

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**

Спецлаборатории по акустике

---

Уровень высшего образования

Магистратура

---

Направление подготовки / специальность

03.04.03 - Радиофизика

---

Направленность образовательной программы

Акустика

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.07 Специальные лаборатории по акустике 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
УК-2: Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1: Понимает структуру жизненного цикла проекта УК-2.2: Организует жизненный цикл проекта в соответствии с его спецификой	УК-2.1: Знать: основы управления проектом на всех этапах его жизненного цикла на примере лабораторного эксперимента. Уметь: использовать структуру жизненного цикла проекта для проведения лабораторного акустического эксперимента Владеть: навыками разработки всех этапов лабораторного эксперимента.  УК-2.2: Знать: методы подготовки, проведения, обработки результатов и написания отчета для лабораторного эксперимента. Уметь: организовать проведение лабораторного акустического эксперимента в коллективе Владеть: навыками организации всех этапов лабораторного эксперимента.	Опрос	Зачёт: Отчет по лабораторным работам
ПК-1: Способен анализировать и обрабатывать научную информацию и результаты исследований в области акустики и	ПК-1.1: Применяет принципы сбора и анализа информации, рассматривает и оценивает современные научные достижения, а также генерирует новые идеи при решении исследовательских	ПК-1.1: Знать основы фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимыми для проведения лабораторного акустического эксперимента. Уметь свободно	Собеседование	Зачёт: Отчет по лабораторным работам

радиофизики при решении задач своей профессиональной деятельности	и практических задач ПК-1.2: Работает с большим объемом данных, систематизирует и анализирует информацию, полученную из различных источников, в том числе с использованием современных информационных и коммуникационных технологий	ориентироваться в фундаментальных аспектах физики и радиофизики, необходимыми для проведения лабораторного акустического эксперимента.  ПК-1.2: Владеть базовыми навыками оценки современных научных достижений, а также генерации новые идеи при решении исследовательских и практических задач в ходе проведения лабораторного акустического эксперимента.		
ПК-2: Способен выполнять теоретические и экспериментальные исследования и разработки по отдельным разделам тем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области акустики и радиофизики и оформлять их результаты	ПК-2.1: Анализирует современное состояние исследований в области акустики и радиофизики, современные подходы к описанию и моделированию различных физических явлений и оценке полученных результатов ПК-2.2: Выбирает и применяет аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы исследования в соответствии с типом поставленной задачи ПК-2.3: Участвует в планировании, подготовке и проведении НИР ПК-2.4: Анализирует полученные данные, формулирует выводы и рекомендации по отдельным разделам тем в области акустики и радиофизики	ПК-2.1: Знать современное состояние исследований в области акустики и радиофизики для проведения лабораторного акустического эксперимента. Уметь использовать знания о современном состоянии исследований в области акустики и радиофизики для моделирования различных физических явлений.  ПК-2.2: Знать экспериментальные методы исследования в области гидродинамики и акустики. Владеть экспериментальными методами исследований в области акустики и радиофизики.  ПК-2.3: Уметь самостоятельно ставить задачи и выбирать экспериментальные методы их решения в области гидродинамики и акустики.  ПК-2.4: Владеть навыками оценки полученных в ходе проведения лабораторных исследований оригинальных результатов.	Собеседование	Зачёт: Отчет по лабораторным работам

ПК-3: Способен разрабатывать и подготавливать составные части документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок	<p>ПК-3.1: Использует знание нормативных документов для составления заявок, грантов, проектов НИР, применяет заданные требования и правила при оформлении рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях</p> <p>ПК-3.2: Представляет результаты НИР академическому и бизнес-сообществу</p> <p>ПК-3.3: Участвует в составлении и подаче конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности Радиофизика</p>	<p>ПК-3.1:</p> <p>Знать: требования и правила представлений результатов экспериментальных исследований.</p> <p>Уметь: составлять отчет по результатам лабораторных исследований, включая все необходимые части документации.</p> <p>ПК-3.2:</p> <p>Знать способы представления результатов экспериментальных научных исследований.</p> <p>Уметь самостоятельно изложить полученные экспериментальные результаты на языке, понятном академическому или бизнес-сообществу.</p> <p>Владеть опытом наглядного представления результатов экспериментальных исследований в области акустики и гидродинамики.</p> <p>ПК-3.3:</p> <p>Владеть: навыками представления результатов экспериментальных исследований согласно нормативным документам.</p>	Собеседование	Зачёт: Отчет по лабораторным работам
---	--	--	---------------	---

