

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет физико-технический

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Иванов А.Г.



2017г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.10 Методы обработки биомедицинских сигналов и данных

(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки/специальность

12.03.04 Биотехнические системы и технологии

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) /

специализация Инженерное дело в медико-биологической практике

(наименование направленности (профиля) специализации)

Программа подготовки академическая

(академическая /прикладная)

Форма обучения очная

(очная, очно-заочная, заочная)

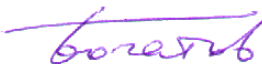
Квалификация (степень) выпускника бакалавр

(бакалавр, магистр, специалист)

Краснодар 2017

Рабочая программа дисциплины Методы обработки биомедицинских сигналов и данных составлена в соответствии с федеральным государственным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии (Направленность Инженерное дело в медико-биологической практике)

Программу составил:
Н.М. Богатов, профессор


подпись

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физики и информационных систем
протокол № 16 «4» мая 2017г.

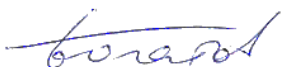
Заведующий кафедрой физики и информационных систем Богатов Н.М.
фамилия, инициалы


подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики и информационных систем

протокол № 16 «4» мая 2017г.

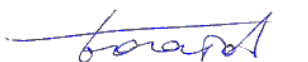
Заведующий кафедрой физики и информационных систем Богатов Н.М.
фамилия, инициалы


подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета

протокол № 6 «4» мая 2017г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М.
фамилия, инициалы


подпись

Рецензенты:

Шапошникова Т. Л., зав. кафедрой физики ФГБОУ ВО КубГТУ

Григорьян Л. Р., генеральный директор ООО НПФ «Мезон»

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

Учебная дисциплина «Методы обработки биомедицинских сигналов и данных» ставит своей целью сформировать у бакалавров теоретические представления и практические навыки, необходимые для проведения сложных многофакторных научных и производственных экспериментов, испытаний и обработки полученной в результате информации. Дисциплина «Методы обработки биомедицинских сигналов и данных» предназначена для подготовки студентов к практической работе по решению проблем автоматизации сбора, обработки и интерпретации медико-биологических данных, по улучшению медицинского обслуживания населения. Основное внимание уделяется изучению принципов разработки методов и технических средств сбора, представления и анализа медико-биологической информации.

1.2 Задачи дисциплины.

- изучение методов классификации, анализа, получения и обработки данных;
- приобретение навыков алгоритмизации, программирования, работы с вычислительными и аппаратными комплексами.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Методы обработки биомедицинских сигналов и данных» относится к базовой части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

Дисциплина логически и содержательно-методически связана с дисциплинами «Физика», «Математика», «Информатика», «Компьютерные технологии в медико-биологической практике». Для освоения данной дисциплины необходимо владеть методами математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, решения алгебраических, дифференциальных и интегральных уравнений; теории функций комплексного переменного, теории вероятностей и математической статистики, дискретной математики; знать основные физические законы; уметь применять математические методы и физические законы для решения практических задач.

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для изучения следующих дисциплин и практик: «Методы медицинских вычислений», «Основы медицинской вычислительной техники», «Автоматизация обработки биомедицинской информации», «Биотехнические системы медицинского назначения», «Системы автоматизации измерений и съема диагностической информации», «Медицинские приборы, аппараты, системы и комплексы», «Учебной практики», «Производственной практики».

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (ОПК-2, ОПК-4, ОПК-9, ПК-1)

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1	ОПК-2	Способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе	физико-математический аппарат применяющийся для анализа	применять физико-математический аппарат для решения	навыками выявления естественнонаучной сущности

№ п.п.	Индекс компет енции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	медико-биологических данных	проблем, возникающих при анализе медико-биологических данных	проблем, возникающих в ходе анализа медико-биологических данных
2	ОПК-4	Готовность применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации	основные методы работы с изображениями и чертежами	применять методы обработки изображений при работе с медико-биологическими данными	навыками работы со средствами и прикладными программами для выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации
3	ОПК-9	Способность использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности	правила работы с компьютером и основные требования информационной безопасности	применять методы информационных технологий для анализа медико-биологических данных	методами информационных технологий
4	ПК-1	Способность выполнять эксперименты и интерпретировать результаты по проверке корректности и эффективности решений	принципы и методологию получения и обработки экспериментальных данных	применять методы автоматизированной обработки к анализу данных медико-биологических приборов и систем	навыками автоматизированной обработки анализа данных медико-биологических приборов и систем.

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. (180 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице
(для студентов ОФО).

