

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

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.02 Специальные лаборатории 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 основы фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач численного моделирования в акустике и гидродинамике. ПК-1.2: Уметь свободно ориентироваться в фундаментальных аспектах физики и радиофизики, необходимыми для решения задач численного моделирования в акустике и гидродинамике. ПК-1.3: Уметь самостоятельно ставить задачи и выбирать численные методы их решения.	Задачи	Зачёт: Задания
ПК-5: Способен демонстрировать общенаучные базовые знания математических и естественных наук, фундаментальной информатики и информационных	ПК-5.1: Знает основы научно-исследовательской деятельности в области информационных технологий, владеет знанием основ философии и методологии науки; знанием методов научных исследований и навыками их	ПК-5.1: Уметь: решать численно задачи линейной акустики неоднородных сред с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта.. ПК-5.2:	Задания	Зачёт: Задания

технологий; способен применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и методы параллельной обработки данных, операционные системы, электронные библиотеки и пакеты программ, сетевые технологии	проведения ПК-5.2: Умеет применять полученные знания в области фундаментальных научных основ теории информации и решать стандартные задачи в собственной научно- исследовательской деятельности ПК-5.3: Имеет практический опыт научно- исследовательской деятельности в области информационных технологий	Знать способы представления результатов научных исследований. Уметь самостоятельно изложить полученные научные результаты на языке, понятном академическому или бизнес-сообществу. ПК-5.3: Владеть опытом наглядного представления результатов численных исследований в области акустики и гидродинамики.		
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

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	0
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- 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	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Ультразвуковая эхолокация биологических тканей и жидкостей Исследование акустического интерферометра постоянной длины	107	32	0	32	75

Определение модуля сдвиговой упругости биологических тканей по результатам измерения их динамической жесткости Ультразвуковые исследования на акустической системе Verasonics					
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	108	32	0	33	75

Содержание разделов и тем дисциплины

Ультразвуковая эхолокация биологических тканей и жидкостей
Исследование акустического интерферометра постоянной длины
Определение модуля сдвиговой упругости биологических тканей по результатам измерения их динамической жесткости
Ультразвуковые исследования на акустической системе Verasonics

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.

1. ЭЛАСТОГРАФИЯ СДВИГОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МЯГКИХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ: Составители: Демин И.Ю., Прончатов-Рубцов Н.В. Учебно-методические материалы для магистрантов и аспирантов Исследовательской школы «Колебательно-волновые процессы в природных и искусственных средах». – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2014. – 114 с. (электронное издание ННГУ)
2. Клемина А.В., Демин И.Ю., Прончатов-Рубцов Н.В. Медицинская акустика: ультразвуковая диагностика медико-биологических сред. Учебно-методическое пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2011. – 124 с. (электронное издание ННГУ)

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 - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-1:

Лабораторная работа 1: «Ультразвуковая эхолокация биологических тканей и жидкостей»

Задания для выполнения лабораторной работы:

1. Ознакомиться с установкой, аппаратным и программным обеспечением.
2. Измерить скорость звука в жидкости.
3. Измерить изменение скорости звука при изменении температуры
4. Измерить поперечное распределение пространственной чувствительности
5. Получить эхограммы типа «В» искусственных объектов (фантомов)

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Удовлетворительное знание содержания курса: В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами или хотя бы минимальный уровень теоретических знаний. Студент делает ошибки при ответе, но при ответах на наводящие вопросы, может правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ.
не зачтено	Неудовлетворительное знание содержания курса: Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-5:

Лабораторная работа 2: «Исследование акустического интерферометра постоянной длины»

Задания для выполнения лабораторной работы:

1. Трижды промыть дозатором 20-200 мкл оба канала акустического анализатора дистиллированной водой. Залить дистиллированную воду в обе акустические ячейки. Включить акустический анализатор. Прогрев 30 минут.
2. Подготовить (вынуть из холодильника) раствор соли NaCl (0.9 % физиологический раствор) и соли Na₂HCO₃ (2% раствор пищевой соды).
3. Приготовить раствор лиофилизированной сыворотки животного происхождения - Биоконт С. Открыть стеклянный пузырек, медленно залить в него 3 мл дистиллированной воды дозатором 100-1000 мкл. Растворить сыворотку, аккуратно вращая пузырек с сывороткой в руках. С приготовленной сывороткой обращаться осторожно, и хотя она не представляет биологической опасности для человеческого организма, после выполнения лабораторной работы тщательно вымыть руки с мылом.

