



ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з навчальної роботи
Національного технічного
університету України
"Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського"
к.філос.н., проф.
Анатолій МЕЛЬНИЧЕНКО

"12" березня 2024 р.

ВИТЯГ

з протоколу № 7/12 від 29.02.2024 р. розширеного засідання
кафедри комп'ютерно-інтегрованих оптичних та навігаційних систем
приладобудівного факультету
Національного технічного університету України
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

БУЛИ ПРИСУТНІ:

- з кафедри комп'ютерно-інтегрованих оптичних та навігаційних систем: завідувач кафедри д.т.н., проф. Бурау Н.І.; професор кафедри д.т.н., проф. Аврутов В.В.; професор кафедри д.т.н., проф. Колобродов В.Г.; професор кафедри д.т.н., проф. Микитенко В.І.; професор кафедри д.т.н., проф. Чиж І.Г.; доцент кафедри к.т.н., доц. Павловський О.М.; доцент кафедри к.т.н., доц. Півторак Д.О.; доцент кафедри к.т.н., доц. Лакоза С.Л.; доцент кафедри к.т.н., доц. Сокурєнко В.М.; доцент кафедри к.т.н., доц. Кучеренко О.К.; доцент кафедри к.т.н. Мураховський С.А.; старший викладач к.т.н. Сапегін О.М.; доцент кафедри к.т.н., доц. Заморський О.В.; старший викладач к.т.н. Васильковська І.О.
- з кафедри автоматизації та систем неруйнівного контролю: завідувач кафедри д.т.н., доц. Киричук Ю.В.; професор кафедри д.т.н., проф. Куц Ю.В.; професор кафедри д.пед.н., проф. Протасов А.Г.; доцент кафедри к.т.н. доц. Богдан Г.А.; доцент кафедри к.т.н. доц. Петрик В.Ф.; асистент кафедри Повшенко О.А.; старший викладач к.т.н. Момот А.С.; доцент кафедри, к.т.н., доц. Писарець А.В.; доцент кафедри, к.т.н., доц. Литвиненко П.Л.
- з інших кафедр КПІ ім. Ігоря Сікорського:
з кафедри технічних та програмних засобів автоматизації інженерно-хімічного факультету – професор кафедри д.т.н., проф. Жученко А.І.;
з кафедри теплової та альтернативної енергетики навчально-наукового інституту атомної та теплової енергетики – професор кафедри д.т.н., проф. Бовсуновський А.П.;

з кафедри динаміки і міцності машин та опору матеріалів навчально-наукового механіко-машинобудівного інституту – доцент кафедри к.т.н., доц. Лавренко Я.І.

СЛУХАЛИ:

1. Повідомлення аспірантки кафедри комп'ютерно-інтегрованих оптичних та навігаційних систем Паздрій Ольги Ярославівни за матеріалами дисертаційної роботи «Вдосконалення бортової системи керування і контролю для багатокласової діагностики авіаційного газотурбінного двигуна», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 17 - Електроніка, автоматизація та електронні комунікації за спеціальністю 174 - Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка. Освітньо-наукова програма - Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології.

Тему дисертаційної роботи «Вдосконалення бортової системи керування і контролю для багатокласової діагностики авіаційного газотурбінного двигуна» затверджено на засіданні Вченої ради приладобудівного факультету (протокол № 10/23 від "27" листопада 2023 року)

Науковим керівником затверджена д.т.н. проф. Бурау Н.І.

2. Запитання до здобувача.

Запитання по темі дисертації ставили: д.т.н., проф. Аврутов В.В.; д.т.н., проф. Бовсуновський А.П.; д.т.н., проф. Микитенко; д.т.н., проф. Жученко А.І.; д.т.н., проф. Куц Ю.В.; д.т.н., проф. Чиж І.Г.; к.т.н., доц. Павловський О.М.

3. Виступи за обговореною роботою.

В обговоренні дисертації взяли участь: д.т.н., проф. Аврутов В.В.; д.т.н., проф. Бурау Н.І.; д.т.н., проф. Жученко А.І.; д.т.н., проф. Куц Ю.В.; д.т.н., проф. Колобродов В.Г.; к.т.н., доц. Павловський О.М.