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)			
			6			
Контактная работа, в том числе:		100,3	100,3			
Аудиторные занятия (всего):		96	96			
Занятия лекционного типа		32	32			
Лабораторные занятия		64	64			
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)						
			-			
Иная контактная работа:						
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4	4			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3			
Самостоятельная работа, в том числе:		52,7	52,7			
Проработка учебного (теоретического) материала		35,7	35,7			
Подготовка к текущему контролю		17	17			
Контроль:						
Подготовка к экзамену		27	27			
Общая трудоемкость	час.	180	180			
	в том числе контактная работа	100	100			
	зач. ед	5	5			

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 3 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	8	7
1.	Общая характеристика данных и их моделей	20	4		8	8
2.	Амплитудный и частотный анализ.	39	8		16	15
3.	Корреляционный и спектральный анализ сигналов	39	8		16	15
4.	Случайные процессы, временные ряды и теория марковских цепей	39	8		16	15
5.	Применение методов обработки сигналов в медицине	12	4		8	
	<i>Итого по дисциплине:</i>	149	32		64	53

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Общая характеристика данных и их моделей	Классификация, источники и характеристики данных; общая характеристика и модели экспериментальных данных - сигналов и числовых массивов. Вычислительный комплекс на базе персонального компьютера; пакеты прикладных программ по обработке сигналов, числовых массивов и изображений.	Опрос и защита лабораторных задач
2.	Амплитудный и частотный анализ	Преобразование Фурье периодических и непериодических функций; преобразование Фурье функций с ограниченной областью определения; физический смысл преобразования Фурье; понятия скалярного произведения и нормы; мощность и энергия сигналов; преобразование Лапласа; свертка; фильтрация; дискретизация; дискретное преобразование Фурье; быстрое преобразование Фурье; вейвлет преобразование.	Опрос и защита лабораторных задач
3.	Корреляционный и спектральный анализ сигналов	Усреднение по реализациям, усреднение по времени; коэффициент корреляции; корреляционная функция; спектральная плотность энергии сигналов; спектральная плотность мощности сигналов; теорема Винера-Хинчина; коррелометр.	Опрос и защита лабораторных задач
4.	Случайные процессы, временные ряды и теория марковских цепей	Описание случайных процессов и временных рядов; характеристическая функция; гауссов случайный процесс; марковский случайный процесс; случайный процесс Пуассона. Применение методов обработки сигналов в медицине.	Опрос и защита лабораторных задач
5.	Применение методов обработки сигналов в медицине	Анализ сигналов ЭЭГ.	Опрос и защита лабораторных задач

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Занятия семинарского типа не предусмотрены учебным планом.

2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
---	---------------------------------	-------------------------

1	2	3
1	Создание программных интерфейсов средствами C++ Builder	Отчет по лабораторной работе
2	Создание программы графического представления сигналов	Отчет по лабораторной работе
3	Дискретное преобразование Фурье	Отчет по лабораторной работе
4	Частотная фильтрация сигналов	Отчет по лабораторной работе
5	Корреляционный анализ сигналов	Отчет по лабораторной работе

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы (проекты) по данной дисциплине не предусмотрены учебным планом.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Проработка учебного (теоретического) материала	1. Умняшкин, С.В. Основы теории цифровой обработки сигналов : учебное пособие / С.В. Умняшкин. - Москва : Техносфера, 2016. - 528 с. : ил., табл., схем. - (Мир цифровой обработки). - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-94836-424-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444859 2. Цифровая обработка сигналов и изображений в радиофизических приложениях / В.Ф. Кравченко, А.А. Зеленский, О.В. Горячкин и др. - Москва : Физматлит, 2007. - 544 с. - ISBN 978-5-9221-0871-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82181 3. Дворкович, В.П. Оконные функции для гармонического анализа сигналов / В.П. Дворкович, А.В. Дворкович. - Издание второе, переработанное и дополненное. - Москва : Техносфера, 2016. - 216 с. : ил., табл., схем. - (Мир цифровой обработки). - ISBN 978-5-94836-432-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444852 4. Сальников, И.И. Растровые пространственно-временные сигналы в системах анализа изображений / И.И. Сальников. - Москва : Физматлит, 2009. - 244 с. -

