

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Хагуров Т.А.



подпись

30»

мая

2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**Б1.О.18 МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ БИМЕДИЦИНСКИХ СИГНАЛОВ И
ДАННЫХ**

Направление подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Направленность Инженерное дело в медико-биологической практике

Форма обучения очная

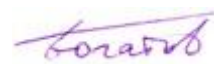
Квалификация бакалавр

Краснодар 2025

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

Программу составил:

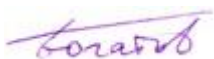
Богатов Н.М., профессор



подпись

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физики и информационных систем протокол № 16 «18» апрель 2025 г. Заведующий кафедрой физики и информационных систем

Богатов Н.М.



фамилия, инициалы

подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физикотехнического факультета протокол № 5 «18» апрель 2025г.

Председатель УМК факультета

Богатов Н.М.
фамилия, инициалы



подпись

Рецензенты:

Галуцкий В.В., канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры оптоэлектроники

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 биомедицинских исследованиях». 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-1, ОПК-3

№ п.п.	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции		
		знает	умеет	владеет

1.	ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности,	Физикоматематический аппарат, применяющийся для анализа	применять полученные знания в инженерной деятельности, связанной с	естественнонаучными и общинженерными знаниями для проектирования
№ п.п.	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции		
		знает	умеет	владеет
	связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем	биотехнических систем	разработкой, проектированием, конструированием биотехнических систем	биотехнических систем
2.	ОПК-3 Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и предоставлять полученные данные с учетом специфики биотехнических систем и технологий	принципы проведения экспериментальных исследований и измерений с учетом специфики биотехнических систем и технологий	обрабатывать и представлять полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов	навыками проведения экспериментальных исследований и обработки представленных данных в профессиональной деятельности

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:	96,3	96,3			
Аудиторные занятия (всего):	96	96			
Занятия лекционного типа	32	32			
Лабораторные занятия	64	64			
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-			
	-	-			
Иная контактная работа:	12,3	12,3			
Контроль самостоятельной работы (КСР)	12	12			
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3			

Самостоятельная работа, в том числе:		45	45			
Проработка учебного (теоретического) материала		25	25			
Подготовка к текущему контролю		20	20			
Контроль:		26,7	26,7			
Подготовка к экзамену		26,7	26,7			
Общая трудоемкость	час.	180	180			
	в том числе контактная работа	64,3	64,3			
	зач. ед	5	5			

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 6 семестре (*очная форма*)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	8	7
1.	Общая характеристика данных и их моделей	28	4		12	8
2.	Амплитудный и частотный анализ.	28	8		12	8
3.	Корреляционный и спектральный анализ сигналов	28	8		12	8
4.	Случайные процессы, временные ряды и теория марковских цепей	30	8		12	12
5.	Применение методов обработки сигналов в медицине	30	4		16	9
	<i>Итого по дисциплине:</i>		32		64	45

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.	Контрольная работа

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.	Контрольная работа
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 ВинераХинчина; коррелометр.	Контрольная работа
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.	Контрольная работа
5.	Применение методов обработки сигналов в медицине	Анализ сигналов ЭЭГ.	Контрольная работа

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	Создание программных интерфейсов средствами C++ Builder	Защита лабораторной работы в форме беседы
2	Создание программы графического представления сигналов	Защита лабораторной работы в форме беседы

3	Дискретное преобразование Фурье	Защита лабораторной работы в форме беседы
4	Частотная фильтрация сигналов	Защита лабораторной работы в форме беседы
5	Корреляционный анализ сигналов	Защита лабораторной работы в форме беседы

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	Подготовка к текущему контролю	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 пространственновременные 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

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,
- 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(Пример) Задача

1.

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

Задача 2.

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

Задача 3.

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

Задача 4.

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

Задача 5.

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

Задача 6.

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

Задача 7.

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

Задача 8.

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

Задача 9.

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

Задача 10.

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

Задача 11.

Пусть $f(t) \in F(\omega)$. Показать, что, если масштаб измерения времени уменьшить в n раз ($t \in t/n$, $n > 1$), то $f(t/n) \in n F(n\omega)$.

Задача 12.

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

Задача 13.

Пусть $f(t) \in F(\omega)$. Найти амплитуду и фазу Фурье-преобраза функции $F(\omega/a)$.

Задача 14.

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

Задача 15.

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

Задача 16.

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

Лабораторная работа 1. Создание программных интерфейсов средствами C++ Builder. (Пример)

Внешний вид среды разработки и назначения окон, меню команд, кнопок управления и других органов управления. Интерфейс быстрой среды разработки приложений RAD (Rapid Application Development). Главное окно интерфейса C++Builder 6 - Project 1. Проект – вся группа программных файлов, которые необходимы для создания конечной исполняемой программы. Справа от быстрых кнопок, палитра визуальных компонентов VCL, закладки, компоненты, позволяющие быстро создавать в программе различные программные кнопки, рисунки, надписи, таймеры, календари и т. п. Окно дизайнера форм, редактора кода, инспектора объектов Object Inspector, просмотра объектов Object Tree View.

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 Пварсваля.
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. Корреломер.
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.

Методические рекомендации, определяющие процедуру оценивания на экзамене

В соответствии с учебным планом итоговой формой аттестации является экзамен. Экзамен по дисциплине преследует цель оценить работу студента за курс, получение теоретических знаний, их прочность, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение применять полученные знания для решения задач.

Допуск к сдаче экзамена студенты получают после успешной защиты лабораторных работ, в соответствии с расписанием и учебным планом. Лабораторные работы являются формой контроля усвоения студентом учебной программы по дисциплине или ее части, выполнения практических работ. Результаты прохождения текущего контроля по прослушанному курсу должны оцениваться как итог деятельности студента в семестре, а именно - по посещаемости лекций, результатам работы на лабораторных занятиях, выполнения самостоятельной работы.

ФОС промежуточной аттестации состоит из вопросов к экзамену по дисциплине.

Форма проведения экзамена: устно (письменно).

Экзаменатору предоставляется право задавать студентам дополнительные вопросы по всей учебной программе дисциплины.

Результат сдачи экзамена заносится преподавателем в экзаменационную ведомость и зачетную книжку. **Критерии оценки: оценка «отлично»:** глубокие исчерпывающие знания всего программного материала, логически последовательные, полные и конкретные ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы членов комиссии; использование в необходимой мере в ответах языкового материала, представленного в рекомендуемых учебных пособиях и дополнительной литературе;

оценка «хорошо»: твёрдые и достаточно полные знания всего программного материала, последовательные, правильные, конкретные ответы на поставленные вопросы при свободном реагировании на замечания по отдельным вопросам; **оценка «удовлетворительно»:** знание и понимание основных вопросов программы, наличие ошибок при недостаточной способности их корректировки, наличие большого количества (около 50%) незначительных ошибок в освещении отдельных вопросов билета; **оценка «неудовлетворительно»:** непонимание сущности излагаемых вопросов, грубые ошибки в ответе, неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы экзаменаторов.

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 978-59221-1126-3 ; 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. Немирко, А.П. Математический анализ биомедицинских сигналов и данных / А.П. Немирко, Л.А. Манило, А.Н. Калинин. - Москва : Физматлит, 2017. - 248 с. : граф., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9221-1720-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485280>
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, Учебнометод. 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 ; [Мво 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. Калинин 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 также 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).

К специалистам различных областей знаний в настоящее время предъявляется широкий перечень требований. Одно из важнейших – это наличие умения и навыка самостоятельного поиска знаний в различных источниках, их систематизация и оценка в контексте решаемой задачи.

Структура учебного курса направлена на развитие у студента данной способности. Однако решающую роль в этом играет самостоятельная работа студента и осознанное участие в лекционных и лабораторных занятиях.

Рекомендуется построить самостоятельную работу таким образом, чтобы она включала:

- изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции;
- изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией;
- изучение теоретического материала по учебнику и конспекту;
- подготовку к лабораторному занятию.

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

1. После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст прослушанной лекции.
2. При подготовке к новой лекции просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции.

3. В течение недели выбрать время для работы с литературой и интернетисточниками по теме.

4. При подготовке к лабораторным занятиям, необходимо прочитать основные понятия и подходы по теме домашнего задания.

Дополнительно к изучению конспектов лекции необходимо пользоваться учебником. Кроме «заучивания» материала, очень важно добиться состояния понимания изучаемых тем дисциплины. С этой целью рекомендуется после изучения очередного параграфа выполнить несколько упражнений на данную тему.

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	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, №148С Комплект учебной мебели на 30 мест; Доска учебная меловая; Smart SBA 1007274 колонки и интерактивная доска; Ноутбук – 1 шт.; Проектор BenQ PB2250;

2.	Лабораторные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская 149, №132С Комплект учебной мебели на 30 мест; Доска учебная магнитно-маркерная; Компьютерная техника с подключением к сети "Интернет": ПЭВМ 15 шт.; ПЭВМ преподавателя 1 шт.
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, №315С Комплект учебной мебели на 60 мест; Доска учебная магнитно-маркерная; Доска учебная меловая; Проектор Epson EB-585Wi; Экран Projecta SlimScreen;
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, №315С Комплект учебной мебели на 60 мест; Доска учебная магнитно-маркерная; Доска учебная меловая; Проектор Epson EB-585Wi; Экран Projecta SlimScreen;
5.	Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы, 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, № 208С. Комплект учебной мебели на 20 мест; Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет», программным обеспечением в режиме подключения к терминальному серверу, программой экранного увеличения и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.