

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.

подпись

« 20 » апреля 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.В.05 ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ МИКРО- И
НАНОМАТЕРИАЛЫ**

(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки/специальность

11.03.04 Электроника и наноэлектроника

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) / специализация

Нанотехнологии в электронике

(наименование направленности (профиля) / специализации)

Форма обучения _____ очная _____

(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация _____ бакалавр _____

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины Б1.В.05 «Полупроводниковые микро- и наноматериалы» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки / специальности 11.03.04 Электроника и микроэлектроника

код и наименование направления подготовки

Программу составил:

В.Ю. Бузько, доцент кафедры радиофизики и нанотехнологий, к.х.н.

И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание



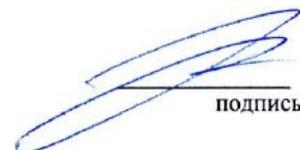
подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.В.05 «Полупроводниковые микро- и наноматериалы» утверждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий

протокол № 6 «20» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой (разработчик) Копытов Г.Ф.

фамилия, инициалы



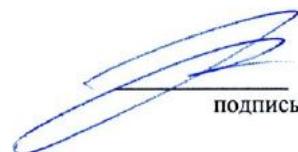
подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий

протокол № 6 «20» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Копытов Г.Ф.

фамилия, инициалы



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета физико-технического

протокол № 9 «20» апреля 2020 г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М.

фамилия, инициалы



подпись

Рецензенты:

Исаев В.А., доктор физико-математических наук, профессор кафедры физики и информационных систем ФТФ ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

Сухно И.В., кандидат химических наук, заместитель директора по науке ЗАО РМЦ «Югтехинформ»

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью дисциплины «Полупроводниковые микро- и наноматериалы» является формирование у студентов знаний о свойствах различных полупроводниковых микро- и наноматериалов.

Результатами изучения студентами дисциплины «Полупроводниковые микро- и наноматериалы» должно стать приобретение знаний, умений и навыков по свойствам различных полупроводниковых микро- и наноматериалов.

1.2 Задачи дисциплины

Задачами учебной дисциплины «Полупроводниковые микро- и наноматериалы» являются.

- формирование теоретических знаний в области физики и химии полупроводниковых микро- и наноматериалов;
- формирование практических навыков по применению теоретических знаний о физико-химических свойствах полупроводниковых микро- и наноматериалов;
- освоение методов получения различных полупроводниковых наноматериалов;
- овладение методами решения научно-технических задач в области практического применения полупроводниковых микро- и наноматериалов в различных задачах электроники.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.05 «Полупроводниковые микро- и наноматериалы» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 3 курсе по очной форме обучения. Вид промежуточной аттестации: зачет.

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

Изучение данной учебной дисциплины «Полупроводниковые микро- и наноматериалы» направлено на формирование у обучающихся следующих общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	
ИПК-1.1. Способность на основе свойств основных полупроводниковых микро- и наноматериалов строить физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения	Знает – свойства основных полупроводниковых микро- и наноматериалов для электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения
	Умеет – выбирать по свойствам полупроводниковые микро- и наноматериалы для электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения
	Владеет – умениями строить физические модели на основе свойств полупроводниковых микро- и наноматериалов для электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения
ПК-2 способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения	
ИПК-2.1. Способность аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик	Знает – основные методики экспериментального исследования параметров и характеристик полупроводниковых микро- и наноматериалов для микро- и наноразмерных приборов, схем, устройств и

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
полупроводниковых микро- и наноматериалов для микро- и наноразмерных приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения
	Умеет – выбирать и реализовывать на практике эффективные методики экспериментального исследования параметров и характеристик полупроводниковых микро- и наноматериалов для микро- и наноразмерных приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения
	Владеет – умениями исследований свойств полупроводниковых микро- и наноматериалов для электроники и наноэлектроники различного функционального назначения
ОПК-6 способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	
ИОПК-6.1. Способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных по свойствам и характеристикам полупроводниковых микро- и наноматериалов.	Знает – методики поиска, обработки и анализа информации из различных источников и баз данных по свойствам и характеристикам полупроводниковых микро- и наноматериалов.
	Умеет – искать, обрабатывать и анализировать информации из различных источников и баз данных по свойствам и характеристикам полупроводниковых микро- и наноматериалов.
	Владеет – умениями поиска, обработки и анализа информации из различных источников и баз данных по свойствам и характеристикам полупроводниковых микро- и наноматериалов.