4. Повести калибровку акустического анализатора по дистиллированной воде в соответствии с пунктом «Режим калибровки» данного описания.
5. Калибровка анализатора по дистиллированной воде выполняется 5 раз. Зафиксировать средние значения калибровочных частот и ширин резонансных кривых обоих каналов, а также отклонения этих величин от среднего.
6. В диапазоне частот 5.9-6.7 МГц вывести на панели анализатора (рис. 7) в режиме сканирования амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) сначала канала 1, зафиксировать АЧХ этого канала в файле (кнопка «PrtSc» клавиатуры и записать в графический редактор), затем тоже самое выполнить для канала 2.
7. Рассчитать номера резонансных пиков каждого из каналов с дистиллированной водой.
8. После двух промывок залить в акустические ячейки 0.9% физиологический раствор, после 40-50 сек термостатирования вывести на панель анализатора в режиме сканирования АЧХ последовательно обоих каналов с 0.9 % физиологическим раствором, зафиксировать и рассчитать номера резонансных пиков и по формуле определить АКП 0.9 % физиологического раствора для всех пиков (с номерами соответствующих пикам в воде) в диапазоне 5.9-6.7 МГц.
9. После двух промывок залить в акустические ячейки 2 % раствор Na_2HCO_3 , после 40-50 сек термостатирования вывести на панель анализатора в режиме сканирования АЧХ последовательно обоих каналов с 2 % раствором Na_2HCO_3 , зафиксировать и рассчитать номера резонансных пиков и по формуле определить АКП 2 % раствора Na_2HCO_3 для всех пиков (с номерами соответствующих пиков в воде) в диапазоне 5.9-6.7 МГц.
10. Удалить 2 % раствор Na_2HCO_3 из акустических ячеек, дважды промыть сывороткой крови Биоконт С обе ячейки и аккуратно (без пузырьков) залить сыворотку в ячейки. Выполнить те же операции и расчеты, что и с предыдущими растворами. Для сыворотки все действия выполнить трижды.
11. Удалить сыворотку крови из акустических ячеек анализатора. Десять раз промыть обе акустические ячейки дистиллированной водой. Залить двойной объем дистиллированной воды в обе акустические ячейки.
12. Выключить ноутбук и акустический анализатор.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Удовлетворительное знание содержания курса: В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами или хотя бы минимальный уровень теоретических знаний. Студент делает ошибки при ответе, но при ответах на наводящие вопросы, может правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ.
не зачтено	Неудовлетворительное знание содержания курса: Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора.

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 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	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 - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-1

Лабораторная работа 4: «Ультразвуковые исследования на акустической системе Verasonics»

Задания для выполнения лабораторной работы:

1. Система Verasonic программируется путём формирования набора объектов, которые, когда связываются вместе, формируют объект Sequence.
2. Когда этот скрипт выполняется, он создаёт файл двоичных данных, содержащий все структуры объектов и информацию по программированию, в формате файла .mat Matlab. 3. Затем этот файл может быть загружен в систему программой-загрузчиком (текущее название: VSX), который запускается как обычный скрипт в среде Matlab. Программа-загрузчик выполняет проверку некоторых структур, прочитанных из .mat-файла, добавляет некоторые параметры, необходимые для программирования аппаратных средств VDAS и делает доступным GUI, окно дисплея (если оно задано).
4. Начало работы:
 - Подключить датчик в левый порт. Излучатель вставить в штатив.
 - Включить усилитель кнопкой на передней панели.

- Включить Verasonics кнопкой на задней панели.
- Включить компьютер-хост, запустить MATLAB.

5. Проведение измерения:

- В начале опыта объект исследования рассматривается на стандартном bscan (рис 2.) . Для этого набрать последовательность команд:

```
>>VSX
```

```
>>L7_4_flash_4B
```

- После выбора точки создается .mat-файл с параметрами для генерации импульса. Для этого запускается программа SetupRelaxationHIFU, в появившееся окно вводится нужная координата у. По последовательности команд:

```
>>VSX
```

```
>>Relaxation
```

- Анализ данных

Для анализ данных используются два программных интерфейса. Один из них находит скорость сдвиговой волны, используя .mat-файлы измерений (скрипт Interface1). Другой выводит промежуточную стадию нахождения скорости – зависимость смещения от времени (скрипт Gui for relaxation).

