

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный универси-
тет им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан радиофизического факультета
д.ф.-м.н., профессор
Матросов В.В.

" 27 " июня 2018 г.

Рабочая программа дисциплины

Информационные технологии в акустическом эксперименте

Уровень высшего образования
бакалавриат

Направление подготовки
02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии»

Направленность образовательной программы
«Информационные системы и технологии»

Квалификация (степень)
бакалавр

Форма обучения
очная

Нижний Новгород

2018 год

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Информационные технологии в акустическом эксперименте» относится к дисциплинам выбора вариативной части основной образовательной программы 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» на радиофизическом факультете ННГУ. Дисциплина по выбору, рекомендована к освоению в 6 семестре 3 курса и 7-8 семестрах 4 курса.

Целями освоения дисциплины являются:

- изучение основных методов акустических измерений;
- изучение основных численных методов анализа акустических волн;
- математическая обработка сигналов, получаемых от первичных измерительных преобразователей, с использованием современных методов анализа и преобразования сигналов;
- формирование профессиональной культуры экспериментальных радиофизических измерений, под которой понимаются готовность и способность использовать в профессиональной деятельности приобретенную в ходе выполнения лабораторных работ совокупность знаний, умений и навыков.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (Код компетенции, этап формирования)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК-3: Способность использовать современные инструментальные и вычислительные средства. Этап формирования базовый	З1 (ПК-3) Знать методы акустических измерений. У1 (ПК-3) Уметь применять методы акустических измерений и информационные технологии при анализе ультразвуковых волн в различных средах В1 (ПК-3) Владеть методами акустических измерений и компьютерных технологий при анализе ультразвуковых волн в различных средах

3. Структура и содержание дисциплины «Информационные технологии в акустическом эксперименте»

Объем дисциплины составляет 7 зачетных единиц, всего 252 часа, из которых 95 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (92 – лабораторные занятия, 3 часа – мероприятия текущего контроля успеваемости), 157 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Студенты выполняют по одной лабораторной работе в 6-7 семестрах («Ультразвуковая эхо-локация биологических тканей и жидкостей» и «Исследование акустического интерферометра постоянной длины»), две лабораторные работы в 8 семестре («Определение модуля сдвиговой упругости биологических тканей по результатам измерения их динамической жесткости» и «Ультразвуковые исследования на акустической системе Verasonics»).

Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	В том числе																	
	Всего (часы)			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы												Самостоятельная работа обучающихся, часы		
				Занятия лекционного типа			Занятия семинарского типа			Занятия лабораторного типа			Всего					
	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное
1. Ультразвуковая эхолокация биологических тканей и жидкостей	62									24			24			38		
2. Исследование акустического интерферометра постоянной длины	62									24			24			38		
3. Определение модуля сдвиговой упругости биологических тканей по результатам измерения их динамической жесткости	62									24			24			38		
4. Ультразвуковые исследования на акустической системе Verasonics	63									20			20			43		
В т.ч.текущий контроль	3									3			3					
Промежуточная аттестация - зачет																		

4. Образовательные технологии

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины «Информационные технологии в акустическом эксперименте» проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Учебный процесс в аудитории осуществляется в форме лабораторных занятий с использованием современных информационных технологий.

Образовательные технологии, способствующие формированию компетенций используемые на занятиях лабораторного типа:

- семинары с обсуждением учебного материала теоретического характера;
- практические занятия с использованием информационных технологий;
- лабораторные занятия с использованием физических установок;
- регламентированная самостоятельная деятельность студентов;

Формой итогового контроля знаний студентов по дисциплине является зачет, в ходе которого оценивается уровень теоретических и практических знаний по дисциплине. Основной акцент воспитательной работы делается на добросовестном, профессиональном выполнении всех учебных заданий.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Используются виды самостоятельной работы студента: в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах (лабораториях), компьютерных классах, с доступом к ресурсам Интернет и в домашних условиях. Порядок выполнения самостоятельной работы соответствует программе курса и контролируется в ходе проведения аудиторных занятий и в конце курса при проведении **зачета** по данной дисциплине. Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим рекомендованные учебники и учебно-методические пособия.

