

А В Т О Р С К А С П Р А В К А

за научните и научно-приложните приноси в трудовете
на доц. д-р Камен Кръстев Делчев,

представени за участие в конкурс за професор по професионално направление
4.5. Математика (Приложна механика и Роботика),
обявен в ДВ, бр. 24. от 16.03.2018 г.

Научните трудове, представени за настоящия конкурс, са 21 на брой. 18 от тях не са представяни в друг конкурс. 20 от публикациите са написани на английски език, а една е на български. 6 от публикациите са самостоятелни, а в 3 съм първи съавтор. 10 от представените за конкурса статии са публикувани в списания с „Импакт фактор“ (IF) съгласно базата от данни „WEB of Science“, а 1 – е публикувана в списание с „SJR“ съгласно базата от данни „SCOPUS“. 12 от представените за конкурса публикации са реферирани в „SCOPUS“.

В общия списък на всички мои трудове са представени 65 публикувани статии (22 – реферирани в SCOPUS, $h = 5$, <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=15135683100>), 6 доклада, 2 авторски свидетелства, 4 патента и 1 учебно пособие с лекции.

Номерата на публикациите в тази справка следват номерацията в представения „Списък на публикациите за участие в конкурса“, където в скоби са поставени и съответните номера на публикациите от списъка на всички мои публикации.

Тематично, представените научни трудове попадат в четири области:

- Адаптивно итеративно управление със самообучение;
- Разработване на медицински „hand-held“ робот за ортопедичната хирургия;
- Разработване на медицински мехатронни уреди за рехабилитация;
- Разработване и внедряване в производство на манипулатори за леярската промишленост.

Хабилитационният труд обхваща изследвания и резултати, описани в 5 публикации с номера 3(50), 4(67), 5(71), 6(79), 7(82) от представения „Списък на публикациите за участие в конкурса“.

Адаптивно итеративно управление със самообучение

В тази група попадат първите единадесет публикации от списъка на публикациите представени за участие в конкурса.

Адаптивното итеративно управление със самообучение (Iterative Learning Control – ILC) е процедура на многократно (итеративно) изпълнение на конкретна задача (напр. механично движение на система тела) с цел оптимизация на програмната компонента на управляващия сигнал (feedforward control term) като се използва информацията за грешката при изпълнението на предходната итерация за подобряване (ъпдейт) на програмната компонента за изпълнение на следващата итерация. В резултат се минимизира грешката на изпълнение на задачата (напр. траекторната грешка), породена от структурни и

параметрични неточности на модела на динамиката на обекта (системата) и детерминирани външни смущения.

При практическото приложение на адаптивното управление със самообучение на манипулационни роботи възникват три основни проблема. Първият е свързан със синтеза на самообучаващ оператор, който да осигури бърза сходимост и висока точност на проследяване на зададена реализуема траектория. Вторият се характеризира с появата на голяма траекторна грешка най-често през първите няколко итерации на процедурата (голяма преходна грешка – transient growth problem) независимо, че като цяло процедурата е сходяща. Третият проблем е свързан с ограниченията на ставните ъгли (обобщените координати) на манипулационната система. Представените в групата публикации са свързани с решаването на тези проблеми.

Статии 1(27)-4(49) разглеждат въпроси за сходимостта на адаптивно управление със самообучение за манипулационни роботи. Основният подход за осигуряване на бърза сходимост на ILC процедурата се базира на идеята за използване на инерционната матрица в уравненията на динамиката на манипулационни роботи във формата на Лагранж (от II-ри род) в качеството на самообучаващ оператор в закона за итеративна оптимизация на програмната компонента на управлението. Тъй като инерционната матрица се получава в резултат на идентификационен процес, възниква въпросът каква трябва да бъде точността на идентификацията, така че да бъде изпълнено условието за сходимост на ILC процедурата?

В публикация 1(27) е получено условие за допустимата грешка при идентификация на елементите на инерционната матрица, което осигурява изпълнението на условието за сходимост на ILC процедурата за манипулационни роботи. На базата на полученото условие е предложен алгоритъм за синтез на самообучаващ оператор, съвпадащ с една идентификационна оценка на инерционната матрица.

В съответствие с предложението в 1(27) алгоритъм в 3(34) е синтезиран възможно най-опростения самообучаващ оператор, базиран на модела на динамиката на манипулационния робот и равен на минималното собствено значение (собствена стойност) на инерционната матрица. Доказано е достатъчно условие за точността на идентификация, което осигурява сходимост на процедурата за самообучение. Това условие се явява основното предимство на този частен случай, тъй като грешката на идентификацията може да е до 100%, но това явно е за сметка на скоростта на сходимост на итерационната процедура.

Този резултат се потвърждава в 4(49), където основните идеи на алгоритмите за синтез на самообучаващ оператор, представени в 1(27) и 3(34), са верифицирани чрез компютърна симулация, базирана на пълния модел на динамиката на манипулационния робот PUMA 560 с 6 степени на свобода. В 4(49) е симулирана ILC процедурата с аташиран контролер за обратна връзка (feedback control term) и са използвани два набора от параметри на уравненията на динамиката (получени чрез два идентификационни метода) с цел максимално приближаване до реалната практика.

В 2(30) е разгледан въпросът за точността на ILC процедурата за манипулационни роботи при наличие на ограничени начални позиционни грешки, детерминирани и случайни смущения. В този случай точността зависи и от условието за сходимост – колкото то е по-малко от единица, толкова по-висока е точността на ILC процедурата. Следователно, при самообучаващ оператор, съвпадащ с една идентификационна оценка на инерционната матрица, точността на ILC процедурата зависи от точността на идентификацията.

Основният принос в 2(30) е получаването и доказването на условие за точността на идентификация на инерционната матрица (на параметрите на модела на динамиката на манипулационен робот), което осигурява предварително зададена точност на ПС процедурата.

Друга група публикации, 5(50)-8(79), третира проблема с преходната грешка. В 5(50) е предложен поход за редуциране на преходната грешка чрез дискретизация на зададения времеви интервал на движението. Алгоритъмът предполага изпълнение на ПС процедурата за всеки дискретен подинтервал последователно до достигане на желаната точност на проследяване на траекторията в съответния подинтервал. Този подход е практически неприложим поради бавна сходимост на процедурата.

В статия 6(67) е предложен алтернативен подход за получаване на монотонно и бързо сходящо ПС чрез, базирана на компютърна симулация, настройка на коефициентите на обратната връзка и коефициентите на пропорционално-диференциален ПС закон. Основният недостатък в този случай е липсата на доказано-ефективен метод за настройка на коефициентите при нелинейни диференциални уравнения на движението на манипулационните работи.

В статия 7(71) е представен общ метод за решаване на проблема с преходната грешка на ПС за нелинейни системи обикновени диференциални уравнения. Основната идея се състои в намаляване на траекторната грешка чрез ограничаване на итеративно-изпълняваните траекторни движения в една хипер-тръба с предварително зададен радиус около желаната траектория в пространството на обобщените координати. При излизане на текущата траектория от тази тръба изпълнението на движението се прекратява и траекторната грешка остава по-малка или равна на зададения радиус на тръбата, като текущият времеви интервал на движение е по-малък от зададения времеви интервал за изпълнение на желаната траектория. Независимо, че предложеният алгоритъм за ограничаване на траекторната грешка (Bounded Error Algorithm) предвижда ъпдейт на програмната компонента на управлението само за текущия интервал от време, в 7(71) е доказана робастност и сходимост на предложената ПС процедура без допълнителни условия в сравнение с условията за робастност и сходимост на стандартната ПС процедура. Предлаганият метод е първият в известната ми специализирана научна литература, който решава проблема с преходната грешка на ПС за нелинейни системи.

В статия 8(79) е представено приложение на предлагания в 7(71) нов метод за адаптивно управление със самообучение на манипулационни работи. Показано е, че новият метод решава описания по-горе проблем с преходната грешка по един естествен, лесен за реализация и сигурен начин.

В представените за конкурса публикации 10(91) и 11(95) се търси и предлага решение на проблема свързан с приложението на адаптивно управление със самообучение при ограничения на ставните ъгли (обобщените координати) на манипулационната система. В 10(91), в рамките на докторантската програма на Калоян Йовчев, са изследвани чрез компютърна симулация параметрите на предложеното в 7(71) управление. На базата на идеите в 6(67) е изследвана сходимостта на процедурата в зависимост от коефициентите на контролерите (законите) за самообучение (learning) и обратна връзка (feedback), но основният принос е резултатът получен от изследването на броя на необходимите итерации в зависимост от зададеното ограничение на траекторната грешка – колкото по-ниска е стойността на ограничената грешка (радиусът на хипер-тръбата), толкова по-голям е броят на итерациите, необходими за постигане на желаната точност на проследяване на зададената траектория.

