

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университетінің
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова

ШМУ ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК ПГУ

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

№ 4 (2016)

Павлодар

МАЗМҰНЫ**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**

Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова

Энергетическая серия

выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВОо постановке на учет средства массовой информации
№ 14310-Ж

выдано

Министерством культуры, информации и общественного согласия
Республики Казахстан**Бас редакторы – главный редактор**

Кислов А. П.

к.т.н., доцент

Заместитель главного редактора

Леньков Ю. А., *к.т.н., доцент*

Ответственный секретарь

Акаев А. М.

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Алиферов А. И., *д.т.н., профессор (Россия)*
 Боровиков Ю. С., *к.т.н., профессор (Россия)*
 Новожилов А. Н., *д.т.н., профессор*
 Горюнов В. Н., *д.т.н., профессор (Россия)*
 Говорун В. Ф., *д.т.н., профессор*
 Захаров И. В., *д.т.н., профессор*
 Клещель М. Я., *д.т.н., профессор*
 Никифоров А. С., *д.т.н., профессор*
 Тастенов А. Д., *к.т.н., доцент*
 Хацевский В. Ф., *д.т.н., профессор*
 Нургожина Б. В. *технический редактор*

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник ПГУ» обязательна

© ПГУ имени С. Торайгырова

Аринов Е., Карипбаев С. Ж., Сартаев К. З., Сартаева Г. Ш., Испулов Н. А. Бірсекциялық жазық-рычақты механизм кинематикасын компьютерлік өндеу	11
Аринов Е., Карипбаев С. Ж., Сартаев К. З., Касымова Г. Т., Испулов Н. А. Кинематика Брикарды тектес бірсекциялық кеңістік механизмі	21
Ахметбаев Д. С., Қожабаев Е. ГКП «Астана Су Арнасы» насос станциясының энергетикалық әсерін көтеру туралы	32
Байниязов Б., Туркебаева З. Т. Жерге қосарланған тұйықталу кезіндегі желілердің нөмірін және сәтсіз АҚҚ-ды анықтау	41
Бороденко В. А. Стандартты емес сипаттамаларын MATLAB-та құру	47
Горчаков А. В., Вишенкова И. А., Волков И. А. «Конденсатордың зарядтау және разрядтау үрдісін зерттеу» зертханалық жұмысты орындау үшін аппаратты	52
Жапаргазинова К. Х., Ахметкалиева Р. А. Өнеркәсіптердегі ағымды судың сипаттамасы мен тазарту әдістері	76
Жапаргазинова К. Х., Егіспай Ж. Қыздырылған кокстің сапасына кальцинирлеудің температуралық режимі мен кокстау шикі зат құрамының әсері	84
Жумабеков А. Н., Жапаргазинова К. Х. «Компания Нефтехим LTD» ЖШС-нда пропиленді полимеризациялау реакторларының өнімділігін арттыру	94
Ивель В. П., Петров П. А. Көптонналық объектілерін бұрылу басқару кешені жүйесін Arduino Uno тұғырнамасы базасында Simulink-модельдер әзірлеу	108
Новожилов А. Н., Юсупова А. О., Новожилов Т. А. Электр машиналары ротор эксцентритетін анықтау әдісін таңдау	117
Новожилов А. Н., Потапенко А. О., Новожилов Т. А. Қысқа тұйықталған роторлы асинхронды қозғатқыштын жүгіру режиміндегі стартор орамында ЭҚК-ны моделдеу	126
Оразбекова А. К. Қазақстан аймақтарына түсетін күн сәулесі потенциалын талдау және оны агроөнеркәсіптік кешенінде қолдану	133
Сарсикеев Е. Ж., Мустафина Р. М., Мустафина Д. Б. Жаңғыртылатын энергия көздері базасындағы автономды жүйелердегі электрмен жабдықтаудың нұсқаларын техникалық-экономикалық салыстыру	141

СОДЕРЖАНИЕ

Аринов Е., Карипбаев С. Ж., Сартаев К. З., Сартаева Г. Ш., Испулов Н. А.
Компьютерное моделирование кинематики односекционного плоско-рычажного механизма 11

Аринов Е., Карипбаев С. Ж., Сартаев К. З., Касымова Г. Т., Испулов Н. А.
Кинематика односекционного пространственного механизма типа Брикарда 21

Ахметбаев Д. С., Кожабаяев Е.
О повышении энергоэффективности насосной станции ГКП «Астана Су Арнасы» 32

Байниязов Б., Туркебаева З.
Распознавание не успешных АПВ и номеров линий при двойных замыканиях на землю 41

Бороденко В. А.
Построение нестандартных характеристик в MATLAB 47

Горчаков Л. В., Вишенкова И. А., Волков И. А.
Прибор для выполнения лабораторной работы «Изучение процессов зарядки и разрядки конденсатора» 52

Жапаргазинова К. Х., Ахметкалиева Р. А.
Характеристика и методы очистки оборотной воды на предприятиях 76

Жапаргазинова К., Егиспай Ж.
Влияние состава сырья коксования и температурного режима кальцинации на качество прокаленного кокса 84

Жумабеков А. Н., Жапаргазинова К. Х.
Увеличение производительности реакторов полимеризации пропилена в ТОО «Компания нефтехим LTD» 94

Ивель В. П., Петров П. А.
Разработка Simulink-модели системы управления комплексом поворота многотонных объектов на базе платформы Arduino Uno 108

Новожилов А. Н., Юсупова А. О., Новожилов Т. А.
Выбор метода выявления эксцентриситета ротора электрической машины 117

Новожилов А. Н., Потапенко А. О., Новожилов Т. А.
Моделирование ЭДС обмотки статора асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором в режиме выбега 126

Оразбекова А. К.
Анализ потенциала солнечной энергии в регионах Казахстана и применения его в АПК 133

Сарсикеев Е. Ж., Мустафина Р. М., Мустафина Д. Б.
Технико-экономическое сравнение вариантов электроснабжения в автономных системах на базе возобновляемых источников энергии 141

Сергеев Я.
О применении математических моделей в моделировании процесса каталитического крекинга 150

Сергеев Я., Сейтенова Г. Ж.
Математическое моделирование химико-технологических процессов нефтехимических производств 155

Хабдуллин А. Б., Хабдуллина З. К., Хабдуллина Г. А., Хабдуллин А. Б.
Расчет параметров синхронного двигателя с массивным ротором 161

Хабдуллин А. Б., Хабдуллина З. К., Хабдуллина Г. А., Хабдуллин А. Б.
Совершенствование методики определения норм расхода и потерь электрической энергии 172

Хабдуллин А. Б., Хабдуллина З. К., Хабдуллина Г. А., Хабдуллин А. Б.
Современный подход определения норм расхода электропотребления 179

Хабдуллин А. Б., Хабдуллина З. К., Хабдуллина Г. А., Хабдуллин А. Б.
Разработка программы «Расчет параметров двигателя с короткозамкнутым ротором» 185

Шапкенов Б. К., Кайдар А. Б., Кайдар М. Б., Кислов А. П., Марковский В. П., Тюлюгенова Л. Б.
Анализ высших гармонических в сетях переменного тока 193

Шапкенов Б. К., Кайдар А. Б., Кайдар М. Б., Кислов А. П., Марковский В. П., Тюлюгенова Л. Б.
Влияние сетевых токовых гармоник на работу электрооборудования 201

Шапкенов Б. К., Кайдар А. Б., Кайдар М. Б., Кислов А. П., Марковский В. П., Тюлюгенова Л. Б.
Влияние нелинейных нагрузок, генерирующих гармоники в среде тока и напряжения 209

Шапкенов Б. К., Кайдар А. Б., Кайдар М. Б., Кислов А. П., Марковский В. П., Тюлюгенова Л. Б., Файзулла Д. Ф., Айтжанов С. Е.
Оценка ветроэнергетического потенциала южных регионов Республики Казахстан 216

Шапкенов Б. К., Кайдар А. Б., Кайдар М. Б., Кислов А. П., Марковский В. П., Тюлюгенова Л. Б., Файзулла Д. Ф., Айтжанов С. Е.
Внедрение проектных решений в сфере использования возобновляемых источников энергии в ПГУ им. С. Торайгырова 225

Шапкенов Б. К., Кайдар А. Б., Кайдар М. Б., Кислов А. П., Марковский В. П.
Анализ систем питания высокочастотных светодиодных осветительных устройств 235

Жұмыста жазық-рычақты механизм кинематикасы зерттеледі. Құрылымдық талдау әдістерін қолдану арқылы механизмнің құрылу формуласы алынды. Граф әдісі арқылы кинематика қозғалысының теңдеуі құрылды, графиктік және сандық әдістер арқылы кез-келген уақыт аралығы үшін механизм звеноларының траекториясы, жылдамдығы және бұрыштық жылдамдықтары анықталды.

The work is aimed to investigate the kinematics of the plain-lever mechanism. The formula of the mechanism structure is revealed through using of methods and ways of structural analysis. The equations of direction have been composed by method of graph; the trajectories, speeds of points and angular velocities of mechanism links have been defined by graphics and numerical methods for any moment of time.

УДК 531.8

**Е. Аринов¹, С. Ж. Карипбаев², К. З. Сартаев³,
Г. Т. Касымова⁴, Н. А. Испулов⁵**

¹Жезказганский университет имени О. А. Байконурова, г. Жезказган; ²АО «Академия гражданской авиации», г. Алматы; ³Екибастузский инженерно-технический институт имени К. И. Сатпаева, г. Екибастуз; ⁴Казахская головная архитектурно-строительная академия, г. Алматы; ⁵Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар

КИНЕМАТИКА ОДНОСЕКЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО МЕХАНИЗМА ТИПА БРИКАРДА

В работе рассмотрен параллельный манипулятор и получены численные результаты решения прямой задачи кинематики. Для определения абсолютных положений подвижной платформы при заданных обобщенных координатах в прямой задаче использован итерационный метод решения кинематики многоконтурных стержневых параллельных манипуляторов с различными кинематическими параметрами.

Ключевые слова: параллельный манипулятор, кинематические пары, прямая задача кинематики.

Актуальность исследования. Казахская школа под научным руководством академика Умирбека Арислановича Джолдасбекова внесла значительный вклад в исследования в области специальных видов пространственных механизмов. На основе этих механизмов за последние годы созданы их структурные схемы, исследованы теоретические основы кинематики, динамики [1, 2].

Довольно обширные работы зарубежных ученых посвящены структурно-кинематическому аналитическому и экспериментальному исследованию пространственных механизмов.

Предметом кинематики механизмов с автоматическим управлением, ведущее звено которое приведется в движение от приводов по определенной программе, является описание его пространственного положения как функции времени.

Задачи кинематики механизмов приходится решать на различных этапах проектирования. При этом приходится определять как положения их звеньев

относительно инерциальной системы координат (ИСК) по известному закону ведущего звена и заданной кинематической схеме и геометрических параметров, так и закон движения ведущего звена, обеспечивающего относительно их положения.

Первая из этих задач называется прямой, а вторая – обратной задачей о положениях механизмов. Обратная задача кинематики возникает более часто, чем прямая. Несмотря на это, первая основная задача кинематики механизмов является важным как в теоретическом, так и прикладном плане наряду с обратной задачей. Для ряда механизмов замкнутого типа не вызывают сложности обратная задача о положениях, в то время как прямая задача приводит к нелинейным уравнениям.

В работе [3] представлено решение матричных уравнений, необходимых для анализа кинематики замкнутых одноконтурных стержневых пространственных механизмов, содержащих вращательные и цилиндрические кинематические пары (КП).

Анализ проведенного обзора литературы показывает, что разработка специальных видов пространственных механизмов с поступательными и вращательными кинематическими парами для возможности повсеместного применения, решения и анализа их прямой задачи о положениях с помощью универсальных машинных алгоритмов и программ является актуальной задачей.

Прямая задача кинематики решаются различными методами. Наиболее часто используются приближенные методы. В предлагаемой работе представлены алгоритмические аспекты моделирования на быстродействующих ПЭВМ задачи определения абсолютных положений звеньев одноконтурного пространственного механизма с одной степенью свободы, с применением эффективного машинно-ориентированного итерационного метода Уикер-Денавит-Хартенберга с шестью параметрами [4] для безусловной оптимизации применяемых алгоритмов. Этот метод позволяет осуществить исчерпывающий анализ кинематики любого звена, любой точки пространственного механизма относительно ИСК, в силу общности аналитического подхода, кроме того, он может быть запрограммирован для машинного счета.

Основные соотношения кинематики пространственного механизма с вращательными и поступательными кинематическими парами. Объект исследования – пространственный рычажный механизм типа Брикарда с замкнутой кинематической цепью с одной степенью свободы.

Инерциальную систему координат (ИСК) XYZ свяжем с неподвижным звеном (рисунок 1). Относительное движение сочленений передается звеньями, в результате чего они занимают в пространстве заданное положение по отношению ИСК.

Для описания вращательных и поступательных связей между соседними звеньями Уикер-Денавит-Хартенберг предложили матричный метод [3]. Смысл этого метода состоит в формировании и определении однородной матрицы преобразования размерностью 4×4 для описания взаимного пространственного положения двух смежных звеньев механизма. В работах [1, 2] эта матрица используется для кинематического анализа манипуляторов.

В общем случае механизм имеет произвольное число контуров L , произвольное число степеней свободы p . Каждый контур состоит из n_j звеньев, где $j=1, \dots, L$ – число контуров.

Для каждого звена определяются правые ортогональные трехгранники $x_{ji}y_{ji}z_{ji}$ и $x_{j(i+1)}y_{j(i+1)}z_{j(i+1)}$, жестко связанные на двух его концах, взаимно ортогональными осями; т.е. повороты от оси x_{ji} к y_{ji} или от оси $x_{j(i+1)}$ к $y_{j(i+1)}$ на угол 90° происходит против часовой стрелки, если смотреть с положительного направления осей z_{ji} и $z_{j(i+1)}$ соответственно, где $i=1, \dots, n$ – число звеньев.

Поскольку вращательное или поступательное сочленение имеет только одну степень свободы, каждая система координат $x_{ji}y_{ji}z_{ji}$ механизма соответствует $(i+1)$ -му сочленению и связана i -м звеном. Когда происходит движение в i -м сочленении, i -е звено начинает двигаться относительно $(i-1)$ -го звена. Поскольку i -я система координат связана с i -м звеном, она движется вместе с ним. Поэтому n -я система координат движется вместе с последним n -м звеном механизма.

Каждая система координат формируется на основе следующих правил (см. рисунок 1) [3,4]:

- оси $z_{ji}, z_{j(i+1)}$ являются характерными осями движения соответствующих пар и направлены вдоль оси i -го и $(i+1)$ -го сочленения соответственно, а направления этих осей выбираются произвольно;
- ось $x_{j(i+1)}$ образована общим перпендикуляром h_{ji} , направленным от оси z_{ji} к $z_{j(i+1)}$. Если же z_{ji} и $z_{j(i+1)}$ пересекаются, то ориентацию оси $x_{j(i+1)}$ можно выбрать произвольно;
- ось x_{ji} выбрана произвольно;
- оси y_{ji} и $y_{j(i+1)}$ дополняют оси x_{ji}, z_{ji} и $x_{j(i+1)}, z_{j(i+1)}$ до правой декартовой системы координат.

Ось Z ИСК направлена по характерной оси движения первого сочленения.

Когда характерные оси движения предыдущей и последующей КП механизма расположены между собой произвольным образом, геометрию и положение любого звена можно полностью описать с шестью параметрами Уикер (рисунок 1) [3,4].

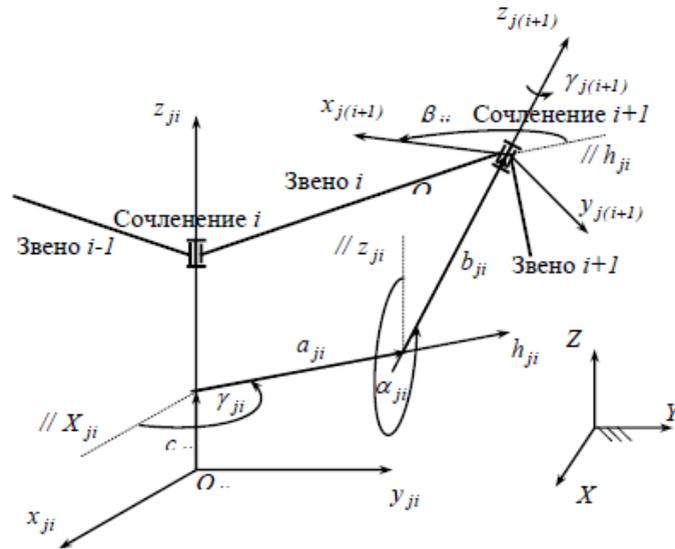


Рисунок 1 – Система координат *i*-го звена и параметры Уикер-Денавит-Хартенберга

Для вращательных сочленений параметры c_{j^p} , a_{j^p} , α_{j^p} , b_{j^p} , β_{j^p} являются характеристиками сочленения, постоянными для данного типа ППМ, а γ_{j^p} является переменной величиной, изменяющейся при движении *i*-го звена относительно (*i*-1)-го. Для поступательных сочленений c_{j^p} является переменной величиной, а остальные 5 параметров – постоянными.

Параметры c_{j^p} , γ_{j^p} , a_{j^p} , α_{j^p} , b_{j^p} , β_{j^p} для каждого звена необходимо измерять в соответствии со следующими принятыми обозначениями [1-4]:

– c_{j^p} – расстояние между пересечением оси z_{ji} с осью h_{ji} и началом *i*-й системы координат, и отсчитывается вдоль положительного направления оси z_{j^p} ;

– γ_{j^p} – присоединенный угол, т.е. угол, на которой надо повернуть ось x_{ji} вокруг оси z_{ji} против хода часовой стрелки, чтобы ее направление совпало с направлением оси h_{j^p} ;

– a_{j^p} – линейное смещение, т.е. расстояние между пересечением оси z_{ji} с осью h_{ji} и оси $z_{j(i+1)}$, и отсчитывается вдоль оси h_{j^p} , т.е. кратчайшее расстояние между осями z_{ji} и $z_{j(i+1)}$;

– α_{j^p} – угловое смещение, т.е. угол, на которой надо повернуть ось z_{ji} против хода часовой стрелки вокруг оси h_{j^p} , чтобы ее направление совпало с направлением оси $z_{j(i+1)}$;

– b_{j^p} – расстояние от направления оси h_{ji} до направления оси $x_{j(i+1)}$, измеряемое по положительному направлению оси $z_{j(i+1)}$;

– β_{j^p} – угол между положительными направлениями h_{ji} и оси $x_{j(i+1)}$, измеряемый против хода часовой стрелки относительно положительного направления оси $z_{j(i+1)}$.

Запишем основное уравнение итерационного процесса:

$$B_{j1} + B_{j2} + \dots + B_{jl} + \dots + B_{j(n-1)} \cong I - B_{j0} \quad (1)$$

Здесь

$$B_{j0} = S_{j1} S_{j2} \dots S_{j3} \dots S_{jn}$$

$$B_{j1} = (\bar{S}_{j1} \frac{\partial S_{j2}(c_{j2})}{\partial c_{j2}} \bar{S}_{j2} \dots \bar{S}_{jk} \dots \bar{S}_{j(l-1)} \dots \bar{S}_{j(n-1)} \bar{S}_{jn}) dc_{jl} \quad (2)$$

$$B_{jl} = (S_{j1} S_{j2} \dots S_{jk} \dots S_{j(l-1)} \frac{\partial S_{jl}(\gamma_{jl})}{\partial \gamma_{jl}} S_{j1} \dots S_{j(n-1)} S_{jn}) d\gamma_{jl}$$

где матрица $[S_{ji}]$ является расширенной матрицей перехода для кинематической пары.

Хотя уравнение (1) в развернутом виде остается очень громоздким и содержит много операций перемножения матриц, оно имеет симметричную форму и может быть легко реализовано на вычислительной машине.

Основное уравнение (1) решается относительно $d\gamma_{jl}$ и dc_{jl} .

Для любого положения механизма величины γ_{jp} известны как входные углы, где *p* – число степеней свободы. Каждая из величин a_{j^p} , α_{j^p} , c_{j^p} , β_{j^p} , b_{j^p} также известны, поскольку эти величины характеризуют размеры механизма. Необходимо определить остальные переменные γ_{jl} и c_{ji} итерационным методом:

$$\gamma_{jl} = \bar{\gamma}_{jl} + d\gamma_{jl} \quad \text{и} \quad c_{jl} = \bar{c}_{jl} + dc_{jl} \quad (3)$$

где *l* – число зависимых параметров, $\bar{\gamma}_{jl}$ и \bar{c}_{jl} – начальные оценки и $d\gamma_{jl}$ и dc_{jl} – ошибки начальных оценок $\bar{\gamma}_{jl}$ и \bar{c}_{jl} по отношению к точной величине.

Координаты кинематических пар (КП) механизма в ИСК определяются элементами первого столбца матрицы S_{ji} .

Для решения прямой задачи кинематики, т.е. для нахождения неизвестных углов поворота $d\gamma_{jl}$ используется итерационный метод Гаусса-Зейделя [5], суть которого заключается в нижеследующем:

– общем случае *r*-е уравнение системы из *N* уравнений для момента времени *t* + Δt может быть записано в виде

$$\sum_{l=1}^{r-1} B_{rl} d\gamma_{jl} + B_{rr} d\gamma_{jr} + \sum_{l=r+1}^N B_{rl} d\gamma_{jl} = B_{j0} \quad (4)$$

– из этого уравнения можно найти

$$d\gamma_{jr} = B_{rr}^{-1} \left\{ B_{j0} - \sum_{l=1}^{r-1} B_{rl} d\gamma_{jl} - \sum_{l=r+1}^N B_{rl} d\gamma_{jl} \right\}; \quad (5)$$

– если процесс итераций таков, что в правой части используются последние приближения δ_p то для k -й итерации имеем

$$d\gamma_{jr}^k = B_{rr}^{-1} \left\{ B_{j0} - \sum_{l=1}^{r-1} B_{rl} d\gamma_{jl}^k - \sum_{l=r+1}^N B_{rl} d\gamma_{jl}^{k-1} \right\}. \quad (6)$$

Часто для уточнения решения используется прием, состоящий в умножении разности между итерациями для $d\gamma_{jl}$ на некоторый коэффициент и представлении уточненной величины $d\gamma_{jl}$ в виде

$$d\gamma_{jr}^k = d\gamma_{jr}^{k-1} + \Delta (d\gamma_{jr}^{k*} - d\gamma_{jr}^{k-1}), \quad (7)$$

где $d\gamma_{jr}^{k*}$ – вычисленная ранее величина, а Δ – коэффициент верхней релаксации, значение которого обычно лежит между 1 и 2.

Итерационный метод Гаусса-Зейделя легко программируется. Каждое уравнение итерируется в соответствии с (6), и найденное значение уточняется в соответствии с (7). Процесс повторяется столько раз, сколько необходимо для получения приемлемого решения, причем сходимость обычно оценивается путем вычисления разности между двумя последовательными приближениями.

Алгоритм и анализ перемещений пространственного механизма типа Брикарда. Для проверки эффективности итерационного метода Уикер-Денавит-Хартенберга была составлена программа на ПЭВМ для одноконтурного пространственного механизма типа Брикарда (рисунок 2) с соответствующими геометрическими и кинематическими характеристиками по разработанному последовательному алгоритму:

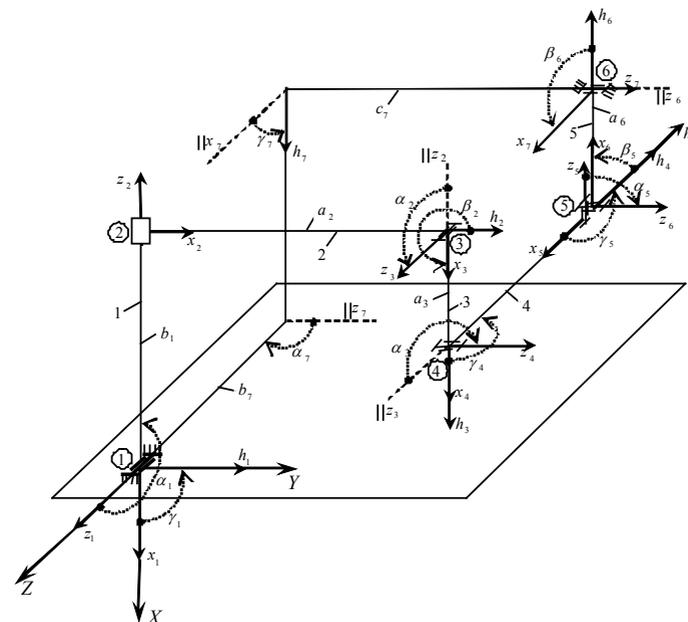


Рисунок 2 – Пространственный механизм типа Брикарда

– задаются начальные геометрические размеры и кинематические характеристики механизма. Записывается символическое уравнение, образуется однородная матрица преобразования размерностью 4x4 для описания взаимного пространственного положения двух смежных звеньев механизма, которая несет информацию о поступательном и вращательном перемещении. Вычисляется произведение матриц преобразования, которое полностью описывает геометрию механизма;

– образуются матрицы для составления уравнения приближения для определения ошибок начальной оценки по отношению к точной величине неизвестных углов поворота;

- рассчитываются полные углы поворота;
- проводится анализ кинематики механизма.

Описание программы, реализована на персональных компьютерах серии IBM PC в профессиональной версии Fortran 90 MP с математической библиотекой IMSL фирмы Visual Numerics, Inc [5].

Контур механизма образуется звеньями, которые ограничены поступательными и вращательными парами 1-2-3-4-5-6 (рисунок 2).

Координаты точек механизма в неподвижной системе координат XYZ , совпадающей при $t = 0$ с системой $x_j y_j z_j$, определяются элементами первого столбца матрицы S_{ji} .

Кинематические пары на рисунке пронумеровано жирными цифрами, а звенья механизма - нежирными арабскими цифрами. Длины звеньев принимают следующие значения:

$$l_1 = l_2 = 0.05m, l_3 = l_4 = l_5 = l_j / 2m \quad (8)$$

ИСК XYZ жестко соединена со звеном 1, начало которой находится в узле 1. Так как механизм имеет $p=1$ степень свободы, то в механизме имеется $(N-p)$ зависимых углов для вращательной и перемещение для поступательной КП, где N – число КП.

Достаточно точные начальные оценки и начальные данные этих параметров, т.е. геометрию любого звена и его положение относительно предыдущего звена для исследуемого механизма при произвольном расположении оси движения предыдущей и последующей его кинематических пар можно описать с шестью параметрами Уикер-Денавита-Хартенберга и символическое уравнение запишется в виде:

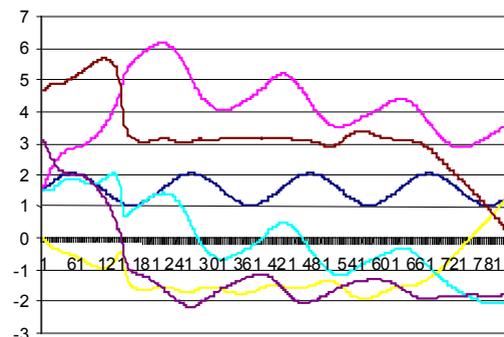
$$R_{11} \begin{pmatrix} c_{11} \\ \gamma_{11} \\ a_{11} \\ \alpha_{11} \\ b_{11} \\ \beta_{11} \end{pmatrix} R_{12} \begin{pmatrix} c_{12} \\ \gamma_{12} \\ a_{12} \\ \alpha_{12} \\ b_{12} \\ \beta_{12} \end{pmatrix} \dots R_{ln} \begin{pmatrix} c_{ln} \\ \gamma_{ln} \\ a_{ln} \\ \alpha_{ln} \\ b_{ln} \\ \beta_{ln} \end{pmatrix} = I. \quad (9)$$

или для контура имеет вид:

	0	0	0	0	$-l_1\sqrt{2}$	0	0	0	0	$2l_1\sqrt{2}$						
R_{11}	l_1	R_{12}	l_2	R_{13}	0	$l_2\sqrt{3}$	R_{15}	0	R_{16}	l_2	R_{17}	0	R_{18}	l_1	R_{19}	0
	0	0	$\frac{3\pi}{2}$	0	$\frac{3\pi}{2}$	0	0	$\frac{\pi}{2}$	0	0	0	0	$\frac{3\pi}{2}$	0	0	0
	0	0	0	0	$-l_2$	0	0	l_2	0	0	0	0	$l_2\sqrt{3}$	0	0	0
	0	0	$\frac{\pi}{2}$	0	$\frac{\pi}{2}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	π

Расчет кинематики механизма проводится по разработанному алгоритму и программе.

Изменение углов поворота (в радианах, вертикальная ось) кинематических пар механизма по времени (горизонтальная ось) показано на рисунке 3.



— кривая угла γ_{j1} , — кривая угла γ_{j2} , — кривая угла γ_{j3} ,
— кривая угла γ_{j4} , — кривая угла γ_{j5} , — кривая угла γ_{j6}

Рисунок 3 – Изменение углов поворота звеньев γ_{jl} , ($l = \overline{2,6}$) пространственного механизма типа Брикарда

На рисунке 4 показано изменение координат механизма по соответствующим осям в ИСК в зависимости от времени. По горизонтальной оси отложено время в секундах, по вертикальной оси – значения перемещений точек сочленения звеньев механизма в метрах.

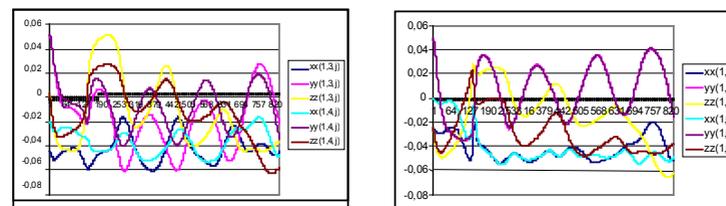


Рисунок 4 – Изменения перемещений точек сочленения звеньев механизма типа Брикарда

Краткие выводы. С применением эффективного машинно-ориентированного метода Уикер-Денавит-Хартенберга решена прямая задача кинематики пространственного механизма типа Брикарда; представлены алгоритмические аспекты моделирования на ПЭВМ задачи

кинематики, разработана прикладная программа на языке высокого уровня и проведен кинематический анализ вышеуказанного механизма. Разработанный алгоритм и пакет прикладных программ на основе метода Уикер-Денавит-Хартенберга показывает применимости их для широкого класса пространственных одноконтурных и многоконтурных стержневых механизмов с вращательными и поступательными кинематическими парами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Joldasbekov, U. A., Baigunchekov, Zh. Zh.** Kinematic Analysis and Synthesis of High Class Spatial Mechanisms. – The Theory of Machines and Mechanisms // Proceedings of the 8-th World Congress. – Vol.1. – Prague, 1991. – P. 543-547.

2 **Baigunchekov, Zh., Nurakhmetov, B., Sartaeв, K., Izmambetov, M., Myrzageldieva, Zh.** New parallel manipulator with cylindrical joints // The First IFToMM Asian Conference on Mechanism and Machine Science. – Taipei, Taiwan, October 21-25, 2010. – P. 212-216.

3 **Уикер, Денавит, Хартенберг.** Итерационный метод анализа перемещений пространственных механизмов // Конструирование и технология машиностроения. – 1965, № 1. – С. 169-176.

4 **Уикер м.л.** Динамика пространственных механизмов. Часть 1. Точные уравнения движения // Конструирование и технология машиностроения. – 1969, № 1. – С. 264-270.

5 **Бартењев, О. В.** ФОРТРАН для профессионалов. Математическая библиотека IMSL. – М. : Москва, ДИАЛОГ МИФИ, 2000. – В 3-х частях.

Материал поступил в редакцию 08.12.16.

E. Arinov¹, S. Zh. Karipbayev², K. Z. Sartaeв³, G. T. Kasymova⁴, N. A. Ispulov⁵

Кинематика Брикарды тектес бірсекциялық кеңістік механизмі

¹О. А. Байқоңыров атындағы Жезқазған университеті, Жезқазған қ.;

²АҚ «Азаматтық авиация академиясы», Алматы қ.;

³Қ. И. Сәтбаев атындағы Екібастұз инженерлік-техникалық институты, Екібастұз қ.;

⁴Қазақ бас сәулет-құрылыс академиясы, Алматы қ.;

⁵С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.

Материал 08.12.16 баспаға түсті.

E. Arinov¹, S. Zh. Karipbayev², K. Z. Sartaeв³, G. T. Kasymova⁴, N. A. Ispulov⁵

Kinematics of one-section Bricard spatial mechanism

¹O. A. Baikonurov Zhezkazgan University, Zhezkazgan;

²JSC «Academy of Civil Aviation», Almaty;

³K. I. Satpayev Ekibastuz Engineering Technical Institute, Ekibastuz;

⁴Kazakh Leading Architectural and Civil Engineering Academy;

⁵S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar.

Material received on 08.12.16.

Бұл жұмыста параллель манипулятор қарастырылған және кинематиканың тура есебінің сандық мәндері алынды. Жалтылама координаттары берілгенде, қозғалмалы платформаның абсолют орындарын анықтау үшін әртүрлі кинематикалық жұптары бар көпконтурлы стерженді параллель манипуляторлардың кинематикасының тура есебін шығару үшін итерациялық әдіс қолданылды.

This paper considers parallel manipulator and presents numerical results of direct kinematic problem solution. In order to define the absolute positions of a movable platform with generalized coordinates set in the direct problem, the iterative method for kinematic solution of multiloop bar parallel manipulators with various kinematic pairs is used.

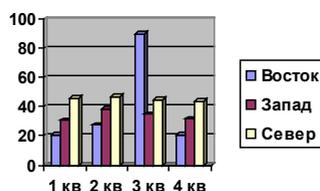


Рисунок 1 – Социальные взаимоотношения

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Эльконин, Д. Б.** Психология игры [Текст] : научное издание / Д. Б. Эльконин. – 2–е изд. – М. : Владос, 1999. – 360 с. – Библиогр. : С. 345–354. – Имен. указ. : С. 355–357. – ISBN 5-691-00256-2 (в пер.).

2 **Фришман, И.** Детский оздоровительный лагерь как воспитательная система [Текст] / И. Фришман // Народное образование. – 2006. – № 3. – С. 77–81.

3 Антология педагогической мысли Казахстана [Текст] : научное издание / сост. К. Б. Жарикбаев, сост. С. К. Калиев. – Алматы : Рауан, 1995. – 512 с. : ил. – ISBN 5625027587. 4 http://www.mari-el.ru/mmlab/home/AI/4/#part_0.

А. Б. Есімова

Отбасылық-туысты қатынастар репродуктивті мінез-құлықты жүзеге асырудағы әлеуметтік капитал ретінде

Қ. А. Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан қ.

A. B. Yessimova

The family-related networks as social capital for realization of reproductive behaviors

A. Yesevi International Kazakh-Turkish University, Turkestan.

Бұл мақалада автор Қазақстандағы әйелдердің отбасылық-туыстық қатынасы арқылы репродуктивті мінез-құлықты айырмашылықтарын талдайды.

In the given article the author analyzes distinctions of reproductive behavior of married women of Kazakhstan through the prism of the kinship networks.

Теруге 08.12.2016 ж. жіберілді. Басуға 19.12.2016 ж. қол қойылды.
 Форматы 70x100 1/16. Кітап-журнал қағазы.
 Көлемі шартты 14,7 б.т. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.
 Компьютерде беттеген: А. Елемесқызы
 Корректорлар: А. Р. Омарова, Б. Б. Ракишева
 Тапсырыс № 2925

Сдано в набор 08.12.2016 г. Подписано в печать 19.12.2016 г.
 Формат 70x100 1/16. Бумага книжно-журнальная.
 Объем 14,7 ч.-изд. л. Тираж 300 экз. Цена договорная.
 Компьютерная верстка: А. Елемесқызы
 Корректоры: А. Р. Омарова, Б. Б. Ракишева
 Заказ № 2925

«КЕРЕКУ» баспасынан басылып шығарылған
 С. Торайғыров атындағы
 Павлодар мемлекеттік университеті
 140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«КЕРЕКУ» баспасы
 С. Торайғыров атындағы
 Павлодар мемлекеттік университеті
 140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.
 67-36-69
 e-mail: kereku@psu.kz