		ISBN 978-5-9221-1126-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76612 5. Щетинин, Ю.И. Анализ и обработка сигналов в среде MATLAB : учебное пособие / Ю.И. Щетинин. - Новосибирск : НГТУ, 2011. - 115 с. - ISBN 978-5-7782-1807-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229142
2	Подготовка к текущему контролю	1. Попечителей, Евгений Парфирович, Корневский, Николай Алексеевич Электрофизиологическая и фотометрическая медицинская техника: теория и проектирование : учебное пособие для студентов /Е. П. Попечителей, Н. А. Корневский ; под ред. Е. П. Попечителя -М.: Высшая школа, 2002 2. Бакалов, Валерий Петрович Цифровое моделирование случайных процессов : учебное пособие для студентов вузов /В. П. Бакалов ; [Учебно-метод. объединение по образованию в области радиотехники, электроники, биомед. техники и автоматизации] -М.: САЙНС-ПРЕСС, 2002 3. Белов, Леонид Алексеевич Синтезаторы частот и сигналов: Конспекты лекций: Учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению подготовки дипломированных специалистов 654200 "Радиотехника" /Ред. Т. В. Суханова; М-во образования РФ, Учебно-метод. объединение по образованию в области радиотехники, электроники, биомедицинской техники и автоматизации -М.: САИНС-ПРЕСС, 2002 4. Яковлев, Альберт Николаевич Основы вейвлет-преобразования сигналов: [направление : радиотехника] : учебное пособие для студентов вузов /А. Н. Яковлев ; [М-во образования Рос. Федерации, Учебно-метод. объедин. по образованию в области радиотехники, электроники, биомед. техники и автоматизации] -М.: САЙНС-ПРЕСС, 2003 5. Методы классической и современной теории автоматического управления: учебник для студентов вузов : в 5 т. Т. 1 Математические модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления/под ред. К. А. Пупкова, Н. Д. Егупова Изд. 2-е, перераб. и доп. -М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004 6. Рангайян, РангараджМандаям Анализ биомедицинских сигналов: практический подход : учебное пособие для студентов вузов /Р. М. Рангайян ; пер. с англ. А. Н. Калиниченко под ред. А. П. Немирко -М.: ФИЗМАТЛИТ , 2007 7. Крянев, Александр Витальевич, Лукин, Г. В. Математические методы обработки неопределенных данных: учебное пособие для студентов вузов /А. В.

		Крянев, Г. В. Лукин Изд. 2-е, испр. -М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006 8. Оппенгейм, А., Шафер, Р. Цифровая обработка сигналов: [учебник] /А. Оппенгейм, Р. Шафер ; пер. с англ. С. А. Кулешова ; под ред. А. С. Ненашева -М.: Техносфера, 2006 9. Булавин, Леонид Анатольевич, Выгорницкий, Николай Викторович, Лебовка, Николай Иванович Компьютерное моделирование физических систем: [учебное пособие] /Л. А. Булавин, Н. В. Выгорницкий, Н. И. Лебовка -Долгопрудный: Интеллект, 2011 10. Рябов, Валерий Александрович Принципы статистической физики и численное моделирование: [учебное пособие] /В. А. Рябов -Долгопрудный: Интеллект, 2014
--	--	---

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

При реализации учебной работы по освоению курса «Методы обработки биомедицинских сигналов и данных» используются современные образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии;
- проектные методы обучения;
- исследовательские методы в обучении;
- проблемное обучение.

Успешное освоение материала курса предполагает большую самостоятельную работу студентов и руководство этой работой со стороны преподавателей.

В учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий: метод проектов, метод поиска быстрых решений в группе, мозговой штурм.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

По дисциплине «Методы обработки биомедицинских сигналов и данных» в форме текущего контроля предусмотрены контрольные работы, примерные задания для контрольной работы представлены ниже.

Контрольная работа № 1

Задача 1.

Функция $x(t)$ – вещественная и четная. Показать, что Фурье-образ $X(v)$ – вещественная и четная.

Задача 2.

Функция $x(t)$ – вещественная и нечетная. Показать, что Фурье-образ $X(v)$ – мнимая и нечетная.

Задача 3.

Функция $x(t)$ – мнимая и четная. Показать, что Фурье-образ $X(v)$ – мнимая и четная.

Задача 4.

Функция $x(t)$ – мнимая и нечетная. Показать, что Фурье-образ $X(v)$ – вещественная и нечетная.

Задача 5.

Функция $x(t)$ – комплексная и четная. Показать, что Фурье-образ $X(v)$ – комплексная и четная.

Задача 6.

Функция $x(t)$ – комплексная и нечетная. Показать, что Фурье-образ $X(v)$ – комплексная и нечетная.

Задача 7.

Функция $x(t)$ – мнимая. Показать, что $\operatorname{Re} X(v) = -\operatorname{Re} X(-v)$ – нечетная;

$\operatorname{Im} X(v) = \operatorname{Im} X(-v)$ – четная.

Задача 8.

$\operatorname{Re} x(t)$ – четная; $\operatorname{Im} x(t)$ – нечетная. Показать, что $X(v)$ – вещественная.

Задача 9.

$\operatorname{Re} x(t)$ – нечетная; $\operatorname{Im} x(t)$ – четная. Показать, что $X(v)$ – мнимая.

Задача 10.

Пусть $x(t)$ – вещественная, $x(t) \leftrightarrow X(v)$. Показать, что $X^*(v) = X(-v)$.

Задача 11.

Пусть $f(t) \leftrightarrow F(v)$. Показать, что, если масштаб измерения времени уменьшить в n раз ($t' = t/n$, $n > 1$), то $f(t'/n) \leftrightarrow n F(nv)$.