В 11(95), в рамките на горната докторска програма, е предложено едно разширение на метода от 7(71) за неговото приложение при ограничения в пространството на обобщените координати (State Space Constrained Bounded Error ILC). Предложеният подход изисква определяне на по-рестриктивни ограничения при планиране на желаните траектории, определяне на максимална стойност на ограничението на траекторната грешка и прилагане на метода от 7(71). В съответствие с известните ни литературни източници, основният принос на разработката се изразява във факта, че за пръв път е предложен подход за общо решение на проблема за приложението на ILC при ограничения на ставните ъгли (обобщените координати).

В статия 9(82) е разгледана една възможност за минимизация на траекторната грешка породена от дискретизацията на управлението с обратна връзка в реално време (online feedback) чрез добавяне на програмна компонента (offline feedforward term), синтезирана от адаптивно управление със самообучение. Предложена е хибридна схема на ILC с практически непрекъснатата (високочестотна) програмна компонента и дискретизирана във времето (нискокочестотна) компонента на обратната връзка на управлението на манипулационни роботи, която се явява основен принос на публикацията. Показана е успешната минимизация на траекторната грешка след прилагане на ILC процедура.

Разработване на медицински „hand-held” робот за ортопедичната хирургия

Темата е представена с публикациите 12(60)-16(93), където е показано развитието на разработката на роботизиран модул („hand-held” робот) за пробиване на кости в ортопедичната хирургия. Операцията за пробиване на кости е много често използвана в хирургията за закрепване с винтове на импланти при лечение на костни фрактури и при поставяне на изкуствени стави. Автоматизираното (роботизирано) пробиване на кости чрез разработения робот (Drilling Orthopedic RObot - DORO/ODRO) решава редица основни проблеми, възникващи при „ръчното“ изпълнение на тази операция от хирурга – засягане на меките тъкани при излизане на свредлото от „далечния“ (far cortex) край на костта; термично разрушаване на костта около отвора, механично разрушаване на остеоци в костта от твърде голям натиск; неточно определяне на дължината на винта за прикрепване на импланта.

В 12(60) е представен първият модел-образец на разработения от авторския колектив роботизиран модул DORO, който решава описаните по-горе проблеми и в частност, позволява идентификация на структурата на костта. Моят принос се състои в промишления дизайн на системата за управление, разположението на нейните елементи, окабеляването и съответния интерфейс.

В 13(74), 15(90)-16(93) е представен усъвършенстван модел на роботизирания модул за пробиване на кости в ортопедичната хирургия – DORO (Drilling Orthopaedic RObot), оптимизиран по тегло, размери и дизайн на системата за управление, а също така са представени резултатите от ефективното прилагане на DORO за пробиване на бикортикални (тръбести) кости, гръбначни прешлени [15(90)] и „глави“ на тазобедрени стави [16(93)]. Моят принос се изразява в активно участие в разработване (минимизация) и реализация на механичната конструкция на робота, избор на транслационен стъпков двигател, ротационен безчетков (brushless) двигател, датчик за натоварване (сила), както и полиномиална апроксимация на експериментално-получените резултати за силата на натиска на свредлото върху костта, измерена от силовия датчика за обратната връзка при пробиване [13(74)]. По искане на хирурга в авторския екип механичната конструкция е оптимизирана като силно

са редуцирани нейното тегло и размери, което доведе до – съществени затруднения в окабеляването на двигателите и асемблирането на машината; силно намаляване на ремонтпригодността.

Основният мой принос в статия 14(75) е предложение за конструкция на механичната система на ODRO с паралелни оси на двигателя за трансляция и двигателя за ротация на свредлото. Същата идея е приложена и за конструиране на машина за рязане на кости в ортопедичната хирургия – OCRO [14(75)]. Новата конструкция позволява редукция на дължината на ODRO с 30% и силно повишаване на ремонтпригодността.

Разработване на медицински мехатронни уреди за рехабилитация

Разработките на устройства за рехабилитация са представени в статии 17(26)-20(56). В 17(26)-18(37) е представен стенд (стимулатор) за раздвижване на опитно животно („спинална“ котка) след загуба на подвижност на задните крайници. Уредът е разработен по заявка на Института по неврофизиология в „Санкт Петербург“ с цел лечение на пациенти (параплегици) след гръбначномозъчни травми. Моят основен принос в разработката е конструктивното решение на устройството за раздвижване на задните крайници на животното с цел имитация на походка върху движеща се лента („бягаща“ пътека), при която се реализират реални натоварвания върху лапите на животното.

В публикациите 19(41)-20(55) е представена разработка на две мехатронни системи – “Gaitsim” и “Footreact” [20(55)] за рехабилитация на пациенти параплегици. Основният мой принос в тази разработка се явява идеята за техническа реализация на уреда за симулация на силата на опорната реакция върху стъпалото на човек при походка, който е основен съставен елемент на системата “Gaitsim”, както и изборът на стъпковите двигатели за нейната реализация.