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-5

Лабораторная работа 3: «Определение модуля сдвиговой упругости биологических тканей по результатам измерения их динамической жесткости»

Задания для выполнения лабораторной работы:

1. Провести серию измерений средствами АПК “Вискоэластометр”:

- проверить выполнение калибровок и, при необходимости, обновить их;
- выполнить записи свойств предплечья для каждого участника лабораторной работы при силе прижатия индентера 20 ± 2 г с пятикратным повторением поджатия индентера к каждой отмеченной точке в каждом фиксированном состоянии;
- зарегистрировать свойства расслабленного сгибателя кисти в двух отмеченных точках (предплечье должно стоять вертикально, опираясь локтем на стол, кисть должна быть расслабленной и свисать почти горизонтально);
- зарегистрировать свойства напряженного сгибателя кисти в этих же двух точках (предплечье должно стоять вертикально, опираясь локтем на стол, кисть должна быть также ориентирована вертикально и сжата в кулак).

2. Провести измерения толщины слоя мягких тканей в выбранных точках измерений у всех участников лабораторной работы средствами УЗ сканера (см. п.1.4), записать результаты измерений и ввести впоследствии в соответствующие Excel - файлы.

3. Провести обработку результатов измерений:

- средствами АПК “Вискоэластометр” найти средние значения упругости и вязкости в каждом поджатии к каждой точке каждого испытуемого в каждом состоянии, усредненные данные сохранить в отдельных файлах;
- ввести данные в MS Excel, определить средние и погрешности средних по каждому состоянию тканей в каждой точке каждого испытуемого;
- найти значимости различий свойств тканей в одном состоянии в двух точках;
- найти значимости различий свойств тканей в разных состояниях в каждой точке;
- найти значимости различий свойств тканей в одном состоянии между разными людьми;
- провести сопоставление упругости и вязкости тканей с их толщиной по всей группе;
- найти средние и погрешности средних по всей группе для расслабленного состояния тканей для каждой точки.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Удовлетворительное знание содержания курса: В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами или хотя бы минимальный уровень теоретических знаний. Студент делает ошибки при ответе, но при ответах на наводящие вопросы, может правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ.
не зачтено	Неудовлетворительное знание содержания курса: Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора.

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

Основная литература:

1. Применение ультразвука в медицине : Физические основы : пер. с англ. / под ред. К. Хилла. - М. : Мир, 1989. - 567 с. - 5.40., 1 экз.
2. Ультразвук в медицине. Физические основы применения / под ред. К. Хилла, Дж. Бэмбера, Г. тер Хаар ; пер. с англ. под ред. Л. Р. Гаврилова, В. А. Хохловой и О. А. Сапожникова. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Физматлит, 2008. - 544 с. - Предм. указ.: с. 518 - 539. - ISBN 978-5-9221-0894-2 (рус.) : 160.00., 2 экз.

Дополнительная литература:

1. Гурбатов С. Н. Ультразвуковая эластография: аналитическое описание различных режимов и технологий, физическое и численное моделирование сдвиговых характеристик мягких биологических тканей : учебно-методическое пособие / Гурбатов С. Н., Демин И. Ю., Прончатов-

Рубцов Н. В. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2015. - 115 с. - Рекомендовано методической комиссией радиофизического факультета для аспирантов ННГУ, обучающихся по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия» (направленности 01.04.06 «Акустика», 01.04.03 «Радиофизика») и магистрантов ННГУ, обучающихся по направлениям подготовки 03.03.03 «Радиофизика», 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии». - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Медицина., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=729831&idb=0>.

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

<https://limu.msu.ru/content/lekcii-video-i-prezentacii>

<https://teach-in.ru/>

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: Для обучения дисциплине имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного 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): Демин Игорь Юрьевич, кандидат физико-математических наук, доцент.

Рецензент(ы): Жуков Сергей Николаевич, 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.