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>2</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>72</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>0</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>32</b>
- КСР	<b>1</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>39</b>

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/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Введение	3		2	2	1
Обтекание воздушным потоком кругового цилиндра	35		16	16	19
Обтекание воздушным потоком профиля крыла	33		14	14	19
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	0	32	33	39

#### Содержание разделов и тем дисциплины

##### Введение

Метод физического моделирования как важный экспериментальный метод исследования в акустике и гидродинамике.

##### 1. Лабораторная работа "Обтекание воздушным потоком кругового цилиндра"

1.1. Критерии гидродинамического подобия.

1.2. Принцип обратимости явлений обтекания.

1.3. Основные уравнения гидродинамики.

1.4. Обтекание плоским воздушным потоком цилиндрических тел.

1.5. Описание потенциальных течений с помощью комплексного потенциала.

1.6. Распределение скорости и давления по поверхности обтекаемого цилиндра.

1.7. Коэффициент давления.

1.8. Микроанометр многодиапазонный с наклонной трубкой.

1.9. Экспериментальные методы аэродинамических исследований.

1.10. Экспериментальный Аэростенд ТМЖ-1М.

1.10. Приемники статического и полного давления.

1.11. Лабораторная установка для изучения закономерностей обтекания воздушным потоком цилиндра.

##### 2. Лабораторная работа "Обтекание воздушным потоком профиля крыла"

2.1. Лабораторная установка для изучения закономерностей обтекания воздушным потоком крыла.

2.2. Экспериментальные методы определения параметров сложных гидро и аэродинамических потоков.

2.3. Подъемная сила. Формула Жуковского.

2.4. Обтекание крыла потоком несжимаемой жидкости.

2.5. Точка полного торможения потока.

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 - 32 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.

Грязнова И.Ю., Мартыанов А.И. "ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ОБТЕКАНИЯ ЦИЛИНДРА И КРЫЛА ВОЗДУШНЫМ ПОТОКОМ НА АЭРОСТЕНДЕ ТМЖ-1М". Электронное учебно-методическое пособие. 2012. 60 с. Фонд образовательных электронных изданий ННГУ <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 - Опрос) для оценки сформированности компетенции УК-2:**

1. Метод физического моделирования как важный экспериментальный метод исследования в акустике и гидродинамике.
2. Критерии гидродинамического подобия.
3. Принцип обратимости явлений обтекания.
4. Экспериментальные методы определения параметров гидро и аэродинамических потоков.
5. Основные уравнения гидродинамики.

#### **Критерии оценивания (оценочное средство - Опрос)**

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно»
не	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно»

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	

### 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ПК-1:

1. Обтекание плоским воздушным потоком цилиндрических тел.
2. Описание потенциальных течений с помощью комплексного потенциала.
3. Распределение давления по поверхности цилиндра, обтекаемого однородным плоским потоком идеальной несжимаемой жидкости.
4. Поле скоростей в окрестности цилиндра при обтекании его плоским потоком идеальной жидкости.
5. Влияние циркуляции на характер распределения давления на поверхности жесткого цилиндра при его ламинарном обтекании плоским потоком.

### 5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ПК-2:

1. Коэффициент давления.
2. Подъемная сила. Формула Жуковского.
3. Обтекание крыла потоком несжимаемой жидкости.
4. Точка полного торможения потока.
5. Экспериментальные методы аэродинамических исследований.

### 5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ПК-3:

1. Описание основных узлов и принципов работы Аэростенда ТМЖ-1М.
1. Описание лабораторной установки для изучения закономерностей обтекания воздушным потоком цилиндра.
1. Описание лабораторной установки для изучения закономерностей обтекания воздушным потоком крыла.
1. Описание принципа работы микроманометра многодиапазонного с наклонной трубкой.
1. Сравнение принципов работы приемников статического и полного давления.