Задача 12.

Пусть $F(v) = \mathcal{F}\{f(t)\}$. Показать, что Фурье-образ функции $F(v-a)$ есть $f(t)e^{2\pi i a t}$.

Задача 13.

Пусть $f(t) \leftrightarrow F(v)$. Найти амплитуду и фазу Фурье-преобразования функции $F(v-a)$.

Задача 14.

Найти Фурье-преобразования функций $F_1(v) = e^{-2\pi i v a}$, $F_2(v) = e^{2\pi i v a}$.

Задача 15.

Выразить Фурье-образ функции $\cos 2\pi a t$ через δ -функции Дирака $\delta(v-a)$ и $\delta(v+a)$.

Задача 16.

Выразить Фурье-образ функций $\sin 2\pi a t$ через δ -функции Дирака $\delta(v-a)$ и $\delta(v+a)$.

Контрольная работа № 2

Задача 1.

Показать, что, если $x(t) \leftrightarrow X(v)$, то

$$\frac{d^n x(t)}{dt^n} \leftrightarrow (2\pi i v)^n X(v), \quad n=1,2,3,\dots$$

Задача 2.

$$\Theta_{2T}(t) = \Pi_T(t-T) = \begin{cases} 1, & t \in [0, 2T] \\ 0, & t \notin [0, 2T] \end{cases}$$

Найти Фурье-образ функции $\Theta_{2T}(t)$, использовать свойство «смещение аргумента».

Задача 3.

Найти действительную и мнимую части Фурье-образа функции $\Theta_{2T}(t)$.

Задача 4.

Найти модуль и фазу Фурье-образа функции $\Theta_{2T}(t)$.

Задача 5.

Пусть $f(t) \leftrightarrow F(v)$. Показать, что $\int_{-\infty}^{\infty} f(t) dt = F(0)$.

Задача 6.

Найти $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{\sin \pi F_e t}{\pi F_e t} dt$.

Задача 7.

Найти $\int_0^{\infty} \frac{\sin \pi F_e t}{\pi F_e t} dt$.

Задача 8.

Найти $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{\sin x}{x} dx$.

Задача 9.

Найти $\int_0^{\infty} \frac{\sin x}{x} dx$.

Задача 10.

Пусть $f(t) \leftrightarrow F(\nu)$, $g(t) \leftrightarrow G(\nu)$. Доказать, что скалярное произведение сигналов $f(t)$ и $g(t)$, вычисленное во временном и частотном представлении, совпадает.

Задача 11.

Пусть $f(t) \leftrightarrow F(\nu)$. Доказать, что норма сигнала $f(t)$, вычисленная во временном и частотном представлении, совпадает.

Задача 12.

Используя теорему Парсеваля, найти $\int_{-\infty}^{\infty} \left| \frac{\sin \pi F_e t}{\pi F_e t} \right|^2 dt$.

Задача 13.

Найти $\int_0^{\infty} \left| \frac{\sin \pi F_e t}{\pi F_e t} \right|^2 dt$.

Задача 14.

Найти $\int_{-\infty}^{\infty} \left| \frac{\sin x}{x} \right|^2 dx$.

Задача 15.

Найти $\int_0^{\infty} \left| \frac{\sin x}{x} \right|^2 dx$.

Контрольная работа № 3

Задача 1.

Доказать, что функции $f(x) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \frac{\sin(x - k\pi)}{x - k\pi}$, где $k=0, 1, 2, \dots$, образуют ортонормированную систему функций.

Задача 2.

Найти Фурье-преобразование Лямбда функции $\Lambda_{F_e}(v) = \begin{cases} 1 - \frac{|v|}{F_e}, & |v| \leq F_e \\ 0, & |v| > F_e \end{cases}$.

Задача 3.

Найти Фурье-образ $\Lambda_T(t)$, где $\Lambda_T(t) = \begin{cases} 1 - \frac{|t|}{T}, & |t| \leq T \\ 0, & |t| > T \end{cases}$.

Задача 4.

Пусть $e(t) \leftrightarrow E(v)$ и $h(t) \leftrightarrow H(v)$. Найти $TFe(t)h(t)$.

Задача 5.

Процесс $x(t) = Ae^{-\frac{|t|}{\tau}}$ ($\tau > 0$). Найти Фурье-образ $x(t)$.

Задача 6.

Процесс $x(t) = Ae^{\frac{t}{\tau}} \cos 2\pi\nu_0 t$ ($\tau > 0$) при $t \geq 0$, $x=0$ при $t < 0$.

Найти Фурье-образ $x(t)$.

Задача 7.

Процесс $x(t) = Ae^{\frac{t}{\tau}} \cos 2\pi\nu_0 t$ ($\tau > 0$) при $t \geq 0$, $x=0$ при $t < 0$.

