

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 12.04.04 Биотехнические системы и технологии

Наименование образовательной программы: Радиозлектроника в биотехнических и медицинских аппаратах и системах

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МЕДИКО-
БИОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.03
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	1 семестр - 16 часов;
Практические занятия	1 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	1 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	1 семестр - 93,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Отчет Контрольная работа Реферат	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	1 семестр - 0,5 часа;

Москва 2021

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шалимова Е.В.
	Идентификатор	Rf4bb1f0c-ShalimovaYV-f267ebd6

(подпись)

Е.В. Шалимова

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Жихарева Г.В.
	Идентификатор	Rdb27a5d8-ZhikharevaGV-9fcbf8c

(подпись)

Г.В. Жихарева

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шалимова Е.В.
	Идентификатор	Rf4bb1f0c-ShalimovaYV-f267ebd6

(подпись)

Е.В. Шалимова

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение математических методов и алгоритмов обработки биомедицинских сигналов и данных, применяемых при создании биотехнических и медицинских систем

Задачи дисциплины

- изучение методов прикладной статистики для анализа медико-биологических данных;
- освоение математических методов анализа и обработки биомедицинских сигналов и изображений.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-1 способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора и методов правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности с учетом исследований, разработки и проектирования биотехнических систем и технологий	ИД-2 _{ОПК-1} Формулирует задачи, направленные на проведение исследований, проектирование и использование в практической деятельности биотехнических систем и медицинских изделий, определяет пути их решения и оценивает эффективность выбора	знать: - основные понятия и определения прикладной математической статистики и основные методы статистического анализа медико-биологических данных. уметь: - формулировать задачи первичной статистической обработки медико-биологической информации и привлекать для их решения соответствующий математический аппарат и стандартные пакеты прикладных программ.
ОПК-3 способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	ИД-2 _{ОПК-3} Предлагает новые идеи и подходы к решению инженерных задач с использованием информационных систем и технологий	знать: - основные математические методы обработки биомедицинских сигналов. уметь: - использовать математические методы и стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач анализа и обработки биомедицинских данных, сигналов, и изображений.
ПК-2 Способен проектировать биотехнические системы	ИД-2 _{ПК-2} Разрабатывает компоненты биотехнических систем с использованием методов обработки сигналов, медикобиологических данных и изображений	знать: - основные математические методы обработки биомедицинских изображений. уметь: - формулировать задачи проверки статистических гипотез и определять

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		пути их решения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Радиоэлектроника в биотехнических и медицинских аппаратах и системах (далее – ОПОП), направления подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Применение методов прикладной статистики и нейронных сетей для обработки медико-биологических данных	52	1	8	-	16	-	-	-	-	-	28	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Применение методов прикладной статистики и нейронных сетей для обработки медико-биологических данных"</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу "Применение методов прикладной статистики и нейронных сетей для обработки медико-биологических данных и подготовка к контрольной работе"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Применение методов прикладной статистики и нейронных сетей для обработки медико-биологических данных" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Применение методов прикладной статистики и нейронных сетей для обработки медико-биологических данных"</p> <p><u>Подготовка реферата:</u> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить</p>
1.1	Описательная статистика	8		2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
1.2	Статистическая проверка гипотез	18		2	-	6	-	-	-	-	-	10	-	
1.3	Исследование зависимостей.	14		2	-	4	-	-	-	-	-	8	-	
1.4	Интерполяция зависимостей	6		-	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
1.5	Нейронные сети.	6		2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	

													вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: "Применение корреляционного анализа для обработки биомедицинской информации (на конкретном практическом примере)" "Применение статистических критериев для обработки биомедицинской информации (на конкретном практическом примере)" и т.д. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 383-393, 398-417 [2], стр. 5-15, 41-82, 89-93 [4], п. 1.5
2	Математические методы анализа и обработки биомедицинских сигналов и изображений	56	8	-	16	-	-	-	-	-	32	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Математические методы анализа и обработки биомедицинских сигналов и изображений" <u>Подготовка к практическим занятиям:</u>
2.1	Фильтрация биомедицинских сигналов	11	1	-	4	-	-	-	-	-	6	-	Изучение материала по разделу "Математические методы анализа и обработки биомедицинских сигналов и изображений" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
2.2	Особенности спектральной обработки сигналов	14	2	-	4	-	-	-	-	-	8	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Математические методы анализа и обработки биомедицинских сигналов и изображений"
2.3	Применение корреляционного анализа для обработки биомедицинских сигналов	9	1	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка реферата:</u> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления
2.4	Основные понятия вейвлет-анализа	12	2	-	4	-	-	-	-	-	6	-	
2.5	Методы цифровой обработки изображений	10	2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	

														по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: "Применение спектрального анализа для обработки биомедицинской информации (на конкретном практическом примере)" "Применение корреляционного анализа для обработки биомедицинской информации (на конкретном практическом примере)" "Применение вейвлет-анализа для обработки биомедицинской информации (на конкретном практическом примере)" и т.д. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 177-184, 245-273 [3], стр. 5-22, 37-38, 85-101, 133-148, 163-220, 253-254 [4], п. 2.1-2.4
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0		16	-	32	-	2	-	-	0.5	60	33.5	
	Итого за семестр	144.0		16	-	32		2	-		0.5		93.5	

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Применение методов прикладной статистики и нейронных сетей для обработки медико-биологических данных

1.1. Описательная статистика

Способы представления медико-биологической информации. Основные шкалы измерений. Элементарные понятия прикладной статистики. Эмпирические характеристики случайных величин.

