

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 03.10.2023 10:10:23

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Электронные и оптические свойства широкозонных соединений A2B6

Закреплена за подразделением

Кафедра ППЭ и ФПП

Направление подготовки

11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Профиль

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

аудиторные занятия

68

зачет с оценкой 3

самостоятельная работа

76

курсовая работа 3

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	19			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	76	76	76	76
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

к.ф.-м.н., доц., Кобелева Светлана Петровна

Рабочая программа

Электронные и оптические свойства широкозонных соединений A2B6

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

11.04.04 ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЭНЕРГИИ, 11.04.04-МЭН-23-2.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

11.04.04 ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЭНЕРГИИ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра ШЭ и ФШ

Протокол от 21.06.2022 г., №11

Руководитель подразделения Диденко Сергей Иванович, к.ф.-м.н., доцент

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Целью освоения дисциплины "Электронные и оптические свойства широкозонных соединений А2В6" является знакомство обучающихся со свойствами перспективных материалов оптоэлектроники и детекторных систем, особенностью их электронных и оптических свойств. Важную роль играют собственные точечные дефекты в формировании этих свойств.
-----	--

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.06
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Иностранный язык	
2.1.2	Планирование научной деятельности	
2.1.3	Приборные структуры на некристаллических материалах	
2.1.4	Приборные структуры на широкозонных полупроводниках	
2.1.5	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.6	Силовые полупроводниковые приборы	
2.1.7	Физика наноструктур	
2.1.8	Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники	
2.1.9	История и методология науки и техники в области электроники	
2.1.10	Методы математического моделирования	
2.1.11	Методы характеристики полупроводниковых материалов и структур	
2.1.12	Перспективные технологии и материалы для поиска новых физических эффектов	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-4: Способность анализировать и выбирать перспективные материалы, технологические процессы и оборудование производства изделий микроэлектроники	
Знать:	
ПК-4-31	Параметры широкозонных соединений А2В6 для использования их в приборах оптоэлектроники
ПК-2: Способность оптимизировать параметры технологических операций	
Знать:	
ПК-2-31	Знать особенности фазовых диаграмм и процессов испарения широкозонных соединений А2В6
ОПК-1: Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора, применять в профессиональной деятельности глубокие знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях	
Знать:	
ОПК-1-31	Зонную структуру кристаллических твердых тел
ПК-4: Способность анализировать и выбирать перспективные материалы, технологические процессы и оборудование производства изделий микроэлектроники	
Уметь:	
ПК-4-У1	Выбирать технологию выращивания широкозонных соединений А2В6 для приборов микро - и оптоэлектроники
ПК-2: Способность оптимизировать параметры технологических операций	
Уметь:	
ПК-2-У1	Рассчитывать концентрацию собственных точечных дефектов в широкозонных соединениях А2В6
ОПК-1: Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора, применять в профессиональной деятельности глубокие знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях	
Уметь:	
ОПК-1-У1	Анализировать особенности зонной структуры и диаграмм состояния широкозонных соединений А2В6

ПК-4: Способность анализировать и выбирать перспективные материалы, технологические процессы и оборудование производства изделий микроэлектроники
Владеть:
ПК-4-В1 Современными знаниями в области компьютерных методов расчета параметров полупроводниковых широкозонных соединений А2В6
ПК-2: Способность оптимизировать параметры технологических операций
Владеть:
ПК-2-В1 Навыками расчета конгруэнтно испаряющихся составов широкозонных соединений А2В6
ОПК-1: Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора, применять в профессиональной деятельности глубокие знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях
Владеть:
ОПК-1-В1 навыками анализа состава и концентрации собственных точечных дефектов в широкозонных соединениях А2В6

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. диаграммы состояния							
1.1	Р-Т и Т-Х диаграммы широкозонных соединений А2В6 /Лек/	3	3	ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ПК-2-31	Л1.1 Л1.3Л2.11 Л2.1 Л2.5Л3.7 Л3.9 Э1 Э2		КМ1,К М4	Р1,Р3
1.2	Особенности процесса испарения широкозонных соединений А2В6 /Лек/	3	2	ОПК-1-В1 ПК-2-31	Л1.3Л2.5 Л3.7 Л3.9Л2.1 Л3.4 Э1 Э2		КМ1,К М2,КМ 4	Р1,Р3,Р 4
1.3	Расчет параметров конгруэнтно испаряющихся составов /Пр/	3	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-31	Л1.3Л1.1 Л3.4 Л2.8Л2.1 Э1 Э2		КМ1,К М2,КМ 4	Р3
1.4	Изучение методики измерения отклонения от стехиометрии в широкозонных соединениях А2В6 /Лаб/	3	6	ОПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.3Л2.9 Л2.10Л2.1 Э1 Э2		КМ1,К М2,КМ 4	Р1
1.5	Анализ литературы по фазовым диаграммам халькогенидов кадмия и цинка /Ср/	3	20	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-31	Л1.3Л2.9Л3.11 Э1 Э2		КМ1,К М4	Р4
	Раздел 2. Состав СТД широкозонных соединений А2В6							
2.1	Типы собственных точечных дефектов в широкозонных соединениях А2В6 /Лек/	3	3	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.3Л2.1 Л2.1 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л3.11Л2.1 Э1 Э2		КМ2,К М4	Р1
2.2	Метод квазихимических реакций расчета концентраций СТД /Лек/	3	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-31	Л1.3Л2.1 Л2.9 Л2.10Л2.1 Э1		КМ2,К М4	Р3,Р4

2.3	Структура СТД широкозонных соединений A2B6 /Лек/	3	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-31	Л1.3 Л2.8 Л2.9Л2.1 Л2.7 Л3.11Л2.1 Э2		КМ2,К М4	Р3,Р4,Р 5
2.4	Статистика многозарядных центров /Лек/	3	2	ПК-2-У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.9 Л2.10Л2.1 Э1		КМ2,К М4	Р5
2.5	Расчет высокотемпературных равновесий в CdTe /Пр/	3	4	ОПК-1-В1 ПК-2-31	Л1.3Л2.8Л2.1 Э2		КМ2,К М4	Р4,Р3
2.6	Расчет концентрации ионизированных многозарядных центров при комнатной температуре /Пр/	3	3	ОПК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.1 Л1.3Л2.11 Л2.1Л2.1 Э1 Э2		КМ4	Р5
2.7	Овладение навыками составления и решения уравнения электронейтральности /Ср/	3	30	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.3Л2.1Л2.1 Э1		КМ4	Р4,Р5
	Раздел 3. Технология получения широкозонных соединений A2B6							
3.1	Методы выращивания монокристаллов широкозонных соединений A2B6 /Лек/	3	2	ОПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-В1 ПК-4-У1	Л1.3 Л3.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.1 Л2.1 Л2.1 Л2.6Л2.1 Э1		КМ4	Р8,Р9
3.2	Методы выращивания эпитаксиальных структур на основе широкозонных соединений A2B6 /Лек/	3	2	ПК-2-31 ПК-2-В1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л2.1 Л2.1Л2.2 Л2.1Л2.1 Э2		КМ4	Р8,Р9
3.3	Анализ технологии многократной возгонки-сублимации /Ср/	3	10	ПК-2-В1 ПК-4-У1	Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.1Л2.1 Э1		КМ4	Р8
	Раздел 4. Электронные свойства широкозонных соединений A2B6							
4.1	Энергии ионизации СТД и возможности создания электронного и дырочного материала /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.3 Л2.8 Л2.9 Л2.10Л2.1 Л2.1 Л3.9 Л2.1Л2.1 Э1 Э2		КМ2	Р4,Р5
4.2	Детекторы ионизирующих излучений на основе широкозонных соединений A2B6 /Лек/	3	3	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л2.11 Л1.1 Л1.3 Л3.7 Л2.8 Л2.9Л2.1 Л2.1 Л2.10Л3.4 Л3.11 Э1 Э2		КМ3,К М4	Р2,Р8
4.3	Топологические диэлектрики на основе широкозонных соединений A2B6 /Лек/	3	2	ПК-4-31 ПК-4-В1	Л1.2 Л1.4Л3.4 Л2.9Л2.1 Э1 Э2		КМ4	Р8,Р9
4.4	Расчет концентраций электрически активных СТД /Пр/	3	2	ОПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.1 Л1.3Л3.4 Л2.1 Л2.5Л2.1 Э1 Э2		КМ2,К М4	Р5

