

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Автоматизация измерений в акустическом эксперименте

Уровень высшего образования

Магистратура

Направление подготовки / специальность

02.04.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность образовательной программы

Автоматизация научных исследований

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.07.02 Автоматизация измерений в акустическом эксперименте относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1: Способен руководить научными исследованиями и опытно-конструкторскими разработками, в области информатики и информационных технологий (ФИИТ), и формировать их новые направления в области профессиональной деятельности	ПК-1.1: Знает проблематику и методы научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности ПК-1.2: Имеет навыки выполнения научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности ПК-1.3: Имеет навыки руководства исследованиями и опытно-конструкторскими разработками в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности, и формирования их новых направлений	ПК-1.1: Знать основные методы обработки данных при акустических измерениях ПК-1.2: Уметь проводить эксперименты и осуществлять обработку данных в области акустики с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта ПК-1.3: Уметь планировать и организовывать научно-исследовательский процесс при выполнении НИР	Практическое задание	Зачёт: Практическое задание

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	

аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	0
- КСР	1
самостоятельная работа	75
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0
Общие вопросы акустических измерений	14	4		4	10
Анализ сигналов, получаемых в акустических экспериментах	19	4		4	15
Применение спектрального анализа в акустических измерениях	21	6		6	15
Временная и частотная фильтрация в акустических измерениях	18	8		8	10
Применение программной среды MATLAB для обработки экспериментальных данных, полученных в акустических экспериментах	21	6		6	15
Применение синхронного детектирования в акустических измерениях	14	4		4	10
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	108	32	0	33	75

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Основные единицы физических величин, используемых в акустических измерениях.
2. Настройка приемного акустического оборудования.
3. Особенности спектрального анализа при обработке экспериментальных данных в акустическом эксперименте.
4. Методы выделения акустических сигналов при наличии помех.
5. Спектральные характеристики шумовых акустических сигналов.
6. Применение оконного Фурье преобразование при обработке экспериментальных данных, полученных в акустических измерениях.
7. Применение аналоговых и цифровых фильтров в акустическом эксперименте.
8. Применение синхронного детектирования в акустических экспериментах.

9. Применение спектральных анализаторов при акустических измерениях.
10. Принцип работы автоматизированных комплексов акустических измерений.
11. Основные команды программной среды MATLAB применяемые для обработки экспериментальных данных.
12. Основные характеристики современного цифрового акустического оборудования.
13. Применение корреляционного анализа при обработке экспериментальных данных.
14. Алгоритмы работы измерителей скорости звука.
15. Автоматизированные системы измерений электрических характеристик акустических преобразователей.

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 4 ч.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

<http://www.unn.ru/books/resources.html>

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-1:

1. Основные акустические параметры, измеряемые в экспериментах.
2. Проведение акустических измерений на открытом воздухе. Обработка полученных экспериментальных данных при этих измерениях.
3. Устройство измерительных гидроакустических бассейнов.
4. Основные характеристики акустических сигналов.
5. Учет дифракционных явлений при проведении акустических измерений и обработке экспериментальных данных.
6. Характеристика направленности. Методы измерений и способы обработки полученных данных.
7. Параметрические излучатели и приемники ультразвуковых колебаний.
8. Измерительные трубы. Акустическое оборудование, применяемое при проведении измерений в измерительных трубах.
9. Спектральные характеристики основных видов акустических сигналов.
10. Особенности быстрого преобразования Фурье при обработке экспериментальных данных.
11. Использование временного стробирования при обработке экспериментальных данных.
12. Использование оконного преобразования Фурье при обработке экспериментальных данных.

