

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”**

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету електроніки

_____ Жуйков В.Я.

“30” _____ 06 _____ 2017 р.

**ПРОГРАМА
навчальної дисципліни**

“КОМП’ЮТЕРНА ОБРОБКА АКУСТИЧНИХ СИГНАЛІВ”

**підготовки магістрів
спеціальності 171 “Електроніка”
що навчаються за програмами професійного спрямування
«Акустичні мультимедійні технології та системи»
денної форми навчання**

Ухвалено методичною комісією
ФЕЛ

Протокол № 06/17 від 30.06.2017 р.

Голова методичної комісії

_____ Найда С. А.

«_____» _____ 2017р.

Київ – 2017

Розробник програми:

професор, д.т.н., професор Продеус Аркадій Миколайович
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім.'я, по батькові)

(підпис)

Програму затверджено на засіданні кафедри акустики та акустоелектроніки

Протокол № 13 від 21.06.2017 р.

Завідувач кафедри

(підпис)

Дідковський В. С.
(ініціали, прізвище)

«_____» 2017 р.

Вступ

Програму навчальної дисципліни «Комп'ютерна обробка акустичних сигналів» складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістрів напрямку 171 «Електроніка», що навчаються за програмами професійного спрямування «Акустичні мультимедійні технології та системи».

Навчальна дисципліна належить до циклу професійної та практичної підготовки.

Предметом навчальної дисципліни є широке коло методів обробки акустичних сигналів різної природи. Такі сигнали зустрічаються, наприклад, при технічному та медичному моніторингу, в завданнях діагностики, прогнозування, управління тощо.

В основі загального підходу, що охоплює різноманітні методи обробки акустичних сигналів, покладено такі математичні та інженерні дисципліни як математичний аналіз, теорія ймовірностей, математична статистика, теорія процесів і систем. Таким чином охоплюється значна частина напрямів розробки систем обробки акустичних сигналів, що дозволяє органічно пов'язати дисципліну «Комп'ютерна обробка акустичних сигналів» «Методи обробки акустичних сигналів» з дисциплінами, що передують: "Ймовірнісні основи обробки даних", "Теорія випадкових процесів", «Теорія процесів і систем», «Методи обробки акустичних сигналів». Дисципліни, що забезпечуються: «Обробка зображень в медицині», «Акустичні інформаційні системи», «Комп'ютерні акустичні системи», «Проектування акустичних приладів та систем», «Захист акустичної інформації».

2. Мета та завдання кредитного модуля

2.1. Метою кредитного модуля є формування у студентів здатностей:

- організації проведення суб'єктивного оцінювання якості сигналів;
- аналізу та синтезу цифрових систем об'єктивного оцінювання якості сигналів;
- системотехнічного підходу до побудови алгоритмів та систем кодування та декодування акустичних сигналів;
- володіння методами корекції акустичних сигналів, спотворених шумом та реверберацією
- володіння основами методик інженерного аналізу, моделювання та розрахунку конкретних акустичних систем та їх елементів;
- володіння знаннями стандартної термінології.

2.2. Основні завдання кредитного модуля.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- методів суб'єктивного оцінювання якості та розбірливості мовних сигналів;
- методів суб'єктивного оцінювання якості музичних сигналів;
- методів об'єктивного оцінювання якості та розбірливості мовних сигналів;
- методів об'єктивного оцінювання якості музичних сигналів;
- методів кодування мовленнєвих сигналів в трактах зв'язку;
- методів відновлення акустичних сигналів, спотворених шумом та реверберацією;
- використання середовища Matlab для моделювання систем оцінювання якості та розбірливості мови, кодування акустичних сигналів та відновлення сигналів, спотворених завадами.

уміння:

- планувати та організовувати суб'єктивне оцінювання якості та розбірливості мовних сигналів та якості музичних сигналів;
- планувати та організовувати об'єктивне оцінювання якості та розбірливості мовних сигналів та якості музичних сигналів;

- будувати карти зв'язку між результатами об'єктивного та суб'єктивного оцінювання якості та розбірливості мовних сигналів та якості музичних сигналів;
- моделювати системи кодування-декодування мовних та музичних сигналів в середовищі Matlab;
- моделювати системи відновлення акустичних сигналів, спотворених шумовою завадою;
- моделювати системи відновлення акустичних сигналів, спотворених реверберацією.

досвід:

- суб'єктивного оцінювання якості та розбірливості мовних сигналів та якості музичних сигналів;
- об'єктивного оцінювання якості та розбірливості мовних сигналів та якості музичних сигналів;
- моделювання систем кодування-декодування мовних та музичних сигналів в середовищі Matlab;
- моделювання систем відновлення акустичних сигналів, спотворених шумом та реверберацією.

2. Структура навчальної дисципліни

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 150 годин/ 5 кредитів ECTS.