4.5	Определение условий выращивания высокоомных кристаллов широкозонных соединений А2В6 /Пр/	3	4	ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.3Л2.11 Л3.4 Л2.5Л2.1 Л2.1 Л2.1 Э1 Э2		КМ2,К М4	Р3
4.6	Поиск литературных данных по спектрам поглощения и излучения широкозонных соединений А2В6 /Ср/	3	16	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-4-31	Л1.1 Л1.3 Л3.7 Л3.9 Л2.8Л2.1 Л2.9 Л2.10Л2.1 Э1 Э2		КМ4	Р2
Раздел 5. Оптические свойства широкозонных соединений А2В6								
5.1	Спектры поглощения широкозонных соединений А2В6 /Лек/	3	2	ПК-4-31 ПК-4-У1	Л2.7 Л2.9 Л2.10Л2.1 Л2.1 Л2.8Л2.11 Л3.9 Э1 Э2		КМ2,К М4	Р2,Р7
5.2	Спектры излучения широкозонных соединений А2В6 /Лек/	3	2	ПК-4-31 ПК-4-У1	Л3.7 Л2.8 Л2.10Л2.11 Л2.1 Л2.1Л3.11 Э1 Э2		КМ3,К М4	Р6,Р9
5.3	Фотоприемники оптического диапазона /Лек/	3	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-4-31	Л2.11 Л3.7 Л3.9 Л3.11Л2.1 Л2.7Л2.1 Э1 Э2		КМ3,К М4	Р2,Р5
5.4	СИД и полупроводниковые инжекционные лазеры широкозонных соединений А2В6 /Лек/	3	3	ОПК-1-31 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л2.1 Л2.7 Л2.8 Л2.10 Л3.11Л3.7 Л3.9 Л2.1 Л2.9Л2.1 Э1 Э2		КМ3,К М4	Р9
5.5	Выбор гетероструктур для создания эффективных СИД и полупроводниковых инжекционных лазеров /Пр/	3	2	ОПК-1-31 ПК-4-31	Л2.11 Л1.1 Л1.3Л3.4 Л2.5 Л3.7 Л3.9 Л2.8Л2.1 Э1 Э2		КМ4	Р9
5.6	Изучение спектров поглощения широкозонных соединений А2В6 /Лаб/	3	5	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК-4-31	Л1.1 Л1.3 Л3.7 Л3.9Л2.11 Л3.4 Л2.1Л2.1 Э1		КМ4	Р2
5.7	Изучение спектров люминесценции широкозонных соединений А2В6 /Лаб/	3	6	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК-4-31	Л1.1 Л1.1 Л1.3Л2.11 Л2.1 Л3.7 Л3.9Л2.1 Э2		КМ4	Р6

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
--------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

КМ1	Тест. Фазовые диаграммы широкозонных соединений A2B6	ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-2-31	1. Вид диаграмм состав - температура и состав - давление широкозонных соединений A2B6 2. Состав равновесной паровой фазы при испарении широкозонных соединений A2B6. 3. Что характеризует минимальное общее давление равновесной паровой фазы состав этой паровой фазы.
КМ2	Тест 2. Собственные точечные дефекты в широкозонных соединениях A2B6	ОПК-1-У1;ПК-2-31;ОПК-1-В1	1. Типы СТД в широкозонных соединениях A2B6. 2. Энергетические характеристики СТД в халькогенидах кадмия и цинка. 3. Методы расчета концентраций СТД
КМ3	Тест 3. Приборы оптоэлектроники на основе широкозонных соединений A2B6	ОПК-1-31;ПК-4-31;ОПК-1-У1	1. Материалы для фотоприемников оптического диапазона. 2. Возможности и проблемы создания СИД видимого диапазона на основе широкозонных соединений A2B6
КМ4	Экзамен	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-В1	1. Фазовые диаграммы широкозонных соединений A2B6. 2. Типы СТД в широкозонных соединениях A2B6. 3. Особенности процессов испарения широкозонных соединений A2B6. 4. Выбор технологии выращивания монокристаллов и пленок с оптимальным составом. 5. Парофазные методы выращивания широкозонных соединений A2B6. 6. Расчет высокотемпературных равновесий и выбор технологического режима выращивания кристаллов и пленок. 7. Анализ концентраций многозарядных примесей в полупроводниках. 8. Особенности электронной структуры и связь ее с концентрацией СТД. 9. Фотоэлектрические преобразователи. 10. Материалы для детекторов ионизирующих излучений. 11. Возможности создания солнечных элементов на основе широкозонных соединений A2B6. 12. Возможности создания СИД и пп инжекционных лазеров на основе широкозонных соединений A2B6.