13. Интерферометрические методы определения скорости звука. Пример алгоритма работы измерителя скорости звука основанного на интерферометрическом методе.
14. Импульсные методы определения скорости звука. Пример алгоритма работы измерителя скорости звука основанного на импульсном методе.
15. Резонансные методы измерения коэффициента поглощения. Пример алгоритма работы измерителя коэффициента поглощения звука основанного на резонансном методе.
16. Импульсные методы измерения коэффициента поглощения. Пример алгоритма работы измерителя коэффициента поглощения звука основанного на импульсном методе.
17. Учет дифракции при измерении скорости звука.
18. Измерение времени реверберации. Акустическое оборудование, применяемое при проведении измерений времени реверберации.
19. Измерение коэффициента отражения.
20. Измерение вибрации твердых тел. Акустическое оборудование, применяемое при проведении измерений вибрации.
21. Дифракционные постоянные приемников и излучателей звука.
22. Принцип взаимности.
23. Фокусирующие излучатели звука.
24. Характеристики чувствительности приемного акустического оборудования.
25. Акустические эксперименты в интенсивных акустических полях. Особенности обработки данных.

Критерии оценивания (оценочное средство - Практическое задание)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показывает минимальный уровень теоретических знаний, делает существенные ошибки. Студент самостоятельно не выполнил лабораторное практическое задание. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 50 до 70%.
не зачтено	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Студент самостоятельно не выполнил лабораторное практическое задание. Выполнение контрольных экзаменационных заданий до 50%.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний	Уровень знаний ниже	Минимально	Уровень знаний в	Уровень знаний в	Уровень знаний в	Уровень знаний в

	теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	минимальных требований. Имели место грубые ошибки	допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»

не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Провести обработку данных полученных при акустических измерениях шумового сигнала в воздухе, используя программный пакет (по выбору студента) на персональном компьютере. Результаты обработки представить в виде осциллограмм и спектральных характеристик сигналов.
2. Провести обработку данных полученных при акустических измерениях импульсного сигнала в воздухе, используя программный пакет (по выбору студента) на персональном компьютере. Результаты обработки представить в виде осциллограмм и спектральных характеристик сигналов.
3. Провести обработку данных полученных при акустических измерениях мультисигнального сигнала в воздухе, используя программный пакет (по выбору студента) на персональном компьютере. Результаты обработки представить в виде осциллограмм и спектральных характеристик сигналов.
4. Провести обработку данных полученных при акустических измерениях времени реверберации в помещении лаборатории, используя программный пакет (по выбору студента) на персональном компьютере. Результаты обработки представить в виде осциллограмм и спектральных характеристик сигналов. Из результатов обработки оценить значение времени реверберации.
5. Провести обработку данных полученных при акустических измерениях по обнаружению слабого акустического сигнала на фоне шума, используя программный пакет (по выбору студента) на персональном компьютере. Для выделения слабого сигнала применить при обработке оптимальный электронный фильтр, учитывая, что искомый слабый сигнал имеет несущую частоту выше 25 кГц.
6. Провести обработку данных полученных при акустических измерениях по обнаружению слабого акустического сигнала на фоне шума, используя программный пакет (по выбору студента) на персональном компьютере. Для выделения слабого сигнала применить при обработке оптимальный электронный фильтр, учитывая, что искомый слабый сигнал расположен в диапазоне частот от 4 до 7 кГц.
7. Провести обработку данных полученных при акустических измерениях по обнаружению слабого акустического сигнала на фоне шума, используя программный пакет (по выбору студента) на персональном компьютере. Для выделения слабого сигнала применить при обработке оптимальный электронный фильтр, учитывая, что искомый слабый сигнал расположен в диапазоне частот от 5 до 2 кГц.
8. Провести обработку данных полученных при акустических измерениях по обнаружению слабого акустического сигнала на фоне шума, используя программный пакет (по выбору студента) на персональном компьютере. Для выделения слабого сигнала применить временную фильтрацию, зная, что время прихода искомого сигнала соответствует интервалу времени от 20 до 30 мс.