1.2. Статистическая проверка гипотез

Основные понятия: статистическая гипотеза, статистический критерий, уровень значимости и доверительный уровень, критическая область и область принятия, ошибки первого и второго рода. Параметрические гипотезы. Проверка однородности выборок. t-критерий Стьюдента. Непараметрические гипотезы. Статистические критерии согласия. Критерий «хи-квадрат» Пирсона..

1.3. Исследование зависимостей.

Корреляционный анализ. Приемы корреляционного анализа: корреляционные поля и корреляционные таблицы; ковариация; коэффициент линейной корреляции Пирсона, средняя ошибка коэффициента корреляции. Ранговая корреляция по Спирмену.. Дисперсионный анализ. Межгрупповая и внутригрупповая дисперсия.. Регрессионный анализ. Парная регрессия на основе метода наименьших квадратов..

1.4. Интерполяция зависимостей

Интерполяция каноническим полиномом, интерполяционный полином Лагранжа, интерполяционный полином Ньютона, интерполяция сплайнами..

1.5. Нейронные сети.

Математическая модель нейрона, функции активации. Сети с прямой передачей сигнала, персептрон, многослойный персептрон. Обучение многослойного персептрона. Применение нейронных сетей..

2. Математические методы анализа и обработки биомедицинских сигналов и изображений

2.1. Фильтрация биомедицинских сигналов

Синхронное усреднение. Фильтры скользящего среднего. Фильтрация в частотной области. Оптимальные фильтры.. Адаптивная фильтрация.

2.2. Особенности спектральной обработки сигналов

Особенности спектрального анализа дискретных сигналов на ограниченном интервале времени. Применение оконных функций.. Спектральный анализ случайных процессов, непараметрические и параметрические методы.. Применение спектрального метода для обработки сигналов ЭКГ и ЭЭГ..

2.3. Применение корреляционного анализа для обработки биомедицинских сигналов

Корреляционный анализ сигналов ЭЭГ: АКФ, ВКФ и взаимного спектра для анализа сигналов ЭЭГ..

2.4. Основные понятия вейвлет-анализа

Непрерывный и дискретный вейвлет-анализ.. Сопоставление вейвлет-преобразования (ВП) с преобразованием Фурье (ПФ). Применение вейвлет-анализа для обработки биомедицинских сигналов..

2.5. Методы цифровой обработки изображений

Биомедицинские изображения: оптические, радиологические, ультразвуковые.. Особенности цифровой обработки изображений.. Базовые методы обработки биомедицинских изображений. Линейная фильтрация изображений. Апертурные искажения. Подчеркивание границ.. Нелинейная обработка изображений. Гомоморфная фильтрация.

3.3. Темы практических занятий

1. Первичная обработка статистических данных;
2. Статистическая проверка гипотез;
3. Исследование зависимостей. Корреляционный и регрессионный анализ;
4. Применение интерполяции для моделирования биомедицинских сигналов;
5. Особенности ДПФ сигналов конечной длительности. Оконные функции и их параметры;
6. Применение спектрального и корреляционного анализа для обработки биомедицинских сигналов;
7. Применение вейвлет-анализа для обработки биомедицинских сигналов;
8. Цифровая обработка изображений.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Применение методов прикладной статистики и нейронных сетей для обработки медико-биологических данных"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Математические методы анализа и обработки биомедицинских сигналов и изображений"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Применение методов прикладной статистики и нейронных сетей для обработки медико-биологических данных"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Математические методы анализа и обработки биомедицинских сигналов и изображений"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)		Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	
Знать:				
основные понятия и определения прикладной математической статистики и основные методы статистического анализа медико-биологических данных	ИД-2ОПК-1	+		Контрольная работа/Контрольная работа «Основные методы прикладной статистики»
основные математические методы обработки биомедицинских сигналов	ИД-2ОПК-3		+	Контрольная работа/Контрольная работа «Обработка биомедицинских сигналов»
основные математические методы обработки биомедицинских изображений	ИД-2ПК-2		+	Контрольная работа/Контрольная работа «Основные понятия цифровой обработки изображений»
Уметь:				
формулировать задачи первичной статистической обработки медико-биологической информации и привлекать для их решения соответствующий математический аппарат и стандартные пакеты прикладных программ	ИД-2ОПК-1	+		Отчет/Защита практической работы «Первичная обработка статистических данных»
использовать математические методы и стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач анализа и обработки биомедицинских данных, сигналов, и изображений	ИД-2ОПК-3	+	+	Реферат/Применение математических методов для обработки медико-биологических данных
формулировать задачи проверки статистических гипотез и определять пути их решения	ИД-2ПК-2	+		Отчет/Защита практических работ по прикладной статистике: «Статистическая проверка гипотез» и «Корреляционный и регрессионный анализ»