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
Р1	Лабораторная работа 1. Изучение методики измерения отклонения от стехиометрии в широкозонных соединениях A2B6	ОПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1	Изучение оборудования для измерения состава паровой фазы и расчетов отклонения от стехиометрии по этому составу
Р2	Лабораторная работа 2. Изучение спектров поглощения широкозонных соединений A2B6	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ПК-4-31	Измеряют спектры пропускания соединения CdS и пересчитывают в спектры поглощения.
Р3	Практическое занятие 1. Расчет параметров конгруэнтно испаряющихся составов	ОПК-1-В1;ПК-2-31	Научиться рассчитывать величину минимального общего давления и парциальных давлений компонентов при различных температурах по константе испарения соединения.
Р4	Практическое занятие 2. Расчет высокотемпературных равновесий в CdTe	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-4-31	Изучение уравнения электронейтральности и методики численного решения для нахождения концентраций СТД.

P5	Практическое занятие 3. Расчет концентрации ионизированных многозарядных центров при комнатной температуре	ОПК-1-В1;ПК-4-31;ПК-4-В1	Изучение статистики многозарядных центров и методики расчета концентрации дефектов в различных зарядовых состояниях
P6	Лабораторная работа 3. Изучение спектров люминесценции широкозонных соединений А2В6	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ПК-4-31	Измерение спектров фотолуминесценции в оптическом диапазоне ZnSe.
P7	Практическое занятие 4. Расчет концентраций электрически активных СТД	ОПК-1-В1;ПК-2-У1	Решение уравнения электронейтральности с учетом статистики многозарядных центров
P8	Практическое занятие 5. Определение условий выращивания высокоомных кристаллов широкозонных соединений А2В6	ПК-2-В1;ПК-4-У1;ПК-4-31	Расчет зависимости концентраций СТД в области конгруэнтно испаряющихся составов.
P9	Практическое занятие 6. Выбор гетероструктур для создания эффективных СИД и полупроводниковых инжекционных лазеров	ОПК-1-31;ПК-4-31	Для заданной длины волны излучения подобрать гетероструктуру I типа на основе халькогенидов кадмия и цинка.

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов из различных разделов дисциплины и одной задачи. Комплект билетов хранится на кафедре.

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

По дисциплине предполагается следующая шкала оценок:

- а) «отлично» – студент показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу;
- б) «хорошо» – студент показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал;
- в) «удовлетворительно» – студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;
- г) «неудовлетворительно» – студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Бонч-Бруевич В. Л., Калашников С. Г.	Физика полупроводников	Электронная библиотека	Москва: Наука, 1977

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.2	Векилов Ю. Х., Кузьмин Ю. М., Мухин С. И., Муковский Я. М., Векилов Ю. Х.	Курс теоретической физики в задачах и упражнениях: учеб. пособие для студ. вузов спец. 'Физика металлов' и 'Металловедение и терм. обраб. металлов'	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2005
Л1.3	Крегер Ф., Зломанов В. П.	Химия несовершенных кристаллов	Библиотека МИСиС	М.: Мир, 1969
Л1.4	Векилов Ю. Х., Кузьмин Ю. М., Мухин С. И.	Квантовая механика: учеб. пособие для практ. занятий студ. спец. 1105	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2001

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Кожитов Л. В., Косушкин В. Г., Крапухин В. В., Пархоменко Ю. Н.	Технология материалов микро- и нанoeлектроники	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2007
Л2.2	Кожитов Л. В., Крапухин В. В., Маренкин С. Ф., Тимошина Г. Г., Кожитов Л. В.	Технология материалов электронной техники: Лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2004
Л2.3	Крапухин В. В., Соколов И. А., Кузнецов Г. Д.	Технология материалов электронной техники: Теория процессов полупроводниковой технологии: Учебник для вузов	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 1995
Л2.4	Киреев П. С.	Физика полупроводников: учеб. пособие для студ. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 1969
Л2.5	Мартынов В. Н.	Физика твердого тела: Метод. указания по вып. курсовых работ для студ. спец. 01.41, 65.17, 65.18, 65.41 и направл. 55.07, 55.16, 55.31	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2000
Л2.6	Тимошин А. С., Крапухин В. В.	Технология объемных кристаллов полупроводников. Разд.: Получение легированных монокристаллов полупроводников: Метод. указания для курсового и дипломного проектирования для студ. спец. 0604, 0643	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1984
Л2.7	Ковалев А. Н., Мартынов В. Н.	Влияние точечных дефектов на физические свойства полупроводниковых соединений АП VVI и AIV VVI: Раздел: 'Получение полупроводниковых соединений АП VVI и AIV VVI с контролируемыми свойствами и исследование их физических свойств'. Отчет за пятилетие. Гос.рег. N75056032. Инв. NБ433260	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 1975

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.8	Медведев С. А., Мартынов В. Н.	Исследование физических свойств твердых растворов широкозонных полупроводников А2В6 и А3В5 с целью создания полупроводниковых излучателей. Тема 1.	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 1980
Л2.9	Мартынов В. Н., Мартынов В. Н.	Комплексное исследование оптоэлектронных свойств полупроводников А2В6 с целью выявления способов улучшения рабочих характеристик мишеней ТПТ и ПЛ	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 1989
Л2.10	Мартынов В. Н., Мартынов В. Н.	Комплексное исследование оптоэлектронных свойств полупроводников А2В6 с целью выявления способов улучшения рабочих характеристик мишеней ТПТ и ПЛ	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 1990
6.1.3. Методические разработки				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Юрчук С. Ю., Диденко С. И., Кольцов Г. И., Мартынов В. Н.	Полупроводниковые оптоэлектронные приборы: Курс лекций	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2004
Л3.2	Крапухин В. В., Соколов И. А., Кузнецов Г. Д.	Физико-химические основы технологии полупроводниковых материалов: Учебник для студ. вузов по спец. 'Технология спец. материалов электронной техники'	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1982
Л3.3	Журавлев В. Б., Мартынов В. Н., Спицына Л. Г., Ладыгин Е. А.	Методы измерения параметров полупроводников и диэлектриков. Разд.: Электрофизические и фотоэлектрические методы измерения параметров полупроводников: лаб. практикум для студ. спец. 0604, 0629, 0643	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1982
Л3.4	Горбачев В. В., Мартынов В. Н., Скипетров Е. П., Спицына Л. Г., Ладыгин Е. А.	Физика полупроводников и методы измерения их параметров: лаб. практикум для студентов спец. 0604, 0629, 0643	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1983
Л3.5	Мартынов В. Н., Спицына Л. Г.	Физика твердого тела: Разд.: Оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниках: Лаб. практикум для студ. спец. 2001, 2002, 0710 и направл. 5507, 5516, 5531	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2000
Л3.6	Овчинников В. В., Тимошин А. С., Крапухин В. В.	Технология многослойных структур для микроэлектроники: Разд.: Термический и электролитический методы получения оксидных пленок	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 1992

