



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

---

---

**ШКОЛА БИОМЕДИЦИНЫ**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

«УТВЕРЖДАЮ»  
Департамент фундаментальной и клинической ме-  
дицины

\_\_\_\_\_ В.И.Короченцев.  
(подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017г.

\_\_\_\_\_ Гельцер Б.И.  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

«Ультразвуковая техника в медицине»

Направление подготовки 12. 03. 04 – «Биотехнические системы и  
технологии»

Профиль «Медицинские информационные системы»

Форма подготовки - очная

курс 3 семестр 6  
лекции 18 час.  
практические занятия 36 час.  
лабораторные работы 0 час.  
в том числе с использованием МАО лек\_\_\_\_/пр 18 /\_лаб \_\_\_\_\_ час.  
всего часов аудиторной нагрузки 54 час.  
в том числе с использованием МАО 18 час.  
самостоятельная работа 90\_ час.  
контрольные работы (количество) 0  
курсовая работа / курсовой проект 0 семестр  
зачет 4 семестр  
экзамен \_\_\_\_\_ семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО ДВФУ от 10.03.2016

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры приборостроения \_\_\_\_\_, протокол № \_\_\_\_\_  
от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 \_\_\_\_\_ г.

Заведующая (ий) кафедрой В.И.Короченцев  
Составитель (ли): Пакичев Я.В

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ \_В.И.Короченцев\_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ \_В.И.Короченцев\_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## **АННОТАЦИЯ**

### **Аннотация рабочей программы дисциплины**

При изучении дисциплины студенты должны приобрести знания по следующим вопросам: области применения ультразвука в медицине физико-химические эффекты, возникающие при воздействии ультразвукового поля; области применения ультразвуковых медицинских приборов для разных направлений медицины; методы визуализации; доплеровские методы применяемые в медицине; существующие ультразвуковые медицинские приборы и их построение; принципы построения ультразвуковых датчиков медицинских приборов.

Наряду с другими способами обследования ультразвуковой (УЗ) метод интроскопии широко применяется в медицине в силу больших возможностей, удобства применения и безопасности.

Кроме этого ультразвуковые методы нашли широкое применение в терапии и хирургии.

В терапии ультразвук используется для увеличения растяжимости коллагеносодержащих тканей, повышения подвижности суставов, болеутоляющее действие, изменение кровотока, уменьшение мышечного спазма, ускорение регенерации тканей, заживления ран и восстановление костных тканей.

В хирургии использование ультразвука осуществляется в основном в двух областях. В первой из них используется способность сильно-фокусированного пучка ультразвука вызывать локальное разрушение в тканях. Во второй – механические колебания ультразвуковой частоты накладываются на хирургические инструменты типа лезвий, игл, металлических наконечников и др

**Цель** курса «Ультразвуковая техника в медицине» является изучение теории и принципов действия ультразвуковой медицинской техники.

#### **Задачи:**

- изучение распространение ультразвука в биологических тканях;
- воздействие ультразвука на биологические ткани;

- изучение принципов действия ультразвуковой медицинской техники;
- применение ультразвуковых методов в различных областях медицины.

Для освоения дисциплины необходимы знания математики, физики, химии, информационных технологий. Для изучения данной дисциплины студенты должны знать: Электрические преобразователи; Акустические измерения; Обработку акустических сигналов.

Необходима готовность обучающегося к повышению общекультурного и интеллектуального уровня, к самостоятельному обучению новым методам исследований.

Данная дисциплина дает возможность выпускнику осознать основные проблемы ультразвуковой визуализации используемых в медицине, определить способы решения этих проблем и позволяет профессионально эксплуатировать современное оборудование и приборы. Освоение данной дисциплины необходимо для прохождения научно-исследовательской и производственной практик.

По окончании изучения дисциплины студенты должны **знать**:

- физико-химические эффекты, возникающие при воздействии ультразвукового поля;
- области применения ультразвуковых медицинских приборов для разных направлений медицины;
- методы визуализации;
- доплеровские методы применяемые в медицине;
- существующие ультразвуковые медицинские приборы и их построение;
- принципы построения ультразвуковых датчиков медицинских приборов.

Студенты должны **уметь**:

- обосновать применение способов воздействия ультразвука на тела и вещества;

- выбирать оптимальные режимы работы ультразвуковых приборов.

**Владеть:**

- эксплуатировать современное оборудование и приборы;
- определить способы решения проблем и позволяет профессионально проектирование приборных систем;
- особенностями ультразвуковой визуализации используемых в медицине.