УХВАЛИЛИ:

ПРИЙНЯТИ такий висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертаційного дослідження:

1. Актуальність теми дослідження

Надійність, ефективність і безпека експлуатації літальних апаратів значною мірою визначаються надійністю і безпечним функціонуванням авіаційних двигунів, експлуатація яких відбувається в умовах комплексного впливу навантажень, супроводжується вимушеними і резонансними коливаннями обертових вузлів та елементів на стаціонарних і нестаціонарних режимах. В таких умовах порушення штатних режимів експлуатації (потрапляння мілких предметів у двигун, малий дисбаланс робочих коліс

тощо), пошкодження та руйнування обертових елементів двигуна (лопаток робочих коліс, валів роторів) в польоті створюють передумови льотної події, можуть призвести до нелокалізованих руйнувань двигуна та до катастрофічних наслідків. Тому для попередження відмов і руйнування авіаційних двигунів під час експлуатації необхідно забезпечити раннє виявлення пошкоджень обертових елементів та експлуатаційних порушень штатних режимів роботи двигуна.

Для керування авіаційним двигуном та контролю параметрів робочих і динамічних процесів під час експлуатації призначена бортова система керування і контролю. Функції контролю в цій системі реалізовані за принципом передаварійного діагностування, реєструючи лише критичні і небезпечні відхилення параметрів робочих процесів та вібрації двигуна від установлених експлуатаційних значень. Але початкові пошкодження обертових елементів двигуна та порушення штатних режимів не призводять до збільшення загального рівня вібрацій чи акустичного шуму і не виявляються бортовою системою керування і контролю. Тому вдосконалення бортових систем керування і контролю авіаційних газотурбінних двигунів для діагностики початкових пошкоджень обертових елементів і порушень штатних режимів експлуатації двигуна є важливим та актуальним завданням, вирішення якого забезпечить розширення функціональних можливостей системи керування і контролю, сприятиме підвищенню надійності та безпеки експлуатації літальних апаратів.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами
Дослідження, результати яких викладені в дисертації, проводились на кафедрі приладів та систем орієнтації та навігації (з 01.07.2021 комп'ютерно-інтегрованих оптичних та навігаційних систем) Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (КПІ ім. Ігоря Сікорського) відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України № 942 від 07.09.2011 «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямків наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2020 року», держбюджетної науково-дослідної роботи ДР №0117U004259 «Методологія багатокласової діагностики складних просторових об'єктів», госпдоговірної науково-дослідної роботи №489/6 «Розробка алгоритмів початкової виставки і виставки у польоті безплатформової інерціальної навігаційної системи», в яких автор була виконавцем.

3. Наукова новизна отриманих результатів

У дисертації вперше одержано такі нові наукові результати:

1. Для вдосконалення системи керування і контролю авіаційного газотурбінного двигуна запропоновано та обґрунтовано підсистему багатокласової діагностики у складі штатної бортової системи контролю вібрації на основі багаторівневої обробки віброакустичних сигналів у процесі експлуатації, що розширює функціональні можливості системи і забезпечує виявлення пошкоджень роторних елементів та порушення штатних режимів функціонування через потрапляння сторонніх предметів, дисбаланс ротора і задирання робочих коліс сторонніми предметами.

2. Для діагностики пошкодження валу ротора обґрунтовано застосування фрактального аналізу вібраційних сигналів на нестационарному режимі роботи двигуна та встановлено функціональні залежності показника Херста від параметру пошкодження.

3. Запропоновано та обґрунтовано застосування дворівневої обробки віброакустичних сигналів для діагностики тріщин лопаток двигуна шляхом послідовного використання методів частотно-часового та фрактального аналізу, на основі яких отримано нову діагностичну ознаку - розмірність Мінковського частотно-часових спектрів.

4. Для діагностики порушення штатних режимів функціонування через потрапляння сторонніх предметів, дисбаланс ротора і задирання робочих коліс сторонніми предметами запропоновано та обґрунтовано нові діагностичні ознаки: показник Херста віброакустичних сигналів та розмірність Мінковського оцінок модуля біспектра віброакустичних сигналів на стаціонарних та нестационарних режимах експлуатації двигуна.

4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи полягає в подальшому розвитку методів технічної діагностики, автоматизації виявлення інформативних параметрів на основі послідовного застосування декількох методів обробки діагностичної інформації, в розробці методичного, алгоритмічного та програмного забезпечення для підсистеми багатокласової діагностики в удосконаленій бортовій системі керування і контролю.

Практичне значення мають розроблені методики проведення фізичного моделювання для діагностики різних видів експлуатаційних порушень обертової системи, методики обробки віброакустичних сигналів, які випромінюються двигуном на стаціонарних та нестационарних режимах, програмні алгоритми для діагностування: тріщиноподібного пошкодження лопатки робочого колеса двигуна; тріщиноподібного пошкодження валу ротора двигуна та комплексний алгоритм діагностики експлуатаційних порушень штатних режимів функціонування двигуна.

