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

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе, качеству образования – первый проректор
_____ Хагуров Т.А.
20 апреля 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.31 Физическая электроника

Направление подготовки 03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль): Радиофизические методы по областям применения (биофизика)

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Краснодар 2020

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат:
4E23D21DF7CC6DF6D9D04D6AEAE74F342DA725D9
Владелец: Хагуров Темыр Айтечевич
Действителен: с 13.05.2021 до 13.08.2022

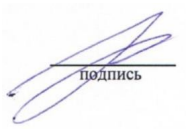
Рабочая программа дисциплины «Физическая электроника» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки (профиль) 03.03.03 «Радиофизика».

Программу составил
Г.Ф. Копытов, профессор, доктор ф.-м. наук



Рабочая программа утверждена на заседании кафедры (выпускающей) радиофизики и нанотехнологий Протокол № 6 от 20 апреля 2020 года.

Заведующий кафедрой (выпускающей)
Г.Ф. Копытов, профессор, доктор ф.-м. наук

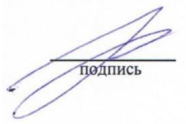


Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры (выпускающей) радиофизики и нанотехнологий Протокол № 6 от 20 апреля 2020 года.

Заведующий кафедрой (выпускающей)
Г.Ф. Копытов, профессор, доктор ф.-м. наук



Заведующий кафедрой (разработчика)
Г.Ф. Копытов, профессор, доктор ф.-м. наук



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета, протокол № 9 от 20 апреля 2020 года.

Председатель УМК физико-технического факультета
Н.М. Богатов, профессор, доктор ф.-м. наук



Рецензент:
Ю.С. Медведев, доктор тех. наук, профессор, заведующий 103 кафедрой математики и информатики Краснодарского высшего военного авиационного училища летчиков им. Героя Советского Союза А.К.

1. Цели и задачи изучения дисциплины.

1.1 Цель дисциплины.

Учебная дисциплина «Физическая электроника» ставит своей целью изучение физических основ электронных и электромагнитных процессов, понимание их роли в функционировании технических устройств промышленной и информационной электроники, ознакомление студентов с основными классами вакуумных приборов и устройств, их принципами действия, основными характеристиками и параметрами, методами их расчета и областями применения. Изучение приборов и устройств вакуумной электроники является важной составной частью подготовки «радиофизиков», так как именно эти приборы и устройства обеспечивают сегодня рекордные параметры по мощности на предельных частотах.

1.2 Задачи дисциплины.

сформировать у студентов современное представление об основных методах формирования активной среды в виде электронного пучка для мощных источников электромагнитного излучения, включая теорию эмиссии электронов из твердого тела.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Физическая электроника» относится к базовой части Блока 1. Б «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Дисциплина «Физическая электроника» базируется на следующих дисциплинах образовательной программы бакалавра по направлению Радиофизика: модуля «Математический и естественнонаучный цикл»: «Математика», «Методы математической физики» и «Общая физика» базовой части цикла математических и естественнонаучных дисциплин.

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

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	**уметь**	**владеть**
1.	ОПК-1	способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности	основы классической электронной оптики; различные виды электронной эмиссии и методы их теоретического описания; устройство и основные характеристики	определять основные характеристики и устройство различных электро-вакуумных приборов	приемами и навыками решения конкретных задач из разных областей физической электроники

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	**уметь**	**владеть**
			различных электровакуумных приборов;		

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

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

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		5	___		
Аудиторные занятия (всего)	32	32			
В том числе:					
Занятия лекционного типа	16	16			
Занятия семинарского типа (практические занятия)	16	16			
Самостоятельная работа (всего)	70	70			
В том числе:					
Курсовая работа	8	8			
Проработка учебного (теоретического) материала	26	26			
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	24	24			
Подготовка к текущему контролю	6	6			
КСР	6	6			
Вид промежуточной аттестации - зачет	4	4			
Общая трудоемкость час	**108**	**108**			
зач. ед.	3	3			

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре *(для студентов ОФО)*

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов			
		Всего	Аудиторная работа		Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	
1	2	3	4	5	6
1.	Раздел 1. Движение электронов в электрическом и магнитном статических полях		2	2	10
2.	Раздел 2. Токи в лампах СВЧ. Теорема. Шокли-Рамо.		2	2	10
3.	Раздел 3. Виды электронной эмиссии. Термоэлектронная эмиссия. Формула Дэшмана. Эффект Шоттки.		4	4	10

4.	Раздел 4. Физические явления в вакуумном диоде. Вакуумный триод. Действующий потенциал и проницаемость электрода.		2	2	10
5.	Раздел 5. Классификация электронных приборов. Особенности работы электронных приборов на СВЧ. Устройство и принцип действия пролетного клистрона.		2	2	10
6.	Раздел 6. Устройство и принцип действия отражательного клистрона. Устройство и принцип действия магнетрона. Устройство и принцип действия лампы бегущей волны.		2	2	10
7.	Раздел 7. Замедляющие системы и пространственные гармоники. Устройство и принцип действия лампы обратной волны.		2	2	10
	Итого по дисциплине:	108	16	16	70

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Раздел 1. Движение электронов в электрическом и магнитном статических полях	Уравнения движения в электромагнитном поле. Случаи однородных электрического и магнитного полей. Интеграл энергии. Движение в слабонеоднородных полях (дрейфовая теория).	Контрольная работа
2.	Раздел 2. Токи в лампах СВЧ. Теорема. Шокли-Рамо.	Токи в лампах СВЧ. Теорема. Шокли-Рамо.	Контрольная работа
3.	Раздел 3. Виды электронной эмиссии. Термоэлектронная эмиссия. Формула Дэшмана. Эффект Шоттки	Виды электронной эмиссии. Термоэлектронная эмиссия. Формула Дэшмана. Эффект Шоттки. Прохождение электронов сквозь потенциальный барьер на поверхности твердого тела. Расчет автоэлектронного тока. Свойства и применение автоэлектронных катодов. Взрывная эмиссия.	Контрольная работа
4.	Раздел 4. Физические явления в вакуумном диоде. Вакуумный триод. Действующий потенциал и проницаемость электрода.	Физические явления в вакуумном диоде. Вакуумный триод. Действующий потенциал и проницаемость электрода.	Контрольная работа
5.	Раздел 5. Классификация электронных приборов. Особенности работы электронных приборов на	Классификация электронных приборов. Особенности работы электронных приборов на СВЧ. Устройство и принцип действия	Контрольная работа

	СВЧ. Устройство и принцип действия пролетного клистрона.	пролетного клистрона.	
6.	Раздел 6. Устройство и принцип действия отражательного клистрона. Устройство и принцип действия магнетрона. Устройство и принцип действия лампы бегущей волны.	Устройство и принцип действия отражательного клистрона. Устройство и принцип действия магнетрона. Устройство и принцип действия лампы бегущей волны.	Контрольная работа
7.	Раздел 7. Замедляющие системы и пространственные гармоники. Устройство и принцип действия лампы обратной волны.	Замедляющие системы и пространственные гармоники. Устройство и принцип действия лампы обратной волны.	Контрольная работа

2.3.3 Лабораторные занятия - не предусмотрены.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов).

1. Свойства периодических волноводов.
2. Интегральные микросхемы.
3. Движение заряженных частиц в электромагнитных полях в вакууме.
4. Излучение Вавилова-Черенкова.
5. Магнетрон.
6. Виды эмиссии из твердого тела.
7. Микросхемы, их классификация и технология изготовления.
8. Катоды спиндта.
9. Ондуляторное излучение. Вигглеры.
10. Полевые транзисторы
11. Движение заряженной частицы в поле плоской монохроматической электромагнитной волны и постоянном магнитном поле.
12. Волноводы СВЧ-диапазон
13. Излучение заряженной частицы в поле амплитудно-модулированной волны.
14. Спектральные и поляризационные характеристики модулированной электромагнитной волны.
15. Движение заряженной частицы в поле частотно-модулированной электромагнитной волны.
16.

Методические указания по выполнению курсовых проектов: https://moodle.kubsu.ru/enrol/index.php?id=378

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	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «Физическая электроника», утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от «20» марта 2017 г.

2	Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов по дисциплине ««Физическая электроника», утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от «20» марта 2017 г.
3	Подготовка к текущему контролю	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «Физическая электроника», утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от «20» марта 2017 г.
4	Подготовка к практическим занятиям	Методические указания по решению задач по дисциплине «Физическая электроника», утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от «20» марта 2017 г.

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 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.

3. Образовательные технологии.

Для проведения всех лекционных занятий используются мультимедийные средства воспроизведения активного содержимого, позволяющего слушателю воспринимать особенности изучаемой профессии, зачастую играющие решающую роль в понимании и восприятии, а также формировании профессиональных компетенций. Большая часть лекций проводятся с использованием доски и справочных материалов.

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

Текущий контроль: проверка домашних заданий по семинарским занятиям. Ответы на контрольные вопросы, приведенные в описаниях работ и на дополнительные вопросы, касающиеся соответствующих разделов основной дисциплины.

Итоговый контроль: зачет.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ

1. Что такое электронные лампы?
2. Какие параметры триода вы знаете?
3. Что такое клистрон. Опишите конструкцию клистрона.
4. Перечислите преимущества клистрона перед лампами СВЧ- диапазона?
5. Что такое лампа бегущей волны. Как она устроена?

6. Что такое лампа обратной волны. Как она устроена?

7. Что такое приборы М-типа и чем они отличаются от приборов О – типа?

8. Что такое магнетрон. Опишите конструкцию магнетрона.

9. Какие электронно-лучевые приборы вы знаете?

10. Что такое кинескоп и как он устроен?

11. Что такое фотоумножитель, и какие явления положены в основы его работы?

12. Что представляет собой явление электронной эмиссии?

13. Что такое явление термоэлектронной эмиссии? Выпишите уравнение Ричардсона-Дешмана.

14. В чем заключается эффект Шоттки?

15. В чем заключается явление фотоэлектронной эмиссии?

16. Выпишите закон Эйнштейна для фотоэффекта. Что такое граница фотоэффекта?

17. Что представляет собой явление автоэлектронной эмиссии. Выпишите закон Фаулера-Нордгейма.

18. Что такое электронная пушка. Как она устроена?

19. Опишите поведение электрона в скрещенном электрическом и магнитных полях.

20. Какие устройства управления электронным пучком вы знаете?

21. Изложите основные положения пучком с помощью электронной оптики.

22. Какие элементы магнитной оптики вы знаете?

23. Каковы физические принципы резонансного метода скоростной модуляции?

24. Каковы физические принципы нерезонансного метода скоростной модуляции?

25. Выпишите закон Рамо для наведенного в цепи тока.

26. Каков принцип отбора энергии из электронного пучка?

27. Перечислите основные физические явления при воздействии электронного пучка на мишень.

31. Интеграл энергии при релятивистских скоростях электронов. Виды электронных траекторий при движении в статических однородных электрическом и магнитном полях.

32. Преставление радиус-вектора и скорости электрона при движении в слабо неоднородных полях. Условия сохранения поперечного адиабатического инварианта. Теорема Буша. Устройство и принцип работы магнетронно-инжекторной пушки гиротрона.

33. Виды электронных микроскопов (эмиссионный, просвечивающий, отражательный, растровый, автоэлектронный, автоионный), принцип их действия.

34. Принцип работы системы рекуперации энергии электронов в мощных электронных приборах.

35. Отличия режимов температурного ограничения эмиссии и ограничения тока пространственным зарядом в электронных диодах. Закон "трех вторых" для плоского диода.

36. Пушки Пирса. Предельный ток транспортировки электронного пучка в пространстве дрейфа.

37. Силы, действующие на электрон при выходе из твердого тела. Профиль потенциального барьера на границе твердого тела.

38. Теория термоэлектронной эмиссии из твердого тела. Механизмы действия пленочного и оксидного катодов.

39. Изменение профиля потенциального барьера на границе твердого тела под действием внешнего электрического поля. Эффект Шоттки. Автоэлектронная и взрывная эмиссия.

40. Зависимость коэффициента вторичной эмиссии от энергии и угла падения первичных электронов. Распределение вторичных электронов по энергиям.

41. Основные законы внешнего фотоэффекта (законы Столетова и Эйнштейна). Типы фотокатодов и их сравнительные характеристики.

42. Принцип работы и быстродействие фотоэлементов с внешним фотоэффектом. Фотоумножители.

Варианты тестов для контроля студентов.
Физическая электроника.

При движении электрона в магнитном поле:

1. траектория движения не изменяется

2. траектория движения изменяется

3. энергия электрона не изменяется

Волновые свойства электрона проявляются, если его движение ограничено областью пространства, линейные размеры которого по отношению к длине волны Де-Бройля электрона

1. много меньше

2. соизмеримы

3. много больше

Для нахождения энергии уровня Ферми в металле необходимо знать:

1. концентрацию электронов в металле

2. работу выхода электронов из металла

3. среднюю энергию электронов в металле

С увеличением работы выхода электронов из металла плотность термоэлектронного тока:

1. линейно возрастает

2. увеличивается экспоненциально

3. уменьшается

Фотоэлектронная эмиссия - это испускание электронов под действием

1. нагревания

2. электрического поля

3. электромагнитного излучения

Типичная спектральная характеристика фотокатода имеет вид

1. монотонно растущей кривой

2. монотонно убывающей кривой

3. кривой с максимумом

Глубина проникновения первичных электронов в металл пропорциональна их энергии

1. в степени 1/2

2. в степени 3/2

3. в степени 2

Автоэлектронная эмиссия – это испускание электронов твердым телом под действием

1. электромагнитного излучения

2. нагревания
3. внешнего электрического поля

Основным условием существования объемного заряда в вакуумном диоде является

1. превышение тока эмиссии над анодным током
2. равенство тока эмиссии и анодного тока
3. превышение анодного тока над эмиссионным

Рабочим режимом вакуумного диода является

1. режим насыщения
2. режим объемного заряда
3. любой участок ВАХ диода

Сетка в триоде служит для

1. снижения анодного напряжения
2. управления анодным током
3. управления плотностью объемного заряда

Коэффициент усиления триода – это частная производная

1. анодного тока по анодному напряжению
2. анодного напряжения по анодному току
3. анодного напряжения по сеточному напряжению

Динатронный эффект проявляется

1. только в диодах
2. только в триодах
3. только в тетродах

В однородном магнитном поле траекторией электрона является

1. спираль
2. парабола
3. гипербола

Чувствительность электростатической отклоняющей системы

1. растет с ростом длины отклоняющих пластин

2. растет с уменьшением длины отклоняющих пластин

3. не зависит от длины отклоняющих пластин

В кинескопе используется

1. электростатическая фокусировка

2. электростатическое отклонение луча

3. магнитная фокусировка

Осциллографические трубки относятся к ЭЛТ типа

1. передающих

2. приемных

3. запоминающих

Напряженность однородного электрического поля между двумя параллельными пластинами

1. уменьшается от катода к аноду

2. увеличивается от катода к аноду

3. неизменна

На участке насыщения ВАХ вакуумного диода анодный ток

1. постоянен

2. растет из-за проявления эффекта Шоттки

3. растет из-за проявления туннельного эффекта

Вторичная электронная эмиссия – это испускание электронов под действием

1. нагревания

2. электромагнитного излучения

3. внешнего электрического поля

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.
Примерные вопросы к зачету.