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.**

**ОПК-3** - способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей.

**ОПК-7** - способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.

**ПК-4** - способность определять и анализировать воздействие физических факторов на биологические объекты

Код и формулировка компетенций	Этапы формирования компетенций	
	Уровень	Описание
ОПК-3.Способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей	Знает	Области применения ультразвуковых медицинских приборов для разных направлений медицины
	Умеет	Выбирать оптимальные режимы работы ультразвуковых приборов
	Владеет	Эксплуатировать современное оборудование и приборы
ОПК-7. Способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	Знает	Существующие ультразвуковые медицинские приборы и их построение
	Умеет	Обосновать применение способов воздействия ультразвука на тела и вещества
	Владеет	Определить способы решения проблем и позволяет профессионально проектирование приборных систем
ПК-4 способность опреде-	Знает	основные факторы воздействия физических факторов на биологические объекты

лять и анализировать воздействие физических факторов на биологические объекты	Умеет	анализировать воздействие физических факторов на биологические объекты
	Владеет	методами анализа воздействия физических факторов на биологические объекты

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Ультразвуковая техника в медицине» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения.

**Задание к практическим занятиям с использованием методов активного обучения «круглый стол» (18 часа):**

Занятие проводится с применением интерактивных методов обучения в форме «круглого стола», включающего учебную дискуссию с разбором практических примеров. Студентам необходимо подготовиться к занятию в форме «круглого стола», включающего учебную дискуссию с разбором практических примеров, изучить источники из списка литературы и электронных образовательных ресурсов, охватывающих данную тему, выбрать практические примеры по темам, ознакомиться с понятиями и определениями, найти ответы на вопросы для самоконтроля:

**План занятий**

**Занятие 1.** Изучение режимов работы УЗ-сканера (4 час.)

**Занятие 2.** Практические занятия на УЗ-сканере. «Исследование внутренних органов» (4 час.).

**Занятие 3.** Изучение и работа с прибором для ультразвуковой терапии УЗТ-1 (4 час.).

**Занятие 4.** Расчет доплеровских сдвигов частоты для различных скоростей кровотока и определение оптимальной длины и периода радиоимпульсов (6 час.).

**I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

## **МОДУЛЬ 1. МЕТОДЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ**

### **Раздел 1 Эхо-импульсные методы визуализации**

Тема 1.1 Физические характеристики биологических сред.

Скорость ультразвука в биологических средах, отражение, преломление и рассеяние.

Тема 1.2 Классификация приборов в зависимости от режима работы.

Основные режимы работы. *Режим В.* Наиболее распространенный способ получения двухмерного изображения. *Режим А.* Это самый простой вид отображения информации. Зондирование осуществляется при неизменном направлении акустического луча. А – эхограмма в виде амплитудных значений эхо-сигналов от неоднородностей находящихся на различных глубинах в пределах луча. *Режим М.* Режим работы используется для регистрации изменения пространственного положения подвижных структур во времени.

Тема 1.3 Элементы и типы УЗ-датчиков.

### **Раздел 2 Способы сканирования**

Тема 2.1 Секторное механическое сканирование.

Тема 2.2 Линейное электронное сканирование. Конвексное и микроконвексное электронное сканирование.

Тема 2.3 Фазированное секторное электронное сканирование. Векторное сканирование.

### **Раздел 3 Особенности работы УЗ-сканеров и их основные характеристики**

Тема 3.1 Структурная схема УЗ-сканера и принцип его работы.

Тема 3.2 Основные характеристики УЗ-сканера.

Тема 3.3 Фокусировка УЗ-луча. Управление фокусировкой.

### **Раздел 4 Особенности работы ультразвукового сканера**

Тема 4.1 Оценка качества изображения УЗ-сканеров.

Тема 4.2 Артефакты акустического изображения.

Тема 4.3 Практические рекомендации по работе в режимах В и М.

## **МОДУЛЬ 2 ДОПЛЕРОВСКИЕ МЕТОДЫ**

### **Раздел 5 Ультразвуковые сканеры со спектральным доплером**

Тема 5.1 Эффект Доплера.

Тема 5.2 Оценка скоростей движения по доплеровскому сдвигу частоты.

Тема 5.3 Понятие о спектре скоростей кровотока и спектре частот доплеровского сдвига.

Тема 5.4 Непрерывно-волновой доплер.

Тема 5.5 Импульсно-волновой доплер.