Разработване и внедряване в производство на манипулатори за леярската промишленост

Макар и единствена, статията 21(20) касае най-значимото внедряване в научно-приложната ми дейност. Моят принос се изразява в разработка, реализация, тестване, усъвършенстване, внедряване в производство и авторски контрол на системата за управление (хардуер), сензорната система (хардуер) и програмното осигуряване (софтуер) на манипулаторите “GRIPMAT 1” и “GRIPMAT 2” за изваждане и контрол на детайли от машини за хоризонтално леене под налягане на алуминиеви и цинкови сплави. Активно съм участвал в избора на двигатели и редуктори за съответните манипулатори. Проектирал съм разположението на елементите и окабеляването на шкафа за управление и неговата система за охлаждане. В резултат са произведени над 400 машини, които в усъвършенствания вариант показаха висока ефективност и надеждност. <https://www.spesima.eu/bg/produktov-katalog/#1503834285068-0c17f6c7-283d>

Справка

по чл. 116 (2) от ПУРПНСЗД на СУ „Св. Кл. Охридски” и чл.6 от ПУРПНСЗД на Факултет по математика и информатика, СУ „Св. Кл. Охридски”

(1) Преподавателска дейност

а) Научно ръководство на защитили дипломанти и докторанти

Дипломанти

1. Калоян Мариянов Йовчев, „Динамичен модел, симулация и управление на квадрокоптер”, СУ „Св. Климент Охридски”, Факултет по математика и информатика, 2015 г.
2. Цветелина Георгиева Стоянова, „Управление на манипулационен робот за промишлени операции ”, СУ „Св. Климент Охридски”, Факултет по математика и информатика, 2015 г.
3. Александър Александров Граховски, „Управление на манипулационни работи чрез криви на Безие. Кинематика, динамика и симулация на абстрактен модел ”, СУ „Св. Климент Охридски”, Факултет по математика и информатика, 2016 г.

Докторанти

Калоян Мариянов Йовчев, „Итеративно самообучение за управление на манипулационни работи”, професионално направление 4.6. Информатика и компютърни науки (Информационни технологии), СУ „Св. Климент Охридски”, Факултет по математика и информатика, 2015 г. – , втори ръководител. Отчислен с право на защита (Заповед No PД 20-794/27.04.2018 – СУ ФМИ), успешна предзащита на 25.04.2018г.

б) публикувани учебник или лекции от кандидата

Лекции:

К. К. Делчев, Е. Дюкенджиев, Програмиране на "FORTRAN" за "ИЗОТ 0220 М", Въведение в биотехническата роботика, антропоморфни механизми и системи. т. IV, СУ "Климент Охридски"-Отделение за следдипломна квалификация, 1985, pp. 201 – 300.

Лекции в електронен вид:

1. Кинематика и динамика на работи, Софийски университет “св. Климент охридски” - Факултет: Математика и информатика.
Справка: Мудъл (<https://learn.fmi.uni-sofia.bg/course/view.php?id=4088>)
2. Управление на работи, Софийски университет “св. Климент охридски” - Факултет: Математика и информатика.
Справка: Мудъл (<https://learn.fmi.uni-sofia.bg/course/view.php?id=4090>)
3. Биомедицинска роботика, Софийски университет “св. Климент охридски” - Факултет: Математика и информатика.
Справка: Мудъл (<https://learn.fmi.uni-sofia.bg/course/view.php?id=4454>)

в) разработени лекционни курсове

Лекционни курсове за магистри

1. Кинематика и динамика на работи, Софийски университет “св. Климент охридски” - Факултет: Математика и информатика, 2013, Лекции - 45 ч.

2. Управление на работи, Софийски университет "св. Климент охридски" - Факултет: Математика и информатика, 2013, Лекции - 45, Семинарни упражнения – 15.
3. Биомедицинска роботика, Софийски университет "св. Климент охридски" - Факултет: Математика и информатика, 2013, Лекции - 30, Семинарни упражнения – 30.
4. Програмиране на промишлени контролери, 2013, Лекции - 30, Семинарни упражнения – 15.

