

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

« 5 » _____

2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.08 СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИГНАЛОВ

(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки / специальность

03.03.03 Радиофизика

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) / специализация

Физика и технология радиоэлектронных приборов и устройств

(наименование направленности (профиля) / специализации)

Форма обучения _____ очная _____

Квалификация выпускника _____ бакалавр _____

Краснодар 2023

Рабочая программа дисциплины Б1.В.08 «Спектральный анализ сигналов» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика». Направленность «Физика и технология радиоэлектронных приборов и устройств»

Программу составил:

Хаммуд Алаа, старший преподаватель кафедры радиофизики и нанотехнологий ФТФ КубГУ, канд. физ.-мат. наук

Рабочая программа дисциплины «Спектральный анализ сигналов» утверждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий протокол № «31» 08 2023 г.

И.о. заведующего кафедрой

Доктор физ.-мат. наук, доцент.

Строганова. Е.В.

фамилия, инициалы

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета

протокол № «31» 08.2023 г. Председатель

УМК факультета

Богатов

Н.М.

фамилия, инициалы

Рецензенты:

Исаев Владислав Андреевич, Доктор физ.-мат. наук, профессор кафедры теоретической физики и компьютерных технологий систем ФТФ ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель дисциплины

Учебная дисциплина «Спектральный анализ сигналов» ставит своей целью изучение физических основ спектральных методов анализа, формирование представлений об основных путях и механизмах взаимодействия вещества с электромагнитным излучением, характеристик и применения спектральных методов в изучении вещества.

1.2 Задачи дисциплины

Основные задачи учебной дисциплины:

- изучение взаимодействия вещества с электромагнитным излучением;
- исследования происхождения электронных спектров поглощения и пропускания;
- изучение основ и характеристик спектральных методов исследования материалов и структур.

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Спектральный анализ сигналов» по направлению подготовки

03.03.03 «Радиофизика» относится к учебному циклу естественнонаучные дисциплины Б1.В.01 федерального компонента.

В соответствии с учебным планом, занятия проводятся на третьем году обучения. Настоящая дисциплина находится на стыке дисциплин. Необходимыми предпосылками для успешного освоения дисциплины является следующее: в цикле математических дисциплин: знание основ линейной алгебры и математического анализа, умение дифференцировать и интегрировать, знать основы статистической обработки результатов.

В цикле общефизических дисциплин необходимыми предпосылками являются знания по электромагнитным полям и волнам, основам радиофизики, оптики и квантовой физики.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся *обще*профессиональных компетенций (ОПК):

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-3 Способен использовать информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	
ИОПК-3.1. Выбирает соответствующие содержанию профессиональных задач инструментарий обработки и анализа данных, современные информационные технологии и программное обеспечение	Знает основные радиофизические методы исследования и основные информационные технологии обработки сигналов
	Умеет применять основные методы анализа сигналов
	Применяет основные методы радиофизических исследований при решении задач анализа различных сигналов
ИОПК-3.2. Осуществляет визуализацию данных и презентацию решений в информационной среде и содержательно интерпретирует полученные результаты анализа	Знает методы и способы визуализации решений анализа сигналов
	Умеет интерпретировать полученные результаты по анализу сигналов
	Владеет навыками презентации результатов анализа сигналов
ПК-2 Способен к проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по изучению и созданию новых элементов и компонентов для систем передачи информации	
ИПК-2.1. Осуществляет проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	Знает основные методы и способы обработки научно-технической информации и результатов исследований по анализу сигналов
	Умеет осуществлять работы по обработке и анализу информации и результатов анализа сигналов

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
	Владеет навыками анализа и обработки результатов научно-технической информации по анализу сигналов
ИПК-2.2. Осуществляет выполнение экспериментов и оформление результатов исследований и разработок	Знает методики проведения экспериментов по анализу сигналов
	Умеет интерпретировать и оформлять экспериментальные результаты по анализу сигналов
	Владеет навыками проведения и презентации результатов анализа сигналов
ИПК-2.3. Подготавливает элементы документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ	Знает основные элементы документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов анализа сигналов
	Умеет подготовить техническую документацию по анализу сигналов
	Владеет навыками подготовки элементов технической документации по проведению отдельных этапов работ по анализу сигналов
ПК-3 Способен к эксплуатации и техническому обслуживанию сложных функциональных узлов радиоэлектроники	
ИПК-3.1 Осуществляет тестирование работы сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры	Знает основные методы и средства контроля и тестирования работы сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры
	Умеет применять методы тестирования и контроля сложных узлов радиоэлектронной аппаратуры в части анализа сигналов
	Владеет навыками работы со сложными функциональными узлами радиоэлектронной аппаратуры по анализу сигналов
ИПК-3.2. Осуществляет диагностику технического состояния сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры	Знает основные методы и способы диагностики сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры для анализа сигналов
	Умеет использовать методики диагностики радиоэлектронной аппаратуры для спектрального анализа сигналов
	Владеет навыками работы на сложных функциональных узлах сложной радиоэлектронной аппаратуры с целью спектрального анализа сигналов

2. Структура и содержание дисциплины

2.1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)
		6
Контактная работа, в том числе:	70,2	70,2
Аудиторные занятия (всего):	66	66
Занятия лекционного типа	18	18
Лабораторные занятия	32	32
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	16	16
Иная контактная работа:		
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2
Самостоятельная работа, в том числе:	37,8	37,8

Проработка учебного (теоретического) материала		37,8	37,8
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)			
Реферат			
Контроль:		–	–
Подготовка к зачету		–	–
Общая трудоемкость	час.	108	108
	в том числе контактная работа	70,2	70,2
	зач. ед.	3	3

2.2. Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа СР
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение	6	2			4
2	Основные положения структурного и спектрального анализа информации	13	2	2	4	5
3	Модели сигналов	17,8	2	4	6	5,8
4	Теоретические основы и математический аппарат структурного и спектрального анализа	13	2	2	4	5
5	Основы теории и методы обобщенной спектральной обработки сигналов	14	4	2	4	4
6	Организация связи с физическими объектами	15	2	2	6	5
7	Обработка сигналов в современных цифровых технологиях	12	2	2	4	4
8	Прикладные аспекты структурного и спектрального анализа информации	13	2	2	4	5
Итого по дисциплине:		103,8	18	16	32	37,8

2.3. Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№ раздела	Наименование раздела	Содержание	Форма текущего контроля
1	Введение	Предмет и задачи курса. Структура и содержание курса, его связь с другими дисциплинами и место в подготовке бакалавров.	Опрос
2	Основные положения структурного и	Категории цифровой обработки сигналов (ЦОС). Предметная область, основные задачи, вычисляемые характеристики и	Опрос

	спектрального анализа информации	показатели. Сжатие информации и сокращение избыточности. Критерии цифровой обработки. Принципы и способы обработки. Разновидности ЦОС. Типовые структуры и основные этапы ЦОС. Понятие сигнала. Классификация моделей сигналов, случайных процессов и искажающих факторов. Нечеткие множества и их основные характеристики.	
3	Модели сигналов	Дискретизация и квантование. Цифровое представление обрабатываемых сигналов. Числовые показатели, параметры и характеристики одно- и многомерных сигналов. Информационные и математические модели статических и динамических изображений. Волновые поля, их свойства, параметры и характеристики.	Опрос
4	Теоретические основы и математический аппарат структурного и спектрального анализа	Преобразование Фурье, его разновидности, свойства и особенности. Конечное дискретное преобразование Фурье. Алгоритм быстрого преобразования Фурье. Спектры типовых непрерывных и дискретных сигналов. Свертка непрерывных и дискретных сигналов. Z-преобразование и основные положения цифровой фильтрации. Структуры цифровых фильтров. Рекурсивная и нерекурсивная цифровая фильтрация. Быстрые алгоритмы цифровой фильтрации. Основные положения спектрально-корреляционного анализа случайных процессов. Теорема Винера-Хинчина. Автокорреляционные и взаимно корреляционные характеристики. Спектральная плотность мощности и методы ее вычисления.	Опрос
5	Основы теории и методы обобщенной спектральной обработки сигналов	Быстрые ортогональные преобразования по системам базисных функций Уолша и Хаара. Многокритериальное сопоставление спектральных разложений по системам гармонических и негармонических функций. Оптимальные разложения Карунена-Лоэва. Метод формирования обобщенного ортогонального базиса с алгоритмом быстрого преобразования. Понятие обобщенного спектрального ядра и его степеней свободы. Геометрическая модель обобщенного спектрального ядра. Параметрическая перестройка функции обобщенного ортогонального базиса. Синтез	Опрос

		ортогональных операторов в матрично-ядерном представлении.	
6	Организация связи с физическими объектами	Сенсоры. Формы представления результатов измерений. Первичная обработка результатов измерений. Фильтрация, нормализация. Реализация первичной обработки результатов измерений на ПЛИС.	Опрос
7	Обработка сигналов в современных цифровых технологиях	Методы фрактальных отображений и вейвлет-преобразований в цифровой обработке сигналов. Моделирование фракталов. Системы итерируемых функций и отыскание самоподобных областей. Аффинные и квазиаффинные преобразования. Вейвлет-преобразования и кратномасштабный анализ сигналов. Ортогональные и неортогональные вейвлет-преобразования.	Опрос
8	Прикладные аспекты структурного и спектрального анализа информации	Формирование признаков пространств минимальной размерности в задачах распознавания образов и технической диагностики. Особенности использования методов цифровой обработки экспериментальных данных в системах мониторинга динамических объектов и нейросетевых технологиях. ЦОС и вычислительный (компьютерный) эксперимент. Перспективные направления современных цифровых технологий (технологии видеопроизводства, цифровой фотографии, цифрового телевидения, видеотелефонии и т.д.). Голосовые технологии и системы цифровой обработки аудиоинформации.	Опрос

2.3.2 Занятия семинарского типа

№ раздела	Наименование раздела	Содержание	Форма текущего контроля
2	Основные положения структурного и спектрального анализа информации	Априорные сведения в задачах ЦОС. Фракталы, фрактальные конфигурации и фрактальные отображения. Компрессия и декомпрессия информационных аудио- и видеопотоков.	РГЗ
3	Модели сигналов	Математические модели волновых полей.	РГЗ
4	Теоретические основы и математический аппарат структурного и спектрального анализа	Оценивание спектральных и корреляционных характеристик случайных процессов. Весовые функции и их влияние на оценки спектральных и корреляционных характеристик.	РГЗ

5	Основы теории и методы обобщенной спектральной обработки сигналов	Задачи адаптации и оптимизации систем базисных функций в матрично-ядерном представлении.	РГЗ
6	Организация связи с физическими объектами	Фильтрация, нормализация. Реализация первичной обработки результатов измерений на ПЛИС.	РГЗ
7	Обработка сигналов в современных цифровых технологиях	Быстрые алгоритмы вейвлет-преобразований. Методы фрактального и вейвлет-сжатия изображений.	РГЗ
8	Прикладные аспекты структурного и спектрального анализа информации	Стандарты компрессии/декомпрессии в системах мультимедиа и видеоконференцсвязи. Характеристика видеопотока MPEG-стандарта. Оценка качества аудио- и видеoinформации для различных стандартов сжатия.	РГЗ

2.3.3. Лабораторные работы

№ раз-дела	Наименование раздела	Содержание	Форма текущего контроля
2-3	Основные положения структурного и спектрального анализа информации. Модели сигналов	Формирование детерминированных сигналов, регулярных колебаний и случайных процессов	Защита ЛР
3-4	Модели сигналов. Теоретические основы и математический аппарат структурного и спектрального анализа.	Фильтровый и периодограммный методы оценивания спектральных и корреляционных характеристик	Защита ЛР
4-5	Теоретические основы и математический аппарат структурного и спектрального анализа. Основы теории и методы обобщенной спектральной обработки сигналов.	Синтез систем гармонических и негармонических базисных функций	Защита ЛР
5-7	Основы теории и методы обобщенной спектральной обработки сигналов. Организация связи с физическими объектами. Обработка сигналов в современных цифровых технологиях.	Моделирование фрактальных конфигураций и цифровая обработка изображений на основе вейвлет-преобразования.	Защита ЛР

2.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Название, библиографическое описание	Семестр	Экз-ы
1	Обработка данных в среде MATLAB [Комплект]: метод. Указания к практической и лабораторным занятиям / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) «ЛЭТИ»; [сост.: А.П. Немирко, Л.А. Манило]. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2013. – 33, [1] с.: рис., табл.	6	1 (электронный)
2	Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов: учеб. Пособие для вузов по направлению подгот. Дипломир. Специалистов «Информатика и вычислительная техника» / А.Б. Сергиенко. 0 2-е изд. – СПб.: Питер, 2006. – 750 с.: ил., табл.	6	1 (электронный)
3	Основы цифровой обработки сигналов [Текст]: курс лекций : учеб. Пособие [для вузов] по специальности «Радиосвязь, радиовещание и телевидение» / [А.И. Солонина, Д.А. Улахович, С.М. Арбузов и др.]. – СПб.: БВХ-Петербург, 2003. – XII, 594 с.: ил.	6	1 (электронный)
4	Основы цифровой обработки сигналов : учеб. пособие для вузов по направлению подготовки диплом. специалистов «Телекоммуникации» / А.И. Солонина, Д.А. Улахович, С.М. Арбузов Е.Б. Соловьева. 2-е изд., [испр. и перераб.]– СПб.: БВХ-Петербург, 2005. – XIV, 753 с.: ил.	6	1 (электронный)
5	Цифровая обработка сигналов и MATLAB [Текст]: учеб. пособие для вузов по направлению подготовки Инфокоммуникационные технологии и системы связи (степени) «магистр» / А.И. Соловина, Д.М. Клионский, Т.В. Меркучева, С.Н. Перов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2013. – 512 с.: табл., рис.	6	1 (электронный)

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 форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

Для проведения части лекционных занятий используется специализированная лекционная аудитория физико-технического факультета (201С), оснащенная мультимедийным проектором, экраном, интерактивной доской, а также приборами и оборудованием для постановки учебных демонстрационных экспериментов; литература в библиотеке

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

В учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий: мозговой штурм, работа в малых группах, использование общественных ресурсов.

Существует система семестровых заданий, в которой каждый студент за семестр должен самостоятельно подготовить и защитить реферат по одной из предложенных тем. Задание сдается в форме беседы с преподавателем в специально отведенное время (прием заданий).

На семинарские занятия выносятся около 80 % материала изложенного в программе дисциплины. Остальная часть материала выносятся для самостоятельного изучения. В конце каждого практического занятия предлагаются для выполнения творческие и исследовательские задания, углубляющие и расширяющие учебный материал, развивающие инновационное мышление, а также умение работать с привлечением современных информационных технологий. Выполнение этих заданий обсуждаются на следующем занятии.

На практических занятиях рассматриваются основы теории, требующие сложные математические выкладки, различные методы решения задач, наиболее типичные и творческие задачи. Для закрепления материала, рассматриваемого на занятиях, бакалавры получают домашние задания в виде ряда задач из соответствующих задачников.

Самостоятельная работа по дисциплине включает:

- самоподготовку к учебным занятиям по конспектам и учебной литературе;
- подготовку рефератов.

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- подробное изучение некоторых разделов дисциплины посредством изучения рекомендуемой дополнительной литературы;
- подробное изучение некоторых разделов дисциплины посредством подготовки сообщений, презентаций, путем написания реферативных работ;
- консультации для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном расширенном изучении разделов дисциплины.

Основные образовательные технологии, используемые в учебном процессе:

- лекции с проблемным изложением;
- обсуждение сложных вопросов и проблем;
- применение метода конкретных ситуаций.

Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях: используемые в аудиторных занятиях: проблемная лекция, лекция-беседа.

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

4. Фонд оценочных средств.

Вопросы к зачету:

1. Категории цифровой обработки сигналов (ЦОС).
2. Предметная область, основные задачи, вычисляемые характеристики и показатели.
3. Сжатие информации и сокращение избыточности. Критерии цифровой обработки.
4. Принципы и способы обработки. Разновидности ЦОС. Типовые структуры и основные этапы ЦОС.

5. Понятие сигнала. Классификация моделей сигналов, случайных процессов и искажающих факторов. Нечеткие множества и их основные характеристики.
6. Дискретизация и квантование. Цифровое представление обрабатываемых сигналов.
7. Числовые показатели, параметры и характеристики одно- и многомерных сигналов.
8. Информационные и математические модели статических и динамических изображений.
9. Волновые поля, их свойства, параметры и характеристики.
10. Преобразование Фурье, его разновидности, свойства и особенности. Конечное дискретное преобразование Фурье.
11. Алгоритм быстрого преобразования Фурье.
12. Спектры типовых непрерывных и дискретных сигналов.
13. Свертка непрерывных и дискретных сигналов. Z-преобразование и основные положения цифровой фильтрации.
14. Структуры цифровых фильтров. Рекурсивная и нерекурсивная цифровая фильтрация. Быстрые алгоритмы цифровой фильтрации.
15. Основные положения спектрально-корреляционного анализа случайных процессов. Теорема Винера-Хинчина.
16. Автокорреляционные и взаимно корреляционные характеристики. Спектральная плотность мощности и методы ее вычисления.
17. Быстрые ортогональные преобразования по системам базисных функций Уолша и Хаара.
18. Многокритериальное сопоставление спектральных разложений по системам гармонических и негармонических функций.
19. Оптимальные разложения Карунена-Лоэва.
20. Метод формирования обобщенного ортогонального базиса с алгоритмом быстрого преобразования.
21. Понятие обобщенного спектрального ядра и его степеней свободы. Геометрическая модель обобщенного спектрального ядра.
22. Параметрическая перестройка функции обобщенного ортогонального базиса. Синтез ортогональных операторов в матрично-ядерном представлении.
23. Сенсоры. Формы представления результатов измерений.
24. Первичная обработка результатов измерений. Фильтрация, нормализация. Реализация первичной обработки результатов измерений на ПЛИС.
25. Методы фрактальных отображений и вейвлет-преобразований в цифровой обработке сигналов.
26. Моделирование фракталов. Системы итерированных функций и отыскание самоподобных областей.
27. Аффинные и квазиаффинные преобразования. Вейвлет-преобразования и кратномасштабный анализ сигналов.
28. Ортогональные и неортогональные вейвлет-преобразования.
29. Формирование признаков пространств минимальной размерности в задачах распознавания образов и технической диагностики.
30. Особенности использования методов цифровой обработки экспериментальных данных в системах мониторинга динамических объектов и нейросетевых технологиях.
31. ЦОС и вычислительный (компьютерный) эксперимент.

32. Перспективные направления современных цифровых технологий (технологии видеопроизводства, цифровой фотографии, цифрового телевидения, видеотелефонии и т.д.). Голосовые технологии и системы цифровой обработки аудиоинформации.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1. Учебная литература

1. Нильсен М., Чанг И. Квантовые вычисления и квантовая информация. Москва: Мир, 2009.
2. Кайе Ф., Лафлам Р., Моска М. Введение в квантовые вычисления. Ижевск : НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2009.
3. Китаев А., Шень А., Вялый М. Классические и квантовые вычисления. Москва: МЦНМО, ЧеРо , 1999.
4. Холево А. С. Квантовые системы, каналы, информация. Москва: МЦНМО . 2010.
5. Перри Р. Элементарное введение в квантовые вычисления. Долгопрудный : ИД «Интеллект», 2015.
6. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Квантовая механика. Нерелятивистская теория - Москва : Наука. 2002.
7. Белоусов Ю. М., Кузнецов В. П., Смилга В. П. Катехизис :Учеб. пособие. - Москва : МФТИ, 2005.
8. Белоусов Ю. М., Кузнецов В.П., Смилга В.П. Практическая математика. Руководство для начинающих изучать теоретическую физику Долгопрудный ИД «Интеллект»

5.2. Периодическая литература

Указываются печатные периодические издания из «Перечня печатных периодических изданий, хранящихся в фонде Научной библиотеки КубГУ» <https://www.kubsu.ru/ru/node/15554>, и/или электронные периодические издания, с указанием адреса сайта электронной версии журнала, из баз данных, доступ к которым имеет КубГУ:

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>

7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы

КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>

3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru>;
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

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

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.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, ауд. 211.	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	MS 365, Red 7, Мой Офис
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, ауд. 133С, 217С	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер. Компьютерный класс.	MS 365, Red 7, Мой Офис
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатории НОЦ «Оптические и электронные компоненты» (ауд. 119С, 122С, 123С, 131С)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер Оборудование:	Две технологические лаборатории с лабораторной и промышленной установками по росту монокристаллов методом Чохральского: (Кристалл 603). Лаборатория по исследованию контроля качества интегральных схем, укомплектованная терагерцовым спектрометром Tera K15 для анализа целостности и качества поверхности исследуемых образцов. Спектрально-измерительный комплекс в спектральном диапазоне от 150 до 20000 нм, состоящий из монохроматора MSDD 1000 с комплектом приемников и излучателей на указанный спектральный диапазон. Квантовые генераторы: YAG:Nd (средняя энергия в импульсе 200мДж, длительность импульса 15 нс), YLF:Nd (средняя энергия в импульсе 300мкДж, длительность импульса 10 нс), полупроводниковый лазер мощностью 10кВт с длиной волны генерации 980 нм, титан-сапфировый лазер, маломощный полупроводниковый лазер с длиной волны генерации 980 нм.
Учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	

	Оборудование:	
--	---------------	--

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	MS 365
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.208С)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	MS 365