Навчальна дисципліна містить кредитні модулі:

- 1) комп'ютерна обробка акустичних сигналів;
- 2) розрахунково-графічна робота.

Рекомендований розподіл навчального часу

Форма навчання	Всього кредитів	Всього годин	Розподіл годин за видами занять							Кількість МКР	Вид індивідуального завдання	Семестрова атестація
			Лекції	Практичні заняття	Семінарські заняття	Лабораторні роботи	Комп'ютерний практикум	СРС				
								Всього	У тому числі на виконання індивідуального завдання			
денна	5	150	54	-	–	–	18	58	22	2	РГР	екз.

3. Зміст навчальної дисципліни

Кредитний модуль 1.

Розділ 1. Акустична експертиза комунікаційних каналів

Тема 1.1. Акустична експертиза, корекція та кодування

Тема 1.2. Чутливість слуху до обмеження смуги частот

Тема 1.3. Чутливість слуху до фазових спотворень сигналів

Тема 1.4. Об'єктивні показники якості мовленнєвих сигналів: SSNR, LSD, BSD та WB-PESQ

Тема 1.5. Розрахунок та вимірювання розбірливості мовлення. Частина 1. Формантний метод

Тема 1.6. Розрахунок та вимірювання розбірливості мовлення. Частина 2. Модуляційний та емпіричний методи

Розділ 2. Кодування акустичних сигналів

Тема 2.1. Загальна структура трактів передачі та запису інформації та місце етапу форматування в цій структурі

Тема 2.2. Непараметричне кодування сигналів. Імпульсна кодова модуляція (ІКМ) із лінійним квантуванням

Тема 2.3. Непараметричне кодування сигналів. Імпульсна кодова модуляція (ІКМ) із нелінійним квантуванням

Тема 2.4. Непараметричне кодування сигналів. Дельта-модуляція

Тема 2.5. Смугові вокодери

Тема 2.6. Фазові вокодери

Тема 2.7. Мовоелементні вокодери. Частина 1. Системи автоматичного розпізнавання мовлення

Тема 2.8. Мовоелементні вокодери. Частина 2. Системи автоматичного синтезу мовлення

Розділ 3. Корекція акустичних сигналів

Тема 3.1. Придушення шумової завади

Тема 3.2. Придушення дії пізньої реверберації

Тема 3.3. Оцінювання спектру шумової завади

Тема 3.4. Сліпе оцінювання часу реверберації

Кредитний модуль 2

Розрахунково-графічна робота (РГР) на тему «Суб'єктивне оцінювання розбірливості мови в каналах зв'язку та в приміщеннях артикуляційним методом».

5. Рекомендований перелік комп'ютерних практикумів

Основні завдання циклу комп'ютерного практикуму полягає в придбанні студентами необхідних практичних навичок із суб'єктивної та об'єктивної акустичної експертизи трактів зв'язку та приміщень, кодування-декодування акустичних сигналів, а також корекції сигналів, спотворених шумом та реверберацією.

Тематика комп'ютерних практикумів:

- Суб'єктивне оцінювання якості мовленнєвих сигналів із обмеженою смугою частот
- Об'єктивне оцінювання якості мовленнєвих сигналів із обмеженою смугою частот
- Суб'єктивне оцінювання якості мовленнєвих сигналів, спотворених за фазою
- Суб'єктивне оцінювання якості музичних сигналів, спотворених за фазою
- Суб'єктивне оцінювання якості мовленнєвих сигналів, спотворених білим, рожевим та коричневим шумом
- Суб'єктивне оцінювання якості мовленнєвих сигналів, спотворених мово-подібним шумом
- Моделювання системи лінійної дельта-модуляції

6. Рекомендовані індивідуальні завдання

В кредитному модулі заплановано виконання розрахунково-графічної роботи (РГР) на тему «Суб'єктивне оцінювання розбірливості мови в каналах зв'язку та в приміщеннях артикуляційним методом». Мета роботи полягає в кращому засвоєнні теоретичних знань та здобуття практичних навичок з акустичної експертизи трактів зв'язку та приміщень.