Практичне значення отриманих результатів підтверджується Актами впровадження у «Quantum Satis Engeneering LLC» (Wilmington, Delaware USA), Товариство з обмеженою відповідальністю «ЕФТЕРРА» (м. Київ) та в навчальний процес кафедри комп'ютерно-інтегрованих оптичних та навігаційних систем Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

5. Апробація/використання результатів дисертації

Основні положення та результати були представлені на таких міжнародних конференціях та семінарах: IX науково-практичній конференції студентів та аспірантів «Погляд у майбутнє приладобудування», м. Київ, Україна, 2016 р.; II Всеукраїнській науково-практичній конференції «Приладобудування та метрологія: сучасні проблеми, тенденції розвитку», м. Луцьк, Україна, 2016 р.; 3 Всеукраїнській науково-технічній конференції «Актуальні проблеми автоматики та приладобудування», м. Харків, Україна, 2016 р.; XVI Міжнародній науково-технічній конференції «Приладобудування: стан і перспективи», Київ, Україна, 2017 р.; X

Міжнародній науково-практичній конференції «Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси» (ІПРТК-2018), Київ, Україна, 2018 р.; International Conference on New Trends in Signal Processing (NTSP 2018), Demanovska dolina, Slovakia, 2018 р.; XVIII Міжнародній науково-технічній конференції «Приладобудування: стан і перспективи», Київ, Україна, 2019 р.; XXIV Міжнародному конгресі двигунобудівників, Коблево, Україна, 2019 р.; XIX Міжнародній науково-технічній конференції «Приладобудування: стан і перспективи», Київ, Україна, 2020 р.; XIII Міжнародній науково-практичній конференції «Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси» (ІПРТК-2020), Київ, Україна, 2020 р.; XXIX Conference Vibrations in Physical Systems (VIBSYS 2020), Poznan, Poland (on-line), 2020 р.; XXVI Міжнародному конгресі двигунобудівників, Лазурне, Україна, 2021 р.; Міжнародній науково-технічній конференції «Міцність і довговічність сучасних матеріалів та конструкцій», присвячена 70-річчю від дня народження член-кореспондента НАН України, проф. Яснія П.В. (МДСМК-2022), Тернопіль, Україна, 2022 р.

Результати досліджень доповідались та обговорювались на наукових семінарах кафедри комп'ютерно-інтегрованих оптичних та навігаційних систем Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Паздрій О.Я. визнана оригінальною роботою, яка не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень.

7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача

За результатами досліджень опубліковано 21 наукову публікацію, у тому числі:

- 3 статті у наукових фахових виданнях України (на момент опублікування) за спеціальністю 174 - Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка.

в т.ч. 0 статей у яких число співавторів (разом із здобувачем) більше двох осіб;

- 3 статті у періодичних наукових фахових виданнях проіндексованих у базах Scopus та/або Web of Science Core Collection з зазначенням квартилю видання (якщо такий є);

- 1 свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір;

- 14 тез виступів на наукових конференціях;

1. Бурау Н. І. Фізичне моделювання та діагностика попадання сторонніх предметів в обертову систему / Н. І. Бурау, О. Я. Паздрій // *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. – 2021. – 4sup1. – С. 62–67. DOI: <https://doi.org/10.32620/aktt.2021.4sup1.09> (фахове видання, ISSN 1727-7337)

Здобувачем проведено експериментальне дослідження впливу попадання сторонніх предметів у робоче колесо обертової системи на її роботу;

обґрунтовано і розроблено методики багаторівневого аналізу вібраційних сигналів для діагностики попадання сторонніх предметів у турбіну ГТД.

2. Бурау Н. І. Інтерпретація вібраційних сигналів складної роторної системи на основі фрактального аналізу / Н. І. Бурау, О. Я. Паздрій // *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. – 2019. – № 7. – С. 114–121. DOI: <https://doi.org/10.32620/aktt.2019.7.16> (**фахове видання, ISSN 1727-7337**)

Здобувачем обґрунтовано та розроблено методики застосування фрактального аналізу для інтерпретації вібраційних сигналів робочого колеса ГДТ на стаціонарному та перехідному режимах експлуатації.