1. Составление отчета по лабораторной работе «Исследование закономерностей обтекания плоским воздушным потоком цилиндрических тел»
1. Составление отчета по лабораторной работе «Обтекание воздушным потоком кругового цилиндра»

### Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно»
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно»

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

### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатор достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в 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	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущест	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов



			не в полном объеме	в полном объеме, но некоторые с недочетами	некоторые с недочетами	енными недочетам и, выполнены все задания в полном объеме	
<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 некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован 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 - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции УК-2

1. План проведения лабораторного эксперимента.
2. Блок-схема экспериментальной установки.

3. Особенности работы на аэростенде. Требования безопасности.
4. Приборы, входящие в лабораторную установку.
5. Методика проведения модельных лабораторных экспериментов.

### **5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-1**

1. Теоретические расчеты скорости и давления при обтекании цилиндра потенциальным потоком идеальной несжимаемой жидкости.
2. Различные режимы обтекания цилиндра.
3. Расчеты обтекания крыла воздушным потоком.
4. Присоединенный вихрь. Подъемная сила.
5. Различные режимы обтекания крыла.

### **5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-2**

1. Провести измерение распределения давления по поверхности цилиндра при обтекании его плоским потоком при трех различных значениях скоростей набегающего потока.
2. Исследовать зависимость разности давлений при углах  $0^\circ$  и  $180^\circ$  от скорости набегающего потока.
3. В полярных координатах построить диаграмму распределения давления в зависимости от угла между направлением на точку наблюдения и вектором скорости набегающего потока.
4. Провести измерение распределения давления по поверхности крылового профиля при различных углах атаки, включая нулевой угол и двух углов в диапазоне от  $3^\circ$  до  $6^\circ$  и от  $15^\circ$  до  $20^\circ$  градусов.
5. По полученным экспериментальным результатам построить диаграмму распределения давления по поверхности крыла.
6. Провести оценку подъемной силы крыла и её зависимости от угла атаки.

### **5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-3**

1. Сопоставить результаты лабораторного эксперимента с теорией.
2. Составить отчет по результатам экспериментальной работы «ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ОБТЕКАНИЯ ПЛОСКИМ ВОЗДУШНЫМ ПОТОКОМ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ТЕЛ»
3. Составить отчет по результатам экспериментальной работы «ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ОБТЕКАНИЯ ПЛОСКИМ ВОЗДУШНЫМ ПОТОКОМ ПРОФИЛЯ КРЫЛА»

## Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно»
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно»

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

Основная литература:

1. Грязнова Ирина Юрьевна. Экспериментальные исследования закономерностей обтекания цилиндра и крыла воздушным потоком на аэростенде ТМЖ-1М : учебно-методическое пособие / И. Ю. Грязнова, А. И. Мартъянов ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2012. - 60 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=851218&idb=0>.
2. Основы механики сплошных сред : учебно-методическое пособие / В. В. Курин, И. Ю. Грязнова, А. В. Клемина, А. И. Мартъянов ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2011. - 88 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=851265&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Гурбатов Сергей Николаевич. Лекции по механике сплошных сред : учеб. пособие / С. Н. Гурбатов ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского, Радиофиз. фак. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2023. - 137 с. : рис. - ISBN 978-5-91326-797-9., 51 экз.
2. Сборник задач по механике сплошных сред: гидромеханика и акустика : учеб. пособие / ННГУ. - Н. Новгород : Изд-во Нижегород. гос. ун-та, 2006. - 93 с. - В надзаг.: Национальный проект "Образование". Инновационная программа Нижегородского университета: Образовательно-научный центр "Информационно-телекоммуникационные системы: физические основы и математическое обеспечение". - ISBN 5-85746-918-X : 15.00., 193 экз.

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, компьютерами, специализированным оборудованием: Аэростенд ТМЖ-1М.

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 ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 03.04.03 - Радиофизика.

Автор(ы): Грязнова Ирина Юрьевна, кандидат физико-математических наук, доцент.

Рецензент(ы): Болховская Олеся Викторовна, кандидат физико-математических наук.

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

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