7. Рекомендована література

7.1. Базова література

1. Б.Скляр. Цифровая связь. – М., Вильямс, 2003. – 1091 с.
2. Рабинер Л.Р., Шафер Р.В. Цифровая обработка речевых сигналов. – М., Радио и связь, 1981. – 494с.
3. Сапожков М.А., Михайлов В.Г. Вокодерная связь. – М.: Радио и связь, 1983. – 247 с.
4. Продеус А., Дидковский В., Дидковская М. Акустическая экспертиза и коррекция коммуникационных каналов. LAP LAMBERT Academic Publishing, OmniScriptum GmbH & Co. KG, Saarbrücken, Deutschland, 2017, ISBN: 978-3-330-04591-0
5. Продеус А.Н. Цифровое кодирование речи: моделирование вокодеров в среде Matlab. - Электроника и связь, тематический выпуск "Проблемы электроники", ч.1, 2006, с. 56-64.
6. Продеус А.Н. Цифровая обработка речевых сигналов. Часть 4. Параметрическое кодирование речи (фазовые вокодеры) / Электронный ресурс: <http://aprodeus.narod.ru/teaching.htm>
7. Применение цифровой обработки сигналов / Под ред. Э. Оппенгейма // М.: Мир, 1980. – 551 с.
8. Дидковский В.С., Дидковская М.В., Продеус А.Н. Акустическая экспертиза каналов речевой коммуникации. Монография. – К., «Имекс-ЛТД», 2008. – 420 с.

7.2. Додаткова література

1. Гельгор А.Л., Гельгор Т.Е., Горлов А.И., Попов Е.А. Общая теория связи. Винеровская фильтрация. Учебное пособие. - С-Пб, Издательство политехнического университета, 2013. - 185 с.
2. Loizou P. Speech enhancement. Theory and Practice. / Second Edition, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2013. - 705 p.
3. Habets E.A.P. Single- and Multi-Microphone Speech Dereverberation using Spectral Enhancement. – PhD dissertation, Eindhoven, 2007. – 257 p.
4. Naylor P., Gaubitch N. Speech Dereverberation. – Springer, 2010. – 399 p.
5. А.Б. Сергиенко. Алгоритмы адаптивной фильтрации: особенности реализации в MATLAB. Exponenta Pro, №1 (1) / 2003. - с.18-28.
6. Haykin S. Adaptive Filter Theory. 5-th ed. Boston: Pearson, 2014. - 913p.
7. Zelinski A microphone array with adaptive post-filtering for noise reduction in reverberant rooms. Proc. Of Int. Conf. Acoust., Speech, and Signal Proces., vol.5, ICASSP-88, New York, IEEE, 11-14 Apr 1988, pp. 2578-2581.
8. K. U. Simmer and J. Bitzer, "Post-Filtering Techniques," in Microphone Arrays, M. Brandstein and D. Ward, Eds., chapter 3, pp.39–60. Springer, Berlin, 2001.
9. Beerends J., Larsen E., Iyer N., Vugt J. Measurement of Speech Intelligibility Based on the PESQ approach. Proceedings of the Workshop Measurement of Speech and Audio Quality in Networks (MESAQIN), Prague, Czech Republic, June 2004.
10. Ma J., Hu Y. and Loizou P. Objective measures for predicting speech intelligibility in noisy conditions based on new band-importance functions. J. Acoust. Soc. Am., Vol. 125, No. 5, May 2009. - P.3387-3405.
11. C.M. Chernick, S. Leigh, K.L. Mills, and R. Toense. Testing the Ability of Speech Recognizers to Measure the Effectiveness of Encoding Algorithms for Digital Speech Transmission. In IEEE International Military Communications Conference (MILCOM), 1999.
12. W.M. Liu, K.A. Jellyman, J.S.D. Mason, and N.W.D. Evans, "Assessment of Objective Measures for Speech Intelligibility Estimation," ICASSP, 2006.
13. W. Jiang, H. Schulzrinne. Speech Recognition Performance as an Effective Perceived Quality Predictor. IEEE Int. Workshop on Quality of Service, pp. 269-275, 2002.
14. Дидковский В.С., Дидковская М.В., Продеус А.Н. Акустическая экспертиза каналов речевой коммуникации. Монография – «Имекс-ЛТД», Киев, 2008.
15. R. Martin, "Noise power spectral density estimation based on optimal smoothing and minimum statistics," IEEE Trans. Speech Audio Process., vol. 9, no. 5, pp. 504–512, 2001.

8. Засоби діагностики успішності навчання

Для діагностики успішності навчання передбачаються:

- дві модульні контрольні роботи з розділів 1 та 2;
- оцінювання захисту лабораторних робіт;
- оцінювання звіту та захисту розрахунково-графічної роботи.

9. Методичні рекомендації

Найбільш поширеним програмним засобом, що буде використовуватися в роботі, є Matlab. Тому слід звернути увагу на особливості обробки звукових даних (особливо етапи вводу-виводу сигналів в ПК) в останніх версіях Matlab.

Ресурси Matlab у вигляді m-файлів досить широко представлено в Інтернеті, що значно полегшує їх використання та розробку на їх основі нових програм. Для більш зручної роботи студентів робочі матеріали та методичні вказівки надаються в електронному вигляді, що робить можливим навчання ще й у дистанційній формі (ресурс Moodle, розділ «Лабораторія акустичної експертизи та корекції» на сайті кафедри акустики та акустoeлектроніки, а також власний сайт А. Продеуса <http://aprodeus.narod.ru/teaching.htm>).