Тема 5.6 Измерение спектра доплеровских частот.

Тема 5.7 Практические рекомендации в режиме спектрального доплера.

### **Раздел 6 Ультразвуковые системы с цветным доплеровским картированием**

Тема 6.1 Принципы получения цветного доплеровского изображения.

Тема 6.2 Модификации цветового картирования: энергетический доплер, тканевой доплер, конвергентный цветовой доплер, цветовой М-режим, трехмерное цветное доплеровское картирование.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Практические занятия (36 / 18 час.)**

**Занятие 1.** Изучение режимов работы УЗ-сканера (8 / 4 час.)

**Занятие 2.** Практические занятия на УЗ-сканере. «Исследование внутренних органов» (8 / 4 час.).

**Занятие 3.** Изучение и работа с прибором для ультразвуковой терапии УЗТ-1 (8 / 4 час.).

**Занятие 4.** Расчет доплеровских сдвигов частоты для различных скоростей кровотока и определение оптимальной длины и периода радиоимпульсов (12 / 6 час.).



### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

#### 3.1 Виды самостоятельной работы студента и её контроль

№ семес.	Наименование разделов	Виды самостоятельной работы студента	Всего часов	Оценочные средства
6	<b>Раздел 1.</b> Эхо-импульсные методы визуализации	Работа с литературой	10	Устный опрос.
6	<b>Раздел 2.</b> Способы сканирования	Работа с литературой	10	Устный опрос.
6	<b>Раздел 3..</b> Особенности работы УЗ-сканеров и их основные характеристики	Подготовка доклада по. Доклад по основным характеристикам	18	Выступление с докладами.
6	<b>Раздел 4.</b> Особенности работы ультразвукового сканера	Работа с литературой	17	Устный опрос.
6	<b>Раздел 5.</b> Ультразвуковые сканеры со спектральным доплером	Подготовка доклада по спектральному доплеру	18	Выступление с докладом.
6	<b>Раздел 6.</b> Ультразвуковые системы с цветным доплеровским картированием	Работа с литературой.	17	Устный опрос.

### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	Промеж уточная аттест.
1	1/1/1; 1/1/2; 1/3/1; 1/3/2; 1/3/3 2/5/1; 2/6/1  1/2/1; 1/2/2; 1/2/3; 1/4/1; 1/4/2; 1/4/3  1/4/3; 2/5/7; 2/6/2	ОПК-3	Области применения ультразвуковых медицинских приборов для разных направлений медицины	ВК ТКот	
			Выбирать оптимальные режимы работы ультразвуковых приборов	ТКот ТКсерс	ПА
			Эксплуатировать современное оборудование и приборы	ТКсерс	
2	1/1/1; 1/1/2; 2/5/1; 2/5/2; 2/5/3; 2/6/1; 2/6/2. 1/3/1; 1/3/2/; 1/3/3; 1/4/1; 1/4/2; 1/4/3  1/4/3; 2/5/7; 2/6/2	ОПК-3 ОПК-7	Существующие ультразвуковые медицинские приборы и их построение	ТКот ТКсерс	
			Обосновать применение способов воздействия ультразвука на тела и вещества	ТКот ТКсерс	ПА
			Определить способы решения проблем и позволяет профессионально проектирование	ТКот ТКсерс	

			приборных систем		
3	1/1/1; 1/1/2; 2/5/1; 2/5/2; 2/5/3; 2/6/1; 2/6/2.	ОПК-3 ОПК-7	Физико-химические эффекты, возникающие при воздействии ультразвукового поля	ТКот ТКсрс	ПА
	1/3/1; 1/3/2; 1/3/3; 1/4/1; 1/4/2; 1/4/3		Выбирать оптимальные режимы работы ультразвуковых приборов	ТКот ТКсрс	
	1/4/3; 2/5/7; 2/6/2		Особенности ультразвуковой визуализации используемых в медицине	ТКот ТКсрс	А

<sup>1</sup> ВК- входной контроль, ТКот – текущий контроль освоение темы, ТКсрс – текущий контроль самостоятельной работы студента, ПА – промежуточная аттестация. А – аттестация.

#### Перечень типовых вопросов для итогового контроля

1. Физико-химическое действие ультразвука.
2. Области медицинского применения ультразвука.
3. Классификация УЗ медицинских аппаратов и систем.
4. Физические характеристики биологических сред.
5. Скорость ультразвука в биологических средах.
6. Акустическое сопротивление, его влияние на отражение ультразвука.
7. Затухание ультразвука в биологических тканях.
8. Классификация ультразвуковых диагностических приборов.
9. Режим работы В и В+В УЗ- сканеров.
10. Режим работы А.
11. Режим работы М.
12. Режим работы Д.
13. Ультразвуковые преобразователи (конструкция) для УЗ- сканеров.
14. Типы датчиков для УЗ -сканеров.
15. Секторное (механическое) сканирование.
16. Линейное электронное сканирование.
17. Конвексное и микроконвексное (выпуклое) электронное сканирование.
18. Фазированное секторное электронное сканирование.
19. Векторное сканирование.

20. Основные характеристики УЗ-сканеров. Продольная и поперечная разрешающие способности.
21. Чувствительность, динамический диапазон УЗ-сканеров.
22. Формирование УЗ-луча, передача, прием и обработка сигналов (структурная схема).
23. Сжатие и регулирование динамического диапазона.
24. Фокусировка УЗ-луча. Фокусировка в датчике с секторным механическим сканированием.
25. Электронная динамическая фокусировка в кольцевом, линейном и конвексном датчиках.
26. Понятие динамической апертуры.
27. Динамическая фокусировка на прием в реальном времени.
28. Оценка качества изображений УЗ-сканеров.
29. Артефакты акустического изображения.
30. УЗ-сканеры со спектральным доплером. Эффект Доплера.
31. Понятие о спектре скоростей кровотока и спектре частот доплеровского сдвига.
32. Непрерывный доплер. Принцип действия, схема и основные устройства схемы.
33. Импульсный доплер. Принцип действия, схема и основные устройства схемы.
34. Измерения спектра доплеровских частот. Неоднозначность измерения спектра.
35. УЗ-системы с цветным доплеровским картированием.
36. Физиологические основы ультразвуковой терапии с применением тепловых механизмов.
37. Физиологические основы ультразвуковой терапии с применением нетепловых эффектов.
38. Использование ультразвука в физиотерапии при повреждении мягких и костных тканей.

39. Использование ультразвука в хирургии с помощью фокусировки.
40. Инструментальная ультразвуковая хирургия.
41. Оценка безопасности ультразвука в медицине.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Применение ультразвука в медицине: Физические основы: Пер. с англ. Под ред. Хилла К.М. Мир, 2008, 568 стр.
2. Ультразвуковые диагностические приборы: Учеб. пособие/ Никифоров Н.Ф., Сысоев Е.И. Владивосток: Изд. ДВГТУ, 2006.-108с.
3. Ультразвуковые методы в медицине: Учеб. пособие/Никифоров Н.Ф. Владивосток: Изд. ДВФУ, 2011.-156с.
4. ГОСТ 26831-86 Приборы медицинские ультразвуковые диагностические сканирующие. Общие технические требования. Методы испытания, 1986.
5. Шинулло М.Г. Практическое руководство по ультразвуковой диагностики. Кн. 1. М.: Высшая школа, 1995, 240 стр.
6. Демидов В.Н., Зыкан Е.И. Ультразвуковая диагностика в гинекологии. М.: Медицина, 1990, 224 стр.
7. Осипов Л.В. Ультразвуковые доплеровские системы: физические принципы и методы. Клиническое руководство по УЗ диагностики. Под ред. Митькова В.В. Сандрикова В.А. М.: Видар., 1998.
8. Применение ультразвука в медицине: Физические основы: Пер. с англ./ Под ред. Уилла К. М.: Мир, 1989, 568 стр.
9. Осипов Л.В. Ультразвуковые диагностические приборы: Практическое руководство для пользователей. М.: Видар, 1999 – 256 стр.

### **Дополнительная литература**

1. Физика визуализации изображений в медицине: в 2-х томах: пер. с англ./ Под ред. С. Уэбба. – М.: мир 1991 г.

2. Митьков В.В., Зыкин Б.и., Буланов М.Н. Ультразвуковая ангиография. Медицинская визуализация. 1996 г. № 2 с.4-13.

3. Столяр В.Л. Современные медицинские информационные системы // Компьютерные технологии в медицине 1997 №3. С. 54-61.

## **VI. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

Разработана электронная презентация лекционного курса, для демонстрации которой необходим видеопроектор, ноутбук и экран.

Хмелев В.Н., Сливин А.Н., Барсуков Р.В., Цыганок С.Н., Шалунов А.В. Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности. - Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. - 203 с. <http://window.edu.ru/resource/899/70899>

Хасанов О.Л. Эффекты мощного ультразвукового воздействия на структуру и свойства наноматериалов: учебное пособие / О.Л. Хасанов, Э.С. Двилис, В.В. Полисадова, А.П. Зыкова - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. - 149 с. <http://window.edu.ru/resource/826/73826>

Давыденко В.В., Орловский П.И., Гавриленков В.И. и др. Современные высокотехнологичные лучевые методы исследования состояния миокарда в кардиохирургии: Учебное пособие. - СПб.: СПбГМУ, 2007. - 44 с. <http://window.edu.ru/resource/206/70206>

Справочные и учебно-методические материалы по медицине <http://gradusnik.ru>

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

7.1 Практикум проводится в лаборатории – 30 кв. м. оснащённой мультимедиа – проектором, экраном, классной доской, ноутбуком (ДВФУ).



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

---

**ШКОЛА БИОМЕДИЦИНЫ**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине «Ультразвуковая техника в медицине»  
Направление подготовки – 12.03.04  
«Биотехнические системы и технологии»  
профиль «Медицинские информационные системы»  
Форма подготовки очная

**Владивосток**  
**2016**

## ПАСПОРТ ФОС

Код и формулировка компетенций	Этапы формирования компетенций	
	Уровень	Описание
ОПК-3. Способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей	Знает	Области применения ультразвуковых медицинских приборов для разных направлений медицины
	Умеет	Выбирать оптимальные режимы работы ультразвуковых приборов
	Владеет	Эксплуатировать современное оборудование и приборы
ОПК-7. Способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	Знает	Существующие ультразвуковые медицинские приборы и их построение
	Умеет	Обосновать применение способов воздействия ультразвука на тела и вещества
	Владеет	Определить способы решения проблем и позволяет профессионально проектирование приборных систем
ПК-4 способность определять и анализировать воздействие физических факторов на биологические объекты	Знает	основные факторы воздействия физических факторов на биологические объекты
	Умеет	анализировать воздействие физических факторов на биологические объекты
	Владеет	методами анализа воздействия физических факторов на биологические объекты

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	критерии	показатели
ОПК-3. Способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей	Знает	Области применения ультразвуковых медицинских приборов для разных направлений медицины	знание физико-математического аппарата, что бы выявлять естественно - научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения физико-математический аппарат, знания в работе с оциф-

				<p>рованными сигналами, знание основных законов, описывающих поведение колебательных систем различной природы</p>
	Умеет	<p>Выбирать оптимальные режимы работы ультразвуковых приборов</p>	<p>умение выявить сущность проблемы, составить модель колебательной системы и сформулировать условия ее применения</p>	<p>способность применить физико-математический аппарат, составить математическую модель физического, технологического и других процессов, возникающих в профессиональной деятельности</p>
	Владеет	<p>Эксплуатировать современное оборудование и приборы</p>	<p>владение методами физико-математического аппарата для определения параметров и характеристик колебательной системы и волнового процесса</p>	<p>способность анализировать и обосновывать используемые методы в профессиональной деятельности</p>
<p>ОПК-7. Способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информации</p>	Знает	<p>Существующие ультразвуковые медицинские приборы и их построение</p>	<p>Знает основы тенденций развития техники</p>	<p>Способность перечислить основные команды</p>
	Умеет	<p>Обосновать применение способов воздействия ультразвука на тела и вещества</p>	<p>Умеет работать с программными средствами вычислительной техники</p>	<p>Способность выполнить типовые расчеты</p>
	Владеет	<p>Определить способы решения проблем и позволяет профессионально</p>	<p>Владеет навыками работы с программными средствами математического</p>	<p>Способность подобрать инструменты для решения конкретных задач</p>



ционных технологий в своей профессиональной деятельности		проектирование приборных систем	программирование и автоматизированного проектирования	
ПК-4 способность определять и анализировать воздействие физических факторов на биологические объекты	Знает	основные факторы воздействия физических факторов на биологические объекты	Знание методики исследования характеристик колебательных систем	Способность выбрать нужную методику для проведения конкретного исследования
	Умеет	анализировать воздействие физических факторов на биологические объекты	Умение выделить информативные переменные.	Может рассчитать весовые коэффициенты влияния информативных параметров на результат измерения
	Владеет	методами анализа воздействия физических факторов на биологические объекты	Способен к анализу полученного результата, может рассчитать неопределенность измерения,	Может адекватно оценить полученные результаты, неопределенность измерения и сформулировать выводы