Лекции за следдипломна квалификация

1. Алгоритмичен език "FORTRAN" за "ИЗОТ 1002С-М", Спецкурс за СДК "Автоматизация на инженерния труд" за специалисти от ВМЗ-гр.Сопот, 1984г.
2. Управление на антропоморфни работи и системи ВМЕИ "Габрово", катедра Механично уредостроене, III ст. на обучение, 1985г.
3. Кинематика на отворени ПЛМ. Спецкурс за СДК за специалисти от КХИ "Хидравлика" и МК"Фр. Енгелс" - гр.Казанлък, 1985г.
4. Управление на антропоморфни работи, Спецкурс за СДК за специалисти от КХИ"Хидравлика" и МК"Фр. Енгелс"-гр.Казанлък, 1985г

г) ръководство на научни семинари

1. 11 th National congress on theoretical and applied mechanics, 2 – 5 september 2009, Borovets, Bulgaria, General Topics in Mechanics: Thursday, 3rd September, Hall "Vitosha", Chairman.
2. Пролетна научна сесия на ФМИ, 25 март 2017 г. Секция „Механика“, зала: 01; начален час 09:00 ч. водещ.

(2) Изследователска дейност

а) Ръководство и участие в научноизследователски проекти

Договори с финансиране от България:

1. Двурък антропоморфен робот за монтажни операции (договор N 81 820-149). Финансиране: МК Е.Стайков. Заявител: МК Е.Стайков. Срок: 03.1982-12.1983. Ниво на участие: Отговорен изпълнител.
2. Биоелектрично управляеми протези - договор 81-820-15. Финансиране: Завод за слаботокови релета с. Баня, Благоевградски окр. Заявител: Завод за слаботокови релета с. Баня. Срок: 1983-1984. Ниво на участие: Изпълнител.
3. Договор 820-270. Финансиране: ВМИ-Габрово. Заявител: ВМИ-Габрово. Срок: 1984-1984. Ниво на участие: Отговорен изпълнител.
4. Договор 12.820-217, Разраб. и внедр. на авт. модул на базата на антр. робот. Финансиране: ИК ВМЗ гр.Сопот. Заявител: ИК ВМЗ гр.Сопот. Срок: 1984-1986. Ниво на участие: Отговорен изпълнител.
5. Управление на портален манипулатор ПМП-05. Финансиране: ДСО Хидравлика – Казанлък. Заявител: ДСО Хидравлика – Казанлък. Срок: 1985-1985. Ниво на участие: Изпълнител.
6. Еднорък антропоморфен робот. Финансиране: МК "Фр. Енгелс" – Казанлък. Заявител: МК "Фр. Енгелс" – Казанлък. Срок: 1985-1985. Ниво на участие: Отг. Изпълнител.

7. Стенд за изпитване на износване на зъбни предавки от композитни материали. Финансиране: ДКИТ-възлагателна заповед. Заявител: ДКИТ. Срок: 1985-1985. Ниво на участие: Изпълнител.
8. Опаковка за изделие 6012. Финансиране: СО Металхим – Сопот. Заявител: СО Металхим – Сопот. Срок: 5.1985-3.1986. Ниво на участие: Изпълнител.
9. Микропроцесорна система за прозвъняване на кабелни форми. Финансиране: ПК Петрич. Заявител: ПК Петрич, Внедрена. Срок: 1985-1986. Ниво на участие: Изпълнител.
10. Технология за оплзотворяване на вторични вулканизати в промишлеността. Финансиране: ДКИТ. Заявител: ДКИТ. Внедрена. Срок: 1986-1987. Ниво на участие: Изпълнител.
11. Нови композиционни материали – НОКОМАТ. Финансиране: ДКНТП , СО "МЕТАЛХИМ". Заявител: СО "МЕТАЛХИМ". Срок: 1986 –1988г. Ниво на участие: Отг. изпълнител.
12. Технология за производство на термоеластопласт в закрит смесител. Финансиране: КК "К. Русинов". Заявител: КК "К. Русинов". Срок: 1987-1988. Ниво на участие: Изпълнител.
13. Нови математически модели за деформиране и разрушение на нееднородни среди. Финансиране: БАН - МНВО. Заявител: МНВО. Срок: 05.1987 - 05.1989. Ниво на участие: Изпълнител.
14. Проектиране и изработка на управление на двукоординатна манипулационна система за контрол на печатни платки. Финансиране: СПЕСИМА ООФ-БАН-АН СССР. Заявител: ЦИИТТ-София. Внедрена. Срок: 1989-1991г. Ниво на участие: Ръководител.
15. Разработка на автоматизирана информационно- пропускателна система-дог. N 91-503-078/91. Финансиране: СПЕСИМА-ООФ. Заявител: СПЕСИМА-ООФ. Срок: 01.1991- 09.1991. Ниво на участие: Ръководител.
16. Динамика и оптимизация на механични системи с компютърно-управляеми задвижвания(дог. N НИ-ММ 73/91). Финансиране: БАН - МНВО. Заявител: МНВО. Срок: 1991-1993. Ниво на участие: Изпълнител.
17. Договор № ММ426/94 с НФНИ. Финансиране: БАН-НФНИ. Заявител: НФНИ. Срок: 1994-1997. Ниво на участие: Изпълнител.
18. Договор № ММ526/95 с НФНИ. Финансиране: БАН-НФНИ. Заявител: НФНИ. Срок: 1995-1996. Ниво на участие: Изпълнител.
19. Договор № X-645/96-99 с НФНИ. Финансиране: БАН-НФНИ. Заявител: НФНИ. Срок: 1996-1999. Ниво на участие: Изпълнител.
20. Договор № 5033-5/99 с МОН. Финансиране: МОН. Заявител: МОН. Срок: 1999-1999. Ниво на участие: Изпълнител.
21. Договор с фонд “Научни изследвания” № МИ - 1507/2005 г. “Компютъризирана система за анализ и проектиране на многозвенни системи”. Финансиране: БАН-ФНИ. Срок: 2005 – 2008г. Ниво на участие: Изпълнител.
22. Robot application in orthopedic surgery: drilling control, 02-08 2012, ПРОЕКТ BG051PO001-3.3.05-0001 „Наука и бизнес”- специализирани ПУБЛИКАЦИИ в реферирани издания и издания с импакт фактор. Финансиране: МОН. Срок: 2012 – 2013 г. Ниво на участие: Изпълнител.