3. Паздрій О. Я. Вплив методичних факторів на визначення фрактальних характеристик складних вібраційних сигналів / О. Я. Паздрій // *Вісник Інженерної Академії України*. – 2019. – № 2. – С. 114–121. (**фахове видання до 03.2020, ISSN 2519-8793**)

4. Бурау Н. І. Використання фрактального аналізу частотно-часових спектрів віброакустичних сигналів для діагностики газотурбінних двигунів / Н. І. Бурау, С. Р. Ігнатович, О. Я. Паздрій // *Вісник Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут"*. Сер.: Серія Радіотехніка, Радіоапаратобудування. – 2018. – № 74. – С. 73–83. DOI: <https://doi.org/10.20535/RADAP.2018.74.73-83> (**фахове видання, Web of Science, ISSN 2310-0389**)

Здобувачем на основі проведеного фізичного моделювання обґрунтовано та розроблено методики багаторівневого аналізу вібраційних сигналів для діагностики початкового тріциноподібного пошкодження лопатки обертової системи.

5. Pazardrii O. Vibroacoustic condition monitoring of the complex rotation system based on multilevel signal processing / O. Pazardrii, N. Bouraou // *Vibrations in physical systems*. – 2020. – Vol. 31, no. 2. – 2020224. DOI: <https://doi.org/10.21008/j.0860-6897.2020.2.24> (Scopus, Q 4, ISSN 0860-6897)

Здобувачем проведено експериментальне дослідження впливу дисбалансу на роботу обертової системи; обґрунтовано і розроблено методики багаторівневого аналізу вібраційних сигналів для діагностики дисбалансу обертової системи.

6. Bouraou N. Improvement of the vibration diagnostics of rotation shaft damage based on fractal analysis / N. Bouraou, O. Pavlovskiy, O. Pazardrii // *Vibrations in physical systems*. – 2016. – No. 27. – P. 61–66. – Режим доступу: https://vibsys.put.poznan.pl/journal/2016-27/articles/vibsys_2016-ch07.pdf (**Scopus, Q 3, ISSN 0860-6897**)

Здобувачем обґрунтовано та розроблено методики обробки вібраційних сигналів на основі фрактального аналізу для діагностування початкового тріциноподібного пошкодження валу ротора ГТД.

7. Паздрій О. Я. Вдосконалення бортової системи керування і контролю для багатокласової діагностики авіаційного газотурбінного двигуна / О. Я. Паздрій, Н. І. Бурау // *Міжнародна науково-технічна конференція "Міцність і довговічність сучасних матеріалів та конструкцій"*, присвячена 70-річчю від дня народження член-кореспондента НАН України,

проф. Ясенія Петра Володимировича (Тернопіль, 10-11 листопада 2022 р.): Зб. праць конф. – Тернопіль, 2022. – С. 216–218.

8. Бурау Н. І. Багаторівнева обробка віброакустичних сигналів для діагностики попадання в обертову систему сторонніх предметів / Н. І. Бурау, О. Я. Паздрій // XXVI Міжнародний конгрес двигунобудівників : Тези доп. – Харків, 2021. – С. 80–81.

9. Bouraou N. Vibroacoustic condition monitoring of the complex rotation system based on multilevel signal processing / N. Bouraou, O. Pazdrii // XXIX Conference Vibrations in Physical Systems (VIBSYS 2020), 14–16 October 2020. – P. 53.

10. Паздрій О. Я. Про ефективність обробки діагностичної інформації для багатокласової діагностики складної обертової системи / О. Я. Паздрій // ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи : зб. тез доп. XIX Міжнар. науково-техн. конф., 13–14 трав. 2020 р. – Київ, 2020. – С. 19-20.

11. Паздрій О. Я. Підвищення ефективності дворівневої обробки Інформації для багатокласової системи діагностики Складної обертової системи / О. Я. Паздрій // ПРТК-2020 : зб. тез доп. XIII Міжнар. науково-практ. конф. «Інтегр. інтелект. робототехн. комплекси» (ПРТК-2020)/, Київ, 19–20 трав. 2020 р. – Київ, 2020. – С. 251–252.

12. Бурау Н. И. Интерпретация вибрационных сигналов сложной роторной системы на основе фрактального анализа / Н. И. Бурау, О. Я. Паздрій // XXIV Міжнародний конгрес двигунобудівників : Тези доп : зб. тез доп. XXIV Міжнар. науково-техн. конф., Харків. – Харків, 2019. – С. 34

13. Паздрій О. Я. Порівняльний аналіз методів обробки шумоподібних сигналів для діагностики початкових пошкоджень обертових систем / О. Я. Паздрій // ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи : зб. тез доп. XVIII Міжнар. науково-техн. конф., 15–16 трав. 2019 р. – Київ, 2019. – С. 27-28.

14. Pazdrii O. Two-level signal processing of vibroacoustical signals for condition monitoring of complex rotary systems / O. Pazdrii, N. Bouraou // Proc. of NTSP (2018). – 2018. – P. 164–168. DOI: <https://doi.org/10.23919/NTSP.2018.8524093> (Scopus, ISBN 8080405476)

15. Паздрій О. Я. Застосування дворівневої обробки інформації для діагностики пошкоджень елементів роторних систем / О. Я. Паздрій, Н. І. Бурау // ПРТК-2018 : зб. тез доп. X Міжнар. науково-практ. конф. «Інтегр. інтелект. робототехн. комплекси» (ПРТК-2018)/, Київ, 23–24 трав. 2018 р. – Київ, 2018. – С. 217–218.

16. Паздрій О. Я. Застосування фрактального аналізу для обробки діагностичних зображень / О. Я. Паздрій, Н. І. Бурау // ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи : зб. тез доп. XVII Міжнар. науково-техн. конф., 15–16 трав. 2018 р. – Київ, 2018. – С. 26.

17. Паздрій О. Я. Порівняльний аналіз фрактальних характеристик нестационарного шумоподібного сигналу / О. Я. Паздрій // ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи : зб. тез доп. XVI Міжнар. науково-техн. конф., 16–17 трав. 2017 р. – Київ, 2017. – С. 27.

18. Паздрій О.Я. Застосування фрактального аналізу для покращення вібраційної діагностики пошкоджень вала / О.Я. Паздрій // Погляд у

майбутнє приладобудування: зб. тез доп. ІХ науково-практичної конференції студентів та аспірантів / НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського. -м Київ, (17–18 травня), 2016. – С. 22.

19. Паздрій О.Я. Використання фрактального аналізу для вібраційної діагностики пошкоджень вала / О.Я. Паздрій // Приладобудування та метрологія: сучасні проблеми, тенденції розвитку: зб. тез доп. ІІ Всеукраїнської науково-практичної конференції / ЛНТУ.- Луцьк, (6–7 жовтня), 2016.- С. 68-70.

20. Паздрій О. Я. Моделювання та цифрова обробка нестационарних вібраційних сигналів складної роторної системи / О. Я. Паздрій // Актуальні проблеми автоматики та приладобудування: зб. тез доп. 3-ї Всеукр. наук.-техн. конф / НТУ ХПІ.- Харків, 2016. – С. 25-26.

21. Свідоцтво № 69592 України про реєстрацію авторського права на твір. Комп'ютерна програма «Програма визначення фрактальної характеристики нестационарного процесу» [Текст] Бурау Н.І., Паздрій О.Я., Півторак Д.О. (Україна); заявник та власник Бурау Н.І., Паздрій О.Я., Півторак Д.О. - № 70151; заявл. 04.11.2016; зареєстровано 04.01.2017 р. в Державному реєстрі свідоцтв про реєстрацію авторського права на твір.

Якість та кількість публікацій відповідають «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Паздрій О.Я. «Вдосконалення бортової системи керування і контролю для багатокласової діагностики авіаційного газотурбінного двигуна», що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 17 - Електроніка, автоматизація та електронні комунікації за спеціальністю 174 - Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка, за своїм науковим рівнем, новизною отриманих результатів, теоретичною та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам, що пред'являють до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії, та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми КПІ ім. Ігоря Сікорського Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології зі спеціальності 174 - Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка.

РЕКОМЕНДУВАТИ:

1. Дисертаційну роботу «Вдосконалення бортової системи керування і контролю для багатокласової діагностики авіаційного газотурбінного двигуна», подану Паздрій Ольгою Ярославівною на здобуття наукового ступеня доктора філософії, до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

2. Вченій раді КПІ ім. Ігоря Сікорського утворити разову спеціалізовану вчену раду у складі:

Голова:

доктор технічних наук, професор, професор кафедри автоматизації та систем перуїнівного контролю приладобудівного факультету Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» **Кущ Юрій Васильович;**

Члени:

Рецензенти:

доктор технічних наук, професор, професор кафедри теплової та альтернативної енергетики навчально-наукового інституту атомної та теплової енергетики **Бовсуновський Анатолій Петрович;**

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри динаміки і міцності машин та опору матеріалів навчально-наукового механіко-машинобудівного інституту **Лавренко Ярослав Іванович;**

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри організації авіаційних перевезень Національного авіаційного університету **Шевчук Дмитро Олегович;**

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютеризованих систем управління Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова **Топалов Андрій Миколайович.**

Головуючий на засіданні
заступник завідувача
кафедри, професор кафедри
комп'ютерно-інтегрованих оптичних
та навігаційних систем,
д.т.н., професор



Володимир МИКИТЕНКО

Вчений секретар кафедри
комп'ютерно-інтегрованих оптичних
та навігаційних систем,
к.т.н., доцент



Олексій ПАВЛОВСЬКИЙ