

Секція: Авіаційно-космічна техніка і транспорт

Назва пріоритетного напрямку розвитку науки і техніки згідно з Законом України: Інформаційні та комунікаційні технології

Назва напрямку секції б. Науково-технічні проблеми створення, випробування і експлуатації технічних засобів для підготовки запуску, початкового супроводження в польоті ракетно-космічних комплексів і систем.

Назва піднапрямку секції

6.3. Фізичне та математичне моделювання наземних комплексів ракетно-космічної техніки, їх систем і агрегатів, системний аналіз і синтез нових структур і конструктивних рішень стартового обладнання РКТ.

6.9. Дослідження динамічних процесів у стартовому обладнанні під час транспортування, установа на старті та запуску ракетно-космічних комплексів.

ЗВІТ ЗА ЕТАПОМ 2015 РОКУ

за науково-дослідною роботою

(Характер НДР: **прикладне дослідження**)

- 1. Тема НДР:** Розробка універсальної математичної моделі взаємодії мобільної пускової установки ОТРК(ТРК) з ґрунтом під час стартового навантаження
- 2. Керівник НДР:** Калашніков В'ячеслав Вікторович
- 3. Номер державної реєстрації НДР:** 0115U000666
- 4. Назва вищого навчального закладу:** Сумський державний університет
- 5. Терміни виконання:** початок - 01.01.2015 р., закінчення - 31.12.2016 р.
- 6. Наукові результати.**

За результатами роботи у 2015 році була розроблена модель динаміки старту ракети з мобільної пускової установки. Розроблена розрахункова модель старту та вперше побудована та математична модель взаємодії мобільної пускової установки із ґрунтом під час короткочасного динамічного навантаження. Поведінка системи пусковий контейнер – ракета досліджується з урахуванням коливань ґрунтової основи після ударного навантаження.

Виявлено, що взаємодію пускової установки з ґрунтом можна привести до класу задач про дію динамічних навантажень на конструкції з пружною основою. При цьому виникає необхідність визначення переміщень пружної основи, яка приймається у вигляді пружної напівплощини, що знаходиться під впливом навантажень, які прикладені на границі і змінюються в залежності від часу та координати.

Розроблені розрахункові моделі мобільних пускових установок мінометного старту з частковим і повним виваженням пускової установки. Виявлено, що система яка досліджується є складною та має окремі складові частини: літальний апарат, напрямну, носій та колісні мости. Моделі мінометного старту розроблені для випадків повного та часткового виваження пускової установки за допомогою домкратів. Розроблені розрахункові моделі передбачається використати при моделюванні процесів газодинамічного та мінометного стартів з урахуванням взаємодії пускової установки з ґрунтом під час короткочасного навантаження.

Побудовано математичні моделі мобільної пускової установки з мінометним стартом. Розроблено системи диференціальних рівнянь, які описують механічні процеси, що відбуваються при мінометному старті ракети. Виявлено, що старт ракети необхідно розподілити на три ділянки: ділянку поступального руху ракети, ділянку складного руху пускового контейнера і ракети, та коливань контейнера після виходу ракети з нього. Поведінка системи пусковий контейнер – ракета досліджується з урахуванням коливань ґрунтової основи після ударного навантаження.

7. Результати етапів (відповідно до технічного завдання):

Номер етапу	Назва етапу згідно з технічним завданням.	Заплановані результати етапу	Отримані результати етапу
1.	Моделювання динаміки старту з розробкою розрахункової та математичної моделей взаємодії мобільної пускової установки із ґрунтом під час короткочасного динамічного навантаження.	Результати аналізу сучасного стану моделювання динаміки старту. Математична модель взаємодії мобільної пускової установки ОТРК (ТРК) із ґрунтом під час короткочасного динамічного навантаження, яка враховує дію детерміністських сил і випадкове розсіювання жорсткосних та масових характеристик елементів конструкції пускової установки, а також ексцентриситету сили тяги двигуна літального апарату.	На основі аналізу сучасного стану моделювання динаміки старту розроблено розрахункові моделі взаємодії пускової установки ОТРК (ТРК) з ґрунтом. Створено математичну модель взаємодії мобільної пускової установки ОТРК (ТРК) із ґрунтом під час короткочасного динамічного навантаження. Розроблено системи диференціальних рівнянь, які описують механічні процеси, що відбуваються при старті ракети, з урахуванням коливань ґрунтової основи після ударного навантаження.

8. Результативність виконання науково-дослідної роботи

	Показники	Виконано (за результатами НДР)
		кількість
1.	Публікації виконавців за тематикою НДР: 1.1. Статті у журналах, що входять до наукометричних баз даних Scopus, Web of Science та/або Index Coperticus (для соціо-гуманітарних наук). 1.2. Публікації в матеріалах конференцій, що входять до наукометричних баз даних, які вказані у п. 1.1. 1.3. Статті у журналах, що включені до переліку наукових фахових видань України та, які не зазначені у а. 1.1. 1.4. Публікації у матеріалах конференцій та виданнях, що не включені до переліку наукових фахових видань України. 1.5. Монографії, опубліковані за рішенням Вченої ради ВНЗ. 1.6. Підручники, навчальні посібники.	6 2 1 1
2.	Підготовка наукових кадрів: 2.1. Захищено докторських дисертацій за тематикою НДР. 2.2. Подано до розгляду спеціалізовану вчену раду докторських дисертацій за тематикою НДР.	

	2.3. Захищено кандидатських дисертацій за тематикою НДР.	1
	2.4. Подано до розгляду у спеціалізовану вчену раду кандидатських дисертацій за тематикою НДР.	1
	2.5. Захищено магістерських робіт за тематикою НДР.	
3.	Охоронні документи на об'єкти права інтелектуальної власності створені за тематикою НДР: 3.1. Отримано патентів (свідоцтв авторського права) України. 3.2. Подано заявок на отримання патенту України. 3.3. Отримано патентів (свідоцтв авторського права) інших держав. 3.4. Подано заявок на отримання патенту інших держав.	
4.	Участь з оплатою у виконанні НДР: 4.1. Студентів. 4.2. Молодих учених та аспірантів.	2 2

9. Бібліографічний перелік монографій, підручників, посібників, наукових статей, інших публікацій; подані заявки та отримані патенти; теми захищених та поданих до розгляду у спеціалізовану вчену раду дисертацій (за матеріалами досліджень за звітний період).

Статті:

- 1) Kalashnikov V.V., Dempe S., Pérez-Valdés G.A., Kalashnykova N.I., Camacho-Vallejo J.-F. Bilevel programming and applications // *Mathematical Problems in Engineering*, Volume 2015, 2015, Article number 310301 (**Scopus**).
- 2) Kalashnikov V. V., Matis T.I., Camacho Vallejo J.F., Kavun S.V. Bilevel programming, equilibrium, and combinatorial problems with applications to engineering // *Mathematical Problems in Engineering*. Volume 2015, 2015, Article number 490758 (**Scopus**).
- 3) Lyashenko I. A., Manko N. N. The Effect of Deformation Defect of the Shear Modulus of a Lubricant on the Boundary Friction Phase Diagram // *Russian Physics Journal* - September 2015, Volume 58, Issue 5, pp 698-704 (**Scopus**).
- 4) Ляшенко Я. А., Заскока А.Н. Учет универсальной зависимости вязкости граничной смазки от температуры и скорости деформации при описании особенностей stop-start-экспериментов // *ЖТФ*. – 2015. – Т. 85, №7. – С. 69-76 (**Scopus**).
- 5) Лисенко О.В., Олексієнко Г.А., Феденко М.О. Застосування модернізованого методу усереднених характеристик в задачах теорії плазмово-пучкових супергетеродинних лазерів на вільних електронах // *Журнал нано- та електронної фізики*. – 2015. – Т. 7, № 4. – С. 04083(8) (**Scopus**).
- 6) Kalashnikov V.V., Benita F., Mehltitz P. The Natural Gas Cash-Out Problem: A Bilevel Optimal Control Approach // *Mathematical Problems in Engineering* - Volume 2015, Article ID 286083, 17 pages (**Scopus**).
- 7) Павлюченко А. М. Теоретичне обґрунтування газодинамічної формули Ньютона і перевірка її в льотних умовах обтікання головних частин деяких аерофізичних комплексів для чисел Маха $M \leq 5.0$ та Рейнольдса $Re_L \leq 10^8$ при наявності стисливості, неізотермічності, ламінарно-турбулентного переходу і реламінаризації в пристінному пограничному шарі / А. М. Павлюченко, О. М. Шийко // *Авиационно-космическая техника и технология*. – 2015. – №2 (119) – С. 25 - 44. (**Фаховий журнал**).

Тези доповідей на конференціях:

- 1) Kalashnikov, V., Castillo-Perez, F.J., Arevalo-Franco, A., Kalashnykova N. Consistent conjectural variations equilibrium in a human migration model (Conference Paper). IEOM 2015 - 5th International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Proceeding. 23 April 2015, Article number 7093772 (**Scopus**).

2) Lyashenko I., Manko N. Influence of spatial nonhomogeneity on the boundary friction regime. Proceedings of the International Scientific Conference [«Electronics and Nanotechnology»], (Kyiv, 21–24 April 2015). – Kyiv, 2015. – P. 97–100. (Scopus).

Навчальні посібники:

1) Довідник командира артилерійського підрозділу : навч. посіб. / М. М. Ляпа, Ю. І. Пушкарьов, В. М. Петренко та ін. – Суми : Сумський державний університет, 2015. – 311 с.

Кандидатські дисертації, які захищені у спеціалізованій вченій раді:

1) Манько, Н. М. Синергетичне представлення переривчастого режиму межового тертя.

Кандидатські дисертації, які подані до захисту у спеціалізовану вчену раду:

1) Заскока, А. М. Фазові переходи в ультратонких твердоподібних плівках мастила при межовому терті .

10. Використання результатів НДР у навчальному процесі та/або в промисловості (інших галузях) (до 15 рядків):

1) Отримані наукові результати впроваджені у навчальний процес Сумського державного університету. Оновлені курси лекцій та практичних занять при викладанні загальноосвітньої дисципліни «Програмування та алгоритмічні мови» » в рамках підготовки студентів з освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр напрямків «Мікро- та наноелектроніка», «Електронні пристрої та системи», «Електротехніка та електротехнології», «Телекомунікації», «Системна інженерія».

2) Укладено госпдоговір з Державним підприємством «Львівський державний завод «ЛОРТА» на виконання робіт спеціального призначення.

11. Опис інших видів діяльності у рамках НДР.

Співпраці у рамках проекту з Львівським Державним заводом «ЛОРТА», м.Львів, з Державним підприємством Конструкторське бюро «Південне», м.Дніпропетровськ, з Львівським науково-дослідним радіотехнічним інститутом, м.Львів, з Технологічним інститутом Монтеррея, м.Монтерей, Мексика та з Центральним науково-дослідним інститутом озброєння і військової техніки Збройних Сил України, м.Київ.

12. Кількість штатних співробітників _____, кількість сумісників 9, молодих учених з оплатою 2, кількість студентів з оплатою 2, які брали участь у виконанні НДР

13. Рішення наукової ради від 26.11.2015 р. протокол № 3 про затвердження звіту

Керівник роботи:

Проректор із наукової роботи:

_____ Калашніков В.В.
підпис

_____ Черноус А.М.
підпис

МП