9. Провести обработку данных полученных при акустических измерениях характеристики направленности микрофона, используя программный пакет (по выбору студента) на персональном компьютере. Результаты обработки представить в виде осциллограмм и графика характеристики направленности.
10. Провести обработку данных полученных при акустических измерениях характеристики чувствительности микрофона, используя программный пакет (по выбору студента) на персональном компьютере. Результаты обработки представить в виде осциллограмм и графика характеристики чувствительности.
11. Провести обработку данных полученных при акустических измерениях скорости звука в воздухе (импульсным методом), используя программный пакет (по выбору студента) на персональном компьютере. При обработке применить корреляционный анализ. По результатам обработки вычислить значение скорости звука.
12. Провести обработку данных полученных при акустических измерениях скорости звука в воде (импульсным методом), используя программный пакет (по выбору студента) на персональном компьютере. При обработке применить корреляционный анализ. По результатам обработки вычислить значение скорости звука.
13. Провести обработку данных полученных при акустических измерениях скорости звука в воздухе (интерферометрическим методом), используя программный пакет (по выбору студента) на персональном компьютере. По результатам обработки вычислить значение скорости звука.
14. Провести обработку данных полученных при акустических измерениях скорости воздушного потока, создаваемого вентилятором, используя программный пакет (по выбору студента) на персональном компьютере. При обработке применить корреляционный анализ. По результатам обработки вычислить значение скорости потока воздуха.
15. Провести обработку данных полученных при акустических измерениях в интенсивных акустических полях, используя программный пакет (по выбору студента) на персональном компьютере. Результаты обработки данных представить в виде осциллограмм и спектральных характеристик зарегистрированных сигналов.
16. Провести обработку данных полученных при акустических измерениях распределения акустического поля создаваемого плоским излучателем, используя программный пакет (по выбору студента) на персональном компьютере. Результаты обработки данных представить в виде графика пространственного распределения амплитуды акустического давления сигнала вдоль акустической оси излучателя.
17. Провести обработку данных полученных при акустических измерениях распределения акустического поля создаваемого сферическим излучателем, используя программный пакет (по выбору студента) на персональном компьютере. Результаты обработки данных представить в виде графика пространственного распределения амплитуды акустического давления сигнала вдоль акустической оси излучателя.
18. Провести обработку данных полученных при акустических измерениях распределения амплитуды колебательной скорости на поверхности плоского излучателя, используя программный пакет (по выбору студента) на персональном компьютере. Результаты обработки данных представить в виде графика распределения амплитуды колебательной скорости сигнала вдоль радиальной координаты.
19. Провести обработку данных полученных при акустических измерениях амплитудно-частотной характеристики плоского излучателя, используя программный пакет (по выбору студента) на персональном компьютере. Результаты обработки данных представить в виде графика АЧХ (колебательная скорость в зависимости от частоты и акустическое давление в зависимости от частоты).
20. Провести обработку данных полученных при акустических измерениях чувствительности пьезоакселерометра, используя программный пакет (по выбору студента) на персональном

компьютере. Результаты обработки данных представить в виде графика зависимости чувствительности датчика от частоты.

Критерии оценивания (оценочное средство - Практическое задание)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показывает минимальный уровень теоретических знаний, делает существенные ошибки. Студент самостоятельно не выполнил лабораторное практическое задание. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 50 до 70%.
не зачтено	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Студент самостоятельно не выполнил лабораторное практическое задание. Выполнение контрольных экзаменационных заданий до 50%.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Макс Жак. Методы и техника обработки сигналов при физических измерениях : пер. с фр. А. Ф. Горюнова, А. В. Крянева : в 2 т. Т. 1. Основные принципы и классические методы / под ред. Н. Г. Волкова. - М. : Мир, 1983. - 311 с. : ил. - 1.50., 10 экз.
2. Макс Жак. Методы и техника обработки сигналов при физических измерениях : пер. с фр. Ю. В. Пяткова [и др.] : в 2 т. Т. 2. Техника обработки сигналов. Применения. Новые методы / под ред. Н. Г. Волкова. - М. : Мир, 1983. - 256 с. : ил. - 1.30., 12 экз.

Дополнительная литература:

1. Умняшкин С.В. Основы теории цифровой обработки сигналов : учебное пособие / Умняшкин С.В. - Москва : Техносфера, 2021. - 550 с. - ISBN 978-5-94836-617-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=808584&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

<http://www.unn.ru/books/resources.html>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, специализированным оборудованием: Для обучения дисциплине имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, лабораторного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории, компьютерным оборудованием.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с

возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 02.04.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Автор(ы): Дерябин Михаил Сергеевич, кандидат физико-математических наук.

Рецензент(ы): Болховская О.В..

Заведующий кафедрой: Гурбатов Сергей Николаевич, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 18.12.2023, протокол № 09/23.