23. Договор с фонд “Научни изследвания” № FFNNIPO_12_01547/2012г. “Система за автоматично пробиване на кости в ортопедичната хирургия”. Финансиране: “Роботизирани системи ООД“ – ФНИ. Срок: 2012 – 2015 г. Ниво на участие: Изпълнител.
24. Проект към Фонд „Научни изследвания” на СУ № 22/2015 г. „Изследване на специфични проблеми при автоматично пробиване на гръбначни прешлени в ортопедичната хирургия“. Финансиране: СУ. Срок: 2015 – 2016 г. Ниво на участие: Изпълнител.
25. Проект към Фонд „Научни изследвания” на СУ № 187/2016 г. „Автоматично регистриране на далечния кортекс с цел частично или цялостно пробиване на кости с помощта на роботизирана система в ортопедичната хирургия“ Финансиране: СУ. Срок: 2016 – 2017 г. Ниво на участие: Изпълнител.
26. Проект към Фонд „Научни изследвания” на СУ No. 129/12.04.2016. “Разработка на методи и алгоритми за Итеративно управление със самообучение на манипулационни работи”. Финансиране: СУ. Срок: 2016 – 2017 г. Ниво на участие: Изпълнител.
27. Проект към Фонд „Научни изследвания” на СУ No. 80-10-153/21.04.2017. „Разработка на методи и алгоритми за управление на манипулационни работи”. Финансиране: СУ. Срок: 2017 – 2018 г. Ниво на участие: Изпълнител.

Международни проекти:

1. Разработка експерименталного сборочного роботизированного стенда-комплекса. Прям договор - Институт прикладной математики им.М.В.Келдыша АН СССР. Разработката се изпълнява в рамките на 2-ро приоритетно направление от Комплексната програма за научно-технически прогрес на страните членки от СИВ. Финансиране: БАН-АН СССР. Срок: 12.1987 - 12.1991. Ниво на участие: Изпълнител.
2. Създаване и внедряване на методи за рационално проектиране на конструкции от композитни материали. Прям договор - Физико-технический институт имени А.Ф. Иоффе - АН СССР. Срок: 09.1988-1991. Финансиране: БАН-АН СССР. Ниво на участие: изпълнител.
3. Разработка на биомеханична система за възстановяване на функциите на опорно-двигателния апарат на пациенти страдащи от заболявания на гръбначния мозък с различна етиология. Междуакадемичен договор - И-т по механика – БАН, И-т по приложна математика – РАН, И-т по физиология – РАН. Финансиране: БАН-РАН. Срок: 1999 – 2001г. Ниво на участие: Изпълнител.
4. Разработка на биомеханична система за възстановяване на двигателните функции на гръбначния мозък на пациенти с гръбначно-мозъчна патология. Междуакадемичен договор - И-т по механика – БАН, И-т по приложна математика – РАН, И-т по физиология – РАН. Финансиране: БАН-РАН. Срок: 2002 – 2004г. Ниво на участие: Изпълнител.
5. Оптимизация на управлявани механични системи. Междуакадемичен договор – Университет на Лиидс, Англия. Финансиране: Междуакадемичен обмен. Срок: 2003 – 2005г. Ниво на участие: Изпълнител.
6. Междуакадемичен договор - И-т по механика – БАН, И-т по приложна математика – РАН, И-т по физиология – РАН. “Разработка биомехатронной системы для рецептурной стимуляции и исследования функционального восстановления у пациентов с вертебо-

спинальной паталогией”. Финансиране: БАН-РАН. Срок: 2006 – 2008г. Ниво на участие: Изпълнител.