Список вопросов для самостоятельной работы по дисциплине «Информационные технологии в акустическом эксперименте»:

1. Ультразвуковые волны. Акустический сигнал и его спектр.
2. Акустическое сопротивление, его влияние на отражение ультразвука.
3. Затухание ультразвука в биологических тканях
4. Энергия и импульс звуковых волн. Сферические волны.
5. Рассеяние звука на различных неоднородностях среды. Поглощение звука.
6. Понятия модулей упругости среды и связь различных модулей между собой.
7. Связь модулей упругости и скоростей механических волн.
8. Особенности механических характеристик биологических тканей.
9. Пьезоэлектрические, магнитострикционные, электродинамические излучатели.
10. Управление ультразвуковым излучением: фокусировка и сканирование ультразвукового пучка. Ультразвуковые линзы, рефлекторы, концентраторы. Фокусировка и сканирование ультразвукового пучка. Приемники и индикаторы ультразвуковых волн.
11. Классификация ультразвуковых приборов. Основные режимы работы: режим В (2D), режим А и режим М.
12. Ультразвуковые преобразователи. Типы датчиков. Способы сканирования. Формирование УЗ луча, передача, прием и обработка сигналов. Фокусировка УЗ луча.
13. Физические основы эластографии мягких биологических тканей (SWEI и ARFI технологии эластометрии).

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, навыков), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

ПК-3: Способность использовать современные инструментальные и вычислительные средства

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
<u>Знать</u> методы акустических измерений	Отсутствие знаний материала	Наличие грубых ошибок в основном материале	Знание основного материала с рядом негрубых ошибок	Знание основного материалом с рядом заметных погрешностей	Знание основного материала с незначительными погрешностями	Знание основного материала без ошибок и погрешностей	Знание основного и дополнительного материала без ошибок и погрешностей
<u>Уметь</u> применять методы акустических измерений и информационные технологии при анализе ультразвуковых волн в различных средах	Отсутствует способность решения стандартных задач	Наличие грубых ошибок при решении стандартных задач	Способность решения основных стандартных задач с существенными ошибками	Способность решения всех стандартных задач с незначительными погрешностями	Способность решения всех стандартных задач без ошибок и погрешностей	Способность решения стандартных и некоторых нестандартных задач	Способность решения стандартных задач и широкого круга нестандартных задач
<u>Владеть</u> методами акустических измерений и компьютерных технологий при анализе ультразвуковых волн в различных средах.	Полное отсутствие навыка	Отсутствие навыка	Владение навыком в минимальном объеме	Посредственное владение навыком	Достаточное владение навыком	Хорошее владение навыком	Всестороннее владение навыком
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20 %	20–50%	50 – 70 %	70-80 %	80 –90%	90– 99%	100%

Этап сформированности компетенций после обучения по данному курсу описан в п.2 настоящей программы.

Описание шкал оценивания

Итоговый контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде зачета, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала
- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Зачет проводится в устной форме и заключается в обсуждении результатов лабораторных работ. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ.

Критерии оценок:

Критерии оценок в 6-7 семестрах (зачет).

Оценка	Уровень подготовки
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. Выполнение контрольных тестовых заданий от 41%
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. Выполнение контрольных тестовых заданий от 0 % до 40 %

Критерии оценок в 8 семестре (зачет с оценкой).

Оценка	Уровень подготовки
Превосходно	Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, студент демонстрирует творческий подход к решению нестандартных задач. Студент безупречно решил задачу, либо был освобожден от решения задач по итогам активной работы на практических занятиях и отличных успехах в решении контрольных работ, а также дал полный и развернутый ответ на теоретический вопрос билета и правильно ответил на дополнительные вопросы. 100 %-ное выполнение контрольных экзаменационных заданий.
Отлично	Высокий уровень подготовки Студент безупречно решил задачу, либо был освобожден от решения задач по итогам активной работы на практических занятиях и отличных успехах в решении контрольных работ, а также дал полный и развернутый ответ на теоретический вопрос билета. Студент активно работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий на 90% и выше.
Очень хорошо	Хорошая подготовка. Студент решил задачу, дал полный и развернутый ответ на теоретический вопрос билета, но имеются неточности или шероховатости в ответах. Студент активно работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 80 до 90%.