Результаты обучения по дисциплине «Полупроводниковые микро- и наноматериалы» достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины «Полупроводниковые микро- и наноматериалы» составляет 3 зачетные единицы (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ	Всего часов	Форма обучения
		очная
	108	6 семестр (часы)
Контактная работа, в том числе:	48,8	48,2
Аудиторные занятия (всего):	48	48
занятия лекционного типа	16	
лабораторные занятия	32	
Иная контактная работа:	0,2	0,2
Контроль самостоятельной работы (КСР)	0	0
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2
Самостоятельная работа, в том числе:	59,8	59,8
Реферат/доклад(подготовка)	10	10

Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)		40	40
Подготовка к текущему контролю		9,8	9,8
Контроль:		0	0
Подготовка к зачету		0,2	0,2
Общая трудоемкость	час.	108	108
	в том числе контактная работа	48,2	48,2
	зач. ед.	3	3

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины «Полупроводниковые микро- и наноматериалы». Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 6 семестре (3 курс) (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Введение в предмет. Полупроводниковые свойства кремния и германия. Полупроводниковые наноматериалы на основе кремния и германия. Полупроводниковые микро- и наноматериалы на основе карбида кремния.	2	–			
2.	Полупроводниковые материалы на основе углерода. Полупроводниковые углеродные наноматериалы.	2	–			
3.	Двухэлементные полупроводники семейств $A^{III}B^V$ и $A^{II}B^{VI}$.	2	–			
4.	Наноматериалы семейств $A^{III}B^V$ и $A^{II}B^{VI}$.	2	–			
5.	Полупроводниковые микро- и наноматериалы семейства $A^{IV}B^{VI}$.	2	–			
6.	Магнитные полупроводниковые материалы.	2	–			
7.	Органические полупроводниковые микро- и наноматериалы.	2	–			
8.	Пленочная технология полупроводниковых наноматериалов.	2	–			
<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>		107,2	16	–	32	59,8
Контроль самостоятельной работы (КСР)		–	–	–	–	–
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,1	–	0,5	0,5
Подготовка к текущему контролю		40	12	–	20	10
Общая трудоемкость по дисциплине		108	16	–	32	59,8

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.	Введение в предмет. Полупроводниковые свойства кремния и германия.	Полупроводниковые свойства кремния и германия. Применение микроматериалов кремния и германия. Полупроводниковые наноматериалы на основе кремния и германия. Полупроводниковые микро- и	ЛР / Р / Д