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.7	Мартынов В. Н., Гурков Л. Н.	Полупроводниковая оптоэлектроника: лаб. практикум для студ. спец. 2002	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1995
ЛЗ.8	Соколов И. А., Крапухин В. В.	Теоретические основы технологии полупроводниковых материалов. Разд.: Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах: Учеб. пособие для студ. спец. 0643, 0604	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1987
ЛЗ.9	Мартынов В. Н., Кольцов Г. И.	Полупроводниковая оптоэлектроника: Учеб. пособие для студ. вузов, обучающихся по направл. 'Электроника и микроэлектроника' и спец. 'Микроэлектроника и полупроводниковые приборы'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 1999
ЛЗ.10	Журавлев В. Б., Мартынов В. Н., Спицына Л. Г., Ладыгин Е. А.	Методы измерения параметров полупроводников и диэлектриков. Разд.: Электрофизические и фотоэлектрические методы измерения параметров полупроводников: лаб. практикум для студ. спец. 0604, 0629, 0643	Электронная библиотека	М.: Учеба, 1982
ЛЗ.11	Медведев С. А., Мартынов В. Н.	Разработка методики выращивания эпитаксиальных пленок соединений А2В6 на сапфировых подложках: Отчет по НИР. Заключит.	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 1980

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	http://lib.misis.ru/elcat.html	http://lib.misis.ru/elcat.html
Э2	http://elibrary.misis.ru/	http://elibrary.misis.ru/

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	CES EDUPack
П.2	Microsoft Office
П.3	LMS Canvas
П.4	MS Teams
П.5	MATLAB
П.6	MATCAD

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
------	------------	-----------

К-510	Учебная аудитория	комплект лабораторного оборудования по ФТТ (АПК ТАУМЕР, установка "ВИК УЭС", компьютер с ПО); электромагнит ФЛ-1; установка для измерения Эффекта Холла, ноутбук с ПО, установка измерения сопротивления полупроводника в магнитном поле (электромагнит, прибор универсальный, источник питания универсальный, источник тока Э378, вольтметр В7-21А); установка определения удельного сопротивления двухзондовым методом (вольтметр В7-21А, источник питания Б5-50, стенд для измерения УЭС 2-зондовым методом с освещением и эталонным сопротивлением); установка изучения поглощения света в полупроводниках (монохроматор УМ-2, фотоприемник, вольтметр В7-16А, пульт питания с лампой ЭПС-112); установка измерения собственной и примесной проводимости полупроводниковых материалов (монохроматор МДР-3, вольтметр В7-138, источник питания с лампой ВК7-7); установка измерения температурной зависимости электропроводности (компьютер с лицензионным ПО, нагреватель, приставка для измерения ширины запрещенной зоны, источник питания Б5-30)
К-503	Лаборатория	установка измерения вольт-амперных характеристик фотодиодов (аппервольтметр Ф-30, вольтметр В7-65, источник питания Motech LPS-305); установка для измерения характеристик оптоэлектронных приборов (источник питания Motech LPS-305, вольтметр В7-38); установка для измерения спектральных характеристик фотодиодов (монохроматор МДР-206, осветитель с галогенной лампой ОЛГ-20, ноутбук с ПО); установка для измерения спектральных характеристик светодиодов (монохроматор МДР-2, блок питания Б5-50); установка для измерения малых токов полупроводниковых приборов (комплекс измерительный ИЕН-2, фотоэлектронная приставка ФЭП-3); установка спектроскопии глубоких уровней полупроводниковых приборов (измеритель релаксации емкости, осциллограф С1-55, осциллограф С1-137/2, генератор Г6-46, источник питания QJ3003С III, QJ5003С); лазерные генераторы ЛГИ-21 (2шт.); вольтметры В2-34(2шт.), В7-138; излучатель ИЛГИ-503; блок питания Б5-46; мегаомметр Ф4.104; ПК, комплект учебной мебели

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Дисциплина «Электронные и оптические свойства широкозонных соединений А2В6» требует значительного объема самостоятельной работы студента. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.

Подготовка к лабораторным занятиям предусматривает проработку теоретического материала по теме предстоящей лабораторной работы, блок-схемы измерительной установки, программы исследования и методических указаний по выполнению лабораторной работы. Результатом подготовки к лабораторной работе является домашняя заготовка отчета.