Хорошо	<p>В целом хорошая подготовка с небольшими ошибками или недочетами.</p> <p>Студент решил задачу, дал ответ на теоретический вопрос билета, но имеются неточности или шероховатости в ответах. Допускаются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора. Студент работал на практических занятиях.</p> <p>Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 70 до 80%.</p>
Удовлетворительно	<p>Минимально достаточный уровень подготовки.</p> <p>Студент показывает минимальный уровень теоретических знаний. Студент решил задачу, дал неполный ответ на теоретический вопрос билета, затруднялся с ответом на дополнительные вопросы. Студент посещал практические занятия.</p> <p>Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 50 до 70%.</p>
Неудовлетворительно	<p>Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала.</p> <p>Студент не решил задачу или испытывал значительные трудности при ее решении. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Студент пропустил большую часть практических занятий.</p> <p>Выполнение контрольных экзаменационных заданий до 50%.</p>
Плохо	<p>Подготовка абсолютно недостаточная.</p> <p>Студент не отвечает на поставленные вопросы, не умеет решать задачи. Студент отсутствовал на большинстве лекций и практических занятий.</p> <p>Выполнение контрольных экзаменационных заданий менее 20%.</p>

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции

Примеры вопросов к зачету для оценки форсированности компетенции ПК-3:

1. Ультразвуковые волны. Акустический сигнал и его спектр.
2. Акустика жидкостей и газов. Система акустических уравнений и ее линеаризация. Лапласова и Ньютонова скорости звука. Волновое уравнение. Плоские волны.
3. Дисперсия звуковых волн. Пространственный и частотный спектр.
4. Акустическое сопротивление, его влияние на отражение ультразвука.
5. Затухание ультразвука в биологических тканях
6. Энергия и импульс звуковых волн. Сферические волны.
7. Рассеяние звука на различных неоднородностях среды. Поглощение звука.
8. Что такое акустический интерферометр? Виды интерферометров.
9. Чем хорош интерферометр постоянной длины?
10. Как вычисляется скорость звука методом интерферометра постоянной длины?
11. Как вычисляется поглощение методом интерферометра постоянной длины?
12. Что такое основная или фундаментальная частота слоя жидкости?
13. Как определить номер резонансного пика?

14. Метод вычисления длины акустической ячейки.
15. Расчет скорости звука в водно-солевом растворе с помощью акустического анализатора «БИОМ» (составить план измерений).
16. Описание экспериментальной установки.
17. Какое изменение температуры в акустической ячейке произойдет на частоте 8 МГц, если сдвиг частоты составляет 14 Гц?
18. Оцените увеличение поглощения ультразвука в сыворотке крови Биоконт по сравнению с физиологическим раствором. С какими компонентами сыворотки крови это связано? Какие механизмы поглощения ультразвука в биологических жидкостях Вы знаете?
19. Понятия модулей упругости среды и связь различных модулей между собой.
20. Связь модулей упругости и скоростей механических волн.
21. Особенности механических характеристик биологических тканей.
22. Определения жесткостных (импедансных) характеристик.
23. Жесткостные характеристики механического резонансного контура.
24. Выражения для модулей сдвиговой упругости и сдвиговой вязкости через жесткостные характеристики при квазистатическом вдавливании индентера в ткани.
25. Критерии совпадения/различия средних значений в двух измерениях.
26. Пьезоэлектрические, магнитострикционные, электродинамические излучатели.
27. Управление ультразвуковым излучением: фокусировка и сканирование ультразвукового пучка. Ультразвуковые линзы, рефлекторы, концентраторы. Фокусировка и сканирование ультразвукового пучка. Приемники и индикаторы ультразвуковых волн.
28. Классификация ультразвуковых приборов. Основные режимы работы: режим В (2D), режим А и режим М.
29. Ультразвуковые преобразователи. Типы датчиков. Способы сканирования. Формирование УЗ луча, передача, прием и обработка сигналов. Фокусировка УЗ луча.
30. Физические основы эластографии мягких биологических тканей (SWEI и ARFI технологии эластометрии).

Типовые задачи для оценивания сформированности умений и навыков по компетенции ПК-3

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)

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 Na₂HCO₃, после 40-50 сек термостатирования вывести на панель анализатора в режиме сканирования АЧХ последовательно обоих каналов с 2 % раствором Na₂HCO₃, зафиксировать и рассчитать номера резонансных пиков и по формуле определить АКП 2 % раствора Na₂HCO₃ для всех пиков (с номерами соответствующих пиков в воде) в диапазоне 5.9-6.7 МГц.
10. Удалить 2 % раствор Na₂HCO₃ 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.

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.

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).

Для приготовления желатиновых фантомов (5%):

Необходимы: вода (500 мл), крахмал (21,99 г), желатин (27,53 г), зубной порошок (1,11 г), а из оборудования: электронные весы, электроплитка, кастрюля, штатив, термометр, пластиковые стаканчики, марля, глубокая емкость.

В отдельных стаканчиках на электронных весах взвешивается необходимое количество ингредиентов.

При постоянном помешивании добавляем воду в стаканы с крахмалом и желатином и помешиваем в течение 30 минут до образования однородной консистенции. Получившуюся массу из двух стаканчиков переливаем в кастрюлю с закрепленным на штативе термометром и добавляем оставшуюся воду и зубной порошок. При постоянном помешивании нагреваем содержимое кастрюли до 70° С и поддерживаем эту температуру в течение 15 минут, непрерывно перемешивая для предотвращения пригорания.

Отрезаем небольшой кусок бинта, складываем его в несколько слоев и помещаем в сито. Переливаем сваренный жидкий фантом через сито в заранее подготовленную емкость, чтобы избавиться от возможных комочков и пыли, после чего при помощи салфетки удаляем с поверхности пузырьки воздуха.

Затем остужаем фантом до комнатной температуры, периодически помешивая, чтобы избежать застывания. Остывший до комнатной температуры фантом убираем в холодильник, где помешиваем его каждые 3 минуты, чтобы избежать неравномерного замерзания. В холодильнике фантом должен затвердеть в течение 2-3 часов, после чего он готов к экспериментальным исследованиям.

6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД,

Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Информационные технологии в акустическом эксперименте»

а) основная литература:

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)

б) дополнительная литература:

1. Применение ультразвука в медицине: Физические основы: Пер.с англ. - М.: Мир, 1989. - 567 с. Ультразвук в медицине. Физические основы применения (Под ред. Хилла К.): Пер. с англ. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 544 с.
2. Акопян Б.В., Ершов Ю.А. Основы взаимодействия ультразвука с биологическими объектами: Ультразвук в медицине, ветеринарии и экспериментальной биологии. – М.: Изд. МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2005. - 224 с.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Для обучения студентов по дисциплине **«Информационные технологии в акустическом эксперименте»** имеются в наличии: специальные кабинеты, оборудованные мультимедийными средствами обучения; компьютерные классы, где имеется возможность выхода в Интернет; присутствует полный комплект лицензионного обеспечения, необходимый для работы компьютерных программ.

- 8.1 Лабораторная установка **«Ультразвуковая эхолокация биологических тканей и жидкостей»**
- 8.2 Лабораторная установка **«Исследование акустического интерферометра постоянной длины»**
- 8.3 Лабораторная установка **«Определение модуля сдвиговой упругости биологических тканей по результатам измерения их динамической жесткости»**
- 8.4 Лабораторная установка **«Ультразвуковые исследования на акустической системе Verasonics»**

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению подготовки **02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии»**.

Автор _____ к.ф.-м.н., доцент Демин И.Ю.

Рецензент _____ к.ф.-м.н., доцент Жуков С.Н.

Заведующий кафедрой _____ д.ф.-м.н., профессор Гурбатов С.Н.

Программа одобрена на заседании методической комиссии Радиофизического факультета. Протокол № 02/18 от «27» июня 2018 года.