	Полупроводниковые наноматериалы на основе кремния и германия. Полупроводниковые микро- и наноматериалы на основе карбида кремния.	наноматериалы на основе карбида кремния.	
2.	Полупроводниковые материалы на основе углерода. Полупроводниковые углеродные наноматериалы.	Полупроводниковые материалы на основе углерода. Полупроводниковые углеродные наноматериалы.	ЛР / Р / Д
3.	Двухэлементные полупроводники семейств $A^{III}B^V$ и $A^{II}B^{VI}$.	Свойства полупроводниковых микроматериалов семейства $A^{III}B^V$ (InSb, InAs, InP, GaSb, GaP, AlSb, GaN, InN). Свойства полупроводниковых микроматериалов семейства $A^{II}B^{VI}$ (ZnS, ZnSe, ZnTe, CdS, CdTe, HgSe, HgTe, HgS).	ЛР / Р / Д
4.	Наноматериалы семейств $A^{III}B^V$ и $A^{II}B^{VI}$.	Свойства полупроводниковых наноматериалов семейства $A^{III}B^V$ (InSb, InAs, InP, GaSb, GaP, AlSb, GaN, InN). Свойства полупроводниковых наноматериалов семейства $A^{II}B^{VI}$ (ZnS, ZnSe, ZnTe, CdS, CdTe, HgSe, HgTe, HgS).	ЛР / Р / Д
5.	Полупроводниковые микро- и наноматериалы семейства $A^{IV}B^{VI}$.	Свойства полупроводниковых микро и наноматериалов $A^{IV}B^{VI}$ (PbS, PbSe, PbTe, SnTe, SnS, SnSe, GeS, GeSe).	ЛР / Р / Д
6.	Магнитные полупроводниковые материалы.	Свойства магнитных полупроводниковых материалов: магнетит (Fe_3O_4), маггемит ($\gamma-Fe_2O_3$), оксид хрома CrO_2 . Свойства ферритов (ферриты-шпинели, ферриты-гранаты, ортоферриты, гексагональные ферриты). Свойства полупроводниковых магнитных аморфных стёкол.	ЛР / Р / Д
7.	Органические полупроводниковые микро- и наноматериалы.	Свойства органических полупроводниковых микро- и наноматериалов. Органические полупроводниковые красители. Органические электропроводящие полимеры. Полианилин, полипиррол, политиофен и их производные.	ЛР / Р / Д
8.	Пленочная технология полупроводниковых наноматериалов.	Химические технологии производства пленочных полупроводниковых наноматериалов. Физические технологии производства пленочных полупроводниковых наноматериалов.	ЛР / Р / Д

Защита лабораторной работы (ЛР), написание реферата (Р), доклад-презентация (Д).

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

Согласно учебному плану практические/семинарские занятия по дисциплине «Полупроводниковые микро- и наноматериалы» не предусмотрены.

Лабораторные работы выполняются в специализированных лабораториях НОЦ «Диагностика структуры и свойств наноматериалов» Кубанского государственного университета. В результате выполнения лабораторных работ у студентов формируются и оцениваются требуемые ФГОС и ООП для направления 11.03.04 Электроника и

нанoeлектроника профиля «Нанотехнологии в электронике» компетенции – ОПК-6, ПК-1, ПК-3.

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	Введение в предмет. Полупроводниковые свойства кремния и германия. Полупроводниковые наноматериалы на основе кремния и германия. Полупроводниковые микро- и наноматериалы на основе карбида кремния.	ЛР №1 «Исследование свойств полупроводникового микрокристаллического кремния»	ЛР
2.	Полупроводниковые материалы на основе углерода. Полупроводниковые углеродные наноматериалы.	ЛР №2 «Исследование свойств многостенных углеродных нанотрубок» ЛР №3 «Исследование свойств графенового наноматериала»	ЛР
3.	Двухэлементные полупроводники семейств $A^{III}B^V$ и $A^{II}B^{VI}$.	–	ЛР
4.	Наноматериалы семейств $A^{III}B^V$ и $A^{II}B^{VI}$.	ЛР №4 «Изготовление и исследование свойств полупроводникового нанопорошка оксида цинка»	ЛР
5.	Полупроводниковые микро- и наноматериалы семейства $A^{IV}B^{VI}$.	–	
6.	Магнитные полупроводниковые материалы.	ЛР №5 «Исследование свойств микро- и нанопорошков магнетита» ЛР №6 «Изготовление и исследование свойств нанопорошка шпинельного феррита»	ЛР
7.	Органические полупроводниковые микро- и наноматериалы.	ЛР №7 «Изготовление и исследование свойств полупроводниковых пленок полианилина»	ЛР
8.	Пленочная технология полупроводниковых наноматериалов.	ЛР №8 «Изготовление и исследование свойств полупроводниковых пленок оксида олова/цинка»	ЛР

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Согласно учебному плану по дисциплине «Полупроводниковые микро- и наноматериалы» курсовые работы/проекты не предусмотрены.

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.	Проработка учебного теоретического материала	Методические указания по изучению теоретического материала, утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от 20.03.2017.