1. Движение электронов в электрическом и магнитном статических полях
2. Токи в лампах СВЧ.
3. Теорема Шокли-Рамо.
4. Виды электронной эмиссии.

5. Термоэлектронная эмиссия.
6. Формула Дэшмана.
7. Эффект Шоттки.
8. Физические явления в вакуумном диоде.
9. Вакуумный триод.
10. Действующий потенциал и проницаемость электрода.
11. Классификация электронных приборов.
12. Особенности работы электронных приборов на СВЧ.
13. Устройство и принцип действия пролетного клистрона.
14. Устройство и принцип действия отражательного клистрона.
15. Устройство и принцип действия магнетрона.
16. Устройство и принцип действия лампы бегущей волны.
17. Замедляющие системы и пространственные гармоники.
18. Устройство и принцип действия лампы обратной волны.

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

5.1 Основная литература:

1. Владимиров Г.Г., Физическая электроника. Эмиссия и взаимодействие частиц с твердым телом: Учебное пособие – СПб: Лань, 2013, ISBN:978-5-8114-1515-1, https://e.lanbook.com/book/38838#book_name
2. Бобылев Ю.Н., Физические основы электроники, Издательство Горная книга, М: 2005, 2-е Издание, ISBN:5-7418-0203-6, https://e.lanbook.com/book/3486#authors
3. Сушков А.Д. Вакуумная электроника. Физико-технические основы: Учебное пособие – СПб: Лань, 2004
4. Щука А.А., Электроника: Учебное пособие. – СПб: БВХ Петербург, 2006

5.2 Дополнительная литература.

1. Жаворонков М.А., Кузин А.В. Электротехника и электроника: Учебное пособие. – М.: ИЦ «Академия», 2005
2. Трубецков Д.И. Лекции по сверхвысокочастотной электронике. М. ФИЗМАТЛИТ, Т1. 2003. - 496 с.
3. Трубецков Д.И. Лекции по сверхвысокочастотной электронике. М. ФИЗМАТЛИТ, Т2. 2004. - 496 с.
4. Нефедов Е.И., Устройства СВЧ и антенны: учебное пособие для студентов ыузов. М.: Академия, 2009 – 376 с.
5. Электронные устройства СВЧ. Кн. 1/ под редакцией И.В. Лебедева. – М: Радиотехника, 2008 – 355 с.
6. Электронные устройства СВЧ. Кн. 2/ под редакцией И.В. Лебедева. – М: Радиотехника, 2008 – 349 с.

5.3. Периодические издания:

1. В мире науки.
2. Известия ВУЗов. Серия: Радиофизика.
3. Известия ВУЗов. Серия: Радиоэлектроника.
4. Известия ВУЗов. Серия: Физика.
5. Успехи физических наук.
6. Физика. Реферативный журнал ВИНИТИ.
7. Электромагнитные волны и электронные системы.
8. Электроника.
9. Электроника. Реферативный журнал ВИНИТИ.
10. Электроника: наука, технология, бизнес.

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

1. http://www.edu.ru/ (Единое окно доступа к образовательным ресурсам).
2. http://www.edu.ru/db/portal/sites/res_page.htm (Федеральный образовательный портал)
3. http://www.scientific.narod.ru/literature.htm (Каталог научных ресурсов)
4. http://www.sci-lib.com/ (Большая научная библиотека)
5. http://www.ph4s.ru/books_tehnika.html (Раздел «Технические науки (радиотехника, радиоэлектроника, электроника, схемотехника, полупроводниковая электроника и др.» образовательного проекта А.Н. Варгина «Физика, химия, математика студентам и школникам»)
6. http://www.rsl.ru/ (Российская государственная библиотека)
7. http://www.nlr.ru/(Российская национальная библиотека)
8. http://www.benran.ru/ (Библиотека РАН по естественным наукам)
9. http://www.gpntb.ru/ (Государственная публичная научно-техническая библиотека)
10. http://www.skrutka.ru/sk/tekst.php?id=19 (Онлайн расчет обмоток трансформатора)
11. http://www.club155.ru/ (Клуб 155 – разнообразные материалы по программированию и схемотехнике)
12. http://www.radio-stv.ru/radio_tehnologii-radio-programm/raschet-mostovogo-vyiprjamitelja (Программа для расчета мостового выпрямителя)
13. http://www.soel.ru (журнал Современная электроника)
14. http://www.adcomlogod.narod.ru (сайт интерактивной поддержки проведения лабораторных и самостоятельных работ по дисциплине)

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

Для самостоятельного изучения теоретического материала студентами используются учебники и учебные пособия, приведённые в списке литературы. Трудоёмкость самостоятельного изучения теоретического материала составляет 70 часов.

Для успешного освоения материала студентам выдаётся комплект контрольных заданий для самостоятельного решения. Набор заданий формируется лектором. Лектор проводит консультации, проверяя корректность предложенных решений.

На самостоятельную работу студентов отводится 40 % времени от общей трудоемкости дисциплины. Сопровождение самостоятельной работы студентов организовано в следующих формах:

Проверка знаний студента основана на контрольных вопросах, приведенных в описании работы и дополнительных вопросах, касающихся соответствующих разделов дисциплины.

- выполнение домашних заданий по практическим занятиям.

- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний, получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы.

- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

Примерная тематика курсового проектирования разрабатывается и ежегодно обновляется кафедрой. Закрепление за студентами тем курсовых проектов производится по их личным заявлениям на имя декана или зав кафедрой, по согласованию с научным руководителем возможно корректировка выбранной темы. В дальнейшем студент и научный руководитель составляет задание с подробным планом по выполнению курсового проекта. Подробная информация по требованиям к курсовому проектированию располагается на сайте кафедры оптоэлектроники в документе Методические указания по выполнению курсовых проектов: http://ftf.kubsu.ru/htmlfiles/dip/MetodUk2018.rtf и

https://moodle.kubsu.ru/enrol/index.php?id=378

Примеры заданий для самостоятельной работы.

1. Рассчитать траекторию электрона для заданной стационарной конфигурации электрического и магнитного полей.
2. Построить изображение в заданной системе электростатических линз.
3. Построить изображение в заданной системе электростатических линз.
4. Построить изображение в заданной системе магнитных линз.
5. Рассчитать аберрации заданной системы электронных линз.
6. Рассчитать режим температурного ограничения эмиссии диода.
7. Рассчитать быстродействие фотоумножителя.
8. Электронно-оптические системы микроскопов в их историческом развитии.
9. Последние достижения эмиссионной электроники.
10. Способы повышения интенсивности электронных пучков.
11. Применения фотоэлектронной эмиссии.
12. Современные устройства с использованием вторичной эмиссии электронов.
13. Перспективные источники для лазеров на свободных электронах.

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

1. Операционная система MS Windows и Linux.
2. GNU демопакет программы САПР Micro-Cap.
3. Интегрированное офисное приложение.

4. ПО для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет.

5. GNU и/или GNL пакеты: Свободно распространяющиеся программы моделирования СВЧ устройств MMANA, RFSimm99, smithchart.

6. Программа управления Graphit P4M версия 2 (фирма «МИКРАН»).

7. эмулятор векторного анализатора цепей COM-драйвер версии 1.2.16. (фирма «МИКРАН»).

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

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Аудитория 209С, оснащенная интерактивным проектором и магнитно-маркерной доской.
2.	Семинарские занятия	Аудитории 230С, 317С оснащенные магнитно-маркерной доской
3.	Курсовое проектирование	Аудитория 311С, оснащенная компьютерной техникой с подключением к сети Интернет
4.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория 311С, оснащенная компьютерной техникой с подключением к сети Интернет
5.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория 311С, оснащенная компьютерной техникой с подключением к сети Интернет
6.	Самостоятельная работа	Аудитория 311С, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.