Найти действительную и мнимую части $TFx(t)$.

Задача 8.

Процесс $x(t) = Ae^{\frac{|t|}{\tau}} \cos 2\pi\nu_0 t$ ($\tau > 0$). Найти Фурье-образ $x(t)$.

Задача 9.

Пусть $e(t)=0, t < 0$ – входной сигнал, $S(t)$ – выходной сигнал, $h(t)$ – импульсный отклик системы ($h(t)=0$ при $t < 0$). Найти $S(t)$ при $t < 0$.

Задача 10.

Доказать, что $W_2(p) = \frac{T_p}{1 + T_p}$ высокочастотный фильтр 1 рода.

Задача 11.

Доказать, что $W_3(p) = \frac{1}{1 + 2\xi T_p + T_p^2 p^2}$ низкочастотный фильтр 2 рода.

Задача 12.

Доказать, что $W_4(p) = \frac{T^2 p^2}{1 + 2\xi T p + T^2 p^2}$ высокочастотный фильтр 2 рода.

Задача 13.

Входной сигнал $f(t) = A e^{-\frac{t}{\tau}}, t \geq 0$ пропускается через высокочастотный фильтр 1 рода. Найти Фурье-образ выходного сигнала, выделить действительную и мнимую части Фурье-образа.

Задача 14.

Входной сигнал $f(t) = A e^{-\frac{t}{\tau}}, t \geq 0$ пропускается через низкочастотный фильтр 2 рода. Найти Фурье-образ выходного сигнала, выделить действительную и мнимую части Фурье-образа.

Задача 15.

Входной сигнал $f(t) = A e^{-\frac{t}{\tau}}, t \geq 0$ пропускается через высокочастотный фильтр 2 рода. Найти Фурье-образ выходного сигнала, выделить действительную и мнимую части Фурье-образа.

Задача 16.

Входной сигнал $x(t) = A \exp\{-t/\tau\} \cos 2\pi\nu_0 t, t \geq 0$ пропускается через низкочастотный фильтр 1 рода. Найти Фурье-образ выходного сигнала, выделить действительную и мнимую части Фурье-образа.

Задача 17.

Входной сигнал $x(t) = A \exp\{-t/\tau\} \cos 2\pi\nu_0 t, t \geq 0$ пропускается через высокочастотный фильтр 1 рода. Найти Фурье-образ выходного сигнала, выделить действительную и мнимую части Фурье-образа.

Задача 18.

Входной сигнал $x(t) = A \exp\{-t/\tau\} \cos 2\pi\nu_0 t, t \geq 0$ пропускается через низкочастотный фильтр 2 рода. Найти Фурье-образ выходного сигнала, выделить действительную и мнимую части Фурье-образа.

Задача 19.

Входной сигнал $x(t) = A \exp\{-t/\tau\} \cos 2\pi\nu_0 t, t \geq 0$ пропускается через высокочастотный фильтр 2 рода. Найти Фурье-образ выходного сигнала, выделить действительную и мнимую части Фурье-образа.

Контрольная работа № 4

Задача 1.

Фаза сигнала φ распределена на интервале $[0, \pi/2]$ равномерно. Найти математическое ожидание величины $f(x, y) = x(\varphi) \cdot y(\varphi)$, где $x(\varphi) = \sin \varphi$, $y(\varphi) = \cos \varphi$.

Задача 2.

Каждая выборочная функция (реализация) $x(t)$ некоторого случайного процесса тождественно равна постоянному случайному параметру α , распределенному с однородной плотностью вероятности на отрезке $[0, A]$. Показать, что случайный процесс является стационарным, но не является эргодическим.

Задача 3.

Выборочная функция случайного процесса имеют вид $x(t) = a \cdot \sin(\omega t + \alpha)$, где ω – постоянная частота, α – постоянная фаза, a – амплитуда, являющаяся непрерывной случайной величиной с равномерным распределением вероятности на отрезке $[0, A]$. Показать, что процесс не является ни стационарным, ни эргодическим.

Задача 4.

Случайный процесс $u(t)$ имеет вид $u(t) = U_0 \cos(\omega_0 t + \varphi)$, где U_0 , ω_0 – фиксированные величины, фаза φ – случайная величина, равномерно распределенная в интервале $[-\pi, \pi]$.

Определить среднее значение $\bar{u}$, дисперсию σ_u^2 случайного процесса. Доказать, что случайный процесс $u(t)$ стационарен.

Задача 5.

Спектральная плотность мощности шума постоянна внутри полосы пропускания частотного фильтра $H(\nu) = \begin{cases} 1, & \nu \in [0, \nu_m] \\ 0, & \nu \notin [0, \nu_m] \end{cases}$. Найти автокорреляционную функцию шума.

Задача 6.

Используя теорему Винера-Хинчина, найти энергетический спектр стационарного случайного процесса с автокорреляционной функцией

$$C_{xx}(\tau) = \sigma^2 \exp\left(-\frac{|\tau|}{\gamma}\right).$$

Задача 7.

Пусть стационарный случайный процесс $X(t)$ характеризуется следующим

энергетическим спектром: $W(\omega) = \begin{cases} W_0, & -\omega_b \leq \omega \leq \omega_b \\ 0, & |\omega| > \omega_b \end{cases}$. Найти автокорреляционную

функцию процесса $X(t)$.

Задача 8.

Пусть $x(t)$ – стационарный, эргодический, действительный, случайный процесс. Показать, что автокорреляционная функция обладает

1) свойством четности $C_{xx}(\tau) = C_{xx}(-\tau)$;

2) спектральная плотность мощности ($TFC_{xx}(\tau)$) действительна и чётна.

Задача 9.

Пусть $x(t)$, $y(t)$ – стационарные, эргодические действительные случайные процессы. Показать, что взаимные корреляционные функции обладают свойством $C_{xy}(\tau) = C_{yx}(-\tau)$.

Задача 10.

Пусть $\tilde{x}(t)$, $\tilde{y}(t)$ – эргодические, центрированные, случайные функции. Показать, что $C_{\tilde{x}\tilde{y}}(\tau = \infty) = C_{\tilde{y}\tilde{x}}(\tau = \infty) = 0$.

Контрольная работа № 5

Задача 1.

Случайная величина x распределена по закону Гаусса $\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left\{-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right\}$. Найти моменты 1, 2, ..., n порядков $\mu_n = \int_{-\infty}^{\infty} x^n \varphi(x) dx$. Доказать, что все моменты чётного порядка выражаются через момент второго порядка.

Задача 2.

Случайная величина x распределена по закону Гаусса $\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left\{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}\right\}$.

Получить формулу для вычисления моментов k -порядка μ_k через моменты низшего порядка центрированной случайной величины.

Задача 3.

Приёмник регистрирует случайный процесс $x(t)$ на фоне некоррелированного Гауссового шума $y(t)$. Выборочные функции случайного процесса имеют вид $x(t) = a \cdot \sin(\omega t + \alpha)$, где a – постоянная амплитуда, ω – постоянная частота, α – фаза, являющаяся случайной величиной с равномерным распределением вероятностей в интервале $(0, 2\pi)$. Плотность вероятности Гауссового шума определяется выражением

$$\varphi(y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left\{-\frac{y^2}{2\sigma^2}\right\}.$$

Найти условие интерференции результирующего сигнала $X(t) = x(t) + x(t+\tau) + y(t)$.

Контрольная работа № 6

Задача 1.

Найти корреляционную функцию процесса вида «случайного телеграфного сигнала» – случайного процесса $\xi(t)$, представляющего собой последовательность скачков напряжения между значениями $+5$ В и -5 В, причем моменты скачков распределены по закону Пуассона $p_T = \frac{(\lambda T)^n}{n!} \exp(-\lambda T)$, где λ – среднее число скачков в единицу времени.

Задача 2.

Устройство, имеющее два устойчивых состояния (триггер), находится под воздействием случайной последовательности управляющих импульсов, с одинаковой вероятностью имеющих знаки плюс и минус. Пусть положительный импульс создает или сохраняет состояние 1 триггера, отрицательные – создает или сохраняет состояние 2. Число импульсов, поступающих на триггер в единицу времени, равно a .

Считая, что в начальный момент времени триггер находился в состоянии 1, найти вероятность обнаружить триггер в состояниях 1 и 2 в момент времени t .

Задача 3.

Случайный процесс Пуассона со средней скоростью числа событий γ заключается в удвоении числа частиц в результате каждого события (лавинный процесс умножения частиц). Полагая, что в начальный момент времени t_0 было N_0 частиц, найти 1) среднее число частиц в момент $t > t_0$; 2) автокорреляционную функцию.

Задача 4.

Случайный процесс Пуассона со средней скоростью числа событий γ заключается в появлении еще одной частицы в результате каждого события. Полагая, что в начальный момент времени t_0 частицы отсутствовали, найти

1) среднее число частиц в момент $t > t_0$; 2) автокорреляционную функцию.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

По дисциплине «Методы обработки биомедицинских сигналов и данных» предусмотрен экзамен, который является формой промежуточной аттестации.

Перечень вопросов, выносимых на экзамен:

1. Измерительная процедура.
2. Измерительная система.
3. Данные измерений.
4. Характеристика методов обработки экспериментальных данных.
5. Преобразование Фурье периодических функций.
6. Преобразование Фурье непериодических функций.
7. Преобразование Фурье функций с ограниченной областью определения.
8. Физический смысл преобразования Фурье.
9. Понятия скалярного произведения и нормы. Теорема Пварсеваля.
10. Мощность и энергия сигналов.
11. Преобразование Лапласа.
12. Свертка.
13. Теорема Планшереля.
14. Фильтрация.
15. Физический фильтр.

16. Дискретизация. Теорема дискретизации Шеннона.
17. Теорема восстановления Котельникова-Шеннона.
18. Дискретизация, осуществляемая реальным устройством.
19. Дискретное преобразование Фурье.
20. Обратное ДПФ. Частотная или амплитудная фильтрация.
21. Быстрое преобразование Фурье.
22. Характеристика Вейвлет преобразования и его сопоставление с преобразованием Фурье.
23. Вейвлет преобразование сигнала.
24. Корреляция между процессами, заданными различными реализациями.
25. Корреляция между процессами, заданными одной реализацией каждого из процессов.
26. Корреляционные функции.
27. Сигналы с конечной и бесконечной энергией.
28. Теорема Винера-Хинчина. Коррелометр.
29. Случайные процессы и временные ряды. Распределение вероятностей.
30. Математическое ожидание случайной величины. Характеристическая функция.
31. Гауссовский случайный процесс.
32. Марковский случайный процесс.
33. Пуассоновский случайный процесс.
34. Применение методов обработки сигналов в медицине.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

5.1 Основная литература:

1. Умняшкин, С.В. Основы теории цифровой обработки сигналов : учебное пособие / С.В. Умняшкин. - Москва : Техносфера, 2016. - 528 с. : ил., табл., схем. - (Мир цифровой обработки). - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-94836-424-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444859>
2. Дворкович, В.П. Оконные функции для гармонического анализа сигналов / В.П. Дворкович, А.В. Дворкович. - Издание второе, переработанное и дополненное. - Москва : Техносфера, 2016. - 216 с. : ил., табл., схем. - (Мир цифровой обработки). - ISBN 978-5-94836-432-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444852>
3. Сальников, И.И. Растровые пространственно-временные сигналы в системах анализа изображений / И.И. Сальников. - Москва : Физматлит, 2009. - 244 с. - ISBN 978-5-9221-1126-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76612>
4. Щетинин, Ю.И. Анализ и обработка сигналов в среде MATLAB : учебное пособие / Ю.И. Щетинин. - Новосибирск : НГТУ, 2011. - 115 с. - ISBN 978-5-7782-1807-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229142>

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

5.2 Дополнительная литература:

1. Цифровая обработка сигналов и изображений в радиофизических приложениях / В.Ф. Кравченко, А.А. Зеленский, О.В. Горячкин и др. - Москва : Физматлит, 2007. - 544 с. - ISBN 978-5-9221-0871-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82181>
2. Попечителей, Евгений Парфирович, Корневский, Николай Алексеевич Электрофизиологическая и фотометрическая медицинская техника: теория и проектирование : учебное пособие для студентов /Е. П. Попечителей, Н. А. Корневский ; под ред. Е. П. Попечителя -М.: Высшая школа, 2002
3. Бакалов, Валерий Петрович Цифровое моделирование случайных процессов : учебное пособие для студентов вузов /В. П. Бакалов ; [Учебно-метод. объединение по образованию в области радиотехники, электроники, биомед. техники и автоматизации] - М.: САЙНС-ПРЕСС, 2002
4. Белов, Леонид Алексеевич Синтезаторы частот и сигналов: Конспекты лекций: Учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению подготовки дипломированных специалистов 654200 "Радиотехника" /Ред. Т. В. Суханова; М-во образования РФ, Учебно-метод. объединение по образованию в области радиотехники, электроники, биомедицинской техники и автоматизации -М.: САИНС-ПРЕСС, 2002
5. Яковлев, Альберт Николаевич Основы вейвлет-преобразования сигналов: [направление : радиотехника] : учебное пособие для студентов вузов /А. Н. Яковлев ; [М-во образования Рос. Федерации, Учебно-метод. объедин. по образованию в области радиотехники, электроники, биомед. техники и автоматизации] -М.: САЙНС-ПРЕСС, 2003
6. Методы классической и современной теории автоматического управления: учебник для студентов вузов : в 5 т. Т. 1 Математические модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления/под ред. К. А. Пупкова, Н. Д. Егупова Изд. 2-е, перераб. и доп. -М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004

7. Рангайян, РангараджМандаям Анализ биомедицинских сигналов: практический подход : учебное пособие для студентов вузов /Р. М. Рангайян ; пер. с англ. А. Н. Калиниченко под ред. А. П. Немирко -М.: ФИЗМАТЛИТ , 2007
8. Крянев, Александр Витальевич, Лукин, Г. В. Математические методы обработки неопределенных данных: учебное пособие для студентов вузов /А. В. Крянев, Г. В. Лукин Изд. 2-е, испр. -М.: ФИЗМАТЛИТ , 2006
9. Оппенгейм, А., Шафер, Р. Цифровая обработка сигналов: [учебник] /А. Оппенгейм, Р. Шафер ; пер. с англ. С. А. Кулешова ; под ред. А. С. Ненашева -М.: Техносфера, 2006
10. Булавин, Леонид Анатольевич, Выгорницкий, Николай Викторович, Лебовка, Николай Иванович Компьютерное моделирование физических систем: [учебное пособие] /Л. А. Булавин, Н. В. Выгорницкий, Н. И. Лебовка -Долгопрудный: Интеллект, 2011
11. Рябов, Валерий Александрович Принципы статистической физики и численное моделирование: [учебное пособие] /В. А. Рябов -Долгопрудный: Интеллект, 2014

5.3. Периодические издания:

1. Вестник СПбГУ.Серия: Физика. Химия.
2. Журнал экспериментальной и теоретической физики.
3. Известия ВУЗов.Серия: Физика.
4. Журнал "Цифровая обработка сигналов"
5. Международный научно-практически журнал "Программные продукты и системы"

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

№ п/п	Ссылка	Пояснение
1.	http://www.book.ru	BOOK.ru – электронная библиотечная система (ЭБС) современной учебной и научной литературы. Библиотека BOOK.ru содержит актуальную литературу по всем отраслям знаний, коллекция пополняется электронными книгами раньше издания печатной версии.
2.	http://www.ibooks.ru	Айбукс.ру – электронная библиотечная система учебной и научной литературы. В электронную коллекцию включены современные учебники и пособия ведущих издательств России.
3.	http://www.sciencedirect.com	Платформа ScienceDirect обеспечивает всесторонний охват литературы из всех областей науки, предоставляя доступ к более чем 2500 наименований журналов и более 11000 книг из коллекции издательства «Эльзевир», а также огромному числу журналов, опубликованных престижными научными сообществами. Полнотекстовая база данных ScienceDirect является непревзойденным Интернет-ресурсом научно-технической и медицинской информации и содержит 25% мирового рынка научных публикаций.
4.	http://www.scopus.com	База данных Scopus индексирует более 18 тыс. наименований журналов от 5 тыс. международных

		издательств, включая более 300 российских журналов. Непревзойденная поддержка в поиске научных публикаций и предоставлении ссылок на все вышедшие рефераты из обширного объема доступных статей. Возможность получения информации о том, сколько раз ссылались другие авторы на интересующую Вас статью, предоставляется список этих статей. Отслеживание своих публикаций с помощью авторских профилей, а так же работы своих соавторов и соперников.
5.	http://www.scirus.com	Scirus – бесплатная поисковая система для поиска научной информации.
6.	http://www.elibrary.ru	Научная электронная библиотека (НЭБ) содержит полнотекстовые версии научных изданий ведущих зарубежных и отечественных издательств.
7.	http://diss.rsl.ru	«Электронная библиотека диссертаций» Российской Государственной Библиотеки (РГБ) в настоящее время содержит более 400 000 полных текстов наиболее часто запрашиваемых читателями диссертаций. Ежегодное оцифровывание от 25000 до 30000 диссертаций.
8.	http://moodle.kubsu.ru	Среда модульного динамического обучения

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

Основной учебной работой студента является самостоятельная работа в течение всего срока обучения. Начинать изучение дисциплины необходимо с ознакомления с целями и задачами дисциплины и знаниями и умениями, приобретаемыми в процессе изучения. Далее следует проработать конспекты лекций, рассмотрев отдельные вопросы по предложенным источникам литературы. Все неясные вопросы по дисциплине студент может разрешить на консультациях, проводимых по расписанию. При подготовке к практическим занятиям студент в обязательном порядке изучает теоретический материал в соответствии с методическими указаниями.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).

8.1 Перечень информационных технологий.

1. Использование электронных презентаций при проведении лекций.
2. Выполнение лабораторных работ, предусмотренных.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

1. Adobe Acrobat X Pro создание редактирование PDF документов
2. Операционная система MS Windows версии XP, 7,8,10
3. Пакет офисных программ Microsoft Office 2010.

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Электронная библиотечная система "Университетская библиотека ONLINE" [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>
2. Электронная библиотечная система издательства "Лань" [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>
3. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>)

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер) и соответствующим программным обеспечением (ПО) (кабинет 300С)
2.	Лабораторные занятия	Специальное помещение, оснащенное доской и учебной мебелью (кабинет 132С)
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Специализированный класс физико-технического факультета (кабинет 204С, 213С)
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Специализированный класс физико-технического факультета (кабинет 204С, 213С)
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. (кабинет 204С, 213С)