7. Хибридни ултрапрецизни производствени процеси базирани на само организиращ се монтаж за комплексни микропродукти (HYDROMEL), Финансиране: 6 РП- на Европейския съюз. Срок: 01.11.2006-30.09.2010. Ниво на участие: Изпълнител.
8. Междуакадемичен договор - И-т по механика – БАН, И-т по приложна математика – РАН, И-т по физиология – РАН. „Техническо и клинично изследване прототипа на биомеханична система за рецепторна стимулация на пациенти с гръбначно-мозъчна паталогия“. Финансиране: БАН-РАН. Срок: 2009-2011. Ниво на участие: Изпълнител.

б) Участия с доклади в международни и национални форуми

1. Дюкенджиев Е., К. К. Делчев; Метрически синтез двухрукого антропоморфного робота, Международная конференция “Проблемы управления промышленными роботами - РОБКОН 2”, 1983, Микрофиш 1, Доклад 16. Рр 1-16.
2. К. К. Делчев, Применение метода реальных ограничения для управления двухруком антропоморфном роботом, II-я национальная научно-техническая конференция с международным участием “Промышленные роботы 84”, 1984, Микрофиш 7, Доклад II 34, рр 1-8.
3. Дюкенджиев Е., К. К. Делчев, Синергитический анализ кинематически синхронизированных движения верхних конечностей человека., Научприбор СЭВ – 84, Тезисы докладов, 1984, рр. 80.
4. Дюкенджиев Е., С.Н.Ранчев, К. К. Делчев, Някои аспекти на математическото осигуряване на ГАПС II М2А, Теоретична и приложна механика - пети конгрес, 1985, том 4, рр 93-98.
5. К. К. Делчев, Е. Маноах, К. Георгиев, Программная система технологических параметров при создании материалов с предварительнозаданными свойствами, Третья международная молодежная школа “Применении механики в робототехнике и новых материалов”, 1988, рр 339-334
6. Делчев К. Робастно управление на манипулационни работи със самообучение, Научни известия на НТС, год. V, брой 4(26), юни 1998, рр. 3.60-3.66.
7. Kiriazov, P., S. Karastanev, K. Delchev, Dynamic Parameter Identification and Motion Optimization of Lifts with Processors, *Proceedings of the 9th National Congress on Theoretical and Applied Mechanics, Vol. 2, Varna, 19-22 Sept. 2001*, pp. 107-111.
8. Delchev K., Robust Learning Control of Robot Manipulators: An Algorithm of Learning-Operator Synthesis., Научни известия на НТС, ISSN1310-3946, Година IX, Брой 5, рр. 2.35-2.41, Октомври (2002)
9. Delchev K., Learning Control of Horizontal Robot Arms, *Proceedings of the 10th National Congress on Theoretical and Applied Mechanics, Vol. 2, Varna, 13-16 Sept. 2005*, pp. 17-22, (2005).
10. Aleksandr Platonov, Lidia Ilieva-Mitutsova, Oleg Nikitin, Kamen Delchev, Ivan Chavdarov, Vladimir Vitkov, Viktor Yaroshevsky, Nikolaj Serbenjuk, A biomechanical complex for locomotor therapy of patients with spinal cord pathology, *Proceedings of the 11th National Congress on Theoretical and Applied Mechanics (September 2-5 2009) Borovets, Bulgaria, ISSN: 1313-9665, 84-206-2-PB*, (2009).

11. Ivan Chavdarov, Kamen Delchev, Lidia Ilieva-Mitutsova, Vladimir Vitkov, Modeling of a biomechatronic module for walk simulation, Proceedings of the 11th National Congress on Theoretical and Applied Mechanics (September 2-5 2009) Borovets, Bulgaria, ISSN: 1313-9665, 85-289-2-PB , (2009).
12. Kamen Delchev, Iterative learning control for robotic manipulators: A bounded error algorithm, EUROMECH Colloquium 515, Advanced Applications and Perspectives of Multibody System Dynamics, Blagoevgrad, July 13 – 16, 2010, Bulgaria, eds. Evtim Zahariev and Marco Ceccarelli, Curran Associates, Inc., pp. 68-69 (2011), ISBN: 978-1-61839-038-7.
13. Камен Делчев, Метод за ограничаване на грешката при итеративно управление със самообучение, Пролетна научна сесия на ФМИ – Софийски университет „Св. Климент Охридски“, 25 март 2017 г.

в) патенти и изобретения

Авторски свидетелства:

1. Георгиев К.С., С.К.Георгиев, Е.П.Дюкенджиев, Р.Д.Стоименова, К.К. Делчев, В.Г.Генов, Композиционен материал за кофражни плоскости. Номер: 39167. Приоритет: 08.01.1985 г. Година на публикуване:1986г.
2. Георгиев К.С., С.К.Георгиев, Е.П.Дюкенджиев, К. К. Делчев, В.Г.Генов, Лек преграден панел тип "сандвич" и метод за изработването му. Номер: 39416. Приоритет: 06.02.1985 г. Година на публикуване:1986 г.

Патенти:

1. Гълъбов В., В. Славков, Г. Славов, В. Витков, К. Делчев, Н. Николов, “Манипулатор за обслужване на леярски машини”, Патент за полезен модел No 662, Патентно ведомство, Република България, pp. 1-4, (2004).
2. Л. Митуцова, Вл. Витков, К. Делчев, В. Латковски, И. Чавдаров, Патент за изобретение No 65876: „Уред за акупресура”, Бюлетин 4, Патентно ведомство на РБ, 30.04.2010г.
3. Л. Митуцова, Вл. Витков, К. Делчев, В. Латковски, И. Чавдаров, Патент за изобретение No 65911; „Уред за масаж”, Бюлетин 5, Патентно ведомство на РБ, 31.05.2010.
4. К. Костадинов, К. Делчев, Вл. Витков, Патент за изобретение № 66431 В1/2014 г. – „Устройство за маркери”, 110592/28.01.2010, Бюлетин №8/2011, стр.14, Патентно ведомство на РБ.

(3) Други изисквания

б) участие в програмни и организационни комитети на научни мероприятия

1. EUROMECH COLLOQUIUM 515 - Advanced Applications and Perspectives of Multibody System Dynamics, July 13 – 16, 2010; Blagoevgrad, Bulgaria, член на организационния комитет.
2. Intelligent Robotics and Applications, 4th International Conference, ICIRA 2011, Aachen, Germany, December 6-8, 2011, член на организационния комитет.
3. IUTAM Symposium on Intelligent Multibody Systems – Dynamics, Control, Simulation, September 11 – 15, 2017, Duni Royal Resort, Sozopol, Bulgaria, член на организационния комитет.

г) Експертна дейност в международни и национални органи и организации

- 11 участия в комисии за изпити и конкурси с изготвени: 2 рецензии за конкурси за „доктор“, 4 становища – за „доцент“ и 1 становище – за „професор“.
- Направени 18 експертизи, от които 4 за фонд „Научни изследвания“.

д) приложени в практиката резултати от научни изследвания

1. Г. Стоилов и колектив, Микропроцесорна система за прозвъняване на кабелни форми. Внедрена в Приборостроителен завод "Беласица"-гр.Петрич. Заповед № 394/23.07.1986г, Приборостроителен завод "Беласица"-гр.Петрич.
2. К. Делчев, Е. Маноах, К. Георгиев, Програмна система за синтез на материали с предварително зададени свойства – SINTEN. Внедрена в КООПСТРОЙКОМПЛЕКТ – БУРГАС. Протокол от 17.10.1988 г.
3. В. И. Славков и колектив. Робот с променлива метрика. Внедрена в Лаборатория "Прецизна механика"-БАН. АКТ за внедряване № 5/21.01.1988г.
4. "Система за техническо зрение СТЗ 16". н.с. Стоян Атанасов – ръководител; доц.к.т.н. Александър Бекярски; н.с. Камен Кръстев Делчев; н.с. Стефан Карастанев. Внедрена в Спесима ООФ. Протокол от 25.04.1991г.
5. "Микропроцесорно управление на двукоординатна манипулационна система за контрол на печатни платки". н.с. Камен Делчев – ръководител; н.с. Стефан Карастанев; н.с. Стоян Атанасов; инж. Веселин Иванов. Внедрено в ЦИИТТ. Протокол от 23.04.1991г.
6. Манипулатори "GRIPMAT 1" и "GRIPMAT 2" за изваждане и контрол на детайли от машини за хоризонтално леене под налягане на алуминиеви и цинкови сплави. Внедрени в Спесима ООД. <https://www.spesima.eu/bg/produktov-katalog/#1503834285068-0c17f6c7-283d>