Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Наименование образовательной программы: Нанотехнология в электронике

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ МАТЕРИАЛОВ И ПРОЦЕССОВ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Блок:	**Блок 1 «Дисциплины (модули)»**
Часть образовательной программы:	**Часть, формируемая участниками образовательных отношений**
№ дисциплины по учебному плану:	**Б1.Ч.01.08**
Трудоемкость в зачетных единицах:	**6 семестр - 4;**
Часов (всего) по учебному плану:	**144 часа**
Лекции	**6 семестр - 14 часов;**
Практические занятия	**6 семестр - 14 часов;**
Лабораторные работы	**не предусмотрено учебным планом**
Консультации	**6 семестр - 14 часов;**
Самостоятельная работа	**6 семестр - 95,2 часа;**
в том числе на КП/КР	**не предусмотрено учебным планом**
Иная контактная работа	**6 семестр - 4 часа;**
включая: **Тестирование** **Контрольная работа**	
Промежуточная аттестация:	
Защита курсовой работы **Экзамен**	**6 семестр - 0 часов;** **6 семестр - 2,8 часа;** **всего - 2,8 часа**

Москва 2019

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Зайцев Ю.В. Идентификатор: Rb7a6cef7-ZaitsevYV-c77407dc	Ю.В. Зайцев
(должность)	(подпись)	(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Холодный Д.С. Идентификатор: R0bac9dac-KholodnyDS-6393810d	Д.С. Холодный
(должность, ученая степень, ученое звание)	(подпись)	(расшифровка подписи)
Заведующий выпускающей кафедры	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Славинский А.З. Идентификатор: R99b3b9ab-SlavinskyAZ-c08f5214	А.З. Славинский
(должность, ученая степень, ученое звание)	(подпись)	(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Целью освоения дисциплины является изучение физико-химических процессов в материалах для последующего использования полученных знаний в практической деятельности при разработке конструкций и технологии компонентов электронной техники.

Задачи дисциплины

- Овладение основами расчета физико-химических характеристик материалов электронной техники ,приобретение навыков принятия и обоснования конкретных технических решений при конструировании и разработке технологи активных и пассивных компонентов электроники ..

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-4 Способен участвовать в проектировании интегральных схем		знать: - физические и математические модели явлений и процессов, протекающих в материалах электронной техники, микро- и нано электроники. уметь: - проводить технологические процессы изготовления материалов электронной техники, микро- и наноэлектроники.
ПК-3 Способен участвовать в проведении технологических процессов изготовления материалов электронной техники, микро- и наноэлектроники		знать: - структуру и физико-химические свойства материалов электронной техники. уметь: - проводить исследования материалов электронной техники, микро- и наноэлектроники.
ПК-3 Способен участвовать в проведении технологических процессов изготовления материалов электронной техники, микро- и наноэлектроники	ИД-$1_{ПК-3}$ Знает базовые технологические процессы изготовления материалов электронной техники, микро- и наноэлектроники	
ПК-4 Способен участвовать в проектировании интегральных схем	ИД-$1_{ПК-4}$ Использует средства автоматизации схемотехнического проектирования	

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Нанотехнология в электронике (далее – ОПОП), направления подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа								СР		
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
							КПР	ГК	ИККП	ТК				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Основные сведения о строении материалов	13	6	2	-	2	-	-	-	-	-	9	-	***Подготовка к аудиторным занятиям:*** Проработка лекционных материалов, выполнение и подготовка материалов к написанию раздела по технологии получения диэлектрических материалов ***Подготовка курсовой работы:*** Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: Структуры и технология получения диэлектрических материалов на основе фосфатов кальция ***Подготовка к текущему контролю:*** Проработка материала по разделу "Основные сведения о строении материалов" ***Подготовка расчетных заданий:*** Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения расчетных заданий применяется следующие материалы: массивы значений по электропроводности, диэлектрической проницаемости. диэлектрическим потерям и пробивной напряженности электрического поля ***Подготовка расчетно-графического задания:*** В рамках расчетно-графического задания выполняются расчеты основных характеристик исследуемых материалов (
1.1	строение материалов виды химических связей пространственные решетки кристаллических веществ зонная теория твердого тела	13		2	-	2	-	-	-	-	-	9	-	

														удельного объемного сопротивления . энергии активации носителей заряда Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных характеристик, которые указываются на чертежах. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие расчет энергии активации носителей заряда в диэлектрике (по температурной зависимости электропроводности материала), расчет температурного коэффициента диэлектрической проницаемости в заданном температурном интервале. расчет диэлектрических потерь в заданном температурном интервале значений, расчет пробивной напряженности электрического поля (по заданному массиву экспериментальных значений) ***<u>Подготовка курсового проекта:</u>*** Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: энергии активации носителей заряда для указанных диэлектрических материалов (э диэлектрики на основе фосфатов кальция). диэлектрической проницаемости, тангенса угла диэлектрических потерь, пробивной напряженности электрического поля) Графическая часть проекта приводятся температурные зависимости электропроводности, диэлектрической проницаемости, и тангенса угла диэлектрических потерь ***<u>Подготовка домашнего задания:</u>***

														Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Основные сведения о строении материалов" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. ***<u>Подготовка к контрольной работе:</u>*** Изучение материалов по разделу Основные сведения о строении материалов и подготовка к контрольной работе ***<u>Подготовка к практическим занятиям:</u>*** Изучение материала по разделу "Основные сведения о строении материалов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях ***<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u>*** Изучение дополнительного материала по разделу "Основные сведения о строении материалов" ***<u>Подготовка расчетных заданий:</u>*** Задания ориентированы на решения минизадач по разделу "Основные сведения о строении материалов". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: ***<u>Изучение материалов литературных источников:</u>*** [1], 9=16 [3], 21=38 [5], 5-25 [6], 53-56. 166-167, 251-267
2	Физико-химические	13		2	-	2	-	-	-	-	-	9	-	***<u>Подготовка расчетно-графического</u>***

	свойства диэлектрических материалов													***задания:*** В рамках расчетно-графического задания выполняется чертежи по температурным зависимостям характеристик материалов. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных характеристик, которые указываются на чертежах (графиках). Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: Расчет физико-химической харктристики материала и выполнение графиков по зависимости рассчитанной характеристики от температуры.
2.1	Зонная теории=я твердого тела. Обменное взаимодействие. Особенности диэлектрических материалов. Влажностные и тепловые свойства диэлектриков. Воздействии на материалы излучений высокой энергии. Реакции полимеризации и поликонденсации. Свойства полимерных материалов при реакции полимеризации и поликонденсации.	13		2	-	2	-	-	-	-	-	9	-	***Подготовка курсового проекта:*** Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих характеристик: энергии активации носителей заряда в диэлектриках.диэлектрических потерь. пробивной напряженности электрического поля ***Подготовка к аудиторным занятиям:*** Проработка лекции, выполнение и подготовка методических материалов по расчету физико-химических характеристик электротехнических материалов ***Подготовка курсовой работы:*** Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: Расчет физико-химических характеристик диэлектрических материалов. ***Самостоятельное изучение***

														теоретического материала: Изучение дополнительного материала по разделу "Физико-химические свойства диэлектрических материалов" ***Подготовка к текущему контролю:*** Повторение материала по разделу "Физико-химические свойства диэлектрических материалов" ***Подготовка домашнего задания:*** Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Физико-химические свойства диэлектрических материалов" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. ***Подготовка к контрольной работе:*** Изучение материалов по разделу Физико-химические свойства диэлектрических материалов и подготовка к контрольной работе ***Подготовка к практическим занятиям:*** Изучение материала по разделу "Физико-химические свойства диэлектрических материалов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях ***Подготовка расчетных заданий:*** Задания ориентированы на решения минизадач по разделу "Физико-химические свойства диэлектрических материалов". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения:

														Изучение материалов литературных источников: [1], 73-87 [3], 225-237 [5], 25-41 [6], 64-66 235-=237 [7], 5-10 [8], 7-10 [9], 34-45
3	Физико-химические свойства полупроводниковых материалов	13		2	-	2	-	-	-	-	-	9	-	***Подготовка расчетно-графического задания:*** В рамках расчетно-графического задания выполняются предварительные расчеты основных физико- химических характеристик материалов . Задание выполняется индивидуально по вариантам В качестве тем задания применяются следующие: расчет физико-химических характеристик полупроводниковых материалов (энергии активации примеси, концентрации и подвижности носителей заряда, положения уровня Ферми и т.п.) ***Подготовка курсового проекта:*** Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: энергии активации донорных и акцепторных примесей (по температурным зависимостям электропроводности полупроводниковых материалов), положение уровня Ферми при полупроводникового материала, плотности энергетических состояний в валентной зоне и зоне проводимости заданной степени легирования ***Подготовка домашнего задания:***
3.1	Собственные и примесные полупроводники. Механизмы рассеяния и подвижность носителей заряда . Температурная зависимость проводимости полупроводников. Оптические , фотоэлектрические и термоэлектрические явления. Физико-химические процессы при обработке полупроводниковых материалов и при формировании активных и пассивных компонентов .Активные и пассивные компоненты электроники,, их функциональные	13		2	-	2	-	-	-	-	-	9	-	

	характеристики													Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Физико-химические свойства полупроводниковых материалов" . Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. ***<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u>*** Проработка лекции, выполнение и подготовка методических материалов по расчету характеристик полупроводниковых иатериалов ***<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u>*** Изучение дополнительного материала по разделу "Физико-химические свойства полупроводниковых материалов" ***<u>Подготовка расчетных заданий:</u>*** Задания ориентированы на решения минизадач по разделу "Физико-химические свойства полупроводниковых материалов". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: Расчет плотности энергетических состояний в валентной зоне и зоне проводимости, расчет энергии активации доноров и акцепторов ***<u>Подготовка курсовой работы:</u>*** Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: Технология и расчет физико-

														химических характеристик заданных полупроводниковых материалов ***<u>Подготовка к практическим занятиям:</u>*** Изучение материала по разделу "Физико-химические свойства полупроводниковых материалов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях ***<u>Подготовка к контрольной работе:</u>*** Изучение материалов по разделу Физико-химические свойства полупроводниковых материалов и подготовка к контрольной работе ***<u>Подготовка к текущему контролю:</u>*** Повторение материала по разделу "Физико-химические свойства полупроводниковых материалов" ***<u>Изучение материалов литературных источников:</u>*** [1], 198-228 [2], 7-25 [3], 90 -131 [10], 210 -225 [11], 43-65
4	Полупроводниковые химические соединения, структура и свойства	13		2	-	2	-	-	-	-	-	9	-	***<u>Подготовка расчетно-графического задания:</u>*** В рамках расчетно-графического задания выполняется расчет характеристик заданного материала и выполнение графиков по характеристикам заданного материала. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных характеристик заданного материала. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: температурные зависимости электропроводности, концентрации носителей заряда и подвижности носителей заряда. ***<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u>*** Проработка лекции, выполнение и
4.1	Карбид кремния, его свойства Полупроводниковые соединения типа AIIIBV. Структура, физико-химические и электрические свойства. Полупроводниковые соединения типа AIIBVI. Строение и химическая связь, их	13		2	-	2	-	-	-	-	-	9	-	

	физико-химические характеристики.													подготовка к расчетным работам по характеристикам материалов . ***<u>Подготовка расчетных заданий:</u>*** Задания ориентированы на решения минизадач по разделу "Полупроводниковые химические соединения, структура и свойства". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: Расчет физико-химических характеристик полупроводниковых химических соединений ***<u>Подготовка курсового проекта:</u>*** Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные характеристики исследуемого полупроводникового материала .. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: энергии активации донорных и акцепторных примесей. при заданной степени легирования полупроводникового материала. ***<u>Подготовка к текущему контролю:</u>*** Повторение материала по разделу "Полупроводниковые химические соединения, структура и свойства" ***<u>Подготовка домашнего задания:</u>*** Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Полупроводниковые химические соединения, структура и свойства" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий.

														Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. ***<u>Подготовка к контрольной работе:</u>*** Изучение материалов по разделу Полупроводниковые химические соединения, структура и свойства и подготовка к контрольной работе ***<u>Подготовка курсовой работы:</u>*** Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: Расчет физико-химических характеристик заданных полупроводниковых химических соединений ***<u>Подготовка к практическим занятиям:</u>*** Изучение материала по разделу "Полупроводниковые химические соединения, структура и свойства" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях ***<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u>*** Изучение дополнительного материала по разделу "Полупроводниковые химические соединения, структура и свойства" ***<u>Изучение материалов литературных источников:</u>*** [1], 257 -286 [2], 181 =188
5	Физико-химические свойства проводниковых материалов	13		2	-	2	-	-	-	-	-	9	-	***<u>Подготовка курсового проекта:</u>*** Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные характеристики исследуемых проводниковых материалов . Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: температурная
5.1	Физические процессы в проводниках и их свойства. Физическая природа электропроводности	13		2	-	2	-	-	-	-	-	9	-	

	металлов. Температурная зависимость удельного сопротивлении металлических проводников. Физико-химические свойства металлических сплавов. Сопротивление тонких металлических пленок, размерные эффекты. Материалы высокой проводимости. Сверхпроводящие материалы и их свойства. Композиционные проводниковые материалы, их физико-химические характеристики. Технология формирования проводