http://www.allrefs.net/c12/43qvb/p7/)

## К ВЫЧИСЛЕНИЮ КОЭФФИЦИЕНТОВ ФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ ПОКРОВНЫХ ГРУНТОВ ОПОЛЗНЕВЫХ СКЛОНОВ СЛОИСТОГО СТРОЕНИЯ

<sup>1</sup>Баймахан Р.Б., <sup>2</sup>Молдакунова Н.К., <sup>3</sup>Баймахан А.Р., <sup>4</sup>Сейнасинова А.А.

<sup>1</sup>Институт Механики и машиноведения им. У.А.Джолдасбекова. г.Алматы,

Казахстан

(E-mail: brysbek@yandex.ru)

<sup>2</sup>Иссыккульский государственный университет. г. Каракол, Кыргызстан

(E-mail: nura\_20@mail.ru) <sup>3</sup>Атырауский государственный университет.

г. Атырау, Казахстан

(E-mail: baimahan-aigerim@mail.ru) <sup>4</sup>Академия гражданской авиации.

г. Алматы, Казахстан

(E-mail: asim10@yandex.ru, baimahan-aigerim@mail.ru)

Анализ работ последних лет по изучению вопроса водонасыщенности склоновых грунтов, глубины промачивания атмосферными осадками - инфильтрации и обратного процесса поднятия уровня грунтовых вод фильтрации показывает, что работы связанные анизотропией наклонного строения отсутствует. Для горизонтально слоистого строения еще в прошлом столетии были посвящены работы [1], [2], [3]. Некоторые процессы, связанные с наклонными строениями грунтов анизотропного строения рассматривается авторами работ [4], [5], [6], [7], [8], [9] и [10]. Покровные отложения оползнеопасных склонов, таких как Шымбулак, Верблюжья гора, Коктобе и другие сложены грунтами неоднородного строения, которые состоят из супесей, суглинков различной плотности, пески, гравии, глины и др. Подобных пород и грунтов называют *анизотропными в отношении водопроницаемости*. Грунты на вершине горы Коктобе образованы относительно горизонтально. Поэтому формулами Терцаги, нами вычислены значения коэффициентов фильтрации для этих грунтов. Результаты показали что, коэффициент фильтрации в направлении, параллельном плоскостям напластования превышает значение коэффициента фильтрации в направлении, нормальном плоскостям напластования в 4-6 раз, а их значения при равных мощностях слоев остаются неизменными. Полученные расчетные показатели коэффициентов

фильтрации необходимы для вопросов проектирования инженерных сооружений для грунтов вершин одиноких холмов. Предстоит дальнейшее развитие подхода Терцаги для грунтов наклонно слоистого строения, характерные для многочисленных предгорных склонов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Приклонский В.А. Грунтоведение I. Москва, 1955. С. 298-305.
- [2] Полубаринова-Кочина Я.П. Теория движения грунтовых вод. Москва, 1952. с.402-403.
- [3] Терцаги К., Пек Р. Механика грунтов в инженерной практике. Москва, 1958. с. 73-74.
- [4] Каган А.А. Расчетные показатели физико-механических свойств грунтов. Ленинград, 1973. с. 123.
- [5] Сейнасинова А.А. Напряженное состояние слабосвязанного массива в окрестности подземной выработки с учетом естественных и искусственных неоднородностей. Специальность: 01.02.07 – «Механика сыпучих тел, грунтов и горных пород». Автореф.,... дисс. канд.физ.-мат. наук – Алматы, 2010, 18 с.
- [6] Курманбеккызы Н. Устойчивость систем горных склонов с учетом оползневой и сейсмической опасности. Автореф., ... дисс. канд. физ.-мат. наук. Бишкек, 2010. 24 с.[7] Рысбаева А.К. Моделирование грунта склона анизотропного строения. Современные проблемы механики сплошных сред. Выпуск 18. Гидрогазодинамика, Геомеханикаи геотехнология. Бишкек 2013. с.246-248
- [8] Рысбаева А.К., Критерий определения устойчивости оползневых склонов. Сб. материалов Международной научно-методической конференции Актуальные вопросы естественно-научных дисциплин МОК КазГАСА Алматы, 2014. с. 47-50
- [9] Баймахан А.Р., Сейнасинова А.А., Копенбаева А.С., Баймахан Р.Б. Анализ влияний водонасыщенности анизотропной грунтовой толщи основания на деформацию фундамента со зданием. Россия, журнал «Перспективы науки». №10. с.56-59. 2015.
- [10] Баймахан А. Р., Оразхан Б.Б., Куттыбекова Сауле, Баймахан Р.Б. О влиянии водонасыщенности грунта вокруг фундаментной основании на величину деформации и крена здания. ВЕСТНИК КазНИТУ, 2017. №6(124). с. 418-421

***Работа выполнена по проекту № AP05136194 по бюджетной программе 217 «Развитие науки» подпрограмме 102 «Грантовое финансирование научных исследований»***

## ПРОБЛЕМЫ ЛИТОСФЕРНОЙ ГЕОДИНАМИКИ

Баймухаметов А.А.<sup>1</sup>, Коксалов К.К.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан,

<sup>2</sup>Казахский национальный педагогический университет, Алматы, Казахстан

(E-mail: [abayab@mail.ru](mailto:abayab@mail.ru) , [kkapal@mail.ru](mailto:kkapal@mail.ru) )

Ключевые слова: напряженно-деформированное состояние, деформация, вязкоупругость, литосфера, астеносфера, Земля

Построена механика вязкоупругой литосферы, где динамическим источником ее развития определены силы инерции внутреннего асинхронного вращения и вязкие силы от сферического течения Куэтта в астеносфере. Эти силы определяют природу внутреннего геодинамического давления и тангенциальных напряжений. Найдено, что в зависимости от разности угловых скоростей внутренних оболочек Земли литосфера может находиться в условиях всестороннего расширения или сжатия [1-3].

Найден механизм локальных изменений толщины литосферы в результате неустойчивости деформирования литосферной оболочки Земли под действием внутреннего давления и объемных сил инерции вращения. Устойчивость деформирования исследована методом Лейбензона-Ишлинского. Основное напряженное и деформированное состояние рассмотрено при неизменной форме границы тела, а возмущенное с учетом поворотов элементов границ тела в процессе перехода к смежной форме равновесия. Определены асимметричные формы возмущений, приводящих к потере устойчивости эллипсоида вращения. Имеет место экспоненциальный рост компонентов возмущений во времени, сопровождаемый колебательными изменениями [4-20].

В рамках вязкоупругой реологии литосферы анализируется напряженно-деформированное состояние литосферной плиты при двустороннем сжатии. Исследованы процессы образования складок, возникающие в результате взаимодействия плит в зонах межплитных границ. Рассмотрено взаимодействие литосферы с подстилающей астеносферой при двустороннем сжатии литосферной плиты. Найдено критическое усилие потери устойчивости анизотропной плиты, лежащей на упругом основании, при ее двустороннем сжатии. Выпучивание вязкоупругой литосферной плиты на

вязкой астеносфере при значениях сжимающих усилий, больших критического, с течением времени растет по экспоненциальному закону до тех пор, пока не нарушается условие применимости модели стандартного линейного тела. Когда материал литосферной плиты моделируется вязким телом прогиб также растет во времени по экспоненциальному закону [21-22].

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ержанов Ж.С., Калыбаев А.А., Баймухаметов А.А., Коржымбаев Т.Т. Движение и устойчивость слоистой Земли. Алматы: Наука. 1986. 238 с.
- [2] Баймухаметов А.А. Механика геопульсации. Алматы: Наука. 2003. 244 с. ISBN: 9965-07-241-8
- [3] Сорохтин О.Г., Чилингар Дж.В., Сорохтин Н.О. Теория развития Земли. М.: ИИКИ. 2010. 752 с. ISBN: 978-5-93972-768-6
- [4] Ержанов Ж.С., Егоров А.К., Гарагаш И.А., Искакбаев А., Коксалов К. Теория складкообразования в земной коре. М.: Наука. 1975. 238с.
- [5] Коксалов К.К. Устойчивость эллипсоидальной литосферной оболочки. Алматы: РИО ВАК РК. 1999. 190 с.
- [6] Koksalov K.K., Baimukhametov A.A. (2013) Formation of lithosphere's plates owing to loss of stability of deformation under the influence of the internal pressure and forces of inertia of rotation//International Journal of Academic Research, Vol.5, No.4, p. 5- 9. DOI: 10.7813/2075-4124.2013/5-4/A.1
- [7] Структурная геология и тектоника плит. В трех томах. /Под ред. К.Сейферта. М.: Мир. 1990, 1991.
- [8] Ле Пишон Кс., Франшто Ж., Бонин Ж. Тектоника плит. М.: Мир. 1977. 286 с.
- [9] Шейдеггер А.Е. Основы геодинамики. М.: Недра. 1987. 383 с.
- [10] Тёркот Д., Шуберт Дж. Геодинамика. Геологические приложения физики сплошных сред. М.: Мир. 1985. Т. 1-2. 730 с.
- [11] Унксов В.А. Тектоника плит. Л.: Недра. 1981. 285 с.
- [12] Аллисон А., Палмер Д. Геология. М.: Мир. 1984. 562 с.
- [13] Мясников В.П., Фадеев В.Е. Гидродинамические модели эволюции Земли и планет земной группы. М.: Наука. 1980. 340 с.
- [14] Лобковский Л.И. Геодинамика зон спрединга, субдукции и двухъярусная тектоника плит. М.: Наука. 1988. 251 с.
- [15] Грушинский Н.П. Теория фигуры Земли. М.: Наука. 1976. 512с.
- [16] Шимбирев Б.П. Теория фигуры Земли. М.: Недра. 1975. 442с.
- [17] Кэри У. В поисках закономерностей развития Земли и Вселенной. История догм в науках о Земле. М.: Мир. 1991. 447с.
- [18] Жарков В.Н., Трубицин В.П. Физика планетных недр. М.: Наука. 1980. 414 с.
- [19] Лейбензон Л.С. Собрание трудов. Т.1-4. М.: АН СССР. 1951-1955.
- [20] Ишлинский А.Ю. Рассмотрение вопроса об устойчивости равновесия упругих тел с точки зрения математической теории упругости. // Укр. мат. жур., 1954. Т.4. №2.
- [21] Бленд Д. Теория линейной вязкоупругости. М.: Мир. 1965. 199 с.
- [22] Baimukhametov A.A., Egorov A.K., Koksalov K.K. Mathematical model of tectonic process at mountain formation//International Journal of Academic Research. 2012. Vol.4 . No.3 . p.34 -37. DOI: 10.7813/2075-4124.2012/4-3/A.3

# ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ВИБРИРУЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ДИНАМИКУ КАТКА СО СМЕЩЕННЫМ ЦЕНТРОМ МАСС

Берсугір М.Ә. <sup>1</sup>, Бостанов Б.О. <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Евразийский Национальный Университет им.Л.Н.Гумилева, г. Астана, Казахстан  
(E-mail: [bersugir68@mail.ru](mailto:bersugir68@mail.ru), [bostanov\\_bayandy@mail.ru](mailto:bostanov_bayandy@mail.ru))

Рассмотрено влияние вибрирующей поверхности на динамику катка со смещенным центром масс. Выявлены особенности влияния вибрирующей шероховатой поверхности на движение катка. При составлении уравнений динамики катка движущегося по вибрирующей поверхности сделаны общепринятые упрощающие предположения. В частности учтены: прямолинейные гармонические законы колебаний вибрирующей поверхности; предполагается, что каток и поверхность – твердые тела. Каток не отрывается от вибрирующей поверхности.

Динамика катка движущегося по вибрирующей поверхности, в общем случае рассматривались многими авторами, наиболее существенные результаты достигнуты в работе Блехмана И.И. [1]. В этих работах учитывались малые углы колебания, что вносит значительные упрощения в динамику поведения системы.

В работе получены аналитические решения нелинейных дифференциальных уравнений движения катка движущегося по вибрирующей поверхности методом частичной дискретизации нелинейных дифференциальных уравнений, разработанного профессором А.Н.Тюреходжаевым [2]. В результате исследования динамики катка, получены зависимости изменения угла поворота и угловой скорости при изменении параметров системы.

Установлено, чем больше смещение центра масс катка от его геометрического центра, колебания угла поворота, в установившемся режиме, существенно меняются.

Результаты решения приведены в виде графиков переменных параметров катка в широком диапазоне времени. Анализ колебаний системы в различных областях переменных параметров показал, что полученные данные согласуются с общей теорией.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Блехман И.И. Вибрационная механика. М.: Наука. 1994.
- [2] Tyurekhodzhaev A.N. *Analytical solutions of nonlinear equations and differential equations with variable coefficients*. Proceedings of the «Actual Problems of Mechanics and Engineering» IV International Scientific Conference, II, Almaty, 40-57 (2014).

# ПЕРИОДИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ВИБРОЗАЩИЩАЕМОГО ТЕЛА НА ТРЕХ ОПОРАХ КАЧЕНИЯ СО СПРЯМЛЕННЫМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ В НЕРЕЗОНАНСНЫХ УСЛОВИЯХ

Бисембаев К. <sup>1</sup>, Тулешов А.К. <sup>2</sup>, Дикамбаев Т.Б. <sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Институт механики и машиноведения им. У.А. Джолдасбекова,  
г. Алматы, Казахстан  
(E-mail: [kuat\\_06@mail.ru](mailto:kuat_06@mail.ru))

<sup>3</sup> Казахский национальный педагогический университет им. Абая,  
г. Алматы, Казахстан  
(E-mail: [tolesh94@mail.ru](mailto:tolesh94@mail.ru))

В работе исследованы нелинейные пространственные колебания виброзащитных систем на трех опорах качения, ограниченных поверхностями вращения высокого порядка в нерезонансных условиях. Содержатся результаты по оценке влияния трения качения релаксирующего грунта на эффективность виброзащиты опорами качения, представляющими собой геометрические тела, ограниченные двумя поверхностями высокого порядка.

Для исследования пространственных колебаний виброзащитаемого объекта на опорах качения со спрямленными поверхностями разработано методы решений системы нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений.

По результатам исследований пространственных колебаний виброзащитаемого объекта на опорах качения со спрямленными поверхностями установлено условия возникновения вращательных колебаний:

1. Несмотря на принятую значительную разницу коэффициентов трения качения, что на практике маловероятно, и сильное внешнее воздействие, величина возникающих при этом угловых перемещений мала.

2. Увеличение разницы коэффициентов трения качения, как и следовало ожидать, приводит к возрастанию угловых перемещений виброизолируемого тела.

3. С увеличением трения качения усиливается эффект перекачки энергии с одного направления на другое.

Полученные результаты численных экспериментов свидетельствуют о слабой взаимосвязанности поступательного и вращательного движений рассматриваемой системы. Величина угловых перемещений, которая определена расчетами, не может вызвать для рассматриваемого объекта сколько-нибудь заметных перегрузок опор.

*Работа выполнена по проекту № АР05134148 по бюджетной программе 217 «Развитие науки» подпрограмме 102 «Грантовое финансирование научных исследований»*

# ГЛАДКОСТЬ И ПЛАВНОСТЬ СЛОЖНОЙ ТРАЕКТОРИИ

Бостанов Б.О., Тукешова Г.А.

Евразийский университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан,  
(E-mail: [bostanov\\_bayandy@mail.ru](mailto:bostanov_bayandy@mail.ru), [gulzada\\_tukeshova@mail.ru](mailto:gulzada_tukeshova@mail.ru))

Рассматривается задача о создании плавной сложной траектории и об определении положения точек соединения, обеспечивающие условия касания, непрерывности и равенства радиуса кривизны. При сопряжении траектории в виде дуг кривых возникает скачок силы из-за неравенства радиусов кривизны, которая приведет к удару. Чтобы исключить нежелательный эффект удара применяется метод вставки переходного участка, моделью которого является кривая второго порядка (коника) (рис. 1). Предлагается оригинальный метод для аналитического определения плавного (гладкого второго порядка) переходного участка в виде коники.

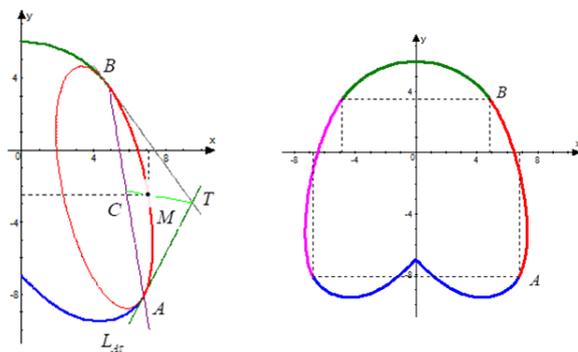


Рисунок 1 – а) плавная переходная коника и б) сложная траектория

Установлено математическое условие, обеспечивающее плавное соединение без скачка радиуса кривизны. Процесс определения плавности сопряжения предлагается смоделировать кулисным механизмом [1, 2]. Предлагаемый метод позволяет сконструировать сложные технические формы и создать на их основе новые

модели плавной траектории из дуг кривых высокого порядка коническим переходным участком.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Темирбеков Е.С., Бостанов Б.О. Теоретические основы комбинированного вибро-возбудителя с беговой дорожкой непрерывной кривизны / ИММаш, Алматы, 2013. – 168 с., илл. ISBN 978-601-280-514-7.

[2] Transition Curve Modeling with Kinematical Properties: Research on Log-Aesthetic Curves / A. Arslan, E. Tari, R. Ziatdinov, R.I. Nabyev // Computer Aided Design and Applications. – 2014. – Vol.11 – Iss.5. – P.509-517. doi: 10.1080/16864360.2014.902680.

*Работа выполнена по проекту № AP05135609 по бюджетной программе 217 «Развитие науки» подпрограмме 102 «Грантовое финансирование научных исследований»*

# **КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ТЕЛ ПРИ НЕРАВНОМЕРНОМ НАГРЕВЕ И РАДИАЦИОННОМ РАСПУХАНИИ**

**Веремейчик А.И., Хвисевич В.М.**

Брестский государственный технический университет,  
г. Брест, Беларусь  
(E-mail: vai\_mrtm@tut.by)

В работе рассматривается исследование напряженно-деформированного состояния короткого кругового однородного тепловыделяющего цилиндра из аустенитной нержавеющей стали ОХ-16Н15МЗБ (аналог AISI 316, 316L), подверженного внешнему равномерному радиальному и осевому давлению в условиях известного неравномерного температурного поля и интенсивному облучению потоком быстрых нейтронов. Учет радиационного воздействия сводится к задаче термоупругости, в которой «эквивалентное» температурное поле получается суммированием собственно температурного поля и некоторой добавки, вызванной радиационным распуханием материала.

Создана механико-математическая модель деформирования цилиндра, получена разрешающая система дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных [1], для решения которой разработан алгоритм численной реализации и компьютерная программа определения перемещений, деформаций и напряжений в широком диапазоне температур с учетом радиационного распухания материала. Численное решение осесимметричной краевой задачи термоупругости с одновременным учетом радиационного распухания проводится методом конечных разностей. Программная реализация алгоритма выполняется на основе системы компьютерной алгебры MathCAD. Получены зависимости перемещений, компонент тензора напряжений, тензора деформаций от координат. Разработанная программа обеспечивает визуализацию результатов и возможность варьирования физико-механическими и теплофизическими характеристиками материала, геометрически-

ми параметрами цилиндра, размерами конечно-разностной сетки и параметрами нагружения. Результаты тестовых расчетов показали хорошее согласие с аналитическими решениями для термоупругих задач. Проведена оценка сходимости разностных схем.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Хвисевич В.М., Веремейчик А.И. Решение некоторых термоупругих задач для цилиндрических тел с учетом радиационного облучения // Актуальные проблемы прочности: монография: в 2 т.; А. В. Алифанов [и др.]; под общ. ред. В. В. Рубаника. – Витебск, 2018. – Т. 1. – Гл. 22. – С. 385–405. ISBN 978-985-481-559-6

# РОБОТЫ И МАНИПУЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ МЕХАНИЗМОВ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ГРУППОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

Глазунов В.А. <sup>1</sup>, Азиков Н.С. <sup>1</sup>, Алешин А.К. <sup>1</sup>, Рашоян Г.В. <sup>1</sup>,  
Гаврилина Л. В. <sup>1</sup>, Шалюхин К.А. <sup>1</sup>, Скворцов С.А. <sup>1</sup>, Юдкин В.Ф. <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН  
Россия (E-mail: [vaglznv@mail.ru](mailto:vaglznv@mail.ru))

В статье рассмотрены возможности применения манипуляционных систем на основе механизмов параллельной структуры.

Перспективным является применение нового класса  $l$ -координатных механизмов параллельной структуры, обеспечивающих групповое взаимодействие в составе групп роботов для работы в агрессивных средах.

Рассмотрены вопросы структурного синтеза и кинематического анализа  $l$ -координатных механизмов параллельной структуры, относящихся к классу пространственных механизмов.

Объектом исследования выбраны традиционные структуры  $l$ -координатных механизмов, представленные в работах А.Ш. Колискоора и К.С. Арзумяна. Предлагается платформенный  $l$ -координатный механизм, в котором часть сферических шарниров основания снабжены дополнительными отверстиями, сквозь которые проходят соединительные стержни, при этом выходное звено будет расположено по другую сторону от основания, в сравнении с традиционной структурой, для вынесения двигательных систем за пределы рабочего пространства механизма.

В качестве примера рассмотрим пространственный механизм с шестью степенями свободы структуры  $L$ -222-321, приведенный на рисунке 1, а.

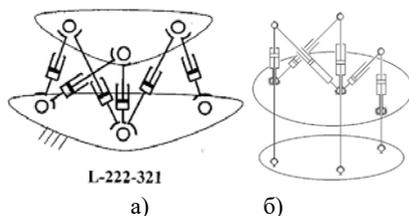


Рис.1  $l$ -координатный механизм

Схема модифицированного механизма приведена на рисунке 1, б. Таким образом, в данной работе проведен структурный синтез новых  $l$ -координатных механизмов.

*Статья подготовлена при финансовой поддержке гранта РФФИ N 16-29-04273.*

# УПРЕЖДАЮЩИЙ КОНТРОЛЛЕР ПОДЪЕМНОГО МЕХАНИЗМА

Гриценко И.С., Сейдахмет А.Ж., Тулешов А.К.

В данной работе рассматривается проблема управления в случае когда зависимость между элементами не линейна. Рассматривается контроллер высоты подъема подъемника особой кинематической схемы. Для определения высоты подъема платформы установлен потенциометр на вращательное звено механизма и определена однозначная зависимость между углом поворота и высотой подъема.

Структура механизма такова что точка  $A^1$  движется строго вертикально (рисунок 1). Исходя из этого факта построена зависимость высоты подъема от угла  $\varphi_7'$

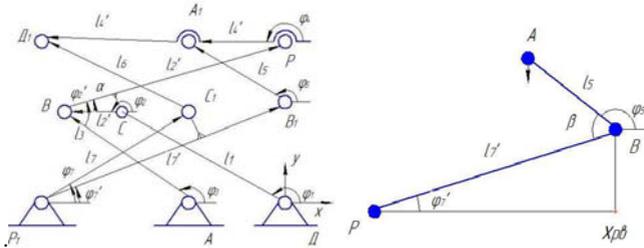


Рисунок 1 - Кинематическая схема подъемника( слева полная справа принципиальная)

Координаты точки А являются векторной суммой  $\overline{P_1B_1} + \overline{B_1A_1}$  и для каждой координаты уравнение имеет вид:

$$\begin{aligned} \overline{X_A} &= \overline{X_{PB}} + \overline{X_{BA}}; \\ l_7' \cdot \cos(\varphi_7') + l_5 \cdot \cos(\varphi_5) &= X_A; \\ \cos(\varphi_5) &= \frac{X_A - l_7' \cdot \cos(\varphi_7')}{l_5}; \\ \overline{Y_A} &= \overline{Y_{PB}} + \overline{Y_{BA}}; \\ Y_A &= l_7' \cdot \sin(\varphi_7') + l_5 \cdot \sin(\varphi_5). \end{aligned}$$

Полученная зависимость позволяет однозначно определить высоту подъема на основе данных об угле отклонения  $\varphi'_7$ .

Характеристика реального робота немного отличается от теоретической модели, в силу того что всегда есть небольшой люфт в звеньях, неточность обработки деталей и т.п.

На рисунке 2 показано сравнение теоретической кривой и усредненных экспериментальных данных и квадратичная оценка отклонения характеристик.

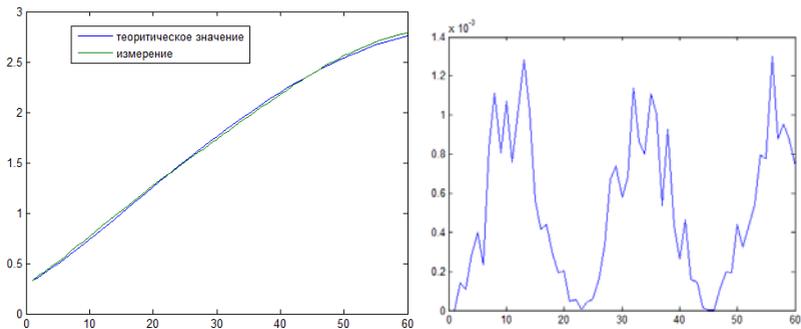


Рисунок 2 - Сравнение теоретической кривой и усредненных экспериментальных данных и квадратичная оценка отклонения характеристик.

Общий вид регулятора

Общий вид регулятора

$$U = (P(X) + L(X))X + Ki \int X$$

где  $P(X)$  – зависимость высоты платформы от угла поворота звена, приведенная выше,  $L(X)$  – функция дополнительной корректировки по экспериментальным измерениям, Интегральный элемент -  $Ki$  внедрен для компенсации неучтенных характеристик влияющих на объект управления.

Выводы: получено комплексное решение расчета функции упреждения на основе аналитической ( $P(X)$ ) и идентификационной характеристик ( $L(X)$ ) объекта управления. Полученное решение предсказывает состояние объекта с максимальным отклонением в  $12 \times 10^{-4}$  м.

# ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ МНОГОРЕЗЦОВОГО РЕЗАНИЯ

Гуськов<sup>1,2</sup> А.М., Гуськов М.А.<sup>3</sup>, Пановко Г.Я.<sup>1,2</sup>,  
Уалиев<sup>4</sup> З.Г., Шохин А.Е.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, г. Москва, Россия  
(E-mail: [gpanovko@yandex.ru](mailto:gpanovko@yandex.ru))

<sup>2</sup>МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия (E-mail: [goukov\\_am@mail.ru](mailto:goukov_am@mail.ru))

<sup>3</sup>PIMM Laboratory UMR 8006, ENSAM, CNRS, CNAM, Paris, France

<sup>4</sup>Казахский национальный педагогический университет им. Абая.

В работе представлены результаты моделирования динамики процесса многорезцового точения с учетом дробно-рационального закона резания и эффекта образования новых поверхностей. Обрабатываемая деталь представляет собой абсолютно твердое тело цилиндрической формы. Деталь вращается вокруг своей продольной оси с постоянной угловой скоростью  $\omega$  (рисунок 1).

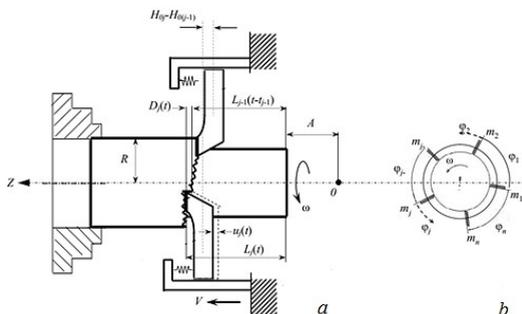


Рисунок 1 – Расчетная схема системы.

Обработка осуществляется одновременно  $n$  резцами, закрепленными на общем суппорте и расположенными по окружности детали под углом  $\varphi_j$  друг к другу. Каждый  $j$ -ый резец рассматривается как абсолютно жесткое тело, закрепленное в отдельном резцедержателе, обладающим конечной жесткостью. Все резцедержатели жестко установлены на общем суппорте, который перемещается с постоянной скоростью подачи  $V$ . На каждый  $j$ -ый резец действует

кинематическое возбуждение, возникающее при обработке поверхности, сформированной предыдущим резцом за время  $(t - t_{j-1})$ . Тем самым, время  $t_{j-1} = \varphi_{j-1} / \omega$  является запаздыванием, равным времени поворота детали на установочный угол между резцами. Анализируется влияние параметров технологической системы на толщину снимаемого слоя и форму получаемой стружки. Выполнен анализ устойчивости процесса непрерывного резания.

*Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 16-58-150001 НЦНИ\_а) и Французского национального центра научных исследований (проект №263581).*

# МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ КОСМИЧЕСКИХ РОБОТОВ

Демидов С.М.<sup>1</sup>, Глазунов В.А.<sup>1</sup>, Скворцов С.А.<sup>1</sup>, Шалохин К.А.<sup>1</sup>,  
Алешин А.К.<sup>1</sup>, Рашоян Г.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Институт машиноведения им. А.А. Благонравова (ИМАШ РАН), г. Москва,  
Россия  
(E-mail: chipd@rambler.ru)

В работе исследуется синтез и анализ механизмов для космической отрасли. Предполагается применить специальное многофункциональное устройство – манипулятор наведения, представляющего собой механизм параллельной структуры. Использование манипулятора наведения должно позволить обеспечить: выдвижение телескопа из транспортного положения в рабочее; наведение телескопа на любой пространственный угол в полусфере, ограниченной экранами системы радиационного охлаждения телескопа; сохранение неизменными положений центров масс телескопа и КА (или очень близких к ним) при наведении телескопа; ориентацию КА; снижение стабилизационных колебаний телескопа; разгрузку двигателей – маховиков КА и другие задачи.

В результате предполагаемое устройство должно преобразоваться в трансформируемый многофункциональный космический робот – манипулятор параллельной структуры для обеспечения навигационных задач орбитальной астрофизической обсерватории.

Были разработаны конкретные схемы для решения широко круга технических задач, в частности для манипулирования модулями аэрокосмических систем в аэродинамической трубе, для сверхточного манипулирования в вакууме, для технологических и измерительных систем. На этой основе могут быть созданы технические решения проблемы манипулирования антеннами космических телескопов нового поколения.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Merlet J. P. Parallel robots. Kluwer Academic Publishers, 2000. 372p.
- [2] Глазунов В.А., Колисков А.Ш., Крайнев А.Ф. Пространственные механизмы параллельной структуры. М.: Наука, 1991.
- [3] Fichter E.F. A Stewart Platform – Based Manipulator: General Theory and Practical Construction. / Int. J. Robotic Res. 1986. N 2. P. 165-190.

# НЕЛИНЕЙНЫЙ ЗАКОН ГУКА В ТЕОРИИ УПРУГОСТИ НЕОДНОРОДНЫХ И АНИЗОТРОПНЫХ ТЕЛ

Джакупов К.Б.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт математики и математического моделирования МОН РК,  
г. Алматы, Казахстан (E-mail:jakupovKB@mail.ru)

<sup>2</sup>КазНУ им. аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан

В работе непосредственно из физической связи с нелинейным законом Гука  $\mathbf{F} = k_u u^{m_u} \mathbf{i} + k_v v^{m_v} \mathbf{j} + k_w v^{m_w} \mathbf{k}$ ,  $k_u > 0, k_v > 0, k_w > 0$  выводятся компоненты тензора напряжений твердого деформируемого тела и новые нелинейные уравнения теории упругости с несимметричным тензором напряжений

$$\rho_0 \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \rho_0 F_x + \lambda \frac{\partial p}{\partial x} + \mu_u \Delta u^{m_u}, \quad \rho_0 \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} = \rho_0 F_y + \lambda \frac{\partial p}{\partial y} + \mu_v \Delta v^{m_v},$$

$$\rho_0 \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = \rho_0 F_z + \lambda \frac{\partial p}{\partial z} + \mu_w \Delta w^{m_w}, \quad p = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}$$

Как частный случай получаются уравнения с линейным законом Гука.

Гипотеза Ламе и уравнения Ламе не имеют физической связи с законом Гука, в этом заключается их фальшивость. Ламе взял за основу приближенную формулу неполного дифференциала и предположил в своей гипотезе пропорциональность компонент тензора напряжений симметричной половине данного неполного дифференциала смещения, причем антисимметричная половина дифференциала отбрасывается, следствием чего является фальшивая симметричность тензора напряжений Ламе. Новые нелинейные уравнения аппроксимируются явной схемой, с применением которой численно рассчитано упругое состояние плоского бруска при действующих на верхней грани нормальном и касательном напряжениях. Такая же схема применена для уравнений Ламе. Полученные картины распределения смещений наглядно демонстрируют различие решений сравниваемых систем уравнений упру-

гости, а также несоответствие решения уравнений Ламе данному состоянию деформируемого тела. Теоретически и физически подтверждена фальшивость уравнений Ламе.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Джакупов К.Б. Моделирование по закону Гука в теории упругости. Несимметричность тензора напряжений //Известия НАН РК, серия физ.-мат., 6(310), ноябрь - декабрь 2016 г. с.96-103. ISSN 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)

[2] Джакупов К.Б. Ликвидация фальсификаций и модернизация основ механики сплошной среды- Алматы: Изд-во «Гылым ордасы», 2017г. С.435. ISBN 978-601-280-859-9

[3]. Тимошенко С.П. Теория упругости. М.: «Наука»,1979г. 851с

[4]. Мейз Дж. Теория и задачи механики сплошных сред. М.: Мир, 1974г. 318с.

[5]. Седов Л.И. Механика сплошной среды, т.1. М.: «Наука»,1973г. 315с.

[6]. Лурье А.И. Теория упругости. М.: «Наука»,1970г. 984с.

[7]. Ильюшин А.А. Механика сплошной среды.М.: Изд-во МГУ, 1978г. 287с.

# АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДЛЯ ТЕКСТОВЫХ ДАННЫХ

Джаксылыкова А.А. <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Институт информационных и вычислительных технологий,  
КазНУ им. аль-Фараби г.Алматы, Казахстан (E-mail: aselya17.89@mail.ru)

В работе исследуются алгоритмы кластеризации для текстовых данных. Накопление информации продолжает расти экспоненциально – этот феномен реферируют обычно как BigData. Традиционно обработка текстов в прикладной области сталкивается с феноменом «грязных» данных, под которым подразумеваются такие ошибки как орфографические, пунктуационные, а также ошибки классификации, неполные или устаревшие данные [1]. Современные методы поиска информации очень чувствительны к этим проблемам, иначе говоря, они плохо справляются с задачей обработки таких текстов. Подход вложенных семантических пространств обладает потенциалом для решения вышеозначенных проблем. В настоящей работе приведен краткий обзор современных тенденций кодирования текстов в многомерное семантическое пространство, что является весьма важным шагом для улучшения качества работы современных BigData IT систем.

Стандартные векторы слов игнорируют внутреннюю структуру слова, содержащую информацию в фразах. Эта информация может использоваться для расчета редких или не важных слов и может быть полезна для финских или турецких морфологических языков. Простейший, но наиболее эффективный подход к векторам слов [2] состоит из символов  $n$ -грамм-вектора оболочек, соответствующих сингулярным матрицам дезинтеграции, непосредственно из большой базы данных [3]. В последнем случае каждое слово в его  $n$ -грамматическом символе  $N$  распадается, и каждое  $n$ -мерное  $n$  представлено вектором  $x_n$ . Вектор слова представляет собой сумму двух представлений, то есть:

$$v_w + \frac{1}{|N|} \sum_{p \in N} x_n \quad (1)$$

Набор n-граммов практики ограничен n-граммами на 3-6 символов. Все эти дополнительные элементы требуют памяти для сохранения хеш-треюка.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Y. Bengio, et al. (2003). 'A Neural Probabilistic Language Model'. J. Mach. Learn. Res. 3:1137-1155.
- [2] H. Schütze (1993). 'Word Space'. In Advances in Neural Information Processing Systems 5, pp. 895-902.
- [3] P. Bojanowski, et al. (2017). 'Enriching Word Vectors with Subword Information'.

## ГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СБОРОК МЕХАНИЗМОВ ВЫСОКИХ КЛАССОВ

Джамалов Н.К.<sup>1,2</sup>, Камал А.Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан  
(E-mail: nutpulla@mail.ru)

<sup>2</sup> Институт механики и машиноведения им. академика У.А. Джолдасбекова,  
г.Алматы, Казахстан (E-mail: nutpulla@mail.ru)

Определение всех сборок механизмов высоких классов является довольно сложной и малоизученной задачей. В работе предлагается наглядный графический метод определения сборок на примере некоторых групп Ассура высоких классов.

Как указано в [1], задание структурной схемы и значений постоянных параметров механизма не вполне определяет кинематическую схему механизма, поскольку при любом значении параметра входного звена ведомые звенья можно собрать несколькими способами. В этой монографии дано определение понятию «сборка», относящемуся к непрерывно изменяющимся положениям ведомых звеньев при непрерывном и одностороннем вращении входного звена в пределах некоторого диапазона. Здесь назовем его сборкой перемещения. Также дано определение термину «вариант сборки», относящемуся к фиксированному положению ведущего звена. Назовем его сборкой положения. В монографии также приведен пример сборок положения группы Ассура третьего класса (рис. 1. *a*). На этом примере поясним суть предлагаемого метода.

Для определения сборок рассматриваемой группы Ассура третьего класса разделим один из внутренних кинематических пар, например кинематическую пару  $F$ , а шарниры  $A$ ,  $B$  и  $C$  свяжем со стойкой и разместим двигатели на шарнирах  $B$  и  $C$ . В результате получим два механизма – шарнирный четырехзвенник  $ABDEF$  и ведущий поводок  $CF^*$  (рис. 1. *b*) Шарнирный четырехзвенник  $ABDEF$  имеет две сборки, показанные на рис. 1. *b* и *c*. При движении этих механизмов разъединенные шарниры  $F$  и  $F^*$  будут описывать различные траектории, которые показаны на рис. 2. *a* и *b*.. Пересечение этих траекторий дает место расположение

соответствующих сборок, показанные на рис. 3, где в скобках показаны соответствующие сборки, приведенные на рис. 3.6 в [1].

Предложенный метод позволяет определять все сборки групп Ассур высоких классов. При этом нет необходимости составлять довольно громоздкие уравнения и решать их, как правило, численно.

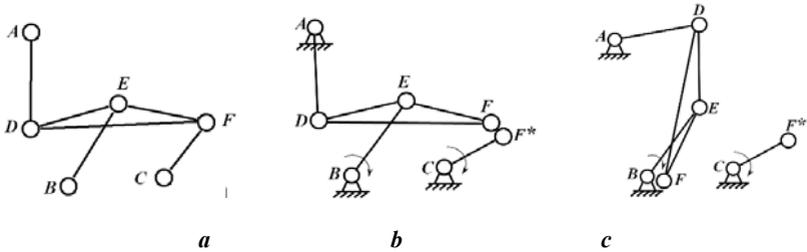


Рисунок 1 - *a*) - группа Ассур третьего класса, *b*) и *c*) – сборки шарнирного четырехзвенника.

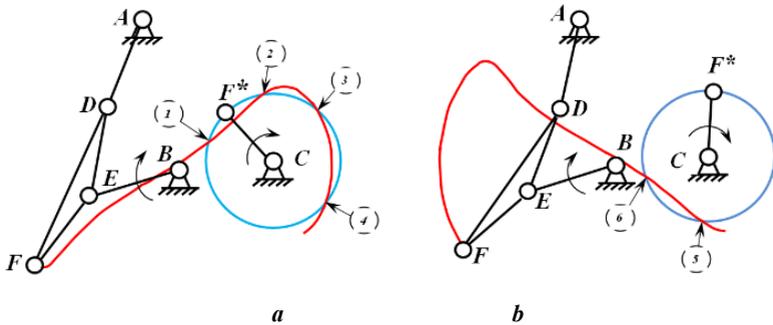
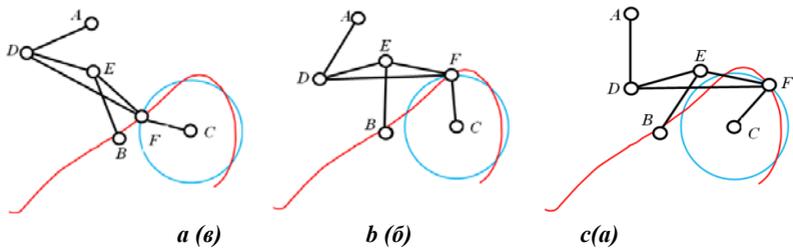


Рисунок 2 – Траектории движения механизмов.



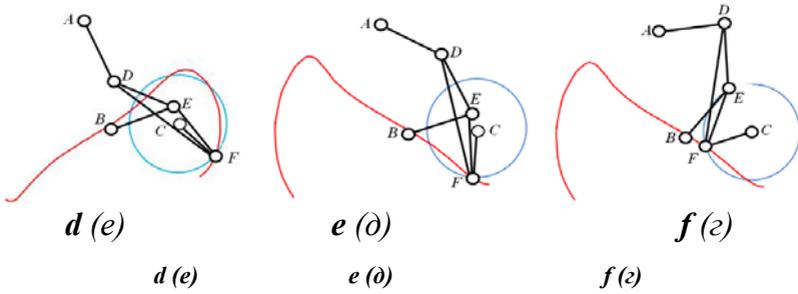


Рисунок 3 – Сборки группы Ассура третьего класса.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Пейсах Э.Е., Нестеров В.А.. Система проектирования плоских рычажных механизмов / Под ред. К.В. Фролова. –М.: Машиностроение, 1988. – 232 с.

**Работа выполнена по проекту № AP05134959 по бюджетной программе 217 «Развитие науки» подпрограмме 102 «Грантовое финансирование научных исследований»**

# ДИНАМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МУФТЫ ВКЛЮЧЕНИЯ КРИВОШИПНОГО ПРЕССА

Джомартов А.А.<sup>1</sup>, Тулешов А.К.<sup>1</sup>, Каймов Т.Т.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт механики и машиноведения им. У.А. Джолдасбекова,  
г. Алматы, Казахстан  
(E-mail: legsert@mail.ru)

<sup>2</sup>КазНУ им. аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан  
(E-mail: a.kaim94@mail.ru)

В работе исследуется динамика муфты включения кривошипного пресса. В настоящее время динамическое исследование муфт включения кривошипных прессов с учетом взаимодействия с остальными узлами, является актуальной задачей [1]. Кривошипный пресс содержит подвижные детали и узлы, масса которых от ста килограмм до нескольких тонн. Данные детали и узлы циклически подключаются муфтой включения кривошипного пресса с большими скоростями и на них действуют большие динамические нагрузки. Для моделирования и анализа движения кривошипного пресса с муфтой включения, использовался программный комплекс: SimulationX [1] (рисунок 1).

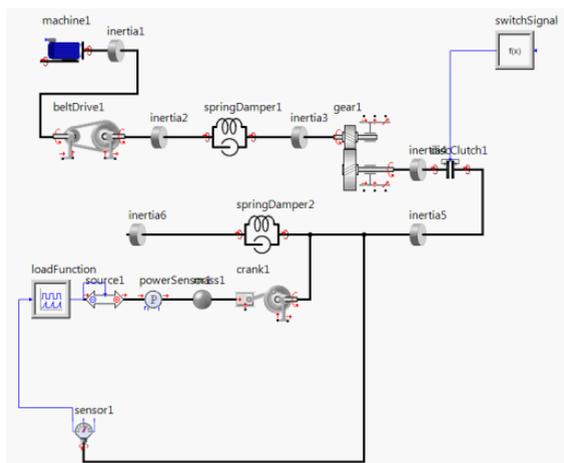


Рисунок 1 - Модель движения кривошипного пресса с муфтой включения на SimulationX

Программный комплекс SimulationX позволяет моделировать динамику муфты включения кривошипного пресса с учетом ее конструктивных параметров в составе кривошипного пресса с учетом взаимодействия со всеми его узлами. Динамические нагрузки в узлах кривошипного пресса резко возрастают в момент включения муфты.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Свистунов В.Е. (2008) Кузнечно-штамповочное оборудование, Кривошипные прессы: Учебное пособие. М.: МГИУ. ISBN 978-5-2760-1589-7

[2] <http://www.simulationx.com/>.

*Работа выполнена по проекту № AP05134959 по бюджетной программе 217 «Развитие науки» подпрограмме 102 «Грантовое финансирование научных исследований»*

# АНАЛИЗ ДЕФОРМАЦИИ АМОРТИЗАТОРА-ВТУЛКИ СОСТАВНЫХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС ПЕРЕДАЧИ

Джураев А.<sup>1</sup>, Кенжабоев Ш.<sup>2</sup>, Бекназаров Ж.Х.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Узбекистан

<sup>2</sup>Наманганский инженерно-строительный институт, Узбекистан  
(vox-171181@mail.ru)

Известно, что в приводах технологических машин широко используются зубчатые передачи. Основным недостатком этих механизмов является жесткое взаимодействие зубьев колес при их зацеплении, и непосредственная передача изменений нагрузок на валы зубчатых колес.

Рекомендована новая схема зубчатой передачи (см. рис. 1), в которой зубчатое колесо 4 и шестерня 1 выполнены составными. Шестерня 1 установлена на валу 2 посредством амортизатора - втулки 3, а зубчатое колесо 4 установлен на валу 5 посредством амортизатора-втулки 6. При этом толщин амортизаторов-втулок 3 и 6 выбраны соответственно передаточному отношению передачи:

$$\Delta_1 = \frac{d_1 - d'_1}{2}; \Delta_2 = \frac{d_2 - d'_2}{2}; \quad (1)$$

$$\text{При этом } U_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{\Delta_2}{\Delta_1}$$

где:  $d_1, d'_1$  - наружный и внутренней диаметры амортизатора-втулки 3 шестерни 1;  $d_2, d'_2$ , - наружный и внутренней диаметры амортизатора-втулки 6 колеса 4;  $R_1$  и  $R_2$  - радиусы основных окружностей шестерни 1 и колеса 4;  $\omega_1$  и  $\omega_2$  - угловые скорости шестерни 1 и колеса 4;  $U_{12}$  передаточное отношение передачи.

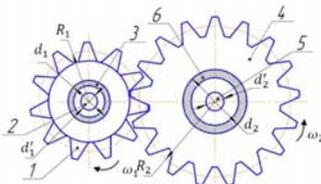


Рис. 1. Зубчатая передача с составными кольцами и шестерней, включающая амортизаторы втулки

Аналитическим методом получены выражения для определения угла поворота  $\varphi_1$  амортизатора-втулки от величины внешнего момента (движущего момента на валу и соответственно момента сопротивления от зубчатого колеса при их зацеплении). На основе численного решения (7) и (8) согласно следующих исходных данных,  $M_1 = 8,2 \text{ Нм}$ ;  $M_2 = 6,3 \text{ Нм}$ ,  $\pi = 3,14$ ;  $l = 24,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ ;  $r_1 = 3,8 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ ;  $r_2 = 5,6 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ ; построены графические зависимости изменения деформаций углового сдвига упругих резиновых втулок зубчатых колес передачи от вариации значений модуля сдвига резины и внешних крутящих моментов.

# КИНЕМАТИКА ЧЕТЫРЕХЗВЕННОГО МЕХАНИЗМА С УЧЕТОМ ПРЕДЕЛЬНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ УПРУГОГО ЭЛЕМЕНТА В ШАРНИРЕ

Джураев А.<sup>1</sup>, Кенжабоев Ш.<sup>2</sup>, Мансурова М.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Узбекистан

<sup>2</sup>Наманганский инженерно-строительный институт, Узбекистан (vox-171181@mail.ru)

В современном машиностроении широко используются плоские рычажные механизмы, в частности шарнирные четырехзвенники. Разработанный механизм представляет из себя четырёхзвенный рычажно-шарнирный плоский механизм, схема которой представлена на рисунке 1. В предлагаемом механизме использован упругий элемент: в кинематической паре между шатуном и коромыслом в виде резиновой втулки. В кинематическом анализе не рассматриваются режимы движения при воздействии сил. В процессе работы механизма кривошип 1 вращаясь передаёт движение шатуну 2, а далее коромыслу 3. При этом шарнир выполнен составным, включающий резиновую упругую втулку. При этом за счет деформации упругого элемента изменяются длины шатуна и коромысла 3. Это приводит к изменению закон движения коромысла 3. Выбирая характеристики упругого элемента в шарнире между шатуном 2 и коромыслом 3 можно в определенной степени изменять его закон движения в необходимых пределах.

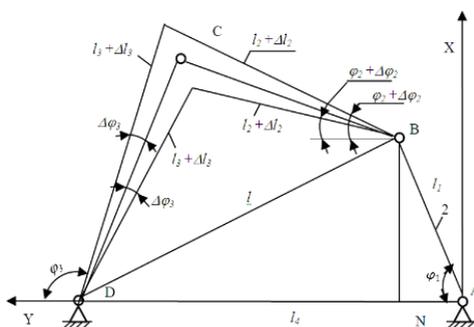


Рисунок 1-Схема четырехзвенного плоского механизма с учетом предельных значений деформации упругого элемента в шарнире С

При этом значения углов  $\varphi_2$  и  $\varphi_3$  имеют следующие предельные значения:

$$\begin{aligned} \varphi_{3 \min} &= \arccos \frac{(l_2 + \Delta l_2)^2 - (l_3 + \Delta l_3)^2 - l_4^2 - l_1^2 + 2l_4 l_1 \cos \varphi_1}{2(l_3 + \Delta l_3) \sqrt{l_4^2 + l_1^2 - 2l_4 l_1 \cos \varphi_1}} + \operatorname{arctg} \frac{l_1 \sin \varphi_1}{l_1 \cos \varphi_1 - l_4} ; \\ \varphi_{2 \max} &= \arccos \frac{l_4^2 + l_1^2 + (l_2 + \Delta l_2)^2 - (l_3 + \Delta l_3)^2 - 2l_4 l_1 \cos \varphi_1}{2(l_2 + \Delta l_2) \sqrt{l_4^2 + l_1^2 - 2l_4 l_1 \cos \varphi_1}} + \operatorname{arctg} \frac{l_1 \sin \varphi_1}{l_1 \cos \varphi_1 - l_4} \\ \varphi_{3 \max} &= \arccos \frac{(l_2 - \Delta l_2)^2 - (l_3 - \Delta l_3)^2 - l_4^2 - l_1^2 + 2l_4 l_1 \cos \varphi_1}{2(\Delta l_3 - \Delta l_3) \sqrt{l_4^2 + l_1^2 - 2l_4 l_1 \cos \varphi_1}} + \operatorname{arctg} \frac{l_1 \sin \varphi_1}{l_1 \cos \varphi_1 - l_4} \\ \varphi_{2 \min} &= \arccos \frac{l_4^2 + l_1^2 + (l_2 - \Delta l_2)^2 - (l_3 - \Delta l_3)^2 - 2l_4 l_1 \cos \varphi_1}{2(l_2 - \Delta l_2) \sqrt{l_4^2 + l_1^2 - 2l_4 l_1 \cos \varphi_1}} + \operatorname{arctg} \frac{l_1 \sin \varphi_1}{l_1 \cos \varphi_1 - l_4} \end{aligned}$$

Численным решением задачи получены законы перемещения звеньев и графические зависимости параметры, по которым можно выбрать необходимые их значение.

# КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗУБЧАТО-РЕМЕННОЙ ПЕРЕДАЧИ С СОСТАВНЫМ ШКИВОМ

Джураев А.<sup>1</sup>, Мухамедов Ж.<sup>2</sup>, Турдалиев В.<sup>2</sup>, Абдуллажанов А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности

<sup>2</sup>Наманганский инженерно-строительный институт

Рассмотрим движение зубчато-ременной передачи с составным ведомым шкивом. При этом средняя скорость остаётся постоянной, а скорость движения и угловая скорость ведомого шкива изменяется в зависимости дополнительного угла поворота  $\Delta\varphi_2$

$$\text{Положение I: } V'_{2\min} = V_1 \frac{\cos \varphi_1}{\cos(\varphi_2 + \Delta\varphi_2)}; \quad \omega_{2\min} = \omega_1 \frac{r_1 \cos \varphi_1}{r_2 \cos(\varphi_2 + \Delta\varphi_2)} \quad (1)$$

$$\text{Положение II: } V'_{2\max} = V_1; \quad \omega_{2\max} = \omega_1 r_1 / r_2 \quad (2)$$

При этом коэффициент кинематической неравномерности вращения будет

$$\delta_k = 2 \left( 1 - \frac{\cos \varphi_1}{\cos(\varphi_2 + \Delta\varphi_2)} / 1 + \frac{\cos \varphi_1}{\cos(\varphi_2 + \Delta\varphi_2)} \right) \quad (3)$$

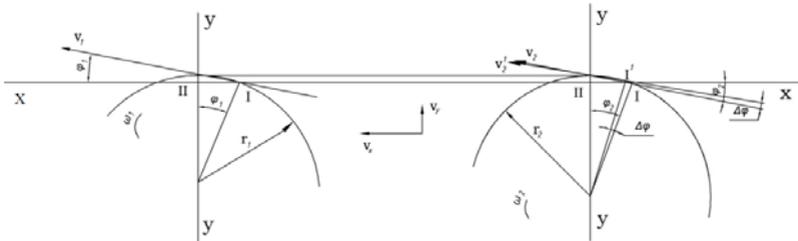


Рис. 1. Кинематический расчетная схема зубчато-ременной передачи

Как известно из теории упругости, энергия деформации к касательное напряжение в теле имеющего объем  $V$ , может быть определены по формулам [1]

$$W = \tau^2 V / 2G; \quad \tau = M / 2\pi r_2^2 l M \quad (4)$$

где  $\tau$ - касательное напряжение в материале, соответствующее произведенной деформации, Па;  $G$ -модуль упругости материала, Па;  $M$ -внешний момент, Нм.

Принимая в качестве деформируемого тела объемом элементарного цилиндра и приравнивая энергию деформации резиновой втулки к работе внешнего момента  $M$  можно записать

$$dV = 2\pi r l dr ; \quad \frac{1}{2} M \Delta \varphi_2 = \int_V \frac{\tau^2 dV}{2G} \quad (5)$$

Подставляя значения  $\tau$  из формулы (4) и интегрируя в пределах от  $r_2$  до  $r_{\text{вн}}$  получим

$$\Delta \varphi_2 = \frac{M}{4\pi Gl} \cdot \frac{r_{\text{вн}}^2 - r_2^2}{r_{\text{вн}}^2 r_2^2} \quad (6)$$

Поставляя значение  $\Delta \varphi_2$  из формулы (6) на выражению (3), получим следующую

$$\delta_k = 2 \left\{ 1 - \frac{\cos \varphi_1}{\cos(\varphi_2 + \frac{M}{4\pi Gl} \cdot \frac{r_{\text{вн}}^2 - r_2^2}{r_{\text{вн}}^2 r_2^2})} \right\} / \left\{ 1 + \frac{\cos \varphi_1}{\cos(\varphi_2 + \frac{M}{4\pi Gl} \cdot \frac{r_{\text{вн}}^2 - r_2^2}{r_{\text{вн}}^2 r_2^2})} \right\} \quad (7)$$

Решения задачи (7) можно определить пределы изменения угловой скорости шкива и выбором необходимых законов движение обосновать его параметры.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] В.Н. Потураев. Резиновые и резино-металлические детали машин. –М.: Машиностроение, - 1966. -300 с.

# НОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ КУЛАЧКОВОГО МЕХАНИЗМА С УПРУГИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ БАТАНА ТКАЦКИХ СТАНКОВ

Джураев А., Мадрахимов Ш.Х., Уринова С.  
Тошкент тўқимачилик ва снгий саноат институти

Батанные механизмы с кулачковым приводом широко распространены на бесчелночных ткацких станках. Все батанные механизмы должны удовлетворять следующим технологическим и техническим требованиям: размах качания берда должен быть наименьшим во избежание сильного перетирания нитей основы зубьями берда: уточная нить к опушке ткани должна прибаваться плавным давлением, а не ударом; масса батана должна быть небольшой и достаточной для выполнения всех технологических и механических операций механизма; ограничение скоростных режимов движения из-за больших инерционных сил и сил реакций в кинематических парах за счет избыточных связей в механизме. Следует отметить, что в процессе работы происходит быстрый выход из строя подшипниковых опор и низкий ресурс батанного механизма.

Для повышения надежности, увеличения производительности тканеформирования на бесчелночных ткацких станках разработана новая схема кулачкового батанного механизма с упругими элементами.

На рис. 1 представлен батанный механизм, который содержит корпус 1, кулачок 2, контркулачок 3, установленные на главном валу 4. Составные ролики 5 и 6 шарнирно установлены в трехплечем рычаге 7 и контактируют с профилями (поверхностями) кулачков 2 и 3. Составные ролики 5 и 6 включают шарниры 9 и 12, насаженные на них упругие резиновые втулки 13 и 14. Толщина резиновой втулки 13 в два раза больше, чем толщина упругой резиновой втулки 14. Рычаг 7 установлен на батанном валу 8 шарнирно. Третье плечо рычага 7 соединено жестко с брусом 10 и бердом 11. Плечи 7 трехплечевого рычага дополнительно связаны с батан-

ным валом 8 пружиной кручения 15. Упругие резиновые втулки 13 и 14 изготовлены из маслостойкой марки резины.

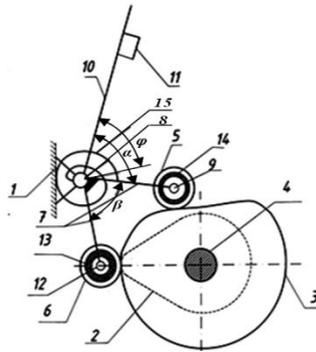


Рис. 1. Батанный механизм ткацкого станка с составными роликами кулачка

На основе численного решения задачи получены законы движения трехплечего рычага кулачкового механизма с учетом значений крутящего момента. Полученные кривые показывают, что с применением пружины кручения закон углового перемещения рычага изменяется в рабочей зоне прибора. При этом в зоне прибора уток совершает некоторые колебания с незначительной амплитудой. Происходит некоторый останов утка в этой зоне. Это приводит к получению ткани высокого качества.

Данное смещение не только позволяет сэкономить ресурс, но и эффективно прибору утка, а также к получению ткани высокого качества

# ОЦЕНКА НДС В ОКРЕСТНОСТИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ПРИ ОТРАБОТКЕ НАКЛОННЫХ ЗАЛЕЖЕЙ МЕТОДОМ ГИУ

**Дильдабаев Ш.А.**

Институт механики и машиноведения им. У.А. Джолдасбекова, г.Астана,  
Казахстан (E-mail: shdilda@bk.ru)

Добыча твердых полезных ископаемых на современном этапе характеризуется увеличением глубины разработки, сложными горно-геологическими условиями быстрым нарастанием выработанных пространств и ростом горного давления. В таких условиях разработка наклонных и мощных рудных залежей сопровождается большими изменениями физических и геомеханических процессов в породном и приконтурном массивах, и как следствие происходящих явлений, проявлением очагов массового обрушений иногда с выходом на дневную поверхность.

Наклонное залегание залежей и произвольная форма границ выработок вносит специфику вопросам выбора параметров конструктивных элементов камерно-столбовой системы, в расчетах нагрузок на междукамерные целики (МКЦ) и барьерные целики (БЦ) и определение их несущей способности.

Для решения этих вопросов в данной применяются математическое моделирование, основанное на использовании модели трансверсально изотропного упругого тела и метода граничных интегральных уравнений. Приводятся основные уравнения состояния для наклонно-слоистого массива, методика решения и расчеты для оценки НДС в окрестности выработок глубокого заложения, разделенных междукамерными целиками при углах падения залежи  $15^\circ$  и  $35^\circ$ .

# РЕШЕНИЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ ПРИ СИНТЕЗЕ МЕХАНИЗМОВ

Дракунов А.Ю. <sup>1</sup>, Дракунов Ю.М. <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт механики и машиноведения им. У.А. Джолдасбекова, г.Алматы, Казахстан  
(E-mail: drakunov50@mail.ru)

В работе рассматривается методика упрощения решения системы линейных уравнений с параметром и нелинейной системы специального вида получаемых при синтезе плоских и пространственных механизмов [1]. Данные системы имеют вид

$$a_{i,1}p_1 + a_{i,2}p_2 + \dots + a_{i,n}p_n = b_{i,0} + b_{i,1}q_1 + b_{i,2}q_2 + \dots + b_{i,m}q_m, \quad i = 1..N, \quad (1)$$

$$q_j = f_j(p_1, p_2, \dots, p_n), \quad j = 1..m \quad (2)$$

где  $p_k$  - искомые параметры механизма, число которых равно  $n$ ,  
 $q_j$  - некоторые функции от искоемых параметров, число которых равно  $m$ ,

$a_{ij}, b_{ij}$  - известные коэффициенты, зависящие от положения механизма.

Уравнения (2) еще называют уравнениями связей между искомыми параметрами. Систему (1) запишем в матричной форме

$$A \cdot P = B_0 + \sum_{j=1}^m B_j \cdot q_j \quad (3)$$

Если число положений механизма совпадает с числом искоемых параметров т.е.  $N = n$ , то решение (3) можно записать (интерполяционный синтез)

$$P = A^{-1}B_0 + \sum_{j=1}^m A^{-1}B_j q_j \quad (4)$$

В противном случае, при  $N > n$  (приближенный квадратичный синтез)

$$P = (A^T A)^{-1} A^T B_0 + \sum_{j=1}^m (A^T A)^{-1} A^T B_j q_j \quad (5)$$

Формулы (4) и (5) определяют вектор искомых параметров  $P^T = (p_1 p_2 \dots p_n)$  как функции от параметров  $q_j$   $j = 1..m$ . Подставляя (4) или (5) в систему (2) получим окончательно в общем случае систему  $m$  квадратичных уравнений

$$q_j = f_j(q_1, q_2, \dots, q_m), \quad j = 1..m \quad (6)$$

На основании этой методике разработаны программы по синтезу механизмов в системах Maple [2] и Python.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Механика машин : учеб. пособие для вузов / И.И. Вульфсон и др. ; под ред. Г.А. Смирнова. М. : Высшая школа, 1996. - 511с.

[2] Дьяконов В. П. Maple 10/11/12/13/14 в математических расчетах. – М.: ДМК Пресс, 2011 – 800с.

***Работа выполнена по проекту № AP05134959 по бюджетной программе 217 «Развитие науки» подпрограмме 102 «Грантовое финансирование научных исследований»***

# ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ДЛЯ ТЕКСТУРНОГО АНАЛИЗА

Дүйсен А.Б.

Институт информационных и вычислительных технологий, Алматы, Казахстан  
E-mail: a.esenalieva@mail.ru

В работе обсуждаются топологические алгоритмы для текстурного анализа цифровых изображений. Проведено тестирование по распознаванию текстур базы HR-изображений, доступной на сайте <http://www.cfar.umd.edu/~fer/website-texture/texture.htm>. Эта база содержит 25 классов изображений, по 40 представителей в каждом классе. Для каждого класса были построены так называемые усредненные ландшафты [5] первых 10 рангов для компонент Бетти 0 и Бетти 1, а внутри каждого класса текстур выполнено их поранговое усреднение.

В основе этого подхода лежит топологическая фильтрация отсчетов по уровням с последующим построением нерва покрытия, т.е. симплициального комплекса, кодирующего локальную близость отсчетов в каждом из интервалов. На основе методов алгебраической топологии [1] для каждого уровня фильтрации подсчитывается число компонент связности (число Бетти 1) и число дыр – неограничивающих циклов (число Бетти 2). При этом в процессе фильтрации компоненты связности и дыры возникают и исчезают, а время их жизни, измеренное высотой уровня, называют персистентностью [4]. Моменты рождения и исчезновения компонентов связности и дыр кодируется определенной точкой на плоскости, причем облако таких точек называют диаграммой персистентности [2,3].

Сравнивая изображения, основываясь исключительно на персистентных ландшафтах, приемлемое качество распознавания удается достигнуть лишь в ряде случаев, где класс текстур имеет «характерный» профиль ландшафта хотя бы для одной из компонент.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] Kaczynski T., Mischaikow K., Mrozek M. Computational Homology // Applied mathematical sciences. – Springer-Verlag, 2004. – Vol. 157.

- [2] G. Carlsson. Topology and data // Bulletin of the American mathematical society. – 2009. – Vol. 46. – P. 255–308.
- [3] Carlsson E., Carlsson G., V. de Silva. An algebraic topological method for feature identification // International journal of computational geometry and applications. – 2006. – Vol. 16, № 4. – P. 291–314.
- [4] Edelsbrunner H., Harer J. Computational topology, an introduction // American mathematical society. – 2009. – 241 p.
- [5] Bubenik P. Statistical topological data analysis using persistence landscapes // 2014, arXiv:1207.6437 [math.AT].

## **РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ВРАЩАТЕЛЬНЫМ ДВИЖЕНИЕМ НАНОСПУТНИКА С ПОМОЩЬЮ МАГНИТНЫХ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ**

**Жарылкасынова А.Б.**

Автором проводилась разработка компьютерной модели системы управления вращательным движением наноспутника с помощью магнитных исполнительных органов на программном обеспечении Simulink. Была программно реализована анимационная модель спутника Cubesat. При моделировании использовались линейные, нелинейные и предуктивные методы управления малого космического аппарата. [1]

На основе научных работ по разработке математической модели управления с помощью ЭМИО, которые позволяет разрешить ряд проблем управляемости, проблемы с остаточным магнитным моментом предложен метод управления ориентации КА с помощью трех электромагнитных катушек на каждой плоскости спутника вида Cubesat. Основываясь на разработке метода управления трехосной ориентации малого космического аппарата с помощью электромагнитных исполнительных органов, учитывающего компенсацию остаточного момента [2] была создана компьютерная модель на программном обеспечении Simulink. Были взяты модели на базе алгоритмов «B-dot», «B-dot bang bang» [3]. Экспериментальные данные остаточного момента были получены с помощью разработки наноспутника “Nano-Jasmine” [4].

Следующим этапом стало создание наглядной анимации управления и затухания колебаний спутника на выходе в околоземную орбиту. При этом есть возможность для изменения параметров типа спутника, орбиты, метода управления. Для создания анимации математическая и компьютерная модель связывается с программным обеспечением по созданию анимации.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Silani E and M. Lovera M, Magnetic spacecraft attitude control: a survey and some new results// *Control Engineering Practice* – 2005. – Vol.13, no. 3, P. 1565-1571
- [2] Калиева Н.Б. Исследование и разработка алгоритмов магнитной ориентации малого космического аппарата. Алматы: КазНУ имени аль-Фараби, 2016
- [3] Алипбаев К. А. Разработка системы управления движения микроспутника. Алматы: КазНУ имени аль-Фараби, 2012
- [4] T. Inamori, S. Nakasuka, “In-orbit magnetic disturbance compensation using feed forward control in Nano-JASMINE mission,” *Proceedings of the 22nd Annual AIAA/USU Conference on Small Satellites*, Logan, UT, USA, Aug. 11-14, 2008



# FLUID FILTRATION TO MULTI-BORE HORIZONTAL WELLS IN A DEFORMABLE POROUS MEDIUM

Zhumagulov<sup>1</sup> B.T., Masanov<sup>2</sup> Zh.K., Azhikhanov<sup>3</sup> N.T.  
Zhunissov N.M.<sup>3</sup>, Bekbolatov A.B.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan, Almaty

<sup>2</sup>Institute Mechanics and Engineering named after U.A.Dzholdasbekov, Almaty

<sup>3</sup>Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University, Turkestan

(E-mail: [nurlan.azhikhanov@ayu.edu.kz](mailto:nurlan.azhikhanov@ayu.edu.kz), [alimzhan\\_iktu@mai.ru](mailto:alimzhan_iktu@mai.ru))

The scientific work considers finite element modeling of fluid filtration in a deformable porous medium. A transversely isotropic medium has been taken as a deformable medium. Numerical solution of the problem has been carried out by high-performance finite element modeling.

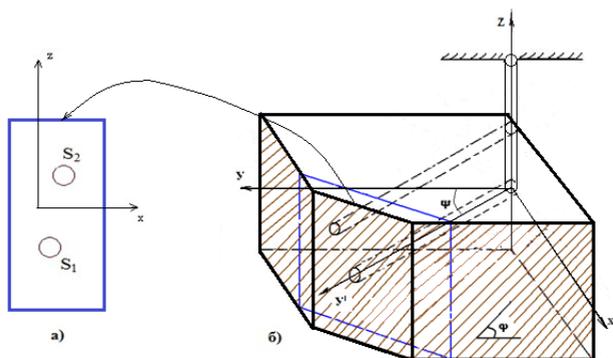


Figure 1 - Horizontal wells with differently directed multi-bores

In the work there is designed computer modeling of fluid filtration process which goes to the multi-bore well in the transversely isotropic medium. Numerical solution of the problem has been done by the finite element method and a software package has been created. In the software package the program automatically divides the computational area into finite elements [1]. While the node points of the computational area are increased or decreased respectively the area division is increased or decreased automatically.

#### REFERENCES

[1] A.R. Khoei, E. Haghghat. Extended finite element modeling of deformable porous media with arbitrary // Sharif University of Technology, P.O. – 2011.

*Работа выполнена по проекту № AP05134403 по бюджетной программе 217 «Развитие науки» подпрограмме 102 «Грантовое финансирование научных исследований»*

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПОРОДНОГО МАССИВА В ОКРЕСТНОСТИ ОЧАГА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

**Закирьянова Г.К.**

Институт механики и машиноведения им. У.А. Джолдасбекова, г.Астана,  
Казахстан (e-mail: [gulmzak@mail.ru](mailto:gulmzak@mail.ru))

Исследование процессов распространения волн в породном массиве при действии источников возмущений естественного или искусственного происхождения относится к числу сложных научно-технических проблем, особенно актуальных для Казахстана, большая часть территории которого находится в зоне высокой сейсмической активности. Наиболее эффективными методами изучения таких процессов являются методы математического моделирования с привлечением различных математических моделей механики деформируемого твердого тела, которые позволяют учесть многие свойства породного массива, тип и силу сейсмических воздействий.

В работе для учета реальных свойств массива рассматривается анизотропная упругая среда, уравнения движения которой описываются строго гиперболической системой уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами. Представлены тензора Грина - фундаментальные решения, удовлетворяющие условиям излучения, при плоской и пространственной деформации, тензора фундаментальных напряжений, первообразные этих тензоров по времени, исследованы их асимптотические свойства, получены условия на волновых фронтах [1] Изучено влияние степени анизотропии на характер дифракционных процессов в анизотропных средах на примере реальных горных пород с проведением численных экспериментов при действии сосредоточенных источников различного типа, характерных для взрывных воздействий. Показано, что волноводные свойства среды существенно зависят от упругих параметров. При слабой анизотропии фронты ударных волн от сосредоточенных источников эллипсоидальные, подобные сферическим в изотропной упругой среде. При сильной анизотропии

имеет место наличие лакун, где среда покоится [2]. При расчетах рассмотрены ортотропные упругие среды. Сформулированы условия на упругие коэффициенты для рассматриваемых сред, при которых наблюдаются такие волноводные свойства упругой среды. На основе построенного тензора Грина представлены решения уравнений при любых распределенных в среде массовых силах.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] L.A. Alexeyeva, G.K. Zakir'yanova, *Differential Equations*, 37, No.4, 517-523 (2001)  
[2] G.K. Zakir'yanova, *New Trends in Analysis and Interdisciplinary Applications*, Trends in Mathematics, Springer International Publishing AG, DOI 10.1007/978-3-319-48812-7\_52(2017)

*Работа выполнена по проекту № AP05135494 по бюджетной программе 217 «Развитие науки» подпрограмме 102 «Грантовое финансирование научных исследований»*

# СИСТЕМА СЛЕЖЕНИЯ ЗА СПУТНИКОМ

**Ибраев Г.Е. <sup>1</sup>, Калиева Н.Б. <sup>1</sup>, Ракишева З.Б. <sup>1</sup>**

<sup>1</sup> КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан (E-mail: ybraev.alysher@mail.ru)

В данной работе описаны методы разработки и алгоритмы работы программного пакета системы слежения за спутником. Наличие и развитие космического сегмента для любой страны всегда являлось большим преимуществом. В данной программе есть возможность просмотра лётной истории космического аппарата, также наличие масса-габаритных характеристик, кроме того, программа выдает данные результатов термического и механического анализа, что несомненно, дает больше преимуществ по сравнению с другими программами в данном направлении. Также отличительной особенностью данного программного обеспечения это возможность проведения симуляции, или другими словами есть возможность предварительного расчета орбиты не запущенного спутника. Симуляция рассчитывается через оскулирующие (кеплеровские) элементы [1-3]. В программное обеспечение добавлена 3D модель и визуализация компланарных и пространственных манёвров космического аппарата [4]. Данное программное обеспечение позволит нам свести к минимуму ошибки, накапливающиеся при численных расчетах, тем самым улучшив в будущем построение математических моделей полета космических аппаратов, также с помощью данного продукта в будущем можно реализовать задачи, связанные с управлением космических аппаратов.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Howard D. Curtis. Orbital Mechanics for Engineering Students. Elsevier Ltd, 2014.
- [2] Gerald R. Hintz. Orbital Mechanics and Astrodynamics. Springer, 2015.
- [3] A. Milani and G. Gronchi. Theory of Orbit Determination. Cambridge University Press, 2010.
- [4] A. A. Sukhanov. Lectures on Astrodynamics. – Moscow, 2010.

## ОБОСНОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВОРОТА ШАГАЮЩЕГО АППАРАТА С ДВИЖИТЕЛЯМИ ОРТОГОНАЛЬНОГО ТИПА

**Ибраев С.М.<sup>1</sup>, Джамалов Н.К.<sup>2</sup>, Ибраева А.С.<sup>2</sup>, Мухамбеткалиева Г.М.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Институт механики и машиноведения им. У.А. Джолдасбекова, г.Алматы, Казахстан  
(E-mail: [sayat\\_m.ibrayev@mail.ru](mailto:sayat_m.ibrayev@mail.ru))

<sup>2</sup>КазНУ им. аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан  
(E-mail: [sayat\\_m.ibrayev@mail.ru](mailto:sayat_m.ibrayev@mail.ru))

К настоящему времени научными коллективами развитых стран мира разработаны различные конструкции шагающих роботов (ШР) [1, 2]. Однако все они отличаются крайней неэффективностью с точки зрения энергозатрат на перемещение и сложности системы управления. В частности, поворот таких роботов осуществляется с участием более десяти двигателей и требует разработки многоуровневой системы управления [1, 3]. Решением указанных проблем является создание конструкции ШР, в которой ее основные составные части, а именно опорно-двигательный аппарат (двигатель), механизм адаптации, и механизм поворота (маневрирования) образуют единую, органически целую механическую систему. Оригинальность предлагаемого структурного решения конструкции ШР заключается в реализации декомпозиционного принципа: путем расчленения системы на указанные функциональные блоки достигается функциональная развязка приводов, когда каждый привод имеет конкретное функциональное назначение. В работе предложена рациональная структура ШР, которая позволяет осуществить перемещение и поворот корпуса при минимальном количестве двигателей. Также предложена кинематически эквивалентная схема ШР, для упрощения исследования режимов поворота. Варьированием постоянных параметров ШР получены размеры, обеспечивающие устойчивость движения и оптимальный поворот корпуса.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Kim, Sangbae & Wensing, Patrick. (2017). Design of Dynamic Legged Robots. Foundations and Trends in Robotics. 5. 117-190. 10.1561/23000000044.

[2] In Sharbafi, M. A., & In Seyfarth, A. (2017). Bioinspired legged locomotion: Models, concepts, control and applications. Butterworth-Heinemann. 0128037741, 9780128037744.

[3] Chen, Gang & Jin, Bo & Chen, Ying. (2017). Tripod gait-based turning gait of a six-legged walking robot. Journal of Mechanical Science and Technology. 31. 1401-1411.

***Работа выполнена по проекту № AP05134959 по бюджетной программе 217 «Развитие науки» подпрограмме 102 «Грантовое финансирование научных исследований».***

# К ЗАДАЧЕ ТРЕХ ТЕЛ С МАССАМИ ИЗМЕНЯЮЩИМИСЯ АНИЗОТРОПНО В РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПАХ

Иманова Ж.У.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан  
<sup>2</sup>Кызылординский государственный университет им. Коркыт Ата, г.Кызылорда,  
Казахстан

(E-mail: imanovazhanar0884@gmail.com)

В работе рассматривается общий случай проблемы трех тел с переменными массами, которые меняются анизотропно в различных темпах. Из-за изменения масс появляются реактивные силы, которые значительно усложняют проблема. Уравнения движения записаны в координатах Якоби[1]. Уравнения вековых возмущений в аналогах второй системы канонических элементов Пуанкаре имеют вид [1,2,3]

$$\begin{aligned} \dot{\xi}_1 &= K_5 + K_6 p_1 + 2K_1 \eta_1 + K_3 \eta_2, & \dot{\eta}_1 &= K_4 - K_6 q_1 + 2K_1 \xi_1 + K_3 \xi_2, \\ \dot{\xi}_2 &= K'_5 + K'_6 p_2 + 2K'_2 \eta_2 + K'_3 \eta_1, & \dot{\eta}_2 &= K'_4 - K'_6 q_2 + 2K'_2 \xi_2 + K'_3 \xi_1, \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \dot{p}_1 &= -K_6 \xi_1 + 2\psi_1^*(t) \left( \frac{q_1}{\Lambda_1} - \frac{q_2}{\sqrt{\Lambda_1 \Lambda_2}} \right), & \dot{q}_1 &= K_6 \eta_1 + 2\psi_1^*(t) \left( \frac{p_1}{\Lambda_1} - \frac{p_2}{\sqrt{\Lambda_1 \Lambda_2}} \right), \\ \dot{p}_2 &= -K'_6 \xi_2 + 2\psi_2^*(t) \left( \frac{q_2}{\Lambda_2} - \frac{q_1}{\sqrt{\Lambda_1 \Lambda_2}} \right), & \dot{q}_2 &= K'_6 \eta_2 + 2\psi_2^*(t) \left( \frac{p_2}{\Lambda_2} - \frac{p_1}{\sqrt{\Lambda_1 \Lambda_2}} \right). \end{aligned} \quad (2)$$

Решения системы (1) - (2) позволяют анализировать динамическую эволюцию аналогов эксцентриситетов, наклонностей, аргументов перицентров, долготы восходящих узлов и долготы перицентров [2,3].

Приведенная система (1) - (2) исследуется численными методами с применением системы Mathematica [4].

## ЛИТЕРАТУРА

[1] Минглибаев М.Дж. Динамика гравитирующих тел с переменными массами и размерами. Поступательное и поступательно-вращательное движение. - Германия: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. - 229 с.

[2] Minglibayev M.Zh., Mayemerova G.M. Evolution of the orbital-plane orientations in the two-protoplanetthree-bodyproblemwithvariablemasses//Astronomy Reports. -2014. -Vol. 58, №9. - P. 762-772.

[3] M.Zh. Minglibayev, A.N. Prokopenya, G.M. Mayemerova, Zh,U, Imanova Three-body problem with variable masses that change anisotropically at different rates // Mathematics in Computer Science, 2017, Vol.11, (3-4). P. 383-391.

[4] Прокопеня А.Н. Решение физических задач с использованием системы «Mathematica» -Брест: изд. во БГТУ, 2005. -260 с.

# ВЛИЯНИЕ ТРЕНИЯ НА НЕЛИНЕЙНУЮ ДИНАМИКУ ОРТОГОНАЛЬНОГО МЕХАНИЗМА ВИБРАЦИОННОГО СТОЛА

Искаков Ж.<sup>1</sup>, Бисембаев К.<sup>2</sup>, Джамалов Н.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Алматинский Университет Энергетики и Связи, Институт Механики и  
Машиноведения, Алматы, Казахстан (E-mail: [iskakov53@mail.ru](mailto:iskakov53@mail.ru))

<sup>2</sup>Казахский Национальный Педагогический Университет им. Абая, Институт  
Механики и Машиноведения, Алматы, Казахстан (E-mail: [kuat\\_06@mail.ru](mailto:kuat_06@mail.ru))

<sup>3</sup>Казахский Национальный Университет им. Аль-Фараби, Институт Механики и  
Машиноведения, Алматы, Казахстан (E-mail: [nutpulla@mail.ru](mailto:nutpulla@mail.ru))

Любой реальный двигатель имеет естественное ограничение, определяемое характеристикой его мощности. Источника энергии такой ограниченной мощности называют “не идеальным источником”, а систему “неидеальной системой”. Полный обзор различных теорий неидеальных колебательных систем представлен в работе [1]. В случае ограниченности мощности источника энергии сильное взаимодействие между динамической системой и двигателем приводит к колебаниям скорости вращения вала двигателя с амплитудой, довольно большим значением [2]. Сильное влияние на угловую скорость источника энергии, и соответственно на кинематические и динамические характеристики колебательной системы ощущается при большой внешней нагрузке на систему и учете трения. В динамике одной из неидеальных колебательных систем - ортогонального механизма вибрационного стола основное внимание уделяется влиянию трения на колебательный процесс при его взаимодействии с неидеальным источником энергии. В результате анализа численных решений нелинейного уравнения движения установлено, что в целом по периоду вращения и трение скольжения, и трение вращения увеличивают разность между максимальным и минимальным значениями угловой скорости ведущего звена при неизменном ее среднего значении, оба увеличивают коэффициент неравномерности вращения. При значительной массе груза в рабочем звене больше проявляется влияние трения скольжения на амплитуду и частоту угловой скорости ведущего звена и на частоту координат, а также на частоты и максимальные

и минимальные значения проекций скорости и ускорения шарнира, связывающего стола с шатуном.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Cveticanin L. (2010) Dynamics of the non-ideal mechanical systems: A review // Journal of the Serbian Society for Computational Mechanics. – Vol. 4 №2. – P. 75-86.

[2] Bissembayev K. and Iskakov, Zh. (2015) Oscillations of the orthogonal mechanism with a non-ideal source of energy in the presence of a load on the operating link // Mechanism and machine theory. – Vol. 92. – P. 153 – 170.

*Работа выполнена по проекту № AP05134148 по бюджетной программе 217 «Развитие науки» подпрограмме 102 «Грантовое финансирование научных исследований»*

## ЗАМАНАУИ ТАЛШЫҚТЫ ОПТИКАЛЫҚ ДАТЧИКТЕР

Кашаганова Г.Б.<sup>1,2</sup>, Калижанова А.У.<sup>1,3</sup>, Амиргалиева С.Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ҚР БҒМ ҒК «Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты»  
Алматы Қазақстан

<sup>2</sup> Қазақ -Америка университеті Алматы Қазақстан

<sup>3</sup> Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы Қазақстан  
([guljan\\_k70@mail.ru](mailto:guljan_k70@mail.ru), [kalizhanova\\_aliya@mail.ru](mailto:kalizhanova_aliya@mail.ru))

Заманауи өнеркәсіпті автоматтандырылған басқару жүйесіз көзге елестету мүмкін емес. Күрделі механизмдер мен құрылымдар ағымдағы үрдістердің әр түрлі параметрлерін үздіксіз бақылауды қажет етеді. Күрделі инженерлік құрылыстар және өнеркәсіптік жүйелер күйінің мониторингі оларды күнделікті қолданудағы ажырамайтын бір бөлігі болып табылады. Мұндай бақылауды жүзеге асыру үшін механикалық пішіннің өзгеруі, қысым, температура сияқты т.б. әр түрлі физикалық шамаларды бақылау жүйелері мен датчиктер қажет. Қазіргі таңда өлшеу жүйелері мен датчиктер нарығында әлі де үстемдік танытатын электронды өлшеу технологиялары болып табылып, олар өлшеніп жатқан параметрді электр сигналына түрлендіруді және оны әрі қарай өңдеуді шамалайды. Өлшеудің талшықты-оптикалық жүйесі осы амалға ұқсас қолданылады, мұнда өлшенетін параметр оптоалшық арқылы жіберілетін оптикалық сигналға түрленеді. Қазіргі таңда талшықты оптикалық аспаптар физикалық және химиялық шамаларды өлшеу, автоматтық бақылау мен жүйелерді басқару, табиғи ресурстар мен қоршаған ортаның ластануын зерттеу сияқты әр түрлі ғылыми-техникалық мәселелерді шешу үшін қолданылады.

Талшықты оптикалық датчик – бұл оптикалық сигналдарды түрлендіретін және өңдейтін құрылғылардың талшықты оптикалық байланыс желісімен байланыстырылған, оптикалық талшық арқылы жіберілетін, оптикалық сигналдың қандайда бір параметріне физикалық өлшеуіш шаманы түрлендіруші өлшеуіштік түрлендіргіштен тұратын өлшеу құралы.

Талшықты оптикалық датчиктердің дамуы, әсіресе талшықты Брэгг торларының (ТБТ) техникасының, талшықты-оптикалық байланыс жүйелерінің дамуымен тығыз байланысты.

Талшықты оптикалық датчиктер ішінде талшықты Брэгг торлары негізіндегі датчиктер болашағы зор болып табылады.

#### ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТ ТІЗІМІ

- [1] Kashyap R. Fiber Bragg gratings.– San Diego, Academic Press, 1999.– 458 p.
- [2] Соколов А.Н., Яцеев В.А. Волоконно-оптические датчики и системы: принципы построения, возможности и перспективы//Измерительная техника Light Wave/2006/–№4
- [3] Кашаганова Г.Б. Талшықты Брэгг торларының қасиеттері және оларды қолдану //Қ.И.Сәтбаев ағындағы ҚазҰТЗУ Хабаршысы.– 2015.– №6 (112).– Б.180-185.
- [4] 129 Кашаганова Г.Б. Вуйцик В., Калижанова А.У., Козбакова А.Х. Волоконно-оптические датчики температуры Вестник №6 (124) КазНИТУ имени К.И. Сәтбаева 2017
- [5] Rao Y.-J. In-fiber Bragg grating sensors //Meas. Sci. Technol.– 1997. –№ 8.– P. 355-375.
- [6] Kersey A. D., Davis M. A., Patrick H. J., LeBlanc M., Koo K. P., Askins C. G., Putnam M. A. and Friebele E. J. Fiber Grating Sensors //Journ. of Lightwave Tech.–1997.– Vol. 15, №8.– P.1442-63.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ WOLFRAM MATHEMATICA 7.0 ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ

**Кенжебаева М.О.**

КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

(E-mail: merey-mex-2017@mail.ru)

Программный вычислительный продукт Wolfram Mathematica 7.0, разработанный американской компанией Wolfram Research Inc., является одним из наиболее распространенных в мире программных средств, которое позволяет весьма эффективно выполнять как численные, так и символьные вычисления, имеет развитую двумерную и трехмерную графику и встроенный язык программирования высокого уровня. Указанные возможности, удобный пользовательский интерфейс обеспечили ей широкое применение во многих областях современного естествознания. Появившись в 1988 году, за 30 лет своего развития Mathematica стала одним из лидеров среди систем компьютерной алгебры и превратилась в мощный инструмент в руках инженера и научного работника, преподавателя и студента. Она позволяет переложить многие громоздкие и трудоемкие аналитические вычисления на компьютер и сосредоточиться на проблеме постановки задачи и анализе результатов ее решения. К ее достоинствам можно также отнести и обширные графические возможности.

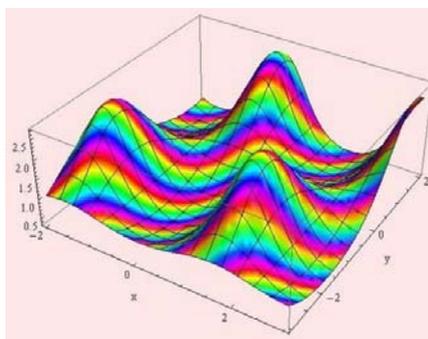


Рис.1 – Графическое представление результатов расчетов на Wolfram Mathematica 7.0.

Mathematica находит все более широкое применение и в учебном процессе. В настоящее время она используется более чем в пятидесяти крупнейших университетах мира, на ее базе разработаны сотни различных курсов для студентов и школьников. Кроме того, появились специальные версии пакета для студентов. Список научных монографий, посвященных приложениям Mathematica, составляет более пятисот наименований. Таким образом, Mathematica стала важной составной частью учебного процесса.

# МЕТОД ПОИСКА ОПЕРАТИВНЫХ ПРЕДВЕСТНИКОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ S-МЕТОДОМ ИДЕНТИФИКАЦИОННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Klikushin Yu. N.<sup>1</sup>, Koshekhova B. V.<sup>2</sup>, Belosludtsev O. M.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of the Technology of Electronics  
Omsk State Technical University (OmGTU), Omsk, Russian Federation  
iit@omgtu.ru, Mira str., 11

<sup>2</sup> Department of Power Engineering and Radio Electronics  
The North-Kazakhstan State University n.a. M.Kozybayev (NKSU),  
Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan  
kkoshekhov@mail.ru, Pushkin str.,86

<sup>3</sup>Integrated Laboratory of Earthquake Prediction, Institute of Seismology (IS)  
Almaty, Republic of Kazakhstan  
[seismology@seismology.kz](mailto:seismology@seismology.kz), Al-Farabi str., 75A

В связи с бурным развитием компьютерных технологий перспективным направлением по определению предвестников землетрясений стали методы и инструменты, базирующиеся на статистической обработке сейсмограмм [1-4], однако вероятность прогноза по-прежнему остается невысокой по ряду причин. В частности, сложно установить информативные закономерности для предсказания в математическом описании случайных по форме сейсмограмм детерминированными функциями. Ситуация осложняется и наличием шума и помех, вызванных различными явлениями: ветер, перепады атмосферного давления, вариации температуры, антропогенный фактор и т.д. При этом шум [3] скрывает в себе некие проявления процессов подготовки разрушения, представляющие большой интерес в вопросе прогнозирования землетрясений.

Следовательно, чтобы повысить эффективность поиска оперативных и информационных предвестников землетрясений необходимо использовать более точные технологии идентификации зашумленной сейсмограммы [4,5].

Результаты исследований по поиску оперативных предвестников землетрясений на основе идентификационных измерений только сейсмограммы были представлены в [6]. Однако в данной работе показана возможность повышения эффективности проце-

дуры поиска оперативных предвестников землетрясений на основе векторных идентификационных измерений сейсмограммы и характеристики ее приращений. Установлено, что для обеих характеристик процесс сейсмического мониторинга соответствует движению стрелок указателя по идентификационной S-шкале. Сложная в математическом описании сейсмограмма представляет кластером отклонений от эталонных отметок двух шкал. Определено наиболее оптимальное пороговое значение, одинаковое для обеих характеристик и выступающее в качестве краткосрочного оперативного предвестника землетрясений, а также соответствующие интервалы прогнозирования. Установлено, что при использовании характеристики приращений сейсмограммы оперативные предвестники для краткосрочного прогноза проявляются в 60 раз раньше по времени. Разработан комплексный компьютерный интеллектуальный прибор, измеряющий статистические параметры и форму сейсмограммы и ее характеристик, а также реализующий поиск возможных оперативных предвестников землетрясений. Предложен новый метод определения предвестников землетрясений, основанный на последовательном сравнении изменяющегося по мере приближения к моменту землетрясения идентификационного S-параметра с пороговым значением.

#### REFERENCES

- [1] G. Hafez, A.T. Khan, T. Kohda, (2010): Clear P Wave Arrival of Weak Events and Automatic Onset Determination Using Wavelet Filter Banks, *Digital Signal Processing* 20 (2010) 715-723, Elsevier. DOI: [10.1016/j.dsp.2009.10.002](https://doi.org/10.1016/j.dsp.2009.10.002)
- [2] N. A. Pino: "The analysis of historical seismograms: An important tool for seismic hazard assessment. Case histories from French and Italian earthquakes", *Bull. Soc. Géol. France*, vol. 182, no. 4, pp. 367-379, 2011. DOI: 10.2113/gssgfbull.182.4.367
- [3] E. D. Church, A. H. Bartlett and M. A. Jourabchi, "Raster-to-vector image analysis for fast digitization of historic seismograms", *Seismol. Res. Lett.*, vol. 84, no. 3, pp. 489-494, 2013. doi: 10.1785/0220120128
- [4] Panagiotakis, C., Kokinou, E. (2008): Automatic P-Phase Picking Based on Local-Maxima Distribution, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, Vol-46, No. 8, August 2008. DOI: [10.1109/TGRS.2008.917272](https://doi.org/10.1109/TGRS.2008.917272)
- [5] K. J. Chen and K. Y. Huang, "Simulated annealing for pattern detection and seismic application", *Proc. Int. Joint Conf. Neural Netw. (IJCNN)*, pp. 477-482, 2007. DOI: 10.1109/IJCNN.2007.4371003
- [6] Yu. N. Klikushin; V. Yu. Kobenko; K. T. Koshekov; O. M. Belosludtsev; A. K. Koshekov. "Search of the operational earthquake precursors on the basis of the identification measurements of the seismographic records", *2016 Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines (Dynamics)*. 2017. Pages: 1 - 6, DOI: [10.1109/Dynamics.2016.7819026](https://doi.org/10.1109/Dynamics.2016.7819026). **IEEE Conference Publications.**

# ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ТРАНСТРОПНОГО ТЕЛА С НЕКЛАССИЧЕСКИМИ ПОЛОСТЯМИ МЕТОДОМ ГРАНИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

**Копбулсынова С.Е.**

КазНУ им. аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан  
(E-mail: sara.kopbulsynova.sk@gmail.com)

Современный уровень механики деформируемых твердых тел позволяет оперировать анизотропной моделью породного массива. Она отражает деформативную и прочностную анизотропию с учетом реологического поведения массива. При моделировании массива однородным анизотропным телом задачи об упругонапряженном состоянии двумерной области с отверстиями неэллиптических форм не имеют аналитического решения [1]. Имеются различные научные результаты в исследованиях поведения полостей в основном классических (круг, эллипс и т.д.) форм и одиночных (односвязная область) строгими методами. Рассмотрение подобной задачи с несколькими полостями неклассического очертания (многосвязная область) наталкивается на сложности математического характера.

В данной работе рассматривается прямой метод граничных элементов. В математическом подходе промежуточный этап процедуры исключается благодаря использованию некоторых фундаментальных интегральных теорем, что ведет к системе алгебраических уравнений, непосредственно связывающей неизвестные граничные параметры с параметрами, заданными на каждом элементе контура [2]. Задача актуальна тем, что позволяют учитывать конфигурацию не одной, а нескольких полостей при изучении напряженного состояния [1, 3].

## ЛИТЕРАТУРА

[1] М. Айталиев, Н. В. Баничук, М. А. Каюпов; АН КазССР, Ин-т сейсмологии. - Алма-Ата: Наука, 1986. - 238,[1] с. : ил.; 21 см. Горные выработки подземные - Проектирование - Математические методы

[2] C. M. St. John, K. Sanjeevan formerly with J. F. T. Agapito & Associates, Inc. Grand Junction, CO 81506, 1991

[3] Крауч С, Старфилд А. Методы граничных элементов в механике твердого тела: Пер. с англ. — М.: Мир, 1987. — 328 с, ил.

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ЗЕРНОХРАНИЛИЩАМИ С ГОРИЗОНТАЛЬНЫМИ СИЛОСАМИ

**Кошек К.Т.<sup>1</sup>, Астапенко Н.В.<sup>1</sup>, Тулешов А.К.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Северо-Казахстанский государственный университет имени М.Козыбаева,  
Петропавловск, Казахстан

<sup>2</sup> ИММаш им. У.А.Джолдасбекова

(E-mail: kkoshekov@mail.ru, astankin@mail.ru)

Автоматизация аграрно-промышленного комплекса, современная механизация и развитие информационных технологий, позволяющая с каждой единицы используемых ресурсов получить большее количество, разнообразие и разнорядность высококачественных продуктов питания, что является эффективным способом развития агропромышленного комплекса. Инновационное развитие аграрно-промышленного комплекса замедляется из-за низкого уровня технологической оснащенности, а также техническим и технологическим уровнем промышленности.

Казахстанскими учеными ведутся работы по созданию интеллектуального комплекса удаленного мониторинга и управления зернохранилищем инновационного типа.

В данной статье авторы описали проект информационной системы мониторинга и управления зернохранилищем инновационного типа на основе анализа параметров температуры, влажности, уровня углекислого газа и 3D-измерений поверхности зерна. Информационная система является программным центром интеллектуального комплекса, автоматизирующего технологический процесс хранения зерна в зернохранилище инновационного вида – с горизонтальными силосами. Предложенный проект информационной системы осуществляет поддержку работоспособности интеллектуального комплекса. Данная информационная система в результате анализа данных с датчиков температуры, влажности, уровня углекислого газа и 3D-измерений поверхности зерна осуществляет формирование управляющих воздействий на оборудование зернохранилища. В предложенной информационной системе учитывались научные знания и достижения в области хранения зерна и теории идентификационных измерений, что позволяет использовать описанные алгоритмы в информационных системах мониторинга зернохранилищ других видов.

# ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ НЕЛИНЕЙНЫХ КОЛЕБАНИЙ БУРИЛЬНОЙ КОЛОННЫ С УЧЕТОМ ПРОМЫВОЧНОЙ ЖИДКОСТИ

Кудайбергенов Аскар К.<sup>1,2</sup>, Кудайбергенов Асгат К.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

<sup>2</sup> Институт механики и машиноведения им. акад. У.А. Джолдасбекова, Алматы, Казахстан (E-mail: askarkud@gmail.com, askhatkud92@gmail.com)

При промывке скважин основной технологической операцией является нагнетание и прокачивание бурового раствора по стволу скважины. Регулировка плотности раствора, скорости его циркуляции и силы подачи к забою позволяет оптимизировать процесс гидропереноса шлама на поверхность и достичь наилучших показателей очистки скважины.

В работе исследуется нелинейная модель пространственных поперечных колебаний бурильной колонны с учетом потока промывочной жидкости, обобщающая модель F. Liang и др. [1]. В основе модели лежат основные положения нелинейной теории упругости В.В. Новожилова. Бурильная колонна моделируется в виде изотропного упругого стержня постоянного поперечного сечения, вращающегося с угловой скоростью  $\Omega$ . К верхнему концу стержня приложены продольная нагрузка  $N(x, t)$ , равная реакции опирания нижнего конца на дно скважины, и крутящий момент  $M(x, t)$ , вызывающий деформацию кручения стержня. По внутреннему каналу колонны в положительном направлении продольной оси движется поток несжимаемой жидкости, моделируемый в виде присоединенной массы.

Применяя метод Бубнова-Галеркина и ограничиваясь трехмодовым приближением решения, получена система из шести ОДУ второго порядка, численно реализуемая в пакете Wolfram Mathematica методом с переключением жесткости. Сравнительный анализ исследуемой геометрически нелинейной модели с известной моделью В.И. Гуляева [2] показал значительное влияние нелиней-

ности на колебательный процесс. В частности, установлено, что учет гравитационной энергии, дополнительных кориолисовых и центробежных сил приводит к заметному увеличению амплитуды поперечных колебаний бурильной колонны.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Liang F., Yang X.-D., Zhang W., Qian Y.-J. (2018) Dynamical modeling and free vibration analysis of spinning pipes conveying fluid with axial deployment. *J. Sound Vib.* Vol. 417, pp. 65-79.

[2] Gulyayev V.I., Borshch O.I. (2011) Free vibrations of drill strings in hyper deep vertical bore-wells. *J. Pet. Sci. Eng.* Vol. 78, pp. 759–764.

# ОЦЕНКА ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТЕРЖНЯ ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ ПРИ НАЛИЧИИ ТЕПЛООВОГО ПОТОКА, ТЕПЛООБМЕНА И БОКОВОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ

Кудайкулов А.К.<sup>1</sup>, Ташев А.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт информационных и вычислительных технологий, Алматы, Казахстан  
e-mail: [kudaykulov2006@mail.ru](mailto:kudaykulov2006@mail.ru), [azattash@mail.ru](mailto:azattash@mail.ru)

Рассматривается горизонтальный стержень ограниченной длины. Радиус стержня меняется линейно по ее длине. Площадь поперечного сечения левого конца больше правой. Боковая поверхность исследуемого стержня полностью теплоизолирована. На площадь поперечного сечения левого конца подводится тепловой поток. Через площадь поперечного сечения правого конца стержня происходит теплообмен с окружающей средой. В работе определяются поле распределения температуры, перемещения, три составляющие деформации и напряжения при условии, что оба конца стержня жестко закреплены. А так же, определяется величина удлинения стержня при закреплении одного конца стержня и когда другой – свободен. В случае закреплении двух концов стержня вычисляется так же величина возникающего осевого сжимающего усилия. При исследовании стержня использовался фундаментальный законы сохранения энергии.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] A.Kudaykulov, A. Zhumadillayeva Numerical simulation of temperature distribution field in beam bulk in the simultaneous presens of heat insulation, heat flux and heat exchange // Acta physica polonica A, 2016. – P. 335-336.
- [2] Tashenova, Z., Nurlybaeva, E. Kudaykulov, A. Method preparation and solution algorithm for resolving stationary problem of a rod under thermo - stressed condition restrained at both ends affected by heat exchange and heat flows // 2012 International Conference on Advanced Material and Manufacturing Science, ICAMMS 2012; Beijing; China;
- [3] Muheyat Niyazbek, Kuenssaule Talp, Kudaykulov A.K. Computer and Mathematical Modeling of Thermomechanical Processes in Element of Constructions. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Nankaiensis, Vol 50 . № 3. 2017, Tianjin, China
- [4] Timoshenko S., Goodyear J. N. Theory of Elasticity. – McGRAW-Hill. Book. Company. Inc., 1987. – 567 p.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МАНТИЙНОГО ПОТОКА НА НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛИТОСФЕРЫ

Куралбаев З.К., Куатова А.К.

Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, Казахстан

[zaufan@mail.ru](mailto:zaufan@mail.ru)

Известно, что тектоническое развитие Земли связано с процессами взаимодействия астеносферного и литосферного слоев [1,2,3]. Астеносферные движения существенно влияют на напряженное состояние в земной коре (литосфере). Изучение этих процессов является актуальным для исследования происходящих в верхних слоях Земли процессов и явлений. В работе [4] авторами была предложена механико-математическая модель движений в астеносфере под воздействием разогретых веществ, поднимающихся из нижних слоев мантии.

Эта же модель была использована в данной работе, в которой изложены результаты проведенных модельных исследований напряженного состояния литосферы. На основании предложенной модели была сформулирована математическая задача, в которой параметры представлены к безразмерным параметрам. Для решения математической задачи использован численный метод и проведен численный эксперимент по разработанной компьютерной программе. Рассматривались различные варианты значений исходных данных, взятых из литературных источников по геологии и геофизике [2,3]. Результаты решения задачи представлены в виде таблиц и графиков. Проведен анализ напряженного состояния в литосферном слое.

Анализ полученных результатов показал возможность объяснить механизмы некоторых явлений, происходящих в земной коре. Выявлены механизмы возникновения некоторых структур земной коры. Определена роль мантийных движений как основного фактора, влияющего на тектоносферу.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] Ержанов Ж.С. Механика тектонического развития Земли // Известия АН СССР. Серия геологическая. – 1983. - № 5. – С. 35-45.

[2] Белоусов В.В. Тектоносфера Земли: взаимодействия верхней мантии и коры. – М.: Недра, 1991. – 428 с.

[3] Добрецов Н.Л., Кирдяшкин А.Г., Кирдяшкин А.А. Глубинная геодинамика. – Новосибирск, 2001. – 409 с.

[4] Куралбаев З.К., Оразаева А.Р., Рахимжанова З.М. Механико-математическая модель движений в астеносфере под воздействием поднимающихся мантийных веществ // Известия НАН РК. Серия физико-математическая.-2017.- №3. – С. 103-111.

## ДИНАМИКА РАЗДЕЛЕНИЯ ГЕТЕРОГЕННЫХ СИСТЕМ ПРИ ЦЕНТРИФУГИРОВАНИИ

**Кыдырбекулы А.Б.<sup>1</sup>, Ибраев Г.Е.<sup>2</sup>, Рахимжанова А.Ж.<sup>3</sup>, Лемисова А.Н.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Институт математики и механики КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан  
(E-mail: almatbek@list.ru),

<sup>2</sup> КазНУ им. аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан (E-mail: garyp.ybraev@gmail.com),

<sup>3</sup> Институт механики и машиноведения им. У.А. Джолдасбекова, Алматы,  
Казахстан  
(E-mail: anara\_r.88@mail.ru)

В данной работе исследуются процессы разделения гетерогенных систем в центробежном поле сил. Данный процесс разделения или метод сепарации нашел широкое применение в нефтяной отрасли, в области медицины, биологии, химической, горнодобывающей и в пищевой промышленности, а также в ядерной энергетике. Этот метод позволяет обнаружить количество минералов в рудах, определить химический состав почвы, разделить изотопы химических элементов для обогащения тяжелых ядер, а также выделить коллоиды, липиды и макромолекулы белка в крови и др. [1-2]. Для качественной оценки основных характеристик процессов сепарации и седиментации была построена математическая модель вертикальной роторной системы. Получены нелинейные дифференциальные уравнения движения частицы суспензии, которые в общем виде точного решения не имеют. Исследования проводились аналитическими и численными методами. В результате выполненных работ были получены зависимости углов наклона пробирок от угловой скорости вращения ротора, кривые седиментации, позволяющие оценить время осаждения частиц, а также выявлено влияние гранулометрического состава на процесс сепарации в целом. Результаты данной работы позволяют с большой точностью определить все необходимые характеристики рабочего процесса сепарации и седиментации, а также дают возможность избежать необходимости проведения экспериментальных работ, что может служить обоснованием использования и внедрения данной математической модели в промышленности и производстве.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] C.P. Please and others. Extraction of Molasses from Sugar Crystals in a Centrifuge.// *Mathematical Modelling and Analysis*, v.19, №3, June 2014, pp. 347-358.

[2] Janusz Zachwieja, Krzysztof Ligier. Numerical analysis of vertical rotor dynamics of ACWW 1000 centrifuge.// *Journal of theoretical and applied mechanics*, v.43, №2, Warsaw 2005, pp. 257-275.

# АДАМДЫ ДАУЫС ПЕН БЕТ ӘЛПЕТІ АРҚЫЛЫ СӘЙКЕСТЕНДІРУ

Мамырбаев О.Ж.<sup>1</sup>, Мекебаев Н.О.<sup>2</sup>, Тұрдалыұлы М.<sup>2</sup>,  
Вабаали В.<sup>1</sup>, Ахметов Б.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>PhD, қау.профессор, ҚР БҒМ ҒК Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты, Алматы қ., Қазақстан

<sup>2</sup>PhD докторант, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

<sup>a</sup>morkenj@mail.ru, <sup>b</sup>nurbapa@mail.ru, <sup>c</sup>mkt\_001@mail.ru

**Аңдатпа.** Бұл мақалада біз адамдардың бет әлпеті және сөйлеуді біріктіру арқылы сәйкестендірудің жаңа әдісін ұсындық, бұл қауіпсіздік жүйесін дамыту үшін бірыңғай биометриялық идентификациямен салыстырғанда тану жылдамдығын едәуір жақсартып алады. Ұсынылған жүйе негізгі компонентті талдауды (PCA) өздігінен векторлары мен меншікті мәндерін есептейтін экстракция әдісі ретінде пайдаланады. Бұл нысан векторлары шешім қабылдау үшін Mahalanobis Distances сияқты ұқсастықты өлшеу алгоритмімен салыстырылады. Мел-жиіліктегі кепстралды коэффициенттер (MFCC) біздің мақалада сөйлеуді тану үшін экстракция әдісі қолданылады. Жасырын Марковтық модель (HMM) камералар туралы шешім қабылдау үшін алынған MFCC бөлшектеріндегі ұқсас қалпақшаларды есептеу үшін пайдаланылды.

**Кілттік сөздер:** PCA - негізгі компоненттерді талдау, Mahalanobis Distances, MFCC - Мел-жиіліктегі кепстралды коэффициенттер, HMM-жасырын Марков моделі, ASR-Automatic сөйлеуді тану жүйесі.

## 1. Кіріспе

Биометриялық сәйкестендіруді түпнұсқаландыру жүйесі адамның, дауыстың, саусақ ізінің, жүрудің, қолдың геометриясының немесе қолтаңбасының адамның биологиялық сипаттамаларына негізделеді. Бетті немесе дауыстық ақпаратты пайдаланатын жеке куәландыру аутентификация жүйесімен табиғи және интрузивті емес өзара әрекеттесудің салдарынан қазіргі уақытта өте белсенді болып келетін күрделі зерттеу аймағы болып табылады. Түпнұсқалығын растау жүйесі оқиғалардың екі түрімен айналысу

керек: белгілі бір сәйкестендіруді талап ететін тұлға немесе ол жоқ болса, онда бұл жалған есімге ие болушы болып табылады. Сонымен қатар, жүйе әдетте бір шешімді қабылдай алады: тұлғаны қабылдайды немесе оны қабылдамайды және оның жалған есімге ие болушы екенін шешеді [1-3].

#### ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

[1] Rosenberg, A.: Sub-word Talker Verification using Hidden Markov Models. In: Proceeding of IEEE ICASSP, (1990).

[2] Levinson, D.: A Perspective on Speech Recognition. Communication Magazine 28 (1990)

[3] Kohata, M.: Interpolation of LSP Coefficients using Recurrent Neural Networks. Electronics Letters (1996).

[4] Zhao, W., Chellappa, R., Phillips, P.J., Rosenfeld, A.: Face Recognition: A Literature Survey. ACM Computing Survey (2003)

[5] <http://www.secnews.ru/foreign/23125.htm#ixzz5FJ3KVYO4>, Security News

# НОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ И КИНЕМАТИКА МЕХАНИЗМА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ МАТЕРИАЛА В ШВЕЙНОЙ МАШИНЕ

Мансурова М.А., Мухамеджанова С.

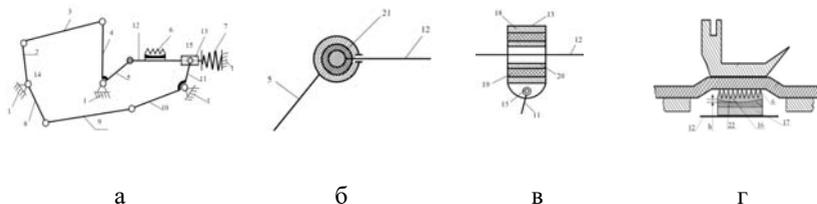
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности  
(e-mail: [djuraevanvar1948@mail.ru](mailto:djuraevanvar1948@mail.ru))

В процессе стачивания материалов в швейных машинах важным является своевременное перемещение материалов по необходимым условиям.

В разработанной нами конструкции механизма перемещения материала, состоящей из установленных в корпусе двух кинематически связанных частей для вертикального и горизонтального перемещения каждая из которых содержит кривошип, шарнирно соединенный с ним шатун, шарнирно соединенный с одним плечом коромысла, второе плечо коромысла одной части соединено с рычагом, на котором установлена рейка, а второе плечо другой части соединено с ползуном, установленным на рычаге с рейкой, причем механизм снабжен конической пружиной, один конец которой соединен с корпусом, а другой с рычагом с рейкой [1].

При этом первая часть механизма обеспечивает горизонтальные перемещения рейки, а вторая – вертикальные движения рейки [2].

Предлагаемый механизм перемещения материала поясняется чертежом, где на рис. (а)-представлена общая схема механизма, на рис. (б)-элементы составного шарнира между двуплечим коромыслом и рычагом с рейкой, на рис. (в)-схема составной рейки, на рис. (г)-схема составного ползуна.



Предлагаемый механизм увеличивает надежность работы машины за счет снижения нагрузок в кинематических парах и упрощения за счет снижения нагрузок в кинематических парах и упрощения конструкции, что приводит к увеличению скоростных режимов стачивания материала, тем самым и повышению производительности швейной машины.

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

[1] А.Джураев Х.О.Рахимова и др. Совершенствование привода швейных машин. Сборник трудов XI-й МНТК «Современные инструментальные системы, информационные технологии инновации» Том 3, Курск, 2014, С.335-338.

[2] М.А.Мансурова Теоретические основы получения двухниточного цепного стежка для изготовления швейных изделий. Монография. Изд. «Наука и технология», Ташкент, 2013, с.228.

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С УЧЕТОМ АНАЛИЗА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ «ПЛИТЫ-ОСНОВАНИЕ»

Масанов Ж.К. <sup>1</sup>, Султанов Т.Т. <sup>2</sup>, Тлепиева Г.М. <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан  
(E-mail: [zein04@yandex.ru](mailto:zein04@yandex.ru))

<sup>2</sup>ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан (E-mail: [rumit78@mail.ru](mailto:rumit78@mail.ru))

В данной работе исследуются многочисленные теоретические и экспериментальные данные [1], которые дают основание полагать, что грунты, являются наклонными, слоистыми и анизотропными. Угол наклона колеблется для разных участков в пределах от  $0^{\circ}01'$  до  $15^{\circ}$ . Следовательно, при расчетах и проектировании конструкций и фундаментов сооружений необходимо учитывать упругое анизотропное основание.

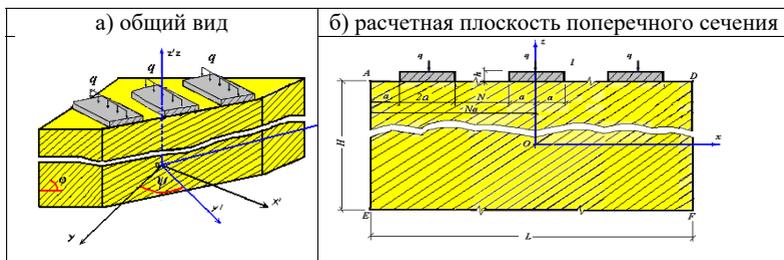


Рисунок 1-Упругая анизотропная система «плита-основание»

Существующие методы определения усилий в железобетонном фундаменте дают возможность оценить его прочность, но не позволяют рассмотреть стадии его нормальной эксплуатации. В связи с этим актуальными являются задачи связанные с разработкой методов, алгоритмов и программы для ЭВМ определения усилий в фундаментных конструкциях с учетом особенностей деформирования железобетона на всех стадиях нагружения. Результаты расчетов зависят от правильной принятой модели основания, которая отражает работу грунта [2].

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Барнштейн М.Ф. Динамический расчет высоких сооружений на действие ветра. В кн.: «Динамический расчет зданий и сооружений» под редакцией Б.Г. Коренева и И.М. Рабиновича. - М.: Стройиздат, 1984. -с.169-197.

[2] Ержанов Ж.С., Айтиалиев Ш.М., Масанов Ж.К. Сейсмонапряженное состояние подземных сооружений в анизотропном массиве - Алма-Ата.: Наука, 1980, с.213.

***Работа выполнена по проекту № AP05134403 по бюджетной программе 217 «Развитие науки» подпрограмме 102 «Грантовое финансирование научных исследований»***

# РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЛН В УПРУГО-ВЯЗКОПЛАСТИЧЕСКОМ ПОЛУПРОСТРАНСТВЕ С ПОЛОСТЬЮ НА ЖЕСТКОМ ОСНОВАНИИ

<sup>1</sup>Масанов Ж.К., <sup>2</sup>Кожобеков Ж.Т., <sup>3</sup>Тугельбаева Г.К., <sup>4</sup>Алтыбай С.

<sup>1,2,3</sup>Институт механики и машиноведения имени академика У.А.Джолдасбекова, г. Алматы, Республика Казахстан (E-mail: zein04@yandex.ru),

<sup>3,4</sup>Военный институт Сухопутных войск МО РК, г. Алматы,

Республика Казахстан  
(E-mail: Gk0430@mail.ru)

Данная работа посвящена распространению волн вокруг полости в упруго-вязкопластическом полупространстве, расположенном на определенной глубине от дневной поверхности и лежащий на жестком основании. Источником волны является динамическая нагрузка, которая действует на полупространства со стороны дневной поверхности.

Для определения напряженно-деформируемого состояния данной среды нами получены конечно-разностные уравнения, и для получения численного решения, применен метод «распада разрыва» С.К. Годунова [1,2].

В результате полученный численные значения нормальных и касательных напряжений. Зависимость значений нормальных и касательных напряжений от глубины и моментов времени изображены на графике.

Полученные результаты исследования могут быть использованы, при решении задачи геодинамики и при строительстве особо сложных сооружений в промышленности, транспортных и мелиоративных работах и при сооружении различных военных объектов.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] С.К. Годунов, А.В. Забродин, Г.П. Прокопов. Разностная схема для двумерных нестационарных задач газовой динамики и расчет обтекания с отошедшей ударной волной. –М.: ВМиМФ, 1961. – Вып. 1, № 6. –1020-1050 с.

[2] Масанов Ж.К., Кожобеков Ж.Т., Тугельбаева Г.К. Исследование волновых полей геодинамики в четверти пространства с полостью. Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. Научный журнал. – Россия. г. Новосибирск, 2017г. Том 4. №2. – С. 118-122.

*Работа выполнена по проекту № АР05134403 по бюджетной программе 217 «Развитие науки» подпрограмме 102 «Грантовое финансирование научных исследований»*

# ГЕОТЕХНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД ВЕРХНЕГО ЧЕХЛА ТЕНГИЗСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Масанов Ж.К. <sup>1</sup>, Нигметов М.Ж. <sup>2</sup>, Жалел А.М. <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Институт механики и машиноведения им. У.А. Джолдасбекова, г.Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>ТОО «МұнайГазКұрылыс», г.Актау, Казахстан (E-mail: [nigmatov@mgk.kz](mailto:nigmatov@mgk.kz))

<sup>3</sup>Каспийский государственный университет технологий и инжиниринга им. Ш.

Есенова г.Актау, Казахстан (E-mail: [amancos.95@mail.ru](mailto:amancos.95@mail.ru))

Тенгизское нефтяное месторождение (ТНМ), открытое в 1979 году как одно из величайших в мире, расположено в Северо-Каспийском бассейне, который является перикратонной депрессией, сформированной во время позднего протерозоя до раннего палеозоя [1, 2]. Резервуар ТНМ сформирован изолированной карбонатной платформой Девона до карбонатов среднего карбона. Карбонатные отложения содержат значительное количество углеводорода как на суше, так и на море, происходящих из карбоновых сланцев и девонских глинистых карбонатов. Структуре характерны резкие изменения пористости и проницаемости, изменения толщины в резервуаре и неоднородное распределение резервуаров [3, 4].

Исследования горных пород велись на площади около 6 км<sup>2</sup> и включает полное геотехническое исследование 86 скважин и шурфов, полевые и лабораторные испытания, а также инженерный анализ и рекомендации по использованию результатов исследований для проектирования и строительства проектов строительного комплекса. Статическое зондирование проводилось в заданном месте разведки с использованием аппарата конусного зондирования и достигали в основном глубин от 8,2 м до 15,3 м ниже поверхности земли. Геотехническое бурение достигало глубин от 9,3 м до 20 м ниже уровня земли.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Крылов Н. А. (1987) Каспийское море: Геология и нефтегазоносность.- М.: Наука, 295 с.
- [2] Свиточ А. А. (2016) Регрессивные эпохи Большого Каспия // Водные ресурсы, том 43, № 2, с. 134-148
- [3] Хрусталева Ю.П., Рыжков М. (1995) Минералогия донных отложений Северного Каспия. Литология и полезные ископаемые, №1 с.12-19
- [4] Косарев А. Н. (1990) Каспийское море: Структура и динамика вод.- М.: Наука, 164 с.

# **КИНЕМАТИКА, КВАЗИСТАТИКА, УСТОЙЧИВОСТЬ И ДИНАМИКА ПРОСТРАНСТВЕННОГО УПРУГО- ДЕФОРМИРУЕМОГО МЕХАНИЗМА**

**Масанов Ж.К.<sup>1</sup>, Нурахметов Б.К.<sup>2</sup>, Сартаев К.З.<sup>3</sup>, Абдраимова Г.А.<sup>4</sup>  
Мырзагельдиева Ж.М.<sup>2</sup>, Нуспеков Е.Л.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Институт механики и машиноведения имени академика У.А. Джолдасбекова,  
Алматы

<sup>2</sup>АО «Алматинский технологический университет», Алматы

<sup>3</sup>АО «Екибастузский инженерно-технический институт им. К.И. Сатпаева»,  
Екибастуз

<sup>4</sup>Казахский национальный исследовательский технический университет  
им. К.И. Сатпаева, Алматы

Аннотация. Решена задача кинематики пространственного механизма и параллельного манипулятора со многими степенями свободы; методом конечных элементов исследована устойчивость пространственного параллельного манипулятора с упруго-деформируемыми, однородными, изотропными звеньями; предложена методика квазистатического исследования напряженно-деформированного состояния механизма, параллельного манипулятора с упруго-деформируемыми стержневыми звеньями и силами трения в кинематических парах; разработана конечно-элементная методическая основа исследования динамического напряженно-деформированного состояния механизма и манипулятора с упруго-массовыми звеньями при действии различных статических, динамических сил и сил трения; на основе предложенных методик разработаны алгоритмы и пакет прикладных программ для расчета кинематики, устойчивости, квазистатического и динамического напряженно-деформированного состояния пространственного упругого механизма, параллельного манипулятора.

Ключевые слова: манипулятор, метод конечных элементов, кинематика, квазистатика, устойчивость, динамика, упругость.

## ТРАНСПОРТ НЕФТИ ПО ТРУБОПРОВОДУ «КАРАЖАНБАС - БИТУМНЫЙ ЗАВОД»

Махмотов Е.С.<sup>1</sup>, Саяхов Б.К.<sup>1</sup>, Бекибаев Т.Т.<sup>2</sup>, Жапбасбаев У.К.<sup>2</sup>, Рамазанова Г.И.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>АО «КазТрансОйл», г. Астана, Казахстан (E-mail: makhmotov@kaztransoil.kz)

<sup>2</sup>КазНИТУ им. К.И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан (E-mail: uzak.zh@mail.ru)

Магистральный нефтепровод «Каражанбас - Актау» на 250 км имеет ответвление «250 км – Битумный завод» [1], по которой партия каражанбасской нефти перекачивается в Битумный завод. Каражанбасская нефть доставляется в Битумный завод под воздействием давления, создаваемого насосами НПС «Каражанбас» при перекачке бузачинской нефтесмеси.

Партия каражанбасской нефти (10770 т) занимает участок протяженностью 28 км на нефтепроводе «Каражанбас - 250 км», при этом, бузачинская смесь занимает участки до и после партии каражанбасской нефти.

На границе контакта выполняются следующие условия [1], [2]:

1) Давление и температура партий каражанбасской и бузачинской смесей равны. При этом, их физико-химические свойства – разные, плотность каражанбасской нефти составляет  $939 \text{ кг/м}^3$ , а бузачинской –  $914 \text{ кг/м}^3$ ;

2) Объемный расход бузачинской смеси ( $995.95 \text{ м}^3/\text{ч}$ ) больше объемного расхода каражанбасской ( $969.12 \text{ м}^3/\text{ч}$ ) за счет различия в их плотности. Различие объемных расходов приводит к различию скорости нефтей на границе контакта.

Результаты расчётов показывают следующее:

1. Определены оптимальные режимные параметры потока бузачинской нефтесмеси на выходе НПС «Каражанбас» для доставки партии каражанбасской нефти по нефтепроводу «Каражанбас-Битумный завод»;

2. Заданный объем партии каражанбасской нефти можно перекачивать по напорным характеристикам насосов НПС «Каражанбас» и режимным параметрам потока бузачинской нефтесмеси.

### ЛИТЕРАТУРА

[1] Махмотов Е.С., Рзиев С.А., Бейсембетов И.К., Жапбасбаев У.К. и др. Оптимизация режимов перезапуска участков магистрального трубопровода после краткосрочной остановки // Нефтяное хозяйство. 2015. №7. С.132-135.

[2] Коршак А.А., Нечваль А.М. (2008) Проектирование и эксплуатация газонефтепроводов. СПб.: Недра. ISBN 978-5-940089-112-3.

# О РАВНОБЕДРЕННЫХ РЕШЕНИЯХ ОГРАНИЧЕННОЙ ЗАДАЧИ ТРЕХ ТЕЛ

Минглибаев М.Дж.<sup>1,2</sup>, Жумабек Т.М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан  
(E-mail: minglibayev@gmail.com)

<sup>2</sup>Астрофизический институт им. В.Г. Фесенкова, г. Алматы, Казахстан

Значение ограниченной задачи трех тел в математическом естествознании трудно переоценить. В классической небесной механике и в современной космодинамике эта задача имеет много приложений. Известно пять частных точных решений – точки либрации. В случае, когда массы активно гравитирующих тел равны между собой задача допускает равнобедренные решения. Нахождение новых точных частных решений актуальная проблема. Уравнения движения плоской ограниченной задачи трех тел имеют вид [1-2]

$$\frac{d^2 \tilde{x}}{d\tau^2} = m \frac{\tilde{x}_1 - \tilde{x}}{\Delta_{21}^3} + (1 - m) \frac{\tilde{x}_3 - \tilde{x}}{\Delta_{23}^3}, \quad \frac{d^2 \tilde{y}}{d\tau^2} = m \frac{\tilde{y}_1 - \tilde{y}}{\Delta_{21}^3} + (1 - m) \frac{\tilde{y}_3 - \tilde{y}}{\Delta_{23}^3} \quad (1)$$

Равнобедренные решения уравнений (1), при произвольных значениях масс активно гравитирующих тел, ищем в следующем виде

$$\tilde{x} = \xi^* \cos \tau - h \sin \tau, \quad \tilde{y} = \xi^* \sin \tau + h \cos \tau, \quad (2)$$

$$\xi^* = \frac{m_3 - m_1}{2(m_3 + m_1)} = \frac{1}{2}(1 - 2m) = const, \quad h = h(\tau), \quad h_0 = (h(\tau))_{\tau=\tau_0}. \quad (3)$$

Для определения  $h = h(\tau)$  получена следующая система уравнений

$$\frac{dh}{d\tau} = \frac{\xi^*}{2} \left[ \frac{1}{(h^2 + 1/4)^{3/2}} - 1 \right], \quad \frac{d^2 h}{d\tau^2} = - \left[ \frac{1}{(h^2 + 1/4)^{3/2}} - 1 \right] h. \quad (4)$$

Система дифференциальных уравнений (4) описывает динамическую систему с одной степенью свободы, которая интегрируема. Она имеет интеграл Якоби и интеграл, определяющий траектории

$$\left(\frac{dh}{d\tau}\right)^2 - \frac{2}{(h^2 + 1/4)^{1/2}} - h^2 = -J_0 = const, \quad \xi^* \frac{dh}{d\tau} + h^2 = c_1 = const. \quad (5)$$

Анализируется область возможного движения на основе интеграла Якоби и определены соответствующие начальные условия.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Маркеев А.П. Точки либрации в небесной механике и космодинамике. – М.: Наука, 1978. – 312 с.  
 [2] Себехей В. Теория орбит. Ограниченная задача трех тел. М.: Наука, 1982 г. – 656 с.

# ПРОБЛЕМЫ НАЗЕМНЫХ ИСПЫТАНИЙ СИСТЕМЫ ОРИЕНТАЦИИ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ И МУЛЬТИКОПТЕРОВ

Молдабеков М.М. <sup>1</sup>, Елубаев С.А. <sup>2</sup>, Сухенко А.С. <sup>2</sup>, Бопеев Т.М. <sup>2</sup>,  
Қаметқанова А.Б. <sup>2</sup>

1 - Аэрокосмический комитет Министерства оборонной и аэрокосмической промышленности РК, Астана, РК;

2 – Институт космической техники и технологий, Алматы, РК  
(m.moldabekov@mdai.gov.kz, elubaev.s@istt.kz, suhenko.a@istt.kz, bopayev.t@istt.kz, kametkanova.a@istt.kz)

Ключевые слова: спутник, беспилотный летательный аппарат, система ориентации, наземные испытания, аппаратно-программный комплекс

Система ориентации обеспечивает стабилизацию летательного аппарата и его ориентирование в заданном направлении в процессе полета. Решение этих задач производится с помощью датчиков и исполнительных органов.

Важным этапом в процессе разработки систем ориентации летательных аппаратов является отработка алгоритмов определения и управления ориентацией летательного аппарата с помощью датчиков и исполнительных органов в наземных условиях. Для этого обычно разрабатывается различное испытательное оборудование, комплексы и установки.

Основной проблемой при создании испытательных комплексов для систем ориентации является обеспечение подвижности испытуемого летательного аппарата по трем осям. Анализ текущего состояния комплексов для испытаний системы ориентации спутников и беспилотных летательных аппаратов показал, что для обеспечения вращательного движения испытываемого устройства с тремя степенями свободы с минимальным трением используется аэродинамический подвес [1-3], карданный подвес [4], проволочный подвес [5-7], шарнирный подвес [8-9]. Основными составными компонентами рассмотренных комплексов являются подвес, обеспечивающий вращательное движение платформы системы ориентации с испытываемым устройством с тремя степенями сво-

боды, платформа системы ориентации, предназначенная для размещения системы ориентации с беспроводным каналом передачи данных и системой балансировки платформы, система независимых измерений, предназначенная для определения ориентации и угловой скорости платформы системы ориентации в процессе испытаний системы, управляющий компьютер.

Максимальную степень свободы вращательного движения по трем осям обеспечивают комплексы с карданным подвесом, комплексы с аэродинамическим и шарнирным подвесом обеспечивают степень свободы по трем осям с ограничением по тангажу и крену до 40 градусов, комплексы с проволочным подвесом обеспечивают одну степень свободы по рысканию.

Малые космические аппараты и мультикоптеры массой до 10 кг в процессе движения как правило работают в различных режимах ориентации, в рамках которых совершают маневры на достаточно большие углы. Из рассмотренных комплексов наибольшую свободу вращательного движения и возможность отработки в наземных условиях различных режимов ориентации при малой массе испытываемого летательного аппарата может обеспечить комплекс с карданным подвесом.

На текущий момент в Институте космической техники и технологий ведутся работы по разработке комплекса с карданным подвесом, на котором планируется обрабатывать систему ориентации спутников и БПЛА, разработанных на предыдущих этапах работ.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Chesi S. A Dynamic, Hardware-in-the-Loop, Three-Axis Simulator of Spacecraft Attitude Maneuvering with Nanosatellite Dimensions - JoSS, 2015. - Vol. 4. - No. 1. - P. 315–328.
- [2] Стенд моделирования SX-150 URL: <http://www.sputnix.ru/ru/products/test-stands-system/item/259-facility-gnd-120-ru>
- [3] Hoai Thu P., Xuan Hung T., Viet Phuong V. Developing PID-based-controller for an ADCS test-bed platform. Materials of Vietnam National Satellite Center, - 2015. – 6 p.
- [4] Gavrilovich I., Krut S., Gouttefarde M., Pierrot F., Dusseau L. Test bench for nanosatellite attitude determination and control system ground tests // Proc. of small satellites systems and services symposium. - 2014, Porto Petro, Spain. URL: <https://hal-lirmm.ccsd.cnrs.fr/lirmm-01310802/document>

[5] Карпенко С.О., Овчинников М.Ю. Лабораторный стенд для полунатурной отработки систем ориентации микро- и наноспутников // Препринт ИПМ М.В. Келдыша. – 2008. - Москва. URL: [http://www.keldysh.ru/papers/2008/rep38/rep2008\\_38.html](http://www.keldysh.ru/papers/2008/rep38/rep2008_38.html)

[6] Bhargava A. Development Of A Quadrotor Testbed For Control And Sensor Development, 2008, Clemson University, Master Thesis, 522 p.

[7] Simon D. Hardware-in-the-loop test-bed of an Unmanned Aerial Vehicle using Orcad // 6<sup>th</sup> National Conference on Control Architectures of Robots. - 2011, Grenoble, France. - 14 p.

[8] Xian B., Zhao B., Zhang Y., Zhang X. A low-cost hardware-in-the-loop-simulation test-bed of quadrotor UAV and implementation of nonlinear control schemes. - Robotica, 2015. – 25 p. doi:10.1017/S0263574715000727

[9] Yu Y., Ding X. A Quadrotor Test Bench for Six Degree of Freedom Flight. – Journal of Intelligent Robotic Systems. – 2012. – 16 p. doi: 10.1007/s10846-012-9680-y

# **ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ВЫБОРЕ ТРАЕКТОРИИ ИЗМЕНЕНИЯ ПОВЕДЕНИЯ ЗАКЛАДКИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

**<sup>1</sup>Мустафин С.А., <sup>2</sup>Сериков Б., <sup>3</sup>Мустафин Т.**

<sup>1</sup>Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК

<sup>2</sup>Казахский национальный университет им. аль-Фараби

<sup>3</sup>Международный Университет информационных технологий  
(sam@ipic.kz, [timurmustafin379@gmail.com](mailto:timurmustafin379@gmail.com))

Рассмотрен подход, обеспечивающий поддержку принятия решений при выборе траектории изменения поведения закладки для обеспечения безопасной эксплуатации добычи полезных ископаемых. Правильный выбор траектории изменения поведения закладки - основа обеспечения прочности, ресурса и безопасности проведения горно-добычных работ. Предложено алгоритмическое обеспечение, основанное на применении прецедентного подхода и методов многокритериального выбора. Для ведения горных работ при добыче полезных ископаемых обязательным условием является обоснование требования безопасности мероприятий. При ряде систем разработок полезных ископаемых применяется системы с закладкой – это когда отработанное пространство заполняется закладочным материалом. Закладка применяется для управления горным давлением, для снижения потерь добываемого полезного ископаемого при добыче, для предотвращения подземных пожаров, для уменьшения деформаций поверхности земли и для охраны объектов на земной поверхности от разрушения, повышения безопасности горных работ, улучшения проветривания подземных выработок, для уменьшения транспортных затрат. Цели закладочного материала зависят от предназначения. Требования к закладочному массиву различны и зависят от его назначения - требования к закладочному массиву, предназначенному для предотвращения просадки земной поверхности и охраны зданий и сооружений намного выше, чем в случаях, когда закладка выполняет просто функции заполнителя пустот и для предотвращения разубоживания и потерь руды. Эти требования вызывают необходимость проведения

прогноза состояний закладки, [1,2]. В работе предлагается методика прогнозирования процесса твердения закладочного массива по данным наблюдений за показателями состояний закладки [3,4].

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Байконуров, О.А. Подземная разработка месторождений с закладкой / О.А. Байконуров, Л. Крупник, В. Мельников. - Алма-Ата: Наука, 1972. - 384 с.

[2] Горная энциклопедия, под ред. Козловского Е.А., М.: Директ Медиа Паблшинг, 2006. – 1900 с.

[3] Блехман И.И. Прикладная математика: Предмет, логика и особенности подходов с примерами из механики / И.И. Блехман, А.Д. Мышкис, Я.Г. Пановко. - Изд. 4-е. – М: URSS, 2007. - 376 с.

[4] Журавлев Ю. И. Избранные научные труды. — М.: Магистр, 1998. – 420 с.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В БАНКОВСКОМ СЕКТОРЕ

<sup>1</sup>Мустафин Т.С., <sup>2</sup>Сериков Б.

<sup>1</sup>Международный университет информационных технологий

<sup>2</sup>Казахский национальный университет им. аль-Фараби

(mustafintima@mail.ru, sam@ipic.kz)

Применение методов интеллектуальной обработки и анализа информации – это новый шаг в повышении эффективности бизнеса на основе внедрения современных технологий, в том числе средств цифровой трансформации.

Построение операций для решения конкретных задач проводится опытными специалистами часто интуитивно. Результатом является то, что очень часто весьма значительная часть данных остается необработанной и не востребовавшей. Это является существенным недостатком сложившейся ситуации, что и определяет основное требование к перспективным подходам решения прикладных задач обработки и анализа данных: должна быть обеспечена простота и надежность сложных процедур, не требующего творческого труда специалистов.

В работе затронуты вопросы кредитных рисков в банковских операциях и показаны преимущества применения в них алгоритмов распознавания, основанных на прецедентном подходе. Это помогает снизить риск убытков и получить прибыль, а также аргументировать принимаемые решения при работе с заемщиками и партнерами.

Не уменьшая важность традиционных подходов, отметим, что использование предлагаемого подхода позволяет получить более точный и объективный результат, оперировать большими массивами данных, оптимизировать работу с клиентами, рассчитывать эффективность инвестиций при минимальном влиянии человека.

## **ОДНОПРИВОДНЫЕ МЕХАТРОННЫЕ МАНИПУЛЯТОРЫ С ПОСТОЯННО РАБОТАЮЩИМ ДВИГАТЕЛЕМ С ТРЕБУЕМЫМИ ДВИЖЕНИЯМИ РАБОЧЕГО ОРГАНА С ВЫСТОЯМИ**

**Никифоров С.О.<sup>1</sup>, Хозонхонова Д.Д.<sup>2</sup>, Никифоров Б.С.<sup>3</sup>, Мандаров Э.Б.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Бурятский НЦ СО РАН «Институт физического материаловедения СО РАН»,  
г. Улан-Удэ, Россия (E-mail: nbs76@mail.ru)

<sup>2</sup> Восточно-Сибирский ГУТУ, г. Улан-Удэ, Россия (E-mail: darimad@mail.ru)

<sup>3</sup> Бурятская ГСХА им. Филиппова, г. Улан-Удэ, Россия (E-mail: nbs76@mail.ru)

<sup>4</sup> Восточно-Сибирский ГУТУ, г. Улан-Удэ, Россия (E-mail: erdman77@mail.ru)

Механизмы прерывистого периодического движения служат для преобразования вращательного, обычно равномерного или колебательного непрерывного движения в движение с периодическими остановками определенной продолжительности (выстоя).

Требования к траектории движения и к закону движения могут формулироваться или совместно, или раздельно. В соответствии с этим указанные требования могут предъявляться или к механизму в целом, или распределяться между его частями. При этом обычно требования к траектории не являются жесткими, поэтому не имеет смысла использовать хорошо разработанные, но сложные методы синтеза механизмов, предназначенных для воспроизведения определенных траекторий. Вполне определенными обычно являются требования прохождения через небольшое число точек и направления касательных к траектории в этих точках.

Самой простой представляется схема шатунно-кривошипного механизма. При вращении кривошипа с постоянной угловой скоростью или по крайней мере в одну сторону ползун совершает возвратно-поступательные движения с мгновенными остановками (но без выстоя) в крайних положениях. Если рабочий орган - захватное устройство - установить на ползуне, то механизм способен переносить объекты по прямой из одного крайнего положения в другое. Неизменность ориентации схвата обеспечивается жестким соединением его с ползуном. Если заменить прямолинейные направляющие шатунно-кривошипного механизма криволинейными, то можно получить перемещение по кривой. При замене последнего

звена в шарнирном четырехзвеннике парой шестерен позволяет получать большие углы поворота касательной к траектории.

Таким образом, имеются достаточно широкие возможности создания механизмов, воспроизводящих плоские траектории с мгновенными остановками или с выстоем в нескольких точках и приводимых в движение от вала постоянно вращающегося привода.

# ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ДИНАМИКИ ДВИЖЕНИЯ СИСТЕМ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ РОБОТА МАНИПУЛЯТОРА

Ожикен А.К.<sup>1</sup>, Рахметова П.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

<sup>2</sup>Казахский национальный исследовательский технический университет имени

К.И.Сатпаева, Казахстан, г. Алматы

(e-mail: [p.rakhmetova@gmail.com](mailto:p.rakhmetova@gmail.com))

В работе представлен ряд актуальных аспектов современной робототехники, применительно к автоматизированным системам управления. Рассматривается динамическая модель робота-манипулятора, рассматривается задача управления роботом-манипулятором в условиях возмущающих воздействий и неточно известных параметров системы, разработана математическая модель и приведена структура адаптивного регулятора. Методы управления на основе адаптивной модели в последнее время привлекают большое внимание при синтезе управления манипуляционными роботами.

Преимуществом адаптивного управления над робастными в том, что точность работы манипулятора с неизвестными грузами со временем улучшается, так как алгоритм управления продолжает извлекать информацию. Поэтому, адаптивные регуляторы могут обеспечить стабильную производительность в условиях изменения нагрузки.

Методы исследований основаны на математическом анализе и статистики, матричного исчисления, спектрального анализа сигналов, параметрического моделирования случайных процессов, теории Ляпунова, теории гиперустойчивости и теории пассивности. Кроме теоретических расчётов были проведены исследования на основе имитационного моделирования, с подробными примерами.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] K. J. Astrom, "Interaction between excitation and unmodeled dynamics in adaptive control," presented at the IEEE Conf. Decision Contr., Las Vegas, NV, 1984. c.1277-1280.

[2] S. Arimoto and F. Miyazaki, "On the stability of P.I.D. feedback with sensory information," in Proc. Int. Symp. Robotics Res., Bretton Woods, Cambridge, MA: M.I.T. Press, 1984. c.783-788.

[3] D. Koditschek, "Natural motion of robot arms," presented at the IEEE Conf. Decision Contr., Las Vegas, NV, 1984. c.733-735.

# РАЗРАБОТКА ДИНАМИКИ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА САМОЛЕТНОГО ТИПА

Ожикен А.К.<sup>1</sup>, Рахметова П.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

<sup>2</sup>Казахский национальный исследовательский технический университет имени

К.И.Сатпаева, Казахстан, г. Алматы

(e-mail: [p.rakhmetova@gmail.com](mailto:p.rakhmetova@gmail.com))

В работе разработана математическая модель системы управления движением беспилотного летательного аппарата (БПЛА), которая позволяет отследить движением полета автопилота в пространстве состояний. Модель включает в себе математическую модель динамики управления самого БПЛА и управления его движением.

Система уравнений движения БПЛА является сложной нелинейной системой дифференциальных уравнений. При проектировании системы управления имеется необходимость аналитического представления динамических и кинематических характеристик БПЛА, поэтому используют различные методы упрощения уравнений движения, что делает доступным аналитические методы исследования динамики полета. Одним из таких упрощений является линеаризация этих уравнений относительно малых отклонений параметров движения. Анализ динамических свойств БПЛА как объекта управления осуществляется в динамике полета на основе линеаризованных уравнений.

Расчеты выполнены на основе оптимального метода по интегральному квадратичному критерию нестационарной линейной системы управления.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] Афанасьев П.П. Беспилотные летательные аппараты. Основы устройства и функционирования. Под ред. И.С. Голубева и И.К. Туркина – изд. 2-е. – М.: Изд-во МАИ, 2009.

[2] Распопов В. Я. Микросистемная авионика: учебное пособие. –Тула: «Гриф и К», 2010.

[3] Лебедев А. А., Чернобровкин Л.С., Динамика полета беспилотных летательных аппаратов. Учеб. пособие для вузов. Изд. 2-е, переработанное и доп. М., «Машиностроение», 1973.

# КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПЛАНЕТАРНОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА ПЕРЕМЕШИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Приходько А.А., Смелягин А.И.

Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар, Россия  
(E-mail: sannic92@gmail.com)

Перемешивающие устройства широко применяются в химической, нефтеперерабатывающей, пищевой и других отраслях промышленности [1]. Так как изменение скорости и направления движения рабочего органа позволяет интенсифицировать тепло и массообменные процессы в реакторе [2], то одной из актуальных задач является создание и исследование исполнительных механизмов, преобразующих вращательное движение двигателя в возвратно-вращательное движение рабочего органа. В работе исследуется кинематика планетарного механизма с эллиптическими зубчатыми колесами (рис. 1), в котором реализуется возвратно-вращательное движение выходного вала.

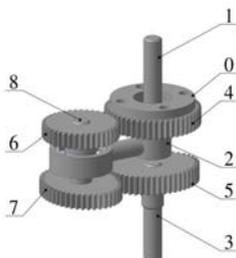


Рисунок 1 – Планетарный механизм с эллиптическими колесами

В результате кинематического анализа найдены функции положения, аналога угловой скорости и углового ускорения выходного вала, на котором закреплен рабочий орган перемешивающего устройства.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Брагинский Л.Н., Бегачев В.И., Барабаш В.М. (1984) Перемешивание в жидких средах: Физические основы и инженерные методы расчета. Л.: Химия
- [2] Приходько А.А., Смелягин А.И., Герасименко Е.О., Сонин С.А. Перемешивающее устройство с возвратно-вращательным движением рабочего органа // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2017. – № 4. – С. 84-87.

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ УПРУГОГО ПОЛУПРОСТРАНСТВА ПРИ ОБРАЗОВАНИИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ТРЕЩИН

Сарсенов Б.Т., Нурманова И.Б.

Международный казахско-турецкий университет им. Х.А.Ясави, г.Туркестан,  
Казахстан (E-mail: bakytbek.sarsenov@ayu.edu.kz)

В настоящей работе на основе метода бихарактеристик [1] построено решение задачи нестационарной динамики однородного упругого изотропного полупространства с трещиной в условиях плоской деформации. Задача является модельной для исследования состояния земной поверхности, обусловленного сбросом тектонических напряжений на глубинных трещинах в земной коре при землетрясениях.

**Постановка задачи.** Рассмотрим динамику среды в условиях плоской деформации при сбросе напряжений на вертикальной трещине  $S$ , которая расположена на глубине  $L$  ( $|x_1 - L| \leq d$ ,  $x_2 = 0$ ). Предполагается, что в начальный момент среда покоится, а граница полупространства (дневная поверхность) свободна от внешних нагрузок.

Перемещения среды удовлетворяют уравнениям движения:

$$\sigma_{i\beta,\beta} + F_i = \rho \dot{v}_i, \quad i = 1, 2, \quad (1)$$

где  $v_i$  - компоненты вектора скорости  $\mathbf{v}$ ;  $F_i$  - проекции массовой силы на соответствующие координатные оси.

Очаг сейсмических возмущений задается компонентами массовой силы  $\mathbf{F}$ , которые определяются сингулярной обобщенной функцией – простым слоем на трещине  $S$  [2], здесь они имеют следующий вид:

$$F_i = n_\beta \left[ \sigma_{i\beta} \right]_S \delta_S(x) = n_\beta \left[ \sigma_{i\beta} \right]_S \delta(x_2) H(d - |x_1 - L|), \quad i = 1, 2, \quad (2)$$

где выражение в квадратных скобках – скачок компонент тензора напряжений на берегах трещины,  $\mathbf{n}$  – единичная нормаль к ее поверхности,  $H(x)$ , – функция Хевисайда,  $\delta(x)$  –  $\delta$  функция Дирака.

Требуется определить напряженно-деформированное состояние среды и дневной поверхности при сбросе напряжений на трещине.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Джужбаев С.С., Сарсенов Б.Т. Динамическое напряженное состояние полосы при боковом импульсном давлении.// Математический журнал. Алматы. 2003. Том 3. №1(7). стр. 55 – 62.

[2] Алексеева Л.А., Дильдабаева И.Ш. Обобщенное решение уравнений динамики упругой среды с криволинейной трещиной при плоской деформации// Математический журнал, 2007, Т7, №2(25), стр. 19 – 31.

# ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТРЕХМЕРНОГО ТРЕХПОДВИЖНОГО МАНИПУЛЯТОРА

Смелягин А.И.

Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар, Россия  
(E-mail: [asmelyagin@yandex.ru](mailto:asmelyagin@yandex.ru))

Классическая механика занимается исследованием движения материальных объектов. Фундамент современной классической механики построен на идеях и трудах Галилея, Ньютона и Эйлера. По мере углубления знаний выяснилось, что законы Ньютона сформулированы только для абстрактных материальных объектов, а именно, материальной точки [1].

Опираясь на современные знания и понятия, сформулированы основные аксиомы и следствия [2], которые моделируют взаимодействия и движения реальных материальных объектов (тел). За основу дальнейших построений моделей движения объектов принято то, что все материальные тела во Вселенной в каждое мгновение находятся как в движении, так и в покое. Приведенные аксиомы и следствия позволили изменить терминологию, научные основы и логику построения классической механики.

Так в [2] было получена система уравнений (1), которая является общим уравнением динамики в проекциях на координатные оси. Эта система позволяет проводить динамический анализ механических систем и тел как с одной, так и несколькими степенями свободы.

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum \delta A_{\Pi xij} + \sum \delta A_{\Phi \Pi xij} + \sum \delta A_{Re \Pi xij} = 0 \\ \sum \delta A_{\Pi yij} + \sum \delta A_{\Phi \Pi yij} + \sum \delta A_{Re \Pi yij} = 0 \\ \sum \delta A_{\Pi zij} + \sum \delta A_{\Phi \Pi zij} + \sum \delta A_{Re \Pi zij} = 0 \\ \sum \delta A_{B xij} + \sum \delta A_{\Phi B xij} + \sum \delta A_{Re B xij} = 0 \\ \sum \delta A_{B yij} + \sum \delta A_{\Phi B yij} + \sum \delta A_{Re B yij} = 0 \\ \sum \delta A_{B zij} + \sum \delta A_{\Phi B zij} + \sum \delta A_{Re B zij} = 0 \end{array} \right. \quad (1)$$

В работе с помощью системы уравнений (1) исследована динамика трёхмерного трёхподвижного манипулятора и определены законы движения его звеньев.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Смелягин А.И. (2014) Основные, первичные понятия механики. Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). Научный журнал. №2. – Краснодар: издательский Дом – Юг ISBN 2309-3250

[2] Смелягин А.И. (2017) Важнейшие аксиомы, следствия и теоремы классической механики. Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). Научный журнал. №3. – Краснодар: издательский Дом – Юг ISBN 2309-3250

# ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННЫЙ СТРУКТУРНЫЙ СИНТЕЗ МЕХАНИЗМОВ С ЗАМКНУТЫМИ И НЕЗАМКНУТЫМИ КИНЕМАТИЧЕСКИМИ ЦЕПЯМИ

Смелягин А.И.

Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар, Россия  
(E-mail: [asmelyagin@yandex.ru](mailto:asmelyagin@yandex.ru))

Задачей структурного синтеза является разработка структурной схемы будущего механизма по заданной его подвижности [1,2].

В настоящее время структуру вновь проектируемой машины традиционно выбирают либо интуитивно, либо получают в результате наслаения структурных групп [1,2]. Такой подход обычно позволяет найти приемлемое решение, но оно часто не является лучшим.

В настоящей работе предлагаются новые научные методы синтеза механизмов. Эти методы базируются на разработанных структурных математических моделях механизмов как с замкнутыми (1), так и разомкнутыми (2,3) кинематическими цепями.

$$\left\{ \begin{array}{l} p = \frac{1}{2} \left( \sum_{t=T-j}^2 (tn_t + Z + S) \right); \\ n = \sum_{t=T-j}^2 n_t; \\ W = \sum_{i=1}^{\Pi-1} ip_i - k\Pi; \\ k = p - n; \\ p = \sum_{i=1}^{\Pi-1} p_i \\ T \leq k + 1 \end{array} \right. \quad (1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 2p = n_1 + Z; \\ S = 1; \\ n = \sum_{t=T-j}^2 n_t; \\ W = \sum_{i=1}^{\Pi-1} ip_i; \\ p = n; \\ p = \sum_{i=1}^{\Pi-1} p_i; \\ T \leq N + 1; \\ n_1 = N; \end{array} \right. \quad (2)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 2p = n_1 + Z; \\ S = 1; \\ n = n_1; \\ W = \sum_{i=1}^{\Pi-1} ip_i; \\ p = n; \\ p = \sum_{i=1}^{\Pi-1} p_i; \\ T = 1 \\ t = 1 \end{array} \right. \quad (3)$$

$$N = \sum_{t=T-j}^3 [(t-1)n_{\text{вых}} + (t-2)n_{\text{пр}}].$$

$$n_{\text{сл}} = \sum_{t=T-j}^3 n_t;$$

$$n_{\text{сл}} = n_{\text{вых}} + n_{\text{пр}};$$

В работе приведены примеры количественного и качественного синтеза простых и сложных механизмов различной подвижности ( $W=1\dots 6$ ) как с замкнутыми, так и разомкнутыми (роботы, манипуляторы) кинематическими цепями. Были найдены и построены все структурные схемы механизмов, соответствующих условиям синтеза, что позволяет в дальнейшем целенаправленно выбрать лучшую из них.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Смелягин А.И. (2006) Структура механизмов и машин: Учебное пособие. М.: Высш. шк. ISBN 5-06-004816-0
- [2] Смелягин А.И. (2008) Теория механизмов и машин: Учебное пособие. М.: ИНФРА-М; Новосибирск. Изд. НГТУ ISBN 5-16-001623-6

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В КОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Телтаев Б.Б.<sup>1</sup>, Суппес Е.А.<sup>1</sup>, Айтбаев К.А.<sup>1</sup>, Тілеу Қ.Б.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахстанский дорожный научно-исследовательский институт, г. Алматы,  
Казахстан [ao\\_kazdormii@mail.ru](mailto:ao_kazdormii@mail.ru),

Вопросы исследования водно-теплового режима конструкций дорожных одежд и земляного полотна автомобильных дорог являются особо значимыми, так как распределение температуры и влажности в слоях дорожных одежд и грунте земляного полотна оказывает сильное влияние на их деформационные и прочностные показатели. Для установления закономерностей распределения и миграции тепла и влаги в названных конструктивных элементах автомобильных дорог необходимы экспериментальные данные, которые могут быть получены с помощью специальных средств измерений.

В 2010 году в КаздорНИИ начато более углубленное изучение водно-теплового режима дорожных одежд и земляного полотна автомобильных дорог. В ноябре того года на автомагистрали «Астана-Бурабай» были установлены 3 комплекта специальных датчиков. Причем датчики каждого комплекта устанавливались на различных глубинах вертикальной скважины, пробуренной в многослойной дорожной одежде и земляном полотне автомобильной дороги. Измерительный комплекс состоит из 8-ми металлических капсул, в которых вмонтированы датчики температуры и влажности. Такая совмещенная конструкция датчиков позволяет получить одновременно информацию о температуре и влажности в точках дорожной конструкции.

Такие же датчики температуры и влажности были заложены в конструкции автомобильных дорог, расположенных в других климатических условиях (на участках автомобильных дорог вблизи городов Оскемен, Атырау, Туркестан и Алматы) в 2013 году.

В настоящей работе даны результаты анализа изменений температуры в точках дорожной одежды и земляного полотна автомобильной дороги «Алматы-Бишкек». Закономерности изменения температурного режима в точках дорожной одежды в течение суток согласовываются с изменениями температуры воздуха. С увеличением глубины, амплитуда колебания температуры уменьшается. Наблюдается снижение разности между температурами воздуха и поверхностью покрытия при переходе от летнего сезона к зимнему.

## ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ СВОЙСТВ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Телтаев Б.Б. <sup>1</sup>, Измаилова Г.Г. <sup>1</sup>, Амирбаев Е.Д. <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахстанский дорожный научно-исследовательский институт, г. Алматы,  
Казахстан [ao\\_kazdornii@mail.ru](mailto:ao_kazdornii@mail.ru)

Асфальтобетон является наиболее широко применяемым материалом при строительстве и ремонте автомобильных дорог. Состояние асфальтобетонного покрытия влияет на условия движения (скорость, комфортность, безопасность и др.). Высокие летние температуры требуют принятия мер против образования колеи и волн на покрытии, низкие зимние температуры являются причиной трещинообразования, частые температурные переходы через 0°C также усложняют работу асфальтобетона, преимущественно кислая порода каменных материалов является причиной неудовлетворительного сцепления с битумом.

Проблема трещинообразования и колееобразования на асфальтобетонных покрытиях в настоящее время находится в центре внимания специалистов во всем мире. Предлагается целый ряд технологических решений, связанных с конструированием дорожной одежды, армированием слоев, применением специальных модифицирующих добавок. Одним из перспективных путей обеспечения и сохранения упруго – пластичных свойств битума в процессе эксплуатации при высоких и низких температурах является модификация битума добавками полимера с получением полимерно - битумного вяжущего (ПБВ).

Эффективность применения полимермодифицированных битумов и асфальтобетонов проводилось по Техническим условиям Суперпейв и приборах и оборудовании определяющих низкотемпературные и высокотемпературные свойства асфальтобетонов. По результатам лабораторных исследований и опытного применения выявлено, что путем модификации битума и асфальтобетона можно достичь улучшения стандартных свойств: повышение интервала работоспособности битумных вяжущих от 60-70°C в исходных битумах до 90-106°C в ПБВ; понизить водонасыщение а

асфальтобетоне в среднем на 10-20%; увеличить предел прочности при сжатии при 20°C на 25-30%, при 50°C на 40-45%; увеличить коэффициент водостойкости при длительном водонасыщении на 10-15%; увеличить предел прочности при расколе в среднем в 1,2 раза; понизить глубину образования колеи в 1,5-3 раза.

Таким образом, на асфальтобетонных покрытиях автомобильных дорог с высокой интенсивностью и транспортными нагрузками для повышения эксплуатационных характеристик необходимо применять модифицированные битумы и асфальтобетоны.

## РАЗРАБОТКА ОТЕЧЕСТВЕННЫХ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ПОДМОСТЕЙ

Темирбеков Е.С., Карасаев Б.А., Хамитов А.

Институт механики и машиноведения имени У.А. Джолдасбекова

Подмости это одноярусная конструкция для выполнения работ, требующих перемещения рабочих мест по фронту; подмости механизированные предназначены для подъема на заданную высоту операторов и инструмента. Это стержневые подвижные конструкции с подъемом рабочей площадки (РП) на высоту. Состоят из подвижной системы рычагов, площадки, рамы на колесах, приводов. Применение: при складировании товаров; для отделки стен, потолков; для замены проводки; для ремонта автомобилей (подъем и опускание) и др. В РК производства механизированных подмостей нет.

Объекты исследования: подмости ПМД-2.2 (подмости механизированные Джолдасбекова) с высотой подъема РП до 2.2 метра); ПМД-3.5 – до 3.5 метра; ПМД-5,2 - до 5.2 метра; ПМД-7.2 - до 7.2 метра; ПМД-10.2 – до 10.2. Целью является разработка и изготовление промышленных образцов ПМД-2.2; ПМД-3.5; ПМД-5,2; ПМД-7.2; ПМД-10.2 - отечественных конструкций мобильных механизированных экономичных подмостей. Цель направлена на расширение отечественных производств техники в строительстве, транспорте, ЖКХ и других отраслях РК.

Прежде необходимо провести уточняющий маркетинг машиностроительных предприятий г. Алматы по изготовлению подмостей. Начать разработку и изготовление проектно-конструкторская документация (ПКД) опытных образцов подмостей: ПМД-3.5, ПМД-7.2 с привлечением квалифицированных конструкторов. При изготовлении ПМД-3.5, ПМД-7.2 выбор по изготовлению будет остановлен на предприятии, оптимальном по вышеназванным параметрам. Параллельно с этим проводить исследование и моделирования новых схем подмостей. После изготовления ПМД-3.5, ПМД-7.2 проводим их натурные и тензометрические испытания по существующей методике для грузоподъемных устройств. И на-

конец, приступаем к изготовлению промышленных образцов мобильных механизированных подмостей ПМД-2.2; ПМД-3.5; ПМД-5.2; ПМД-7.2; ПМД-10.2 .

*Работа выполнена по проекту № АР05135609 по бюджетной программе 217 «Развитие науки» подпрограмме 102 «Грантовое финансирование научных исследований»*

# СХВАТЫ МАНИПУЛЯТОРА РОБОТА ПРИ ПЕРЕГРУЗКЕ ТВЕРДЫХ ВЫСОКОРАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ИХ РАСЧЕТ

Темирбеков Е.С.<sup>1</sup>, Каимов Т.Т.<sup>2</sup>, Бостанов Б.О.<sup>1</sup>, Каимов С.Т.<sup>3</sup>, Карасаев Б.А.<sup>1</sup>

1. Институт механики и машиноведения имени У.А. Джолдасбекова

2. НАО «Алматинский университет энергетики и связи»

3. Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан  
(E-mail: karasaevb@gmail.com)

В данной работе приводится разрабатываемый авторами расчет двух схем схватов манипулятора робота при перегрузке твердых высокорадиоактивных отходов тепловыделяющих элементов. Он базируется на известных подходах к этой проблеме [1]. Порядок расчета захватных устройств зависит от типа привода. Они бывают с пневмо-, гидро-, электро-, а также с пружинным приводом, здесь для первой схемы рассматривается схват с пневмоприводом, для второй схемы используются гибкие тяговые элементы. Типы передаточных механизмов используются: стержневые (рычажные), реечные, а также клиновые. Расчет захватных устройств (ЗУ) включает следующие основные этапы это расчеты: - необходимого усилия привода ( $P$ ); - необходимого усилия схвата (силы зажима –  $F$ ) детали; - расчета на прочность и жесткость схемы схвата; - сил в точке контакта зажимных элементов с деталью; - контактных напряжений в материале детали ( $\sigma$ ). Ниже даны кинематические схемы механизмов схватов и их 3D модели, которые просчитаны на прочность и жесткость. Первая схема была разработана по рекомендациям, данным в [2], вторая схема разработана по рекомендациям, данным в [3-5]

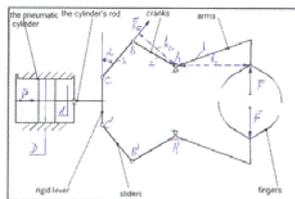


Рис.1 - схема механизма схвата и 3D модель

Метрические параметры схем схватов назначаются конструктивно, исходя из габаритных размеров захваты-ваемой детали, её веса, материала, динамики ее перемещения и других факторов.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Ceccarelli M. Fundamentals of Mechanics of Robotic Manipulation. / Kluwer/Springer, Dordrecht, 2004. (ISBN 1-4020-1810-X).

[2] ж. Slovak International scientific journal, №15 2018 part 1, pp.35-40.

[3] Қайым Т.Т., Грибанов В.Ф., Абилдабекова Д.Д., Каимов С.Т., Каимов А.Т. Метод определения параметров инновационного свата манипулятора при перегрузке им высоко-радиоактивного тепловыделяющегося элемента из одного контейнера в другой. В трудах Всемирного конгресса инженеров и ученых WSEC-2017: Энергия будущего: инновационные сценарии и методы их реализации. –Астана. 2017. Том 2. С.217-225.

[4] Kaiym T.T., Gribanov V.F., Kaimov S.T., Kaimov A.T., Kaimova G.T. The modeling of the theoretical and mathematical system and specifically three stochastic processes of the dynamical system an innovative mechanism for grasping of the robot for overloading the highly radioactive firm waste of fuel element. Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. 2017. - № 2(422). 157-174.

[5] Kaiym T.T., Gribanov V.F. и др. Математическая модель определения параметров инновационного схвата манипулятора робота при перегрузке высоко-радиоактивного тепловыделяющего элемента из одного контейнера в другой. Azerbaijan Technical University. International Symposium on mechanism and machine science ISMMS – 2017. Baku, Azerbaijan? September 11-14, 2017.

***Работа выполнена по проекту № AP05135609 по бюджетной программе 217 «Развитие науки» подпрограмме 102 «Грантовое финансирование научных исследований»***

## **РАСЧЕТ ЧАСТОТ И ФОРМ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ КОНСТРУКЦИЙ НА БАЗЕ УПРУГИХ МВК**

Тулеп А.С. <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави, г.Туркестан, Казахстан (E-mail: abdimuhan.tolep@ayu.edu.kz)

Динамический расчет может в качестве предварительного этапа содержать исследование свободных (собственных) колебаний, в результате чего определяются частота и формы собственных колебаний конструкций ПМВК. В некоторых случаях эта информация представляет и самостоятельный научный интерес. Значение частотных характеристик свободных колебаний необходимо, во-первых, для решения уравнения динамики - основной системы уравнений движения методом разложения по формам собственных колебаний; во-вторых значения низших частот необходимы для выяснения влияния физико-механических свойств и геометрических параметров конструктивных элементов на резонансные их амплитудно-частотные характеристики.

МКЭ лучше других методов обеспечен численными процедурами исследования математической модели объекта. В МКЭ задача о колебаниях конструкции сводится к решению обобщенной алгебраической проблемы собственных значений. При этом собственные значения являются квадратами частот колебаний, а собственные векторы определяют формы колебаний.

Каждое звено МВК рассматривается как один прямолинейный стержневой элемент, хотя это не принципиально и МКЭ обычно использует многоэлементное разбиение. Учет шарнирных соединений производится на этапе построения МЖ КСЭ. Построение МЖ системы из МЖ отдельных КСЭ выполняется известным способом, а способ получения ММ системы аналогичен получению МЖ системы [1, 2].

Рассматривается упругий плоский механизм с поступательными и вращательными кинематическими парами. Приводятся некоторые результаты массового счета.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Масанов Ж.К., Темирбеков Е.С. и др. Анализ сил и колебаний конструкций механизмов высоких классов пространственной топологии. (Деп.в КазГосИНТИ, 12.04.96, №6871-КА96, 254 с.).

[2] Масанов Ж.К., Сартаев К.З., Абдраимова Г.А., Акпанбетова А.Ж., Елеусинова А.Е., Жолдасов С.А., Тулеп А.С. Квазистатика, устойчивость и динамика упругих пространственных механизмов. Монография. –Алматы: ИММаш им. академика У.А.Джолдасбекова, 2015, -288с..

## КИНЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА П-4,5

Тулешов А.К. <sup>1</sup>, Темирбеков Е.С. <sup>1</sup>, Жиеналина А.С. <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт механики и машиноведения им. акад. У.А. Джолдасбекова, Алматы, Казахстан (E-mail: [aman\\_58@mail.ru](mailto:aman_58@mail.ru), [temirbekove@mail.ru](mailto:temirbekove@mail.ru))

<sup>2</sup> КазНУ им. аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан (E-mail: [aliya-kz.z@mail.ru](mailto:aliya-kz.z@mail.ru))

В работе исследуется мобильный робот с подъемником П-4.5. Предлагаемый мобильный робот с рычажным подъемником предназначен для обеспечения беспрепятственного перемещения рабочей платформы в пространстве за счет автоматизации всего процесса. Одна из функции данного механизма это – выполнение подъема, имеющая лучшие кинематические и динамические характеристики и бесспорные эксплуатационные преимущества по сравнению с аналогом – ножницами «Нюрнберга». При анализе структуры этот механизм не распадается на двухповодковые группы. Стандартный метод замкнутых контуров не может решить аналитически задачу анализа положений механизма. Из методов кинематики мы выбрали метод условной замены стойки [1]. Данный метод позволил решить задачу анализа положений этой схемы механизма в аналитическом виде и получить кинематические характеристики.

Задаются координаты стоек 1 и 2, все длины звеньев, ведущий привод 10 (рисунок 1). Расчет приведен для конечного числа расчётных положений механизма. Показано, что точки механизма 7 и 10 движется по вертикали на заданную высоту. Программа реализована на языке Fortran Power Station [2].

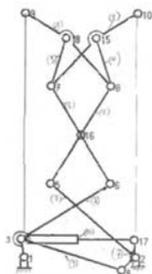


Рисунок 1 - Плоская схема подъемника П-4.5 Нюрнберг-Рычажный

## ЛИТЕРАТУРА

[1] Джолдасбеков У.А., Темирбеков Е.С. Некоторые аспекты анализа и синтеза механизмов высших классов: Монография. – Астана, 2006.-299 с.

[2] <https://software.intel.com>

*Работа выполнена по проекту № AP05135609 по бюджетной программе 217 «Развитие науки» подпрограмме 102 «Грантовое финансирование научных исследований»*

# ОСНОВЫ ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ КРИВОШИПНОГО ПРЕССА НА БАЗЕ ЧЕТЫРЕХЗВЕННЫХ ГРУПП

Тулешов А.К.<sup>1</sup>, Тулешов Е.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ИММаш им. У.А.Джолдасбекова, <sup>2</sup>Сатпаев Университет  
(E-mail:aman\_58@mail.ru)

Расширение технической и технологической базы кривошипных прессов за счет внедрения новых конструкций исполнительных механизмов на базе четырехзвенных групп является задачей исследования научного проекта в рамках грантового финансирования Казахстана на 2018-2020 годы.

В частности, увеличение силы давления на 7-8 раз достигается за счет использования исполнительного механизма на базе четырехзвенной группы [1], благодаря поступательному движению базисного (треугольного) звена в плоскости и распределения силы по двум параллельным шатунам. Наряду с этим, влияние жесткости(упругой деформации конструкции пресса) на продолжительность нагрузочной и разгрузочной фаз рабочего хода ползуна оказывает существенное влияние на качество штамповки и производительность пресс-автомата[1,2].

Для решение данной задачи в конструкцию исполнительного механизма на базе четырехзвенной группы вводится регулируемый упругий элемент, который позволить увеличить характер движения звеньев и перераспределить нагрузку на рабочее звено (ползун). Это достигается путем введение упругой пружины с коэффициентом жесткости  $C_{ПУ}$  в шатун 4. Задача динамического проектирования заключается в определении коэффициента жесткости пружины  $C_{ПУ}$ , обеспечивающий необходимый выстой ползуна  $\delta$  для качественной поковки образца.

На основе методов[3] уравнения динамики относительно обобщенных координат  $q_1 = \varphi = \varphi_1$ ,  $q_3 = x_E = \delta$  были получены в виде:

$$\begin{aligned}
 & (J_1 + m_2 l_1^2) \ddot{q}_1 - b_x(q_1) \Pi'^2(q_1) \dot{q}_1 + 0,5 C_{\text{ПВ}} (l_1/l_4) [q_3 - \Pi_*(q_1)]^2 (\sin q_1 + \Pi'_*(q_1)) = \\
 & = Q - [ b_x(q_1) \dot{q}_3 - C_x(q_1)_* [q_3 - \Pi_*(q_1)] ] \Pi'_*(q_1), \quad (1) \\
 & m_3 \ddot{q}_3 - b_x(q_1)_* \dot{q}_3 + [C_x(q_1)_* - C_p] q_3 = b_x(q_1)_* \Pi'_*(q_1) \dot{q}_1 + [C_x(q_1)_* - C_p] \Pi_*(q_1)_*, \quad (1)
 \end{aligned}$$

где приведенный коэффициент жесткости

$$C_x(q_1)_* = C_{\text{ПВ}} \frac{[ \Pi'_*(q_1) - l'_2 \cos(\varphi_2 - \alpha_2) - l_1 \cos q_1 ]}{l_4}. \quad (2)$$

Далее, исследуется установившиеся (рабочий) режим прессы, когда . Тогда второе уравнение системы (1) записывается следующем виде

$$\ddot{q}_3 - f_1(t) \dot{q}_3 + f_2(t) q_3 = F(t), \quad (3)$$

где были обозначены

$$f_1(t) = \frac{1}{m_3} b_x(\omega_1^0 t)_*, f_2(t) = \frac{1}{m_3} [C_x(\omega_1^0 t)_* - C_p], \quad (4)$$

$$F(t) = \frac{1}{m_3} \{ b_x(\omega_1^0 t)_* \Pi'_*(\omega_1^0 t) \omega_1^0 + [C_x(\omega_1^0 t)_* - C_p] \Pi_*(\omega_1^0 t) \}.$$

Для анализа системы (4) разработана система моделирование в среде MatLap[4], окно которой представлено на рисунке 1.

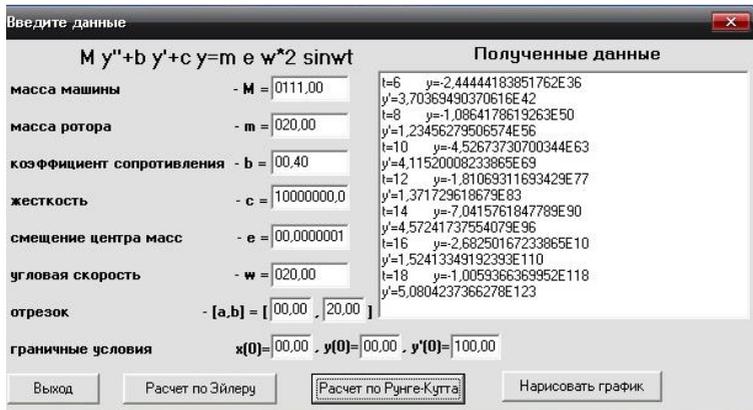


Рисунок 1 – Окно моделирования уравнения (3)

Первое уравнение системы (1) позволяет определить обобщенную движущую силу, т.е. функцию управления

$$Q = -b_x(\omega_1^0 t) \Pi_*'^2(\omega_1^0 t) \omega_1^0 + 0,5 C_{\text{ПВ}} (l_1/l_4) [q_3 - \Pi_*(q_1)]^2 (\sin \omega_1^0 t + \Pi'_*(\omega_1^0 t)) + \quad (5) \\ + [b_x(\omega_1^0 t) \dot{q}_3 - C_x(\omega_1^0 t) \Pi_*(q_1)] \Pi'_*(\omega_1^0 t),$$

которое позволяет ввести изменение в движущую силу прессы.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Tuleshov A.K., Drakunov Y.M., Tuleshov E.A. COMPUTER DINAMICS OF THE INTERNAL-COMBUSTION ENGINE CONSIDERING ELASTIC PROPERTIES OF LINKS// Conference on Engineering and Technology Education, World Engineering Congress. - Kuching, Saravak, Malaysia, 2010. - P.92 -96.

[2] Бочаров Ю.А. Кузнечно-штамповочное оборудование. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 480 с.

[3] Вульфсон И.И., Ерихов М.Л., Коловский М.З., Пейсах Э.Е. и др. Механика машин /под ред. Смирнова Г.А. - М.: Высш. шк., 1996. -511 с.

[4] Дракунов Ю.М., Тулешов Е.А. Диалоговая система вывода и анализа уравнений динамики механизма пресс-автомата // Мат. Международ. конф. «Актуальные проблемы механики и машиностроения», КазНТУ. - Алматы, 2009. - С.132-137.

***Работа выполнена по проекту № AP05134959 по бюджетной программе 217 «Развитие науки» подпрограмме 102 «Грантовое финансирование научных исследований»***

# DEFINITION OF OPTIMAL PARAMETERS OF THE HYDRAULIC TURBINE FOR NON-DAM HYDRO POWER STATION

**Turalina D.E.<sup>1</sup>, Bossinov D.Zh.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Kazakh National University named after Al-Farabi, Dept. of mechanics, Al-Farabi 71, Almaty, Kazakhstan. (E-mail: turalyna.dinara@gmail.com)

In the article, there are theoretical and experimental investigations presented with regards to determination of optimal parameters of the straight-flow turbine for non-dam hydro power stations.

The goal for conducting theoretical and experimental investigations is to increase electric power of the hydro turbine.

The most optimal angle of attack of the flow direction at the inlet has been calculated. Accordingly, the results of velocity, pressure, lift and drag forces as well as lift and drag coefficients along the blade have been received. Also, hydro turbine's work with non-rotating and rotating shaft modes have been taken into account. The achieved results executed in 2D and 3D simulation software modes allowed visualization of the hydro turbine performance through depicting arrows, streamlines, contours, surfaces and line graphs.

The calculations with regards to incompressible liquids were measured with the help of COMSOL Multiphysics and ANSYS Fluent software packages through application of Direct Numerical Simulation (DNS) and K-epsilon methods on the base of Navier-Stokes equations.

Changing water discharge through a ball valve, the amount of the rotation of the hydraulic turbine rotor was determined using a tachometer. The produced electric power due to the rotation of the hydraulic turbine rotor in minutes is calculated according to Ohm's law.

## REFERENCES

- [1] D. Zh. Bossinov, M.B Koshumbayev. Innovative patent «Hydraulic unit» - № 31166 – 16.05.2016.
- [2] D. E. Turalina, D. Zh. Bossinov. «Theoretical and experimental investigations to define optimal parameters of the straight-flow turbine for non-dam hydro power station»// VESTNIK KazNU. (Series Mathematics, Mechanics, Informatics). 2015. - №1 (84). – p. 124 – 131.
- [3] Turbulent Flows by Stephen B. Pope. Cambridge University Press: Cornell University, 2000. – 773 p.
- [4] Naixing Chen. AEROTHERMODYNAMICS OF TURBOMACHINERY, ANALYSIS AND DESIGN. Institute of Engineering Thermophysics, Chinese Academy of Sciences, China, 2010. – 461 p.

# АНАЛИЗ ДВИЖЕНИЯ МЕХАНИЗМОВ ПЕРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЫ

Уалиев Г. <sup>1</sup>, Уалиев З.Г. <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт механики и машиноведения им. У.А. Джолдасбекова,  
г.Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Казахский Национальный педагогический университет имени Абая, г.Алматы,  
Казахстан (e-mail: [z.ualiyev@mail.ru](mailto:z.ualiyev@mail.ru))

Во многих быстроходных машинах-автоматах применяются шарнирно-стержневые или кулачково-рычажные механизмы с существенно упругими звеньями. Эти механизмы носят название – механизмы независимого движения [1]. В данной работе [2] приводятся некоторые принципы составления математических моделей передаточных и исполнительных механизмов независимого движения с существенно упругими звеньями, сформулирована обратная задача динамики механизмов с существенно упругими звеньями, получено аналитическое решение уравнения движения. Определим выражение для кинетической энергии системы

$$T = \frac{1}{2} \sum_{s=0}^n i_{0s}^{-2} J_s (i_{0s}^{-1} \varphi_s) \dot{\varphi}_s^2 = \frac{1}{2} \sum_{s=0}^n J_s^* (\varphi_s) \dot{\varphi}_s^2;$$

где  $J_s^* (\varphi_s) = i_{0s}^{-2} J_s (i_{0s}^{-1} \varphi_s)$  – момент инерции s-го элемента, приведенный к оси ротора. Обобщенная сила определяется как отношение работы к  $\delta\varphi_s$  [3]. Подставляя в уравнение Лагранжа 2 рода выражения кинетической энергии и обобщенной силы [2], получим систему уравнений движения упругой машины. Выбрав характеристику двигателя в виде [4], приведем уравнение движения к форме, удобной для применения метода возмущений [5]. С учетом полученных значений моментов инерции и моментов сил, получим уравнения описывающие движение многомассовой механической системы с упругими звеньями.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] Джолдасбеков У.А., Уалиев Г. Совершенствование механизмов прокладывания утка ткацких станков СТБ. - М.: Легпромбытиздат. - 1986. -192с.

[2] Уалиев Г., Уалиев З.Г. Математическое моделирование динамики механических систем нелинейными характеристиками, Алматы, 2007 г.,-332 с.

[3] Бухгольц Н.И. Основной курс теоретической механики. - Т.1,2. М.: -1967. -468с.

[4] Вульфсон И.И. Колебания машин с механизмами циклового действия. – Л.: – 1990. -240с.

[5] Гантмахер Ф.Р. Лекции по аналитической механике. – М.: -1960. -296с.

# МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО И ЕЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ

Унаспеков Б.А.<sup>1</sup>, Сиваченко Л.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный исследовательский технический университет  
им.К.И.Сатпаева, г.Алматы, Казахстан (E-mail: unaspekov@yandex.kz

<sup>2</sup>Белорусско-Российский университет ,г.Могилев, Республика Беларусь.

(E-mail: tatsianamail.86@gmail.ru)

Механизация и автоматизация производственных процессов в различных отраслях промышленности невозможна без оснащения всех звеньев машиностроительного производства необходимым оборудованием. Поэтому увеличение в составе основных фондов предприятий удельного веса машин и оборудования является прогрессивным и необходимым стимулом развития машиностроительного производства. Высокие требования, предъявляемые к производству машин в отношении их эффективности и необходимости повышения качества, обуславливают востребованность дальнейшей трансформации машиностроительной отрасли по двум основополагающим направлениям:

1 Совершенствование собственно машиностроительного производства прежде всего на основе гибких автоматизированных производств (ГАП) и гибких производственных систем (ГПС), а также их производных.

2 Изменение структуры выпускаемой продукции, расширение выпуска принципиально новых машин и агрегатов, придание им свойств «умных» машин с расширенными функциональными возможностями и повышенной технологической эффективностью.

Система использования ГАП позволяет отказаться от значительной части технологической документации, которая ранее охватывала многочисленные данные по заготовкам, оборудованию, инструменту, контролю и др. С использованием ГАП такую документацию заменяет информация, заложенная в компьютерные программы. Современные вычислительные комплексы позволяют передавать данные о конструкции деталей непосредственно тем ЭВМ, которые управляют металлорежущими станками для обе-

спечения технологических процессов изготовления этих деталей. Такой подход к автоматизации является стратегической линией развития машиностроительного производства. В международной статистике машиностроение делится на пять секторов: металлопродукты, неэлектрическое машиностроение, электромашиностроение, транспортное оборудование и точные инструменты. Самыми высокими темпами роста характеризуются отрасли электроники и телекоммуникационной техники. Мировое производство продукции электроники превысило 6 % ВВП, телекоммуникационное – свыше 3 % ВВП, что ставит перечисленные отрасли выше таких, как химия, автомобилестроение, производство электроэнергии. Быстрое развитие электроники и телекоммуникационной продукции – один из главных сдвигов в мировом машиностроении в последние десятилетия. При этом следует отметить, что информационно-вычислительная техника выступает системо-образующим элементом в современном технологическом укладе мирового хозяйства и является условием технологического прогресса на многих направлениях хозяйственного развития [1].

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Клепиков В.В. Технология машиностроения. Учебник. М.: Форум:Инфра-М.-2004. ISBN 5-16-001390-3

# КИНЕТОСТАТИКА УДАРНОГО МЕХАНИЗМА ПЕРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЫ С ДИНАМИЧЕСКОЙ СВЯЗЬЮ

Усубалиев Ж. <sup>1</sup>, Эликбаев К.Т. <sup>1</sup>, Кынатбекова Н.Н. <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Институт машиноведения НАН КР, Бишкек, Кыргызстан

(E-mail: [kdk\\_318@mail.ru](mailto:kdk_318@mail.ru), [nkn\\_94kg@mail.ru](mailto:nkn_94kg@mail.ru))

В работе исследуются реактивные силы в шарнирах и опорах рычажного ударного механизма переменной структуры с динамической связью, совершающего вращательное движение [1]. В настоящее время динамические исследования ударных механизмов с целью обеспечения надежности и долговечности является актуальной задачей.

Рассматриваемый механизм имеет довольно простую конструкцию, состоящую из опоры  $O$ , кривошипа  $OA$ , шатуна  $AB$ , в конце которого сосредоточена ударная масса  $m$  (рисунок 1).

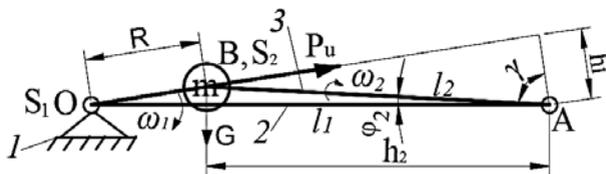


Рисунок 1 – Ударный механизм переменной структуры с динамической связью:

1 – стойка; 2 – кривошип (маховик); 3 – шатун;  $m$  – ударная масса

Целью работы является определение: силы удара, времени взаимодействия ударника с волноводом, реактивные силы в шарнирах, уравновешивающая сила и приведенный момент сил одно-массового и двухмассового ударного механизмов.

Определение параметров механизма воздействия ударной массы с волноводом определяется с помощью принципа Даламбера [4] и методом последовательных приближений [2].

При нанесении удара массой  $m$  по волноводу, при данной конструкции механизма, отскок происходит мгновенно, т.е. реактивная сила за короткий промежуток времени не успевает нанести существенного вреда конструкции механизма.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Усубалиев, Ж. Механические ударные механизмы переменной структуры. [Текст]/ Ж. Усубалиев, К.Т. Эликбаев, Н.Н. Кынатбекова. Журнал №2 Машиноведение. – Бишкек: Имаш НАН КР, 2015. - С. 3 – 11.

[2] Еремьянц В.Э. «Расчет ударных процессов в машинах» учебное пособие, часть 3. [Текст]/ В.Э. Еремьянц – Бишкек: «КРСУ», 2002. С. 60.

[3] Усубалиев, Ж. Графоаналитический метод исследования ударного механизма переменной структуры с динамической связью. [Текст]/ Ж. Усубалиев, К.Т. Эликбаев, Н.Н. Кынатбекова. Известия НАН КР. – Бишкек: Имаш НАН КР, 2018. - С. 3 – 11.

[4] Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. М.: Наука, 1967. 720 с.

## ДИНАМИКА БУРИЛЬНЫХ КОЛОНН С УЧЕТОМ ВИБРОЗАЩИТЫ

Хаджиева Л.А.<sup>1</sup>, Мекесов Ш.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан  
(E-mail: [khadle@mail.ru](mailto:khadle@mail.ru), [shamshimekessov@gmail.com](mailto:shamshimekessov@gmail.com))

Бурение нефтяных и газовых скважин является основным технологическим компонентом в современной горнодобывающей промышленности. Одной из проблем бурения скважин являются колебания бурильных колонн. В основном это торсионные и боковые колебания. Эффективным способом борьбы с нежелательными колебаниями является включение в схему бурового оборудования амортизирующих элементов.

Работа посвящена исследованию влияния стабилизаторов на динамику бурильных колонн, применяемых в нефтегазодобывающей промышленности.

Как отмечают авторы работ [1-3] боковые перемещения бурильных колонн гораздо более заметны и вредны в отношении прочностных свойств колонн и их устойчивости, чем кручение. Боковые колебания бурильных колонн изучались главным образом с точки зрения их устойчивости, выпучивания, формы мод, стохастической динамики и др.

В данной работе исследуются поперечные колебания бурильных колонн с учетом влияния стабилизаторов. Рассматривается модель включения в механизм работы бурильной колонны одного или нескольких стабилизаторов. В динамической модели учитываются вращательная инерция поперечного сечения трубы бурильной колонны, действие силы трения, силы тяжести и вязкости бурового раствора.

При решении используется метод Бубнова-Галеркина. Вычисления проведены в пакете символьных вычислений «Wolfram Mathematica». Установлено влияние количества стабилизаторов и их эффективность, а также сил трения на динамику бурильных колонн.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Paidoussis M.P, Luu T.P, Prabhakar S. (2008) Dynamics of a long tubular cantilever conveying fluid downwards, which then flows upwards around the cantilever as a confined annular flow. *J. Fluids Struct* 24:111–128

[2] Modarres-Sadeghi Y., Païdoussis M.P. (2009) Nonlinear dynamics of extensible fluid-conveying pipes, supported at both ends. *J Fluids Struct* 25:535–543

[3] Qian Q, Wang L, Ni Q (2008) Vibration and stability of vertical upward-fluid-conveying pipe immersed in rigid cylindrical channel. *Acta Mech Solida Sin* 21:331–340

# ОПТИМИЗАЦИОННЫЙ СИНТЕЗ МЕХАНИЗМОВ ТРЕТЬЕГО И ЧЕТВЕРТОГО КЛАССОВ ПО УСЛОВИЮ ТОЧНОСТИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ

Хомченко В.Г., Гебель Е.С., Кривохатко Е.А.

Омский государственный технический университет, г. Омск, Россия

(E-mail: [v\\_khomchenko@mail.ru](mailto:v_khomchenko@mail.ru), [gebel\\_es@mail.ru](mailto:gebel_es@mail.ru), [k\\_ca23@mail.ru](mailto:k_ca23@mail.ru))

Обеспечение заданной точности позиционирования рабочих органов цикловых машин-автоматов и кривошипных прессов является актуальной задачей [1, 2, 3]. В данной работе предлагаются методы оптимизационного синтеза механизмов третьего (рисунок 1) и четвертого (рисунок 2) классов при заданной циклограмме из условия минимизации кинематической погрешности выстоя выходных звеньев.

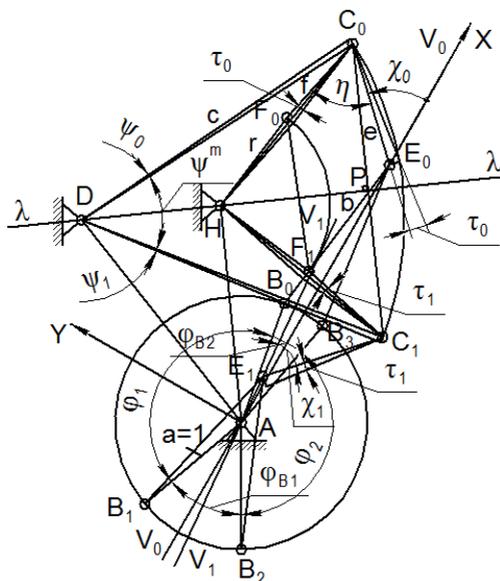


Рисунок 1 – Шарнирный механизм третьего класса с приближенным выстоем в двух крайних положениях

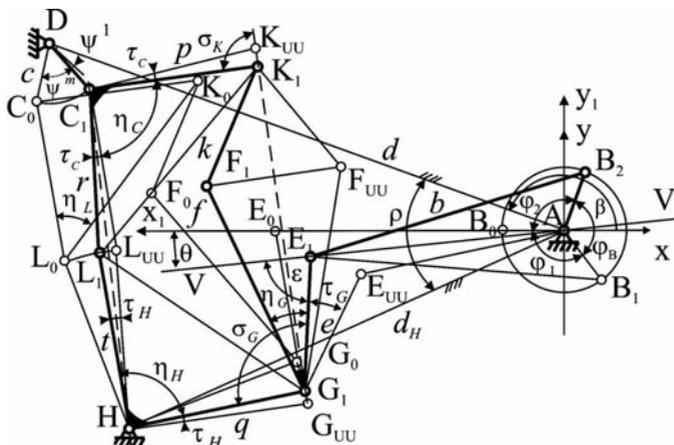


Рисунок 2 – Шарнирный механизм четвертого класса с приближенным выстоем в крайнем положении

Для исследования и оптимизационного синтеза предложены математические модели названных механизмов и соответствующие им алгоритмическое и программное обеспечение.

Численные эксперименты подтвердили возможность получения механизмами третьего и четвертого классов высокой точности позиционирования рабочих органов машин-автоматов и кривошипных прессов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Гебель, Е.С. Проектирование рычажных механизмов высокоточного позиционирования : монография / Е. С. Гебель, В. Г. Хомченко ; Минобрнауки России, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования «Омский гос. технический ун-т». - Омск : Изд-во ОмГТУ, 2014. - 135 с.
- [2] [Варепо, Л.Г. Геометрическое моделирование шарнирных механизмов третьего класса цикловых машин-автоматов для перемещения рабочих органов с приближенными остановками в двух крайних положениях / Л.Г. Варепо, В.Г. Хомченко, В.И. Глухов, Ф.Н. Прыткин, Е.А. Кривохатко // Программные системы и вычислительные методы. - 2017. - № 2. - С.67-75. DOI: 10.7256/2454-0714.2017.2.22719](#)
- [3] [Khomchenko, V.G. Geometric modeling of controllend third-class hinged mechanisms with a stand in one extreme position for cyclis automatic machines / V. G. Khomchenko, L. G. Varepo, V. I. Glukhov, E. A. Krivokhatko // Mechanical Science and Technology Update IOP Publishing. IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 858 \(2017\) 012015. - pp.1-5. doi :10.1088/1742-6596/858/1/012015, WOS:000412549800015](#)

# МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ АНАЛИТИЧЕСКИХ ЛИНИИ ЭЛЕМЕНТОВ РУДЫ В РЕНТГЕНОРАДИОМЕТРИЧЕСКОМ КАРОТАЖЕ

Шадыманова А.А.<sup>1</sup>, Куатова М.Ж.<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> ИММаш им. академика У.А.Джолдасбекова,

<sup>1</sup>Алматинский энергетический институт

(E-mail: a.shadyman@mail.ru)

Каротаж скважин при проведении разведывательных работ имеет важное значение в прогнозировании и эффективной организации добычи и производства минеральных ресурсов и металлов. Среди множества существующих методов каротажа особое место занимает метод рентгенорадиометрического каротажа, основанный на восстановлении и обработки энергетического спектра и интенсивности атомов элементов по данным из аппаратурного спектра руды (с датчика).

Многоэлементное опробование проводится флуоресцентным рентгенорадиометрическим методом, в основе которого лежит зависимость плотности потока характеристического излучения элемента в исследуемом объеме от его содержания. Глобальная задача состоит в восстановлении по аппаратурному спектру энергетического спектра руды, которое математически сводится к решению интегрального уравнения Фредгольма I –го рода [1].

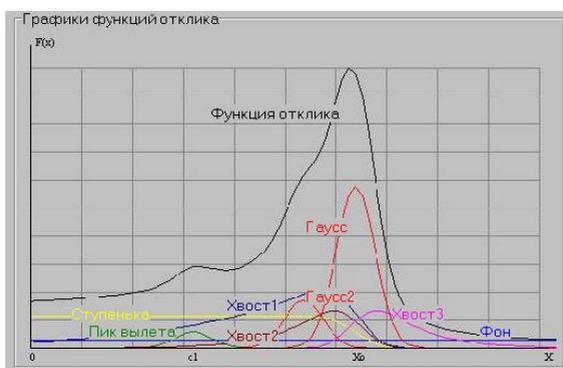


Рисунок 1. Функция отклика детектора и ее составляющие

В связи с ограничением разрешающей способности аппаратуры и влиянием различных факторов со стороны усилителя эта задача может быть решена только приближенно, так как практически невозможно математически описать все процессы, проходящие в электронных блоках.

В настоящей работе нахождение интенсивностей характеристических линий определяемых элементов осуществляется с помощью минимизации функции среднеквадратического отклонения вида [2,3]:

$$\chi^2(p) = \frac{1}{n-m} \sum_i \frac{1}{Y(i)} [Y(i) - F(i, p)]^2, \quad (1)$$

где  $p$  - вектор искомых параметров;  $n$  - число обрабатываемых каналов;  $m$  - число искомых параметров;  $i$  - текущий номер канала;  $Y(i)$  - интенсивность в  $i$ -ом канале;  $F(i, p)$  - искомый функционал отклика.

Искомый функционал  $F(i, p)$ , или функция отклика детектора, для каждой энергетической линии любого элемента представляется в следующем виде [2,3]:

$$F(x) = B(x) + G(x) + S(x) + D_1(x) + D_2(x) + D_3(x) + ESC(x) + G_1(x). \quad (2)$$

где  $B(x)$  - функция фона, которая имеет вид полинома Чебышева;  $G(x)$ ,  $G_1(x)$ , - функции основного и дополнительного Гауссов;  $S(x)$  - функция ступеньки;  $ESC(x)$  - функция пика вылета;  $D_1(x)$ ,  $D_2(x)$  - функции левого хвоста;  $D_3(x)$  - функция правого хвоста. Все эти функций имеют аналитическую форму [2,3] и графически они могут быть интерпретированы в форме, как это представлены на рисунке 1.

В результате на основе минимизации функции (1) построен алгоритм по нахождению интенсивности аналитических линий определяемых элементов руды, при этом программные модули написаны на языке C и Assembler.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Яншевский Ю.П., Очкур Ф.П. и др. Рентгено-радиометрический каротаж. - Л.: Недра, 1976. - 140 с.
- [2] Zhmagulov B.T., Tuleshov A.K., Drakunov Yu.M. Computer Modeling and Control System for X-ray Radiometrical Well-Logging Unit //World Congress on Engineering (IAENG-WCE-2010). - London, 2010. - P. 900-906.
- [3] Тулешова А.А. Алгоритм и программа расчета интенсивности элементов руды и их коррективы в каротажной станции// Проблемы Оптимизации Сложных Систем: материалы 11-й между. Азиатской школы-семинара. - Чолпон-Ата, 2015. - С. 639-643.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛАМИНАРНЫХ ДВУХФАЗНЫХ ТЕЧЕНИЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ СРЕД В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ

**Шеръязданов Г.Б.**

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан  
(zhanylkul.turarova@kaznu.kz)

Магнитная гидродинамика (МГД) и электрогидродинамика (ЭГД) – это раздел механики сплошной среды, который изучает движение электропроводящих сред в электрическом и магнитном полях.

При моделировании МГД и ЭГД - процессов необходимо к обычным уравнениям гидродинамики (уравнения неразрывности и Навье-Стокса с учетом силы Лоренца) добавить уравнения электрогидродинамики сплошной среды (уравнения Максвелла для электромагнитного поля и обобщенный закон Ома для тока проводимости).

Возможности использования эффектов магнитной гидродинамики в целях управления гидродинамическими и теплофизическими процессами в проводящих средах объясняют интерес к задачам МГД - течений вязкой несжимаемой жидкости. Наряду с такими традиционными задачами, как МГД - течения в каналах и трубах, МГД - обтекание тел определенным теоретический и практический интерес представляют струйные течения проводящих сред в магнитном поле, которые лежат в основе рабочего процесса МГД – устройств струйного типа.

Проблемы оптимизации конструкций и режимных параметров МГД -устройств потребовали в последние годы обратиться к рассмотрению двухфазных систем.

При исследовании двухфазных течений общепринятым является подход, в котором реальное течение жидкости (газа) с примесями заменяется взаимопроникающим движением несущей (жидкость, газ) и дисперсной (твердые частицы, капли, пузырьки) фаз. При этом каждая рассматривается как континуум, для которого составляются свои уравнения движения и притока тепла, а вза-

взаимодействие между фазами учитывается через силу межфазного взаимодействия (сила Стокса), которая по своей природе является силой вязкого трения.

Теоретические исследования гидродинамики ламинарных плоских двухфазных струйных течений вязкой несжимаемой проводящей (непроводящей) жидкости, содержащей непроводящие (заряженные) частицы в поперечном магнитном (продольном электрическом) поле в последние годы были проведены на кафедре механики КазНУ им. аль-Фараби.

# РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ КОНСОЛИДАЦИИ НЕОДНОРОДНЫХ УПРУГОПОЛЗУЧИХ ГРУНТОВ

## DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL MODELS OF CONSOLIDATION OF INHOMOGENEOUS ELASTICAL SOILS

Дасибеков А.Д.<sup>1</sup>, Мырзалиев Д.С.<sup>2</sup>, Такибаева Г.А.<sup>3</sup>, Сейдуллаева О.Б.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> д.т.н., профессор, академик КазНАЕН, <sup>2</sup> к.т.н, доцент, <sup>3</sup> к.т.н., доцент, <sup>4</sup> магистрант  
Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,  
Шымкент, Казахстан

**Abstract.** The object of research are groundwater Foundation, the decision of tasks of compaction elastic and elastic-creeping end of the ground bases with regard to their structural strength and the initial gradient of the pressure.

**Аңдатпа.** Зерттеу объектісі ретінде топырақты негіздер алынып, құрылымдық беріктігі мен бастапқы градиентті қысымды ескере отырып, серпімді және серпімдісырғымалы шекті жер негіздерін тығыздау мәселелерін шешу болып табылады.

Объектом исследования являются грунтовые основания, решения задач уплотнения упругих и упругопопзучих конечных грунтовых оснований с учетом их структурной прочности и начального градиента напора.

Целью работы является создать новые и развить существующие механико-математические модели процесса деформирования крупных и мелкомасштабных неоднородных грунтовых оснований. Разработка и развитие расчетных схем, аналитических методов исследования напряженно - деформированного состояния одномерных, двух и трехмерных объектов при упругих и упругопопзучих деформациях уплотнения грунтовой среды. Разработка более точных методов при расчете уплотнения грунтовых оснований.

Проведены комплексные теоретические исследования взаимодействия основания с окружающим грунтом. Определены их осад-

ки и оценено напряженно-деформированное состояние грунтового массива. Результаты исследований позволили определить распространение давлений в паровой жидкости, напряжения в скелете грунта и изменения осадок поверхности уплотняемого грунтового массива.

Исходными данными для разработки данной научной темы явились конструктивные типовые решения многомерных задач уплотнения механики деформируемого твердого тела полученных результатов научного исследования являются: физико-механические характеристики глинистых грунтов; компрессионные зависимости, описывающие связь между коэффициентом пористости и суммой главных напряжений.

# РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ КОНСОЛИДАЦИИ НЕОДНОРОДНЫХ УПРУГОПОЛЗУЧИХ ГРУНТОВ

## SOLVING PROBLEMS OF INHOMOGENEOUS SOIL CONSOLIDATION PROGRAMSWHICH

Дасибеков А.Д.<sup>1</sup>, Мырзалиев Д.С.<sup>2</sup>, Такибаева Г.А.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> д.т.н., профессор, академик КазНАЕН, <sup>2</sup> к.т.н., доцент, <sup>3</sup> к.т.н., доцент  
Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,  
Шымкент, Казахстан

**Abstract.** The problem of construction of industrial and civil structures on weak clay soils has recently become particularly relevant. In this regard, determined the decision of tasks of compaction elastic and elastic-creeping end of the ground bases.

**Аңдатпа.** Соңғы кездері аз сазды жерлерде өнеркәсіптік және азаматтық құрылыстарды салу мәселесі ерекше өзектілікке ие болып отыр. Осыған байланысты серпімді және серпімдісырғымалы шекті жер негіздерін тығыздау мәселелерінің есептерін шешу жолдары анықталды.

Проблема возведения промышленных и гражданских сооружений на слабых глинистых грунтах в последнее время приобрела особую актуальность. В связи с этим определены решения задач уплотнения упругих и упругоползучих конечных грунтовых оснований.

Несмотря на успешную эксплуатацию многих этих сооружений на подобных грунтах, в целом, на практике сталкиваемся с авариями и большими недопустимыми осадками грунтовых оснований. Причем анализ показывает, что причиной аварий является неправильное представление о физических и механических характеристиках самих грунтов. Кроме того, не учитываются такие свойства грунтов как неоднородность, вязкость, тип ползучести, структурная прочность, проницаемость и др.

Новизна работы заключается в следующем:

- получены новые уравнения механики уплотняемых неоднородных грунтов;
- в одномерной и осесимметричной постановке решены краевые задачи механики неоднородных слабых глинистых грунтов;
- установлено влияние неоднородности грунтов на процесс уплотнения глинистых грунтовых оснований;
- определено влияние ползучести уплотняемой среды на процесс консолидации земляных масс;
- даны расчетные формулы для вычисления порового давления, напряжений в скелете и осадок уплотняемого водонасыщенного глинистого грунтового основания для различных случаев его нагружения.

## ВЛИЯНИЕ АГРЕССИВНОЙ СРЕДЫ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРУНТОВОК-МОДИФИКАТОРОВ РЖАВЧИН

### THE IMPACT OF AGGRESSIVE ENVIRONMENT ON PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF THE RUST-MODIFYING PRIMERS

Абзалова Д.А.<sup>1</sup>, Мырзалиев Д.С.<sup>2</sup>, Туранов А.А.<sup>3</sup>, Сейдуллаева О.Б.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> к.т.н., доцент; <sup>2</sup> к.т.н., доцент; <sup>3</sup> магистрант; <sup>4</sup> магистрант

Южно-Казахстанский Государственный университет им. М.Ауезова, г.Шымкент, Республика Казахстан

**Abstract:** The developed composition of rust-modifying primer can be used to prepare the surface of steel products and metal structures for painting to convert corrosion products to chemically resistant water-insoluble compounds firmly bonded to the metal surface.

**Аңдамна:** Тоттануға қарсы төсеме бояу модификатордың өңделген құрамы болаттан жасалған бұйымдар мен металл құрастырылымдардың беткі қабаттарын бояу үшін пайдаланылуы мүмкін. Бұл металл бетіне тығыз байланыстырылған коррозия өнімдерін химиялық тұрақтылыққа ие, суда ерімейтін қосылыстарға айналдыру мақсатында жасалады.

Защита от коррозии является первостепенной важности. Пути решения этой задачи заключаются в использовании коррозионно-стойких защитных покрытий. Решающим фактором получения долговечности покрытия является подготовка поверхности металла под покрытие, которое заключается в очистке его от пластовой ржавчины и слоев старой краски, с последующей обработкой покрытием. Использование грунтовок-модификаторов ржавчины позволяет упростить технологию окрашивания, снизить трудоемкость, улучшить условия труда, предотвратить загрязнения окружающей среды, повысить долговечность лакокрасочных покрытий. Обработка грунтовками-модификаторами ржавчины ржавой поверхности дает хороший эффект при слое ржавчины от 50 до

200 мкм. Были изучены закономерности влияния агрессивной среды на структуру ржавчины; было проведено исследование системы ржавчины с грунтовкой-модификатором ржавчины, а также процесс комплексообразования с участием гидролизного лигнина, вермикулита и изложено о грунтовки-модификаторе ржавчины с защитными свойствами. Изучение прочности при ударе, влагостойкости и светостойкости показали, что все покрытия обладают хорошей прочностью, влагостойкостью и светостойкостью и могут служить антикоррозионной основой под полимерные покрытия.

# НОВЫЕ АСПЕКТЫ В ПОЛУЧЕНИИ И ПРИМЕНЕНИИ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ХОЛОДНОГО РЕЖИМА ОТВЕРЖДЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

## NEW ASPECTS IN OBTAINING AND APPLICATION OF PROTECTIVE COATINGS OF COOLING CURING MODE APPLICABLE IN MACHINE-BUILDING INDUSTRY

Абзалова Д.А.<sup>1</sup>, Мырзалиев Д.С.<sup>2</sup>, Туранов А.А.<sup>3</sup>, Абилдаев Н.М.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> к.т.н., доцент; <sup>2</sup> к.т.н., доцент; <sup>3</sup> магистрант; <sup>4</sup> магистрант  
Южно-Казахстанский Государственный университет им. М.Ауезова, г.Шымкент,  
Республика Казахстан

**Abstract:** A paint coating composition based on epoxy-novolac block copolymer xylitol and carbon black PM-15 cold cure mode was developed. The process of curing of paint and varnish covering at room temperature was studied.

**Аңдамна:** Эпоксид-новолакстық блоксополимерлі ксилитол және көміртекті қара PM-15 салқындай қатаю режиміне негізделген бояу жабыны құрамы әзірленді. Бөлме температурасында бояудың қатқылдану процесі зерттелген.

Проблема повышения надежности и долговечности конструкций и оборудования машиностроения приобрела особую актуальность на современном этапе развития производства. В качестве объекта исследования был исследован разработанный состав покрытия на основе эпоксидно - новолачных блоксополимеров ксилитана холодного режима отверждения.

С целью снижения температуры отверждения эпоксидно-новолачных блоксополимеров ксилитана применяли катализаторы аминного типа. Нами были исследованы возможность использования в качестве отвердителей холодного отверждения покрытий на основе эпоксидно-новолачного блоксополимера ксилитана, полиэтиленполиамины и наполнителя сажи марки ПМ-15. Установлено, что увеличение степени наполнения сажей лако-красочных

покрытий на основе эпоксидно-новолачного блоксополимера ксилитана сопровождается увеличением скорости их отверждения. Изучалось влияние типа и количества отвердителя на степень отверждения, при различной продолжительности процесса. Количество введенного отвердителя изменялось в пределах от 0 до 5% от веса эпоксидно-новолачного блоксополимера ксилитана, продолжительность отверждения - в пределах от 0-20 суток, температура отверждения составляла 18-20<sup>0</sup>С. Из экспериментальных исследований следует, что с увеличением содержания отвердителя наблюдается значительное возрастание как скорости, так и степени завершенности процесса отверждения. Проведенные испытания показали, что разработанные покрытия обладают положительными свойствами.

# ДВИГАТЕЛЬ СТИРЛИНГА В ПРЕОБРАЗОВАНИИ ЭНЕРГИЮ СОЛНЦА В ЭЛЕКТРИЧЕСТВО DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL MODELS OF CONSOLIDATION OF INHOMOGENEOUS ELASTICAL SOILS

Арапов Б.Р.<sup>1</sup>, Мырзалиев Д.С.<sup>2</sup>, Абзалова Д.А.<sup>3</sup>, Баймухан Е.А.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> д.т.н., профессор, <sup>2</sup> к.т.н., доцент, <sup>3</sup> к.т.н., доцент, <sup>4</sup> магистрант  
Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,  
Шымкент, Казахстан

**Abstract.** The objects of study is an improved design of the Stirling engine, working with an external heat supply and the possibility of its use to convert solar energy into electricity.

**Андатпа.** Зерттеу нысаны ретінде, күн энергиясын электр энергиясына түрлендіруге қолдану мүмкіндігі бар, жылу сырттан берілетін Стирлинг қозғалтқышының құрылымының жетілдірілген нұсқасы қарастырылған.

Объектом исследования является усовершенствованная конструкция двигателя Стирлинга, работающего с внешним подводом тепла и возможность его использования для преобразования солнечную энергию в электричество. Ускоренное увеличение доли возобновляемых источников энергии (ВИЭ), в общем энергетическом балансе, происходит ускоренными темпами. К одному из основных видов ВИЭ относится тепловая энергия солнечных лучей, у которой по меркам земли энергия является неисчерпаемой. В настоящее время энергия солнца различными способами широко используется во всем мире, поэтому роль солнечной энергетики неуклонно растет. Прогнозируется, что к 2050 году около 20% потребностей человечества в электричестве обеспечит солнечная энергетика. Для использования солнечной энергии применяются различные методы и устройства.

Одним из перспективных способов преобразования солнечной энергии является применение для этой цели двигателей Стирлинга, которые эффективны в преобразовании солнечного излучения в электроэнергию, чем большинство современных фотоэлектрических элементов.

В результате проведенных научных исследований и опытно-конструкторских работ разработана новая конструкция уплотнительного узла штоков поршней двигателя, выдерживающие высокие давления, температуру и устойчивые к износу. Двигатели Стирлинга работают бесшумно, экологичны, могут работать с использованием кроме тепла солнечных лучей с использованием любого другого вида источника теплоты. Конструкция усовершенствованного образца двигателя, который будет являться прототипом для будущих промышленных двигателей, состоит из четырех цилиндров, которые с целью упрощения конструкции и снижения материалоемкости, расположены во взаимно перпендикулярных плоскостях крестообразно. Данный образец солнечного двигателя будет служить экспериментальной базой для проведения дальнейших научных исследований и опытно-конструкторских работ в направлении использования солнечной энергии.

# СТАДИЙНОСТЬ УСТАЛОСТНОГО РАЗРУШЕНИЯ

## STABILITY OF FATIGUE DESTRUCTION

Актаева У.Ж.<sup>1</sup>, Мырзалиев Д.С.<sup>2</sup>, Суендыкова К.Б.<sup>3</sup>, Ергали Ж.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> к.т.н., доцент; <sup>2</sup> к.т.н., доцент; <sup>3</sup> старший преподаватель; <sup>4</sup> магистрант  
Южно-Казахстанский Государственный университет им. М.Ауезова,  
г.Шымкент, Республика Казахстан

**Abstract.** The purpose of this work is to briefly describe the need to differentiate the approach to fatigue fracture research before and after the crack initiation and to develop a methodology for such studies on this basis.

**Андатпа.** Жұмыстың мақсаты - жарықшақтардың сынуын зерттеуге дейінгі және кейінгі зерттеулердің тәсілін саралау және осы негізде осындай зерттеулер жүргізу әдісін әзірлеу қажеттілігін қысқаша сипаттау.

Цель настоящей работы рассказать в кратком изложении, о необходимости дифференцирования подхода к исследованиям процесса усталостного разрушения до и после зарождения трещины и разработать на этом основании методику таких исследований.

*В первой* – инкубационной – стадии разрушения, определяются возникновением и движением дислокаций и вакансий – дефектов на атомном уровне, наличие которых не приводит к разрыву межатомных связей.

На протяжении *второй стадии* – разрыхления материала – проходит, как экспериментально доказанной регулярный процесс зарождения субмикротрещин и их развития, характеризуют нарушения сплошности, размеры которых одного порядка с размером элементов структуры материала.

*Третья стадия* начинается, когда одна из микротрещин, находящаяся в наиболее благоприятных условиях, пересекает границу зерна – одного, второго, нескольких — и перерастает в макротрещину и трещина достигает критического размера.

*Четвертой стадии* обычно пренебрежимо мала по сравнению с предшествующими, поэтому ее часто не принимают во внимание.

Принципиальное различие между этими периодами состоит в следующем:

1. В первом периоде деформация и разрушение происходят макро-равномерно, в напряженных объемах преимущественно приповерхностных слоев тела;

2. Во втором периоде – разрушение локализовано у вершины трещины.

3. Макротрещина является дефектом высшего порядка, влияние которого распространяется на совокупность элементов структуры.

4. Первый период тесно связан с пластической деформацией.

# **PORE-SCALE MODELLING OF FLUID FLOW IN POROUS MEDIA USING INCOMPRESSIBLE NAVIER-STOKES EQUATIONS ON IRREGULAR DOMAINS**

**Aziz Kudaikulov, Aidarkhan Kaltayev**

## **Abstract**

This work presents the results of the numerical simulation of incompressible viscous flow in porous media at pore-scale level. This simulation is based on the numerical solution of the incompressible Navier-Stokes equations in irregular domains using projection method on staggered grids, where the irregular boundary is represented by its level-set function. Moreover, it was found the Reynolds number below which the fluid flow in porous medium obeys Darcy law for different kinds of porous media. When the fluid flow obeys Darcy law, the permeability of these porous media were numerically calculated and compared with the previous works based on the numerical solution of the lattice-Boltzmann equation in irregular domains.

# **GPU ACCELERATED HIGH-ORDER DISCONTINUOUS GALERKIN-MONTE CARLO SOLVER FOR LARGE EDDY SIMULATION**

**Medet Inkarbekov, Aidarkhan Kaltayev**

## **Abstract**

A new computational scheme, based on the discontinuous Galerkin (DG) approximations and the Lagrangian Monte Carlo (MC) methodology has been developed for numerical solution of the filtered density function. The developed hybrid scheme was efficiently adapted for graphics processing units (GPUs) via CUDA technology. The DG-MC simulator was successfully implemented for large eddy simulation (LES) of compressible and incompressible reacting turbulent flows. The consistency and the overall performance, and the realizability of the simulated results are demonstrated via LES of a temporally developing mixing layer under both non-reacting and reacting conditions.

# STOCHASTIC MODELLING OF URANIUM ROLL-FRONT DEPOSITS BASED ON STREAMLINE SIMULATION

Daniar Aizhulov, Aidarkhan Kaltayev

## Abstract

Rollfront uranium deposits is a mineralization formed within geochemical barrier between mostly reduced and predominantly oxidized environments. Several previous stochastic simulations had either been focused on the characteristics of rollfront type deposits, or on the description of the geological processes involved in their genesis. The aim of this work is to stochastically model rollfront deposits by honoring hydrodynamics properties of the stratum by constructing variograms along streamlines of groundwater flow to provide additional information on variability, as well as to redefine the process of weight assigned to hard data. In several cases stochastic modeling of uranium rollfront deposits based on streamline simulation provided results with higher accuracy as compared to conventional methods based on kriging or gaussian simulation.

# **CENTRALIZED SOLAR-GEOTHERMAL DISTRICT HEATING SYSTEM**

**Bakytzhan Akhmetov**

## **Abstract**

According to the studies, among built environment buildings consume about 32% of world's total energy and most of that energy for buildings is delivered by hazardous coal/gas-fired thermal power plants. As a consequence, buildings are accounted for significant percentage of the world's greenhouse gas (GHG) emissions. There are several energy consumers in buildings. But the most energy intensive users are heating, cooling and sanitary hot water systems both in residential and commercial buildings. Alternatively, solar energy can be utilized as the energy source for such systems. The aforementioned authors have been developing hybrid solar-geothermal technology that can be integrated to buildings (as well as greenhouses) as a centralized district heating system. Using such technology definitely allow to decrease GHG emissions from built environment and keep the urban air clean for citizens.

# АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ ВНУТРЕННИХ УПРУГИХ УСИЛИЙ И ПЕРЕМЕЩЕНИЙ В ЭЛЕМЕНТАХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ МЕХАНИЗМА ВЫСОКОГО КЛАССА С ТРЕНИЯМИ В КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАХ

Елеусинова А.Е.

Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева  
yeleussinova70@mail.ru (Казахстан, Астана)

Рассматриваются класс задач о вынужденных колебаниях плоских и пространственных конструкций на базе МВК с упругими звеньями и с учетом сил трения в кинематических парах.

Приводятся основные соотношения метода конечных элементов для плоских и пространственных упругих МВК с силой трения в кинематических парах при динамических нагружениях.

Для МКЭ в варианте метода перемещений при решении задач строительной механики и теории упругости в качестве неизвестных выступают внутренние малые перемещения, скорости и ускорения. С точки зрения сходимости при решении указанного класса задач к функциям формы КЭ предъявляются определенные требования /1/, из которых наиболее важным в рассматриваемом случае является следующее: функции формы должны быть выбраны таким образом, чтобы при смещении элемента как твердого тела это состояние действительно в нем реализовывалось и не накапливалась энергия упругих деформаций.

Упругие реакции отражают способность КЭ сопротивляться изменению его формы и представляют собой систему сосредоточенных сил, приложенных в виде суммы деформационных перемещений.

Анализ кинематики абсолютно жесткого МВК зависит от его входных характеристик движения и от его геометрии. Вследствие упругих деформации звеньев их реальные длины и углы поворота отличаются от длин и углов поворота абсолютно жесткого механизма. В этой работе предполагаются малые упругие деформации с учетом сил трения, поэтому их влиянием на уравнения кинематики абсолютно жесткого механизма пренебрегаем. Допущение о том, что упругие перемещения звеньев не влияют на кинематику механизма как абсолютно жесткого, достаточно общепринятое для

задачи определение упругих вынужденных колебаний –применяется, например, в работах /2,3-9/ и в других.

Каждое звено МВК на данном этапе описания методологии рассматривается для наглядности изложения как один стержневой элемент, хотя это не принципиально и МКЭ обычно использует многоэлементное разбиение. Обычное звено рассматривается как основной структурный (стержневой) элемент, имеющий одинаковое поперечное сечение по всей длине. Его использование в качестве аналитической модели облегчит изложение алгоритма анализа упругих вынужденных колебаний.

Уравнения движения для стержневого элемента могут быть записаны в виде:

$$[\tilde{m}] \cdot \{\ddot{u}_a(t)\} + [K] \{u(t)\} = \{\tilde{F}\}, \quad (1)$$

В матричной форме уравнения движения всей системы имеют вид:

$$[M] \cdot \{\ddot{U}\} + [K] \cdot \{U\} = \{F(t)\}, \quad (2)$$

Поскольку данный метод вывода уравнений движения является достаточно общим, то он легко распространяется на моделирование МВК с учетом сил трения в кинематических парах.

Процедуры интегрирования, используемые для получения матриц масс и жесткостей, могут быть также применены для вычисления матриц демпфирования, при условии, что известны некоторые основные демпфируемые свойства материала звеньев МВК. Обычно демпфирующие коэффициенты измеряются экспериментально. Затем эти коэффициенты считаются применимыми при анализе модели аналогичной новой структуры. Если матрицу демпфирования обозначим  $C$ , то с учетом сил демпфирования обычные уравнения движения примут вид:

$$[M] \{\ddot{U}\} + [C] \cdot \{\dot{U}\} + [K] \cdot \{U\} = \{F(t)\}, \quad (3)$$

где  $[C] = \alpha \cdot [M] + \beta \cdot [K]$ ,  $[K]$ -МЖС, постоянные  $\alpha, \beta$  определены по значениям коэффициентов демпфирования, относящимся двум низшим частотам и соответствующим формам колебаний.

В основу построения моделей конструкций МВК с упругими звеньями и с учетом сил трения в кинематических парах в данной работе предложен прямолинейный стержневой конечный элемент /10-12/.

В работе представлены результаты массовых числовых расчетов вынужденных колебаний и динамического напряженного состояния, когда на них действует сосредоточенная переменная сила  $\{F\} = F_0 \sin \omega t$  . .

Изложены результаты силового расчета пространственных конструкций с упругими звеньями и с силой трения в кинематических парах, характеризующих их напряженно-деформированное состояние в заданных положениях при динамических нагружениях. Расчеты на ЭВМ производились с помощью методом конечных элементов пространственных стержневых систем. Силовой расчет был выполнен для пространственного механизма ВШД-8 (вышка шарнирная У. А. Джолдасбекова) на базе IV класса /13/.

Анализ данных позволяет сделать следующие выводы: наибольшие усилия от сил трения в кинематических парах возникают в следующих элементах для каждого временного интервала; поперечные усилия – на концах элементов 9,13,14; крутящий в элементах 1,3,12,15; изгибающий момент от сил трения – 1,12,13,15,31. Перечисленные выше элементы действительно являются самыми нагруженными звеньями.

Наиболее нагруженными в пространственном механизме ВШД-8 являются узлы 12 и 15. Характер изменения и значения продольных упругих перемещений этих узлов по виду совпадают.

Для получения более полной картины динамического состояния ВШД-8 с учетом сил трения, возникающих в узлах механизма в процессе работы, был выполнен сравнительный анализ закономерности распределения внутренних усилий и перемещений в стержневых элементах при пяти разных положениях механизма IV класса. Для каждой компоненты вектора внутренних усилий и моментов каждого элемента от сил трения найдено наихудшее положение, при котором данная компонента достигает наибольшего по модулю значения от сил трения.

Расчетом также установлено 1 положение механизма, при котором рассматриваемая составляющая внутренних усилий или проекция перемещений достигает своего наибольшего значения от сил трения в кинематических его парах.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике.// М.: Мир, 1975. –541 с.
2. Метод супер элементов в расчетах инженерных сооружений.// В.А.Постнов, С.А.Дмитриев, Б.К.Елгышев и др. –А.: Судостроение, 1979. –288 с.
3. Арчер. Формулировка матриц для анализа конструкций с использованием метода конечных элементов.// Ракетная техника и космонавтика, №10, 1965, с. 155, изд-во Мир.
4. Вольмир А.С. и др. Статика и динамика сложных структур: Прикладные многоуровневые методы исследований.// М.: Машиностроение, 1989. –248 с.
5. Nacker S., Becker A. А. Анализ контакта с трением при действии тангенциальной нагрузки методом конечных элементов в локальных осях.// Jnt. J. Mech. Sci.-1999.-41,N4-5, с.419-436.Англ.
6. Harlecki Andrzej. Скачкообразное движение разомкнутого манипулятора с гибкими приводами и сухим трением в кинематических парах.// J. Theor. and Appl. Mech.-1999.37, N4, с. 873-892.Библ.27. Англ., рез. Пол.
7. Harlecki Andrzej. Метод Ньютона для решения пространственных задач фреттинга.// Jnt. J. Mech. Sci.-1999.-41,N4-5, с.19-36.Англ.
8. Velez P., Cahouet V. Экспериментальное и численное исследование влияния трения зубьев на динамику прямозубых и винтовых зубчатых передачах.// Trans. ASME. J. Mech. Des. 2000.-122, N4, с. 515-522. Библ.22. Англ.
9. Черноусько Ф. Л. Волнообразные движения много звенника по горизонтальной плоскости.// Прикл. мат. и мех.мат. Москва: 2000.-64, N4, с. 518-531. Библ. 9. Рус.
10. Темирбеков Е.С. Анализ и синтез механизмов III класса с изменяемым замкнутым контуром.// Диссертация ... кандидата технических наук, Алма-Ата: 1986.
11. Масанов Ж.К., Темирбеков Е.С., Биртанов Е.А. Динамическое моделирование МВК методом конечных элементов.// Вкн. “Internatinal Conference spatial mechanisms and high class mechanisms”. Almaty, 1994.
12. Молдабеков М.М., Тулешов А.К., Уалиев Г.У. Математическое моделирование динамики механизмов и машин.// Алматы: Казак университети, 1998. с.139-146.
13. Темирбеков Е.С. Кинематическое и силовое исследования механизмов высоких классов с учетом упругости звеньев.// Алматы: 1996, Автореферат на соискание ученой степени доктора технических наук.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Абдирова Р.Д., Сейткулов А.Р., Сакенова А.М.</b> КОМПЛЕКСНОЕ ПОВЕРХНОСТНОЕ УПРОЧНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ ИЗ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ .....	16
<b>Абдраимов Э.С., Бакиров Б.Б., Шадиев М.И., Абдураимов А.Е.</b> К ВЫБОРУ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ УДАРНЫХ МАШИН НА ОСНОВЕ СХЕМ МПС С. АБДРАИМОВА С НАИБОЛЬШИМ ОСНОВАНИЕМ .....	18
<b>Абдрахман Э.Н.</b> КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЧНЫЙ АВТОМАТ .....	19
<b>Абдылдаев Э.К.</b> МОДЕЛИ ОЦЕНКИ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ МАССИВА ВБЛИЗИ ВЫРАБОТОК ПРИ КОМБИНИРОВАННОЙ РАЗРАБОТКЕ .....	21
<b>Алексеева Л.А., Алипова Б.Н.</b> ЗАДАЧА ДИНАМИКИ ТЕРМОУПРУГОГО ПОЛУПРОСТРАНСТВА ПРИ ДЕЙСТВИИ ИМПУЛЬСНЫХ СОСРЕДОТОЧЕННЫХ И РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ ВОЗМУЩЕНИЙ И ЕЕ РЕШЕНИЕ .....	23
<b>Алексеева Л.А., Ахметжанова М.М., Дадаева А.Н., Айникеева Н.Ж.</b> МЕТОД ОБОБЩЕННЫХ ФУНКЦИЙ В ЗАДАЧАХ ДИНАМИКИ ТЕРМОУПРУГИХ СТЕРЖНЕЙ .....	24
<b>Alimbayev Ch.A., Ozhikenov K.A., Mukazhanov E.B.</b> DEVELOPMENT OF AUTOMATIC MICROCLIMATE CONTROL SYSTEMS IN UNDERGROUND THERMOS GREENHOUSES .....	26
<b>Алимжанов А.М., Бекмуханбетова Д.Д., Рабимзатов Е.Б., Темирхан А.С., Турсынбаева С.А.</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОДЗЕМНЫХ ОПОРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В НАКЛОННЫХ ГОРНОРУДНЫХ ЗАЛЕЖАХ .....	28
<b>Амиргалиев Е.Н., Бериков В., Черикбаева Л., Калыбекуулы Б.</b> КОЛЛЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ И КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА .....	30

<b>Анищенко Л.Т., Калиева Г.С., Мустафин Т.</b> ОСОБЕННОСТИ ОХРАНЫ И ЗАЩИТЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ НА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭВМ .....	32
<b>Аскарулы К., Манабаев Н. К.</b> МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НИТРИДА АЛЮМИНИЯ (AlN).....	33
<b>Баймахан Р.Б., Молдакунова Н.К., Баймахан А.Р., Сейнасинова А.А.</b> К ВЫЧИСЛЕНИЮ КОЭФФИЦИЕНТОВ ФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ ПОКРОВНЫХ ГРУНТОВ ОПОЛЗНЕВЫХ СКЛОНОВ СЛОИСТОГО СТРОЕНИЯ .....	35
<b>Баймухаметов А.А., Коксалов К.К.</b> ПРОБЛЕМЫ ЛИТОСФЕРНОЙ ГЕОДИНАМИКИ .....	37
<b>Береугір М.Ә., Бостанов Б.О.</b> ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ВИБРИРУЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ДИНАМИКУ КАТКА СО СМЕЩЕННЫМ ЦЕНТРОМ МАСС.....	39
<b>Бисембаев К., Тулешов А.К., Дикамбай Т.Б.</b> ПЕРИОДИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ВИБРОЗАЩИЩАЕМОГО ТЕЛА НА ТРЕХ ОПОРАХ КАЧЕНИЯ СО СПРЯМЛЕННЫМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ В НЕРЕЗОНАНСНЫХ УСЛОВИЯХ.....	40
<b>Бостанов Б.О., Тукешова Г.А.</b> ГЛАДКОСТЬ И ПЛАВНОСТЬ СЛОЖНОЙ ТРАЕКТОРИИ .....	42
<b>Веремейчик А.И., Хвисевич В.М.</b> КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО- ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ТЕЛ ПРИ НЕРАВНОМЕРНОМ НАГРЕВЕ И РАДИАЦИОННОМ РАСПУХАНИИ .....	44
<b>Глазунов В.А., Азиков Н.С., Алешин А.К., Рашоян Г.В., Гаврилина Л. В., Шалюхин К.А., Скворцов С.А., Юдкин В.Ф.</b> РОБОТЫ И МАНИПУЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ МЕХАНИЗМОВ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ГРУППОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ.....	46
<b>Гриценко И.С., Сейдахмет А.Ж., Тулешов А.К.</b> УПРЕЖДАЮЩИЙ КОНТРОЛЛЕР ПОДЪЕМНОГО МЕХАНИЗМА .....	48

<b>Гуськов А.М., Гуськов М.А., Пановко Г.Я., Уалиев З.Г., Шохин А.Е.</b> ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ МНОГОРЕЗЦОВОГО РЕЗАНИЯ .....	50
<b>Демидов С.М., Глазунов В.А., Скворцов С.А., Шалюхин К.А., Алешин А.К., Рашоян Г.В.</b> МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ КОСМИЧЕСКИХ РОБОТОВ .....	52
<b>Джакупов К.Б.</b> НЕЛИНЕЙНЫЙ ЗАКОН ГУКА В ТЕОРИИ УПРУГОСТИ НЕОДНОРОДНЫХ И АНИЗОТРОПНЫХ ТЕЛ .....	53
<b>Джаксылыкова А.А.</b> АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДЛЯ ТЕКСТОВЫХ ДАННЫХ .....	55
<b>Джамалов Н.К., Камал А.Н.</b> ГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СБОРОК МЕХАНИЗМОВ ВЫСОКИХ КЛАССОВ .....	57
<b>Джомартов А.А., Тулешов А.К., Каимов Т.Т.</b> ДИНАМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МУФТЫ ВКЛЮЧЕНИЯ КРИВОШИПНОГО ПРЕССА .....	60
<b>Джураев А., Кенжабоев Ш., Бекназаров Ж.Х.</b> АНАЛИЗ ДЕФОРМАЦИИ АМОРТИЗАТОРА-ВТУЛКИ СОСТАВНЫХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС ПЕРЕДАЧИ .....	62
<b>Джураев А., Кенжабоев Ш., Мансурова М.А.</b> КИНЕМАТИКА ЧЕТЫРЕХЗВЕННОГО МЕХАНИЗМА С УЧЕТОМ ПРЕДЕЛЬНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ УПРУГОГО ЭЛЕМЕНТА В ШАРНИРЕ .....	64
<b>Джураев А., Мухамедов Ж., Турдалиев В., Абдуллажанов А.</b> КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗУБЧАТО-РЕМЕННОЙ ПЕРЕДАЧИ С СОСТАВНЫМ ШКИВОМ .....	66
<b>Джураев А., Мадрахимов Ш.Х., Уринова С.</b> НОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ КУЛАЧКОВОГО МЕХАНИЗМА С УПРУГИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ БАТАНА ТКАЦКИХ СТАНКОВ .....	68
<b>Дильдабаев Ш.А.</b> ОЦЕНКА НДС В ОКРЕСТНОСТИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ПРИ ОТРАБОТКЕ НАКЛОННЫХ ЗАЛЕЖЕЙ МЕТОДОМ ГИУ .....	70

<b>Дракунов А.Ю., Дракунов Ю.М.</b> РЕШЕНИЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ ПРИ СИНТЕЗЕ МЕХАНИЗМОВ .....	71
<b>Дүйсен А.Б.</b> ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ДЛЯ ТЕКСТУРНОГО АНАЛИЗА .....	73
<b>Жарылкасынова А.Б.</b> РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ВРАЩАТЕЛЬНЫМ ДВИЖЕНИЕМ НАНОСПУТНИКА С ПОМОЩЬЮ МАГНИТНЫХ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ .....	75
<b>Жумабекова Г.К.</b> РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ И АЛГОРИТМОВ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ МОБИЛЬНО- РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА.....	77
<b>Zhumagulov B.T., Masanov Zh.K., Azhikhanov N.T., Zhunissov N.M., Bekbolatov A.B.</b> FLUID FILTRATION TO MULTI-BORE HORIZONTAL WELLS IN A DEFORMABLE POROUS MEDIUM .....	78
<b>Закирьянова Г.К.</b> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПОРОДНОГО МАССИВА В ОКРЕСТНОСТИ ОЧАГА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ.....	80
<b>Ибраев Г.Е., Калиева Н.Б., Ракишева З.Б.</b> СИСТЕМА СЛЕЖЕНИЯ ЗА СПУТНИКОМ .....	82
<b>Ибраев С.М., Джамалов Н.К., Ибраева А.С., Мухамбеткалиева Г.М.</b> ОБОСНОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВОРОТА ШАГАЮЩЕГО АППАРАТА С ДВИЖИТЕЛЯМИ ОРТОГОНАЛЬНОГО ТИПА .....	83
<b>Иманова Ж.У.</b> К ЗАДАЧЕ ТРЕХ ТЕЛ С МАССАМИ ИЗМЕНЯЮЩИМИСЯ АНИЗОТРОПНО В РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПАХ .....	85
<b>Искаков Ж., Бисембаев К., Джамалов Н.</b> ВЛИЯНИЕ ТРЕНИЯ НА НЕЛИНЕЙНУЮ ДИНАМИКУ ОРТОГОНАЛЬНОГО МЕХАНИЗМА ВИБРАЦИОННОГО СТОЛА .....	87

<b>Кашаганова Г.Б., Калижанова А.У., Амиргалиева С.Н.</b> ЗАМАНАУИ ТАЛШЫҚТЫ ОПТИКАЛЫҚ ДАТЧИКТЕР.....	89
<b>Кенжебаева М.О.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ WOLFRAM МАТЕМАТИКА 7.0 ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ .....	91
<b>Klikushin Yu. N., Koshekova V. V., Belosludtsev O. M.</b> МЕТОД ПОИСКА ОПЕРАТИВНЫХ ПРЕДВЕСТНИКОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ S-МЕТОДОМ ИДЕНТИФИКАЦИОННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ .....	93
<b>Копбулсынова С.Е.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ТРАНСТРОПНОГО ТЕЛА С НЕКЛАССИЧЕСКИМИ ПОЛОСТЯМИ МЕТОДОМ ГРАНИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ .....	95
<b>Кошекков К.Т., Астапенко Н.В., Тулешов А.К.</b> ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ЗЕРНОХРАНИЛИЩАМИ С ГОРИЗОНТАЛЬНЫМИ СИЛОСАМИ.....	96
<b>Кудайбергенов Аскар К., Кудайбергенов Асгат К.</b> ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ НЕЛИНЕЙНЫХ КОЛЕБАНИЙ БУРИЛЬНОЙ КОЛОННЫ С УЧЕТОМ ПРОМЫВОЧНОЙ ЖИДКОСТИ.....	97
<b>Кудайкулов А.К., Ташев А.А.</b> ОЦЕНКА ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТЕРЖНЯ ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ ПРИ НАЛИЧИИ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА, ТЕПЛООБМЕНА И БОКОВОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ.....	99
<b>Куралбаев З.К., Куатова А.К.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МАНТИЙНОГО ПОТОКА НА НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛИТОСФЕРЫ .....	100
<b>Кыдырбекулы А.Б., Ибраев Г.Е., Рахимжанова А.Ж., Лемисова А.Н.</b> ДИНАМИКА РАЗДЕЛЕНИЯ ГЕТЕРОГЕННЫХ СИСТЕМ ПРИ ЦЕНТРИФУГИРОВАНИИ.....	102
<b>Мамырбаев О.Ж. , Мекебаев Н.О. , Тұрдалыұлы М., Вабаали В., Ахметов Б.С.</b> АДАМДЫ ДАУЫС ПЕН БЕТ ӘЛПЕТІ АРҚЫЛЫ СӘЙКЕСТЕНДІРУ .....	104

<b>Мансурова М.А., Мухамеджанова С.</b> НОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ И КИНЕМАТИКА МЕХАНИЗМА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ МАТЕРИАЛА В ШВЕЙНОЙ МАШИНЕ .....	106
<b>Масанов Ж.К., Султанов Т.Т., Тлепиева Г.М.</b> ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С УЧЕТОМ АНАЛИЗА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ «ПЛИТЫ-ОСНОВАНИЕ».....	108
<b>Масанов Ж.К., Кожабеков Ж.Т., Тугельбаева Г.К., Алтыбай С.</b> РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЛН В УПРУГО-ВЯЗКОПЛАСТИЧЕСКОМ ПОЛУПРОСТРАНСТВЕ С ПОЛОСТЬЮ НА ЖЕСТКОМ ОСНОВАНИИ .....	110
<b>Масанов Ж.К., Нигметов М.Ж., Жалел А.М.</b> ГЕОТЕХНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД ВЕРХНЕГО ЧЕХЛА ТЕНГИЗСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ .....	111
<b>Масанов Ж.К., Нурахметов Б.К., Сартаев К.З., Абдраимова Г.А., Мырзагельдиева Ж.М., Нуспекоев Е.Л.</b> КИНЕМАТИКА, КВАЗИСТАТИКА, УСТОЙЧИВОСТЬ И ДИНАМИКА ПРОСТРАНСТВЕННОГО УПРУГО-ДЕФОРМИРУЕМОГО МЕХАНИЗМА.....	112
<b>Махмотов Е.С., Саяхов Б.К., Бекибаев Т.Т., Жапбасбаев У.К., Рамазанова Г.И.</b> ТРАНСПОРТ НЕФТИ ПО ТРУБОПРОВОДУ «КАРАЖАНБАС - БИТУМНЫЙ ЗАВОД» .....	113
<b>Минглибаев М.Дж., Жумабек Т.М.</b> О РАВНОБЕДРЕННЫХ РЕШЕНИЯХ ОГРАНИЧЕННОЙ ЗАДАЧИ ТРЕХ ТЕЛ.....	114
<b>Молдабеков М.М., Елубаев С.А., Сухенко А.С., Бопеев Т.М., Қаметқанова А.Б.</b> ПРОБЛЕМЫ НАЗЕМНЫХ ИСПЫТАНИЙ СИСТЕМЫ ОРИЕНТАЦИИ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ И МУЛЬТИКОПТЕРОВ....	116
<b>Мустафин С.А., Сериков Б., Мустафин Т.</b> ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ВЫБОРЕ ТРАЕКТОРИИ ИЗМЕНЕНИЯ ПОВЕДЕНИЯ ЗАКЛАДКИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ .....	119

<b>Мустафин Т.С., Сериков Б.</b> ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В БАНКОВСКОМ СЕКТОРЕ .....	121
<b>Никифоров С.О., Хозонхонова Д.Д., Никифоров Б.С., Мандаров Э.Б.</b> ОДНОПРИВОДНЫЕ МЕХАТРОННЫЕ МАНИПУЛЯТОРЫ С ПОСТОЯННО РАБОТАЮЩИМ ДВИГАТЕЛЕМ С ТРЕБУЕМЫМИ ДВИЖЕНИЯМИ РАБОЧЕГО ОРГАНА С ВЫСТОЯМИ .....	122
<b>Ожикен А.К., Рахметова П.М.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ДИНАМИКИ ДВИЖЕНИЯ СИСТЕМ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ РОБОТА МАНИПУЛЯТОРА.....	124
<b>Ожикен А.К., Рахметова П.М.</b> РАЗРАБОТКА ДИНАМИКИ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА САМОЛЕТНОГО ТИПА .....	125
<b>Приходько А.А., Смелягин А.И.</b> КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПЛАНЕТАРНОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА ПЕРЕМЕШИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА .....	126
<b>Сарсенов Б.Т., Нурманова И.Б.</b> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ УПРУГОГО ПОЛУПРОСТРАНСТВА ПРИ ОБРАЗОВАНИИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ТРЕЩИН.....	127
<b>Смелягин А.И.</b> ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТРЁХМЕРНОГО ТРЕХПОДВИЖНОГО МАНИПУЛЯТОРА.....	129
<b>Смелягин А.И.</b> ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННЫЙ СТРУКТУРНЫЙ СИНТЕЗ МЕХАНИЗМОВ С ЗАМКНУТЫМИ И НЕЗАМКНУТЫМИ КИНЕМАТИЧЕСКИМИ ЦЕПЯМИ .....	131
<b>Телтаев Б.Б., Суппес Е.А., Айтбаев К.А., Тілеу Қ.Б.</b> РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В КОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	133

<b>Телтаев Б.Б., Исмаилова Г.Г., Амирбаев Е.Д.</b> ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ СВОЙСТВ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН.....	135
<b>Темирбеков Е.С., Карасаев Б.А., Хамитов А.</b> РАЗРАБОТКА ОТЕЧЕСТВЕННЫХ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ПОДМОСТЕЙ.....	137
<b>Темирбеков Е.С., Каимов Т.Т., Бостанов Б.О., Каимов С.Т., Карасаев Б.А.</b> СХВАТЫ МАНИПУЛЯТОРА РОБОТА ПРИ ПЕРЕГРУЗКЕ ТВЕРДЫХ ВЫСОКОРАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ИХ РАСЧЕТ .....	139
<b>Тулеп А.С.</b> РАСЧЕТ ЧАСТОТ И ФОРМ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ КОНСТРУКЦИЙ НА БАЗЕ УПРУГИХ МВК.....	141
<b>Тулешов А.К., Темирбеков Е.С., Жиеналина А.С.</b> КИНЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА П-4,5 .....	143
<b>Тулешов А.К., Тулешов Е.А.</b> ОСНОВЫ ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ КРИВОШИПНОГО ПРЕССА НА БАЗЕ ЧЕТЫРЕХЗВЕННЫХ ГРУПП.....	145
<b>Turalina D.E., Bossinov D.Zh.</b> DEFINITION OF OPTIMAL PARAMETERS OF THE HYDRAULIC TURBINE FOR NON-DAM HYDRO POWER STATION.....	148
<b>Уалиев Г., Уалиев З.Г.</b> АНАЛИЗ ДВИЖЕНИЯ МЕХАНИЗМОВ ПЕРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЫ.....	149
<b>Унаспеков Б.А., Сиваченко Л.А.</b> МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО И ЕЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ.....	150
<b>Усубалиев Ж., Эликбаев К.Т., Кынатбекова Н.Н.</b> КИНЕТОСТАТИКА УДАРНОГО МЕХАНИЗМА ПЕРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЫ С ДИНАМИЧЕСКОЙ СВЯЗЬЮ .....	152
<b>Хаджиева Л.А., Мекесов Ш.А.</b> ДИНАМИКА БУРИЛЬНЫХ КОЛОНН С УЧЕТОМ ВИБРОЗАЩИТЫ.....	154

<b>Хомченко В.Г., Гебель Е.С., Кривохатко Е.А.</b> ОПТИМИЗАЦИОННЫЙ СИНТЕЗ МЕХАНИЗМОВ ТРЕТЬЕГО И ЧЕТВЕРТОГО КЛАССОВ ПО УСЛОВИЮ ТОЧНОСТИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ .....	156
<b>Шадыманова А.А., Куатова М.Ж.</b> МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ АНАЛИТИЧЕСКИХ ЛИНИИ ЭЛЕМЕНТОВ РУДЫ В РЕНТГЕНРАДИОМЕТРИЧЕСКОМ КАРОТАЖЕ .....	158
<b>Шерьязданов Г.Б.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛАМИНАРНЫХ ДВУХФАЗНЫХ ТЕЧЕНИЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ СРЕД В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ.....	160
<b>Дасибеков А.Д., Мырзалиев Д.С., Такибаева Г.А., Сейдуллаева О.Б.</b> РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ КОНСОЛИДАЦИИ НЕОДНОРОДНЫХ УПРУГОПОЛЗУЧИХ ГРУНТОВ.....	162
<b>Дасибеков А.Д., Мырзалиев Д.С., Такибаева Г.А.</b> РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ КОНСОЛИДАЦИИ НЕОДНОРОДНЫХ УПРУГОПОЛЗУЧИХ ГРУНТОВ .....	164
<b>Абзалова Д.А., Мырзалиев Д.С., Туранов А.А., Сейдуллаева О.Б.</b> ВЛИЯНИЕ АГРЕССИВНОЙ СРЕДЫ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРУНТОВОК-МОДИФИКАТОРОВ РЖАВЧИН .....	166
<b>Абзалова Д.А., Мырзалиев Д.С., Туранов А.А., Абилдаев Н.М.</b> НОВЫЕ АСПЕКТЫ В ПОЛУЧЕНИИ И ПРИМЕНЕНИИ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ХОЛОДНОГО РЕЖИМА ОТВЕРЖДЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	168
<b>Арапов Б.Р., Мырзалиев Д.С., Абзалова Д.А., Баймухан Е.А.</b> ДВИГАТЕЛЬ СТИРЛИНГА В ПРЕОБРАЗОВАНИИ ЭНЕРГИЮ СОЛНЦА В ЭЛЕКТРИЧЕСТВО.....	170
<b>Актаева У.Ж., Мырзалиев Д.С., Суендыкова К.Б., Ергали Ж.</b> СТАДИЙНОСТЬ УСТАЛОСТНОГО РАЗРУШЕНИЯ .....	172
<b>Aziz Kudaikulov, Aidarkhan Kaltayev</b> PORE-SCALE MODELLING OF FLUID FLOW IN POROUS MEDIA USING INCOMPRESSIBLE NAVIER-STOKES EQUATIONS ON IRREGULAR DOMAINS.....	174

<b>Medet Inkarbekov, Aidarkhan Kaltayev.</b> GPU ACCELERATED HIGH-ORDER DISCONTINUOUS GALERKIN-MONTE CARLO SOLVER FOR LARGE EDDY SIMULATION.....	175
<b>Daniar Aizhulov, Aidarkhan Kaltayev.</b> STOCHASTIC MODELLING OF URANIUM ROLL-FRONT DEPOSITS BASED ON STREAMLINE SIMULATION .....	176
<b>Bakytzhan Akhmetov.</b> CENTRALIZED SOLAR-GEOTHERMAL DISTRICT HEATING SYSTEM.....	177
<b>Елеусинова А.Е.</b> АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ ВНУТРЕННИХ УПРУГИХ УСИЛИЙ И ПЕРЕМЕЩЕНИЙ В ЭЛЕМЕНТАХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ МЕХАНИЗМА ВЫСОКОГО КЛАССА С ТРЕНИЯМИ В КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАХ.....	178

**«ИНФОРМАТИКА, МЕХАНИКА ЖӘНЕ РОБОТОТЕХНИКА  
САЛАЛАРЫНДАҒЫ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕР. МАШИНАЖАСАУ  
САЛАСЫНДАҒЫ САНДЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР» атты**

Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының

**ТЕЗИСТЕР ЖИНАҒЫ**

**4-5 қазан 2018 жыл, Алматы**

**СБОРНИК ТЕЗИСОВ**

Международной научно-практической конференции

**«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАТИКИ, МЕХАНИКИ И  
РОБОТОТЕХНИКИ. ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ»**

4-5 октября 2018 года, Алматы

**PROCEEDINGS**

International Scientific and Practical conference

on **«ACTUAL PROBLEMS OF INFORMATICS, MECHANICS AND ROBOTICS.  
DIGITAL TECHNOLOGIES IN MECHANICAL ENGINEERING»**

Редактор *Джомартов А.А.*

Компьютерная верстка *Ибрагимовой З.А.*

Дизайн обложки *Жакупов А.К.*

Подписано в печать 28.09.2018.

Формат 60x80<sup>1/16</sup>. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Печ.л. 12,0. Усл. печ.л. 11,16. Уч.-изд. л. 9,12.

Тираж 100.

Типография «Ғылым ордасы»  
050010, Алматы, Курмангазы, 29.