2.	Подготовка к защите лабораторных работ	Методические указания по выполнению лабораторных работ, утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от 20.03.2017.
3.	Реферат	Бушенева Ю.И. Как правильно написать реферат, курсовую и дипломную работы: Учебное пособие для бакалавров [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – М.: Дашков и К, 2016. – 140 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/93331 . Кузнецов И.Н. Рефераты, курсовые и дипломные работы. Методика подготовки и оформления [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – М.: Дашков и К, 2016. – 340 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/93303 .
4.	Подготовка презентации по теме реферата	Вылегжанина А.О. Деловые и научные презентации [Электронный ресурс]: учебное пособие – Электрон. дан. – М., Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 115 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=446660 .

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,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

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,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины «Полупроводниковые микро- и наноматериалы» предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, проблемное обучение, модульная технология, подготовка докладов и рефератов, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (мозгового штурма, разбора конкретных ситуаций) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Полупроводниковые микро- и наноматериалы».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме доклада-презентации/реферата по проблемным вопросам, ситуационных задач и **промежуточной аттестации** в форме вопросов к зачету.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Введение в предмет. Полупроводниковые свойства кремния и германия. Полупроводниковые наноматериалы на основе кремния и германия. Полупроводниковые микро- и наноматериалы на основе карбида кремния.	ИПК-1.1. (знает, умеет, владеет) ИПК-2.1. (знает, умеет, владеет) ИОПК-6.1. (знает, умеет, владеет)	Лабораторная работа №1	Вопросы на зачете №1-3.
2	Полупроводниковые материалы на основе углерода. Полупроводниковые углеродные наноматериалы.	ИПК-1.1. (знает, умеет, владеет) ИПК-2.1. (знает, умеет, владеет) ИОПК-6.1. (знает, умеет, владеет)	Вопросы для устного опроса по разделу. Реферат, доклад. Лабораторная работа №2 и №3	Вопросы на зачете № 4, 5
3	Двухэлементные полупроводники семейств $A^{III}B^V$ и $A^{II}B^{VI}$.	ИПК-1.1. (знает, умеет, владеет) ИПК-2.1. (знает, умеет, владеет) ИОПК-6.1. (знает, умеет, владеет)	Вопросы для устного опроса по разделу. Реферат, доклад.	Вопросы на зачете №6-7
4	Наноматериалы семейств $A^{III}B^V$ и $A^{II}B^{VI}$.	ИПК-1.1. (знает, умеет, владеет) ИПК-2.1. (знает, умеет, владеет) ИОПК-6.1. (знает, умеет, владеет)	Вопросы для устного опроса по разделу. Реферат, доклад. Лабораторная работа №4	Вопрос на зачете №8
5	Полупроводниковые микро- и наноматериалы семейства $A^{IV}B^{VI}$.	ИПК-1.1. (знает, умеет, владеет) ИПК-2.1. (знает, умеет, владеет) ИОПК-6.1. (знает, умеет, владеет)	Реферат, доклад.	Вопрос на зачете №9
6	Магнитные полупроводниковые материалы.	ИПК-1.1. (знает, умеет, владеет) ИПК-2.1. (знает, умеет, владеет) ИОПК-6.1. (знает, умеет, владеет)	Вопросы для устного опроса по разделу. Реферат, доклад. Лабораторная работа №5 и №6	Вопросы на зачете №10-15
7	Органические полупроводниковые микро- и наноматериалы.	ИПК-1.1. (знает, умеет, владеет) ИПК-2.1. (знает, умеет, владеет)	Вопросы для устного опроса по разделу. Реферат, доклад. Лабораторная работа №7	Вопросы на зачете №16-18

		ИОПК-6.1. (знает, умеет, владеет)		
8	Пленочная технология полупроводниковых наноматериалов.	ИПК-1.1. (знает, умеет, владеет) ИПК-2.1. (знает, умеет, владеет) ИОПК-6.1. (знает, умеет, владеет)	Вопросы для устного опроса по разделу. Реферат, доклад. Лабораторная работа №8	Вопрос на зачете 19, 20

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примерный перечень вопросов и заданий

1. Укажите какие кремний-основанные полупроводниковые микро- и наноматериалы пригодны для работы полупроводниковых устройств выше 300⁰С.
2. Укажите какие углеродные полупроводниковые наноматериалы пригодны для работы полупроводниковых устройств выше 500⁰С.
3. Укажите какие углеродные полупроводниковые наноматериалы пригодны для работы полупроводниковых устройств выше 750⁰С.
4. Укажите какие полупроводниковые оксидные наноматериалы обладают высокой прозрачностью в видимом диапазоне.
5. Укажите какие полупроводниковые оксидные наноматериалы пригодны для работы полупроводниковых устройств выше 300⁰С.

Доклад/реферат

Тематика докладов/рефератов по дисциплине «Полупроводниковые микро- и наноматериалы».

- 1) Полупроводниковые гетеронаноматериалы на основе кремния и германия.
- 2) Методы получения гетеронаноструктур на основе кремния и германия.
- 3) Методы получения полупроводниковых наноматериалов на основе карбида кремния.
- 4) Высокотемпературные полупроводниковые алмазные материалы.
- 5) Полупроводниковые углеродные нанотрубки.
- 5) Полупроводниковые углеродные нанонити.
- 6) Полупроводниковые углеродные наноматериалы на основе графена.
- 7) Методы получения полупроводниковых наноматериалов GaN.
- 8) Методы получения полупроводниковых наноматериалов GaAs.
- 9) Методы получения полупроводниковых наноматериалов ZnS.
- 10) Методы получения полупроводниковых наноматериалов CdS.
- 11) Методы получения полупроводниковых наноматериалов ZnO.
- 12) Методы получения полупроводниковых микро и наноматериалов PbS, PbSe, PbTe.
- 13) Методы получения полупроводникового магнитного материала - магнетит (Fe₃O₄).
- 14) Методы получения полупроводникового магнитного материала - маггемит(γ-Fe₂O₃),
- 15) Методы получения и применение полупроводниковых ферритов-шпинелей.
- 16) Методы получения и применение полупроводниковых ферритов-гранатов.
- 17) Методы получения и применение полупроводниковых ортоферритов
- 18) Свойства органических полупроводниковых микро- и наноматериалов.
- 19) Получение органических электропроводящих полимеров.
- 20) Применение в микро- и наноэлектронике полинилина, полипиррола, политиофена и их производные.
- 21) Новые химические технологии производства пленочных полупроводниковых наноматериалов.

22) Новые физические технологии производства пленочных полупроводниковых наноматериалов.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)

Вопросы к зачету по дисциплине «Полупроводниковые микро- и наноматериалы».

1. Полупроводниковые свойства кремния и германия. Применение микроматериалов кремния и германия в электронике и наноэлектронике.
2. Полупроводниковые наноматериалы на основе кремния и германия. Их применение в электронике и наноэлектронике.
3. Полупроводниковые микро- и наноматериалы на основе карбида кремния. Их применение в электронике и наноэлектронике.
4. Полупроводниковые материалы на основе углерода.
5. Основные полупроводниковые углеродные наноматериалы. Их применение в электронике и наноэлектронике.
6. Свойства полупроводниковых микроматериалов семейства $A^{III}B^V$. Их применение в электронике и наноэлектронике.
7. Свойства полупроводниковых микроматериалов семейства $A^{II}B^{VI}$. Их применение в электронике и наноэлектронике.
8. Свойства полупроводниковых наноматериалов семейства $A^{III}B^V$ и семейства $A^{II}B^{VI}$. Их применение в электронике и наноэлектронике.
9. Свойства полупроводниковых микро и наноматериалов $A^{IV}B^V$.
10. Свойства магнитных полупроводниковых материалов - магнетит (Fe_3O_4) и маггемит ($\gamma-Fe_2O_3$).
11. Свойства магнитного полупроводникового материала - оксид хрома CrO_2 .
12. Свойства полупроводниковых ферритов-шпинелей.
13. Свойства полупроводниковых ферритов-гранатов и ортоферритов.
14. Свойства полупроводниковых гексагональных ферритов.
15. Свойства полупроводниковых магнитных аморфных стёкол.
16. Свойства органических полупроводниковых микро- и наноматериалов.
17. Органические полупроводниковые красители.
18. Органические электропроводящие полимеры. Полианилин, полипиррол, политиофен и их производные.
19. Химические технологии производства пленочных полупроводниковых наноматериалов.
20. Физические технологии производства пленочных полупроводниковых наноматериалов.

Критерии оценивания результатов обучения

Критерии оценивания по зачету:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он обладает знанием основного материала, хотя и допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, затруднения при выполнении практических задач незначительны;

- оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части материала дисциплины, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно.

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 учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1. Учебная литература

1. Александров С. Е., Греков Ф. Ф. Технология полупроводниковых материалов. Издательство "Лань". 2021. Издание 2-е изд., испр. С. 240. <https://e.lanbook.com/book/168401>

2. Плотников, Г. С. Микроэлектроника: основы молекулярной электроники : учебное пособие для вузов / Г. С. Плотников, В. Б. Зайцев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 166 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03637-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/472450>

3. Физические методы нанесения нанопокровов : учебное пособие для вузов / В. С. Мухин [и др.] ; под редакцией В. С. Мухина, С. Р. Шехтмана. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 333 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13807-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/466910>

4. Морозов А.И., Сигов А.С. Фрустрированные магнитные наноструктуры. Издательство "Физматлит". 2017. С. 144. <https://e.lanbook.com/book/105002>

5. Гермогенов В.П. Материалы, структуры и приборы полупроводниковой оптоэлектроники.: учебное пособие Издательство Национальный исследовательский Томский государственный университет. 2015. С. 272. <https://e.lanbook.com/book/80206>

6. Садовников, С. И. Полупроводниковые наноструктуры сульфидов свинца, кадмия и серебра: С. И. Садовников, А. И. Гусев, А. А. Ремпель. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2018. - 428 с.

5.2. Периодическая литература

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>
3. Научно-теоретический журнал «Физика твердого тела» <http://journals.ioffe.ru/journals/1>

4. Научно-теоретический журнал «Журнал экспериментальной и теоретической физики» <https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=8682>
5. Научный обзорный журнал «Успехи физических наук» <https://ufn.ru/>
6. Научный обзорный журнал «Успехи химии» <https://www.uspkhim.ru/>
7. Научно-производственный журнал «Нанотехнологии. Экология. Производство». https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=32568
8. Научный обзорный журнал «Российские нанотехнологии». https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=10601

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.uceba.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/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

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

На самостоятельную работу студентов по дисциплине по дисциплине «Полупроводниковые микро- и наноматериалы», согласно требованиям ФГОС ВО по направлению 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника профиля «Нанотехнологии в электронике», отводится 59 часов от общей трудоемкости дисциплины (144 часов). Сопровождение самостоятельной работы студентов может быть организовано в следующих формах:

- составлением индивидуальных планов самостоятельной работы каждого из студентов с указанием темы и видов занятий, форм и сроков представления результатов;
- проведением консультаций (индивидуальных или групповых), в том числе с применением дистанционной среды обучения.

Критерий оценки эффективности самостоятельной работы студентов формируется в ходе промежуточного контроля процесса выполнения заданий и осуществляется на основе различных способов взаимодействия.

В соответствии с этим при проведении оперативного контроля могут использоваться контрольные вопросы к соответствующим разделам дисциплины «Полупроводниковые микро- и наноматериалы».

Контроль осуществляется посредством устного опроса студентов по окончании изучения тем учебной дисциплины и выполнения письменных контрольных работ.

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

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

- путем написания реферативных работ и анализ результата их открытого доклада;
- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

К средствам обеспечения освоения дисциплины «Производство и модификация неорганических наноматериалов» также относятся электронные варианты дополнительных учебных, научно-популярных и научных изданий по данной дисциплине. **Занятия лекционного типа** являются одной из основных форм обучения студентов по дисциплине «Полупроводниковые микро- и наноматериалы», во время которых студентам предоставляется возможность ознакомиться с основными научно-теоретическими положениями, проблемами дисциплины, получить необходимое направление и рекомендации для самостоятельной работы с учебниками, учебными пособиями, при подготовке к семинарским занятиям. Лекция является результатом кропотливой подготовки преподавателя, изучения и обобщения научной и учебной литературы. Столь же усердной должна быть и подготовка студента накануне лекции, посредством изучения соответствующей учебной литературы, повторения ранее пройденных тем.

Во время лекции следует записать дату ее проведения, тему, план лекции, вопросы, которые выносятся на самостоятельное изучение, отметить новинки учебной и научной литературы, рекомендованные лектором. Студентам рекомендуется конспектировать ее основные положения, не стоит пытаться дословно записать всю лекцию, поскольку скорость лекции не рассчитана на дословное воспроизведение выступления лектора в конспекте, тем не менее она является достаточной для того, чтобы студент смог не только усвоить, но и зафиксировать на бумаге сущность затронутых лектором проблем, выводы, а также узловые моменты, на которые обращается особое внимание в ходе лекции. На лекции студенту рекомендуется иметь на столах помимо конспектов также программу курса, которая будет способствовать развитию мнемонической памяти, возникновению ассоциаций между выступлением лектора и программными вопросами. В случае возникновения у студента по ходу лекции вопросов, их следует задавать сразу же или в конце лекции в специально отведенное для этого время.

Лабораторные работы составляют важную часть профессиональной подготовки студентов по дисциплине «Полупроводниковые микро- и наноматериалы». Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Выполнение студентами лабораторных работ направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;

- формирование необходимых профессиональных умений и навыков;

Методические указания по проведению лабораторных работ разрабатываются на срок действия рабочей программы дисциплины и включают:

- заглавие, в котором указывается вид работы (лабораторная), ее порядковый номер, объем в часах и наименование;

- цель работы;

- предмет и содержание работы;

- порядок (последовательность) выполнения работы;

- общие правила к оформлению работы;

- контрольные вопросы и задания;

- список литературы (по необходимости).

Состав заданий для лабораторной работы должен быть спланирован с таким расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством студентов.

Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.

Выполнению лабораторных работ предшествует проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания.

Порядок проведения лабораторных работ в целом совпадает с порядком проведения практических занятий. Помимо собственно выполнения работы для каждой лабораторной работы предусмотрена процедура защиты, в ходе которой преподаватель проводит устный или письменный опрос студентов для контроля понимания выполненных ими измерений, правильной интерпретации полученных результатов и усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия.

Самостоятельная работа содержит следующие виды учебной деятельности студентов:

- теоретическую самоподготовку к лабораторным занятиям и к зачету по конспектам и учебной литературе;
- оформление отчетов по результатам лабораторных работ (о выполненной лабораторной работе студенты отчитываются преподавателю на следующем (очередном) лабораторном занятии);
- подготовка реферата по одной из тем учебной дисциплины;
- подготовка презентации по теме реферата и выступление с докладом на одном из лекционных занятий.

Студенту необходимо систематически работать в течение семестра по изучению теоретического материала и приобретению навыков экспериментальной работы.

Для запоминания лекционного материала (в том числе и в период подготовки к зачету) студенту необходимо хорошо знать свойства памяти и активно пользоваться мнемотехническими приемами, известными из учебной дисциплины «Психология и педагогика». Методические рекомендации по запоминанию можно найти и в Интернете по ключевым словам: «память», «мнемоника», «мнемотехника», «как запомнить учебный материал». Желательно также ознакомиться с приемами конспектирования, т.е. со способами сокращения записи слов и словосочетаний, например, применяемыми в словарях и энциклопедиях.

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

При подготовке доклада, который представляет собой научное сообщение, студенты творчески проводят поиск литературных источников и их анализ в соответствии с выбранной тематикой.

Доклад – это результат самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое устное изложение в течении 5-8 минут результатов теоретического анализа или экспериментального исследования в рамках определенной научной темы. В ходе публичного доклада студент должен раскрыть суть анализируемой работы и высказать собственные взгляды на рассматриваемые проблемы.

Подготовка докладов необходима в целях приобретения студентами необходимой профессиональной подготовки, развития умения и навыков самостоятельного поиска и анализа научных источников. С помощью доклада студенты при его прослушивании глубже постигают сложные проблемы курса, учатся лаконично пересказывать содержимое научных источников, обобщать выводы и делать заключение.

Подготовка доклада способствует формированию умения поиска научных источников и развитию умения анализировать научные статьи и сообщения.

Качество доклада оценивается по тому, насколько его содержание соответствует заданной теме, какие использованы первоисточники, насколько последовательно он изложен.

Реферат – это результат самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменной форме полученных результатов теоретического анализа определенной научной темы, где автор должен раскрыть суть исследуемой проблемы, привести существующие разные научные точки зрения, высказать собственные взгляды на рассматриваемые проблемы.

При подготовке реферата, который представляет собой научное сообщение, студент должен изучить и обобщить научную литературу. На основе изученного материала студент раскрывает содержание выбранной темы реферата, акцентируя внимание на актуальные и проблемные вопросы. Реферат должен быть оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми для оформления письменных работ.

Написание реферата необходимо в целях приобретения студентами необходимой профессиональной подготовки, развития умения и навыков самостоятельного научного поиска. С помощью реферата студент глубже постигает наиболее сложные проблемы дисциплины, учиться лаконично излагать свои мысли, докладывать результаты своего труда.

Подготовка реферата способствует формированию научной культуры у выпускника, закреплению у него научных знаний, развитию умения самостоятельно анализировать различные научные источники.

Оформление реферата:

1. Реферат должен иметь следующую структуру: а) план; б) введение; в) изложение основного содержания темы; г) заключение; д) список использованной литературы.

2. Общий объём – 8-10 с. основного текста.

3. Перед написанием должен быть составлен план работы, который обычно включает 2–3 вопроса. План не следует излишне детализировать, в нём перечисляются основные, центральные вопросы темы.

4. В процессе написания работы студент имеет право обратиться за консультацией к преподавателю.

5. В основной части работы большое внимание следует уделить глубокому теоретическому освещению основных вопросов темы, правильно увязать теоретические положения с практикой, конкретным фактическим и цифровым материалом.

6. В реферате обязательно отражается использованная литература, которая является завершающей частью работы.

7. Особое внимание следует уделить оформлению.

8. При защите реферата выставляется дифференцированная оценка.

9. Реферат, не соответствующий требованиям, предъявляемым к данному виду работы, возвращается на доработку.

Рефераты выполняют на листах формата А4. Страницы текста, рисунки, формулы нумеруют. Текст следует печатать шрифтом № 12 с интервалом между строками в 1,5 интервала. Качество реферата оценивается по тому, насколько полно раскрыто содержание темы, использованы первоисточники, логичное и последовательное изложение. Оценивается и правильность подбора основной и дополнительной литературы (ссылки по правилам: фамилии и инициалы авторов, название книги, место издания, издательство, год издания, страница). Объективность оценки работы преподавателем заключается в определении ее положительных и отрицательных сторон, по совокупности которых он окончательно оценивает представленную работу. При отрицательной рецензии работа возвращается на доработку с последующим представлением на повторную проверку с приложением замечаний, сделанных преподавателем.

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	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corporation). 2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation). 3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет. 4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран.
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corporation). 2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation). 3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет. 4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран.
Учебные аудитории А21 и А22 НОЦ ДССН КубГУ для проведения лабораторных занятий	Оборудование: вытяжные шкафы химические, электроплитки лабораторные, электронные весы, сушильный шкаф, растровый электронный микроскоп сверхвысокого разрешения JEOL JSM7500F, спектрометр электронного парамагнитного резонанса JEOL JES-FA300, установка магнетронного напыления Q150T ES, кстановка для осаждения тонких пленок CCR Corra Cube ISSA, установка ионно-плазменного напыления CCR Corra Cube ISSA	1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corporation). 2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation). 3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет. 4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран.

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)	<p>Мебель: учебная мебель</p> <p>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы</p> <p>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)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corporation). 2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation). 3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет. 4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.203)	<p>Мебель: учебная мебель</p> <p>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы</p> <p>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)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corporation). 2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation). 3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет. 4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран.