

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.12 Физика

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

Направленность (профиль)

11.03.03.31 Проектирование и технология радиоэлектронных средств

Форма обучения

очная

Год набора

2019

Красноярск 2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили _____

к.ф.-м.н., доцент, О.О. Прищепа; к.ф.-м.н., доцент, В.М. Зражевский; д.

ф.-м. н., профессор, Д.А. Балаев; к.ф.-м. н., доцент, Л.Т. Сухов; к.ф.-м. н.,

ст. преподаватель, С.В. Семенов

должность, инициалы, фамилия

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Ознакомление студентов с современной физической картиной мира; приобретение навыков экспериментального исследования физических явлений и процессов; изучение теоретических методов анализа физических явлений; обучение грамотному применению положений фундаментальной физики к научному анализу ситуаций, с которыми бакалавру/специалисту придется сталкиваться при создании новых технологий; выработка у студентов основ естественнонаучного мировоззрения.

1.2 Задачи изучения дисциплины

- Сформировать у студентов представление о месте физики в естествен-нонаучной картине мира.
- Сформировать представления об основных физических явлениях, теориях и законах и пределах их применимости.
- Развить умение объяснять физические явления и законы классической и современной физики для грамотного научного анализа ситуаций, с которыми бакалавру/специалисту придётся сталкиваться при создании или использовании новой техники и новых технологий.
- Способствовать овладению приёмами решения конкретных задач из разных областей физики, позволяющими студентам в дальнейшем решать практические задачи.
- Сформировать навыки проведения экспериментальных исследований по стандартным методикам, использования основных приёмов обработки, представления и анализа экспериментальных данных.

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	
ОПК-1.1: Понимает фундаментальные законы природы; основные физические и математические методы накопления, передачи и обработки информации	
ОПК-1.2: Применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	

ОПК-1.3: Использует знания естественных наук и математики при решении практических задач	
ОПК-2: Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	
ОПК-2.1: Применяет основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации	
ОПК-2.2: Выбирает способы и средства измерений и проводит экспериментальные исследования	
ОПК-2.3: Обрабатывает и представляет полученные данные и оценивает погрешности результатов измерений	

1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр			
		1	2	3	4
Контактная работа с преподавателем:	10 (360)				
занятия лекционного типа	4 (144)				
практические занятия	3 (108)				
лабораторные работы	3 (108)				
Самостоятельная работа обучающихся:	8 (288)				
курсовое проектирование (КП)	Нет				
курсовая работа (КР)	Нет				
Промежуточная аттестация (Зачёт) (Экзамен)	3 (108)				

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
1. Механика									
	1. Введение	2							
	2. Элементы кинематики	2							
	3. Элементы динамики частиц	4							
	4. Законы сохранения в механике	1							
	5. Принцип относительности в механике	2							
	6. Элементы релятивистской динамики	2							
	7. Элементы механики твердого тела	2							
	8. Элементы механики сплошных сред	2							
	9. Кинематика гармонических колебаний	1							
	10. Гармонический осциллятор	2							
	11. Ангармонические колебания	2							
	12. Волновые процессы	2							

13. Изучение теоретического курса по учебно-методическим пособиям							18	
14. Кинематический способ описания движения			2					
15. Динамические характеристики частицы и уравнение движения			4					
16. Работа. Мощность. Законы сохранения в механике. Движение в центральном поле			4					
17. Релятивистская динамика частицы			2					
18. Вращательное движение твердого тела			4					
19. Гармонический и ангармонический осциллятор			4					
20. Волновые процессы			4					
21. Закрепление навыков решения задач							9	
22. Решение индивидуальных заданий (РГР)							9	
23. Измерение времени реакции человека					2			
24. Измерение линейных величин методом нониуса					2			
25. Определение ускорения свободного падения с помощью оборотного маятника					2			
26. Определение ускорения свободного падения с помощью простого маятника (Бесселя)					2			
27. Определение ускорения свободного падения на приборе Атвуда					2			
28. Изучение вращательного движения с помощью крестообразного маятника Обербека					2			
29. Изучение вращательного движения с помощью маятника Максвелла					2			
30. Изучение момента инерции твердых тел с помощью трифилярного подвеса					2			

31. Определение тензора момента инерции твердых тел					2			
32. Изучение законов сохранения импульса и энергии при упругих и неупругих столкновениях					2			
33. Подготовка отчета по лабораторной работе (теоретическая часть, расчеты, выводы).							20	
2. Молекулярная физика								
1. Элементы молекулярно-кинетической теории	2							
2. Элементы термодинамики	2							
3. Функции распределения	2							
4. Элементы физической кинетики	2							
5. Распределение Гиббса	2							
6. Порядок и беспорядок в природе	2							
7. Изучение теоретического курса по учебно-методическим пособиям							18	
8. Молекулярно-кинетическая теория. Функции распределения. Распределения Максвелла и Больцмана			4					
9. Явления переноса: диффузия теплопроводность, вязкость.			4					
10. Первое начало термодинамики. Фазовые превращения Динамика твердого тела			4					
11. Закрепление навыков решения задач							9	
12. Решение индивидуальных заданий (РГР)							9	
13. Изучение процесса откачки газа					2			
14. Определение отношения удельных теплоемкостей $g = C_p / C_v$ в воздухе методом Клемана-Дезорма					2			
15. Определение отношения теплоемкостей C_p / C_v в воздухе методом звуковых стоячих волн					2			

16. Определение удельной теплоёмкости воды методом постоянного потока					2			
17. Определение теплоёмкостей твёрдых тел					2			
18. Определение основных характеристик фазового перехода первого рода при кипении воды					2			
19. Измерение теплопроводности твёрдых тел					2			
20. Измерение поверхностного натяжения по высоте поднятия жидкости в клинообразной щели					2			
21. Подготовка отчета по лабораторной работе (теоретическая часть, расчеты, выводы).							16	
3. Электричество и магнетизм								
1. Электростатика	6							
2. Электростатическое поле в веществе	4							
3. Постоянный электрический ток	6							
4. Магнитное поле	6							
5. Магнитное поле в веществе	4							
6. Уравнения Максвелла	4							
7. Принцип относительности в электродинамике	2							
8. Квазистационарное электромагнитное поле	4							
9. Электростатика. Расчет электростатических полей			4					
10. Емкость проводников и конденсаторов. Энергия электростатического поля			4					
11. Расчет электрических цепей постоянного тока			4					
12. Магнитное поле. Расчет постоянных магнитных полей			4					
13. Электромагнитная индукция и самоиндукция			4					

14. Электростатическое и магнитостатическое поля в веществе			4					
15. Переходные процессы в электрических цепях			4					
16. Электрический колебательный контур			4					
17. Электрический колебательный контур			4					
18. Изучение электростатического поля.					2			
19. Определение удельного заряда электрона по вольтамперной характеристике вакуумного диода.					2			
20. Изучение явления поляризации диэлектриков.					2			
21. Исследование зависимости электрического сопротивления металлов и полупроводников от температуры.					2			
22. Определение удельного заряда электрона методом магнетрона.					4			
23. Изучение методов измерения стационарных магнитных полей.					4			
24. Изучение процесса намагничивания					2			
25. Исследование магнитного гистерезиса с помощью осциллографа.					2			
26. Изучение затухающих колебаний в колебательном контуре.					2			
27. Закон Ома для цепей переменного тока.					2			
28. Измерение удельного заряда электрона методом магнитной фокусировки					2			
29. Измерение горизонтальной составляющей магнитной индукции поля					2			

30. Амплитудные и фазовые соотношения в линейных цепях переменного тока.						2			
31. Релаксационные колебания.						2			
32. Электрические колебания в связанных контурах.						2			
33. Изучение явления взаимной индукции.						2			
34. Изучение теоретического курса								36	
35. Подготовка к практическим занятиям Выполнение индивидуальных заданий (РГР)								36	
36. Подготовка к защите лабораторных работ, контрольной работе								36	
4. Оптика									
1. Предмет оптики, краткая история. Свет как электромагнитные волны: электромагнитная природа света; уравнения Максвелла для электромагнитного поля в вакууме, волновое уравнение; плоские и сферические световые волны; спектральное представление световых волн квазимонохроматические и квазиплоские волны.						4			
2. Поляризация света: естественный и поляризованный свет. Энергия света, поток энергии, вектор Пойнтинга, интенсивность света, давление света.						2			
3. Интерференция света: интерференционные явления в оптике и когерентность; интерференция монохроматических волн; методы реализации интерференционной картины.						4			

4. Многолучевая интерференция, интерферометр Фабри-Перо; временная и пространственная когерентность света.	2								
5. Применение явления интерференции света в науке и технике. Интерферометры. Звездный интерферометр Майкельсона.	2								
6. Дифракция света: принцип Гюйгенса-Френеля, зоны Френеля; дифракция плоской волны на круглом отверстии; дифракция на круглом диске и пятно Пуассона.	4								
7. Понятие о теории дифракции Кирхгофа: интеграл Гюйгенса-Френеля-Кирхгофа; приближение Френеля в теории дифракции; дифракция Фраунгофера. Дифракционные решетки; дифракция рентгеновских лучей.	2								
8. Теория идеальной оптической системы. Оптическая сила линз.	2								
9. Дисперсия света: классическая электронная теория дисперсии линейной изотропной диэлектрической среды, нормальная и аномальная дисперсия, групповая скорость.	2								
10. Отражение и преломление света на границе раздела сред: граничные условия, формулы Френеля; полное внутренне отражение, эффект Брюстера; отражение света от поверхности металлов.	2								

11. Распространение света в анизотропных средах: оптическая анизотропия и основные эффекты кристаллооптики; структура световой волны в анизотропном кристалле; двулучепреломление в одноосном кристалле.	2							
12. Двойное лучепреломление на границе с анизотропной средой; интерференция поляризованных волн; индуцированная анизотропия оптических свойств.	2							
13. Тепловое излучение: законы теплового излучения; формула Планка. Фотоны и их свойства. Спонтанное и вынужденное излучение.	2							
14. Усиление и генерация света, лазеры.	2							
15. Нелинейные оптические явления: общие понятия, генерация гармоник, фазовое согласование; параметрическая генерация света. Самофокусировка света, вынужденное комбинационное рассеяние света.	2							
16. Проработка теоретического материала							18	
17. Вводное занятие. Техника безопасности. Методики обработки экспериментальных данных					2			
18. Изучение интерференции света на установке с бипризмой Френеля					2			
19. Определение длины волны излучения ртути с помощью бипризмы Френеля					2			
20. Кольца Ньютона					2			
21. Интерференционный метод контроля чистоты обработки поверхности					2			
22. Интерферометр Фабри-Перо					2			
23. Изучение дифракции Фраунгофера					2			

24. Изучение дифракции Френеля					2			
25. Изучение фазовой дифракционной решетки					2			
26. Определение разрешающей способности и дефектов изображений линзовых компонент и объективов					2			
27. Дифракционная решетка					2			
28. Изучение характеристик дисперсионной призмы					2			
29. Изучение спектрального прибора					2			
30. Определение показателя преломления и средней дисперсии жидкостей с помощью рефрактометра Аббе					2			
31. Изучение эффекта Доплера					2			
32. Изучение закономерностей отражения поляризованного излучения от поверхности твердых тел					2			
33. Определение кардинальных точек и фокусных расстояний оптических систем					4			
34. Подготовка к защите лабораторных работ (рефераты, расчеты и выводы)							18	
5. Атомная физика								
1. Корпускулярные свойства света (Опыт Лебедева), фотоэффект (гипотеза Планка, работа выхода, уравнение Эйнштейна для фотоэффекта). Спектр атомарного водорода, серии Лаймана, Бальмера Пашена.	2							
2. Модель водорода по Бору (постулаты Бора, вывод радиуса орбит, энергии электрона), спектральные линии водорода.	2							

3. Волны де Бройля, длина волны электрона, ускоренного в электрическом потенциале. Волновые свойства частиц, опыты Дэвиссона и Джермера. Свойства волн де Бройля, вероятностный характер волновых функций, прохождение электрона через одну и две щели.	2							
4. Принцип неопределённости Гейзенберга (вывод), Волновая функция, вероятность нахождения частицы, определение среднего значения величины. Понятие оператора физической величины, собственных значений. Оператор импульса, кинетической энергии. Уравнение Шредингера.	2							
5. Частица в прямоугольной потенциальной яме. Волновые функции, вероятность нахождения частицы, значения энергии, квантовое число. Туннельный эффект. Туннелирование электронов через диэлектрик в структуре металл-диэлектрик-металл, магнитосопротивление туннельных структур ферромагнетик-диэлектрик-ферромагнетик.	2							
6. Момент импульса в квантовой механике, оператор момента импульса, проекция момента импульса. Опыт Штерна – Герлаха, спин электрона. Водородоподобные атомы, вид уравнения Шредингера, вид решения (пси – функции, квантовые числа, уровни энергии). Квантовые числа (главное, орбитальное, спиновое).	2							
7. Распределение электронной плотности в атоме, орбитали, заполнение электронов в элементах периодической таблицы (таблицы Менделеева).	2							

8. Рентгеновское излучение (тормозное и характеристическое), вид спектров, механизм возникновения, закон Мозли. Получение рентгеновского излучения, его применение. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом.	2							
9. Эффект Зеемана. Лазерное излучение, Различные схемы для получения когерентного излучения. Типы лазеров (He-Ne, Nd, CO ₂ , Al ₂ O ₃ , и др.) и их применение.	2							
10. Тепловое излучение. Энергетическая светимость, спектральная плотность, поглощательная, отражательная способности тела. Понятие абсолютно чёрного тела, серого тела. Закон Стефана – Больцмана, закон излучения Кирхгоффа. Спектральная плотность излучения абсолютно чёрного тела и реальных тел. Закон смещения Вина. Формула Планка для излучения абсолютно черного тела.	2							
11. Образование химической связи в молекуле (простые и сложные молекулы). Типы связей (ковалентная, металлическая, и т.д.) в твёрдых телах, их характеристики. Формирование энергетических зон в твёрдых телах. Энергетические зоны и электрическая проводимость твёрдых тел.	2							

<p>12. Строение атомного ядра, его размеры, Нуклоны, их масса в единицах энергии. Известные в природе типы сил (или взаимодействий), и их количественное соотношение, характерные времена. Характеристики сильного взаимодействия, переносчики сильного взаимодействия. Слабое взаимодействие, свойства нейтрино и антинейтрино.</p> <p>Классификация элементарных частиц, лептоны, адроны. Свойства элементарных частиц (заряд, спин, и т.д.). Античастицы. Кварковая модель адронов. Понятие о Стандартной модели, роль бозона Хиггса в Стандартной модели и результаты поиска бозона Хиггса к настоящему времени.</p>	2							
<p>13. Виды ядерных реакций. Примеры. Законы сохранения в ядерных реакциях. Энергия связи нуклонов в ядре (дефект массы), его зависимость от массового числа элемента (ядра). Реакция деления, примеры. Соотношения изотопов урана в природе. Цепная реакция деления урана, управляемая и неуправляемая реакции деления. Схема атомной электростанции. Термоядерные реакции, свойства дейтерия и трития, виды реакций. Пути получения управляемой термоядерной реакции. Принципиальная схема Токамака. Получение трансурановых элементов.</p>	2							
<p>14. Ускорители элементарных частиц (линейные, циклические), цели их использования. Особенности циклотронных, фазотронных, синхротронных ускорителей. Коллайдеры, принцип действия, способы удержания частиц внутри ускорителя. Большой Адронный коллайдер, цели его построения и использования.</p>	2							

15. Радиоактивность, виды. Единицы радиоактивности (Рентген, Зиверт, Кюри...) Прохождение частиц и гамма – излучения через вещество, защита от радиации. Радионуклидный анализ, радиоуглеродный анализ.	2							
16. Детекторы частиц (общий принцип), виды счётчиков (ионизационная камера, пропорциональный счётчик, сцинтилляционный счётчик, камера Вильсона, полупроводниковые счётчики, фотоэмульсии, искровая камера). Эффект Вавилова-Черенкова и черенковские счётчики.	2							
17. Космические лучи (состав, первичные, вторичные частицы), интенсивность космического излучения как функция высоты над уровнем моря, атмосферные ливни, Примеры реакций при образовании вторичных частиц. Роль магнитного поля Земли в возможности проникновения космического излучения на поверхность Земли.	2							
18. Модель Большого Взрыва, характерные параметры Вселенной (размеры, возраст, эволюция). Закон Хаббла (выводы из него на основании постоянной Хаббла), реликтовое излучение (его происхождение и свойства). Факты, свидетельствующие о существовании темной материи и темной энергии. Соотношение энергий в современной вселенной.	2							
19. Проработка теоретического материала							18	
20. Давление света.			2					
21. Фотоэффект.			2					
22. Модель водорода по Бору.			2					
23. Волны де Бройля.			2					

24. Волновые свойства частиц.			2					
25. Частица в прямоугольной потенциальной яме.			2					
26. Квантовые числа.			2					
27. Эффект Зеемана.			2					
28. Радиоактивность.			2					
29. Тепловое излучение.			2					
30. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом			2					
31. Основные свойства ядер			2					
32. Радиоактивность			2					
33. Ядерные реакции			2					
34. Элементарные частицы			2					
35. Детектирование ионизирующих излучений			2					
36. Ускорители			2					
37. Дозиметрия ионизирующих излучений			2					
38. Выполнение индивидуальных заданий (РГР), подготовка к практическим занятиям							18	
Всего	144		108		108		288	

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Волькенштейн В. С. Сборник задач по общему курсу физики: для студентов техн. вузов(СПб.: Книжный мир).
2. Савельев И. В. Курс общей физики: Т. 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика: учебное пособие для вузов по техническим (550000) и технологическим (650000) направлениям : [в 3 т.](Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар: Лань).
3. Савельев И. В. Курс общей физики: Т. 1. Механика. Молекулярная физика: учебное пособие для вузов по техническим (550000) и технологическим (650000) направлениям : [в 3 т.](Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар: Лань).
4. Иродов И. Е. Задачи по общей физике: учебное пособие(Москва: БИНОМ).
5. Сивухин Д. В. Общий курс физики: Т. 3. Электричество: учебное пособие для физических специальностей вузов: [в 5-ти т.](Москва: МФТИ).
6. Савельев И. В. Курс общей физики: Т. 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: учеб. пособие для высш. техн. учеб. заведений : в 3 т.(М.: Наука).
7. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики: для студентов техн. вузов(Санкт-Петербург: Книжный мир).
8. Гинзбург В.Л., Сивухина Д.В. Сборник задач по общему курсу физики (М.: ФИЗМАТЛИТ).
9. Балаев Д. А., Образцова Л. М., Овчинников А. П. Общая физика. Электричество и магнетизм: сборник метод. указ. к лаб. раб. для физич. фак.(Красноярск: Красноярский университет [КрасГУ]).
10. Баранова В. К., Москвич О. И., Саламахо И. К., Сухов Л. Т., Шабалин А. В. Общая физика. Молекулярная физика: сборник методических указаний к лабораторным работам для студентов 1 курса физического факультета(Красноярск: Красноярский университет [КрасГУ]).
11. Москвич О. И. Общая физика. Молекулярная физика: курс лекций (Красноярск: СФУ).
12. Баранова В. К., Гурков В. И., Золотов О. А., Горячев Е. Г., Данилов В. В., Зимницкая Н. С., Казанцев В. П., Меркулов В. К., Плеханов В. Г., Саламахо И. К. Механика: лаб. практикум для студентов спец. 010000 "Физико-математические науки", 020000 "Естественные науки", 140000 "Энергетика, энергетическое машиностроение и электротехника", 210000 "Электронная техника, радиотехника и связь", 220000 "Автоматика и управление"(Красноярск: СФУ).
13. Сухов Л. Т. Оптика: Ч. 2: лаб. практикум : в 2-х ч.(Красноярск: ИПК СФУ).
14. Образцова Л. М. Общая физика. Электричество и магнетизм: методические указания к лабораторной работе(Красноярск: Сибирский

федеральный университет [СФУ]).

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):

1. Операционная система MS Windows.
2. Пакет Word, Excel.
3. Пакет для озвучивания текстов форматов Microsoft Office, PDF.

4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Каталог образовательных интернет-ресурсов <http://www.edu.ru>
2. Естественнонаучный образовательный портал <http://www.en.edu.ru>
3. Система федеральных образовательных порталов http://www.edu.ru/db/portal/sites/portal_page.htm

5 Фонд оценочных средств

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

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

Методика проведения занятий допускает использование технических средств (проекторы, интерактивные доски) или классические аудиторские занятия, обеспечиваемые стандартными материально-техническими средствами.

Лекционные аудитории должны быть оснащены современным видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном и иметь выход в Интернет, а также интерактивную либо маркерную доску.

Помещения для проведения семинарских занятий должны иметь интерактивные или маркерные доски, современную учебную мебель.

Библиотека должна иметь рабочие места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных, выход в локальную сеть университета и Интернет.

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Физика» на кафедре общей физики имеются 5 учебных лаборатории: две лаборатории механики, лаборатория молекулярной физики, лаборатория электричества и магнетизма, лаборатория оптики оснащенные современными комплексами лабораторных работ, а также оригинальными лабораторными работами, разработанными и поставленными на кафедре общей физики.

Лаборатории позволяют выполнить лабораторные работы по механике, в т. ч. по измерительному практикуму (№ 1-22), по молекулярной физике (№ 3-23), по электричеству и магнетизму (№ 1-16), по оптике (№ 1-16).

Дисциплина адаптирована для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, и ее реализация осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения:

усилительная аппаратура,

аппаратура для визуализации со специальными возможностями.

средства записи и воспроизведения аудио- и видео-информации

Системы беспроводной передачи звука (FM-системы) для усиления разборчивости речи преподавателя и других говорящих

Брайлевской компьютерной техники

Компьютерных тифлотехнологий, обеспечивающих преобразование компьютерной информации в доступные для незрячих формы (программ-синтезаторов речи, преобразователей в рельефно-точечный или укрупненный текст)