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Контрольная работа «Обработка биомедицинских сигналов» (Контрольная работа)
2. Контрольная работа «Основные методы прикладной статистики» (Контрольная работа)
3. Контрольная работа «Основные понятия цифровой обработки изображений» (Контрольная работа)

Форма реализации: Выступление (доклад)

1. Применение математических методов для обработки медико-биологических данных (Реферат)

Форма реализации: Защита задания

1. Защита практических работ по прикладной статистике: «Статистическая проверка гипотез» и «Корреляционный и регрессионный анализ» (Отчет)
2. Защита практической работы «Первичная обработка статистических данных» (Отчет)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №1)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Рангайян, Р. М. Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход : учебное пособие для вузов по направлению 200400(653900) "Биомедицинская техника" по специальностям 200401 (190500) "Биотехнические и медицинские аппараты и системы", 200402 (190600) "Инженерное дело в медико-биологической практике" и направлению 200300 (553400) "Биомедицинская инженерия" : пер. с англ. / Р. М. Рангайян . – М. : Физматлит, 2010 . – 440 с. - ISBN 978-5-9221-0730-3 .;
2. Горицкий, Ю. А. Введение в математическую статистику : учебное пособие по курсу "Теория вероятностей и математическая статистика" по направлению "Прикладная математика" / Ю. А. Горицкий, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2016 . – 112 с. - ISBN 978-5-7046-1609-2 .
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8112;](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8112)
3. Красильников, Н. Н. Цифровая обработка 2D- и 3D- изображений : учебное пособие для вузов по направлению 230400 "Информационные системы и технологии" / Н. Н.

Красильников . – СПб. : БХВ-Петербург, 2011 . – 608 с. – (Учебная литература для вузов) . - ISBN 9785-9775-0700-4 .;

4. А. П. Немирко, Л. А. Манило, А. Н. Калиниченко- "Математический анализ биомедицинских сигналов и данных", Издательство: "Физматлит", Москва, 2017 - (248 с.) <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485280>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office;
3. Windows;
4. MathCad;
5. Matlab;
6. Майнд Видеоконференции.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Е-802/1, Учебная лаборатория "Электродинамики"	стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер, верстак электротехнический , стенд информационный, стенд учебный
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-802/2, Учебная лаборатория Радиоизмерений и медицинской электроники	стол, стул, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер, верстак электротехнический , стенд учебный
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-801/1, Учебная лаборатория радиолокационных и радионавигационных систем	парта со скамьей, стол преподавателя, стол, стол компьютерный, стул, вешалка для одежды, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, лабораторный стенд, ноутбук
	Е-802/1, Учебная лаборатория "Электродинамики"	стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор,

		экран, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер, верстак электротехнический, стенд информационный, стенд учебный
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой	стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-817, Преподавательская	стол, стул, шкаф, шкаф для документов, вешалка для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска пробковая, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-802/4, Склад инвентаря и оборудования	стеллаж, стол, стул, шкаф, шкаф для документов, сервер
	Е-822, Архив	стеллаж для хранения книг, вешалка для одежды, холодильник, хозяйственный инвентарь

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы математической обработки медико-биологических данных

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Защита практической работы «Первичная обработка статистических данных» (Отчет)
- КМ-2 Защита практических работ по прикладной статистике: «Статистическая проверка гипотез» и «Корреляционный и регрессионный анализ» (Отчет)
- КМ-3 Контрольная работа «Основные методы прикладной статистики» (Контрольная работа)
- КМ-4 Контрольная работа «Обработка биомедицинских сигналов» (Контрольная работа)
- КМ-5 Контрольная работа «Основные понятия цифровой обработки изображений» (Контрольная работа)
- КМ-6 Применение математических методов для обработки медико-биологических данных (Реферат)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	3	6	7	14	16	16
1	Применение методов прикладной статистики и нейронных сетей для обработки медико-биологических данных							
1.1	Описательная статистика		+	+	+			
1.2	Статистическая проверка гипотез			+	+			
1.3	Исследование зависимостей.				+			+
1.4	Интерполяция зависимостей				+			+
1.5	Нейронные сети.				+			+
2	Математические методы анализа и обработки биомедицинских сигналов и изображений							
2.1	Фильтрация биомедицинских сигналов					+		+
2.2	Особенности спектральной обработки сигналов					+		+
2.3	Применение корреляционного анализа для обработки биомедицинских сигналов					+		+
2.4	Основные понятия вейвлет-анализа					+		+
2.5	Методы цифровой обработки изображений						+	+

Бec KM, %:	10	20	20	10	10	30
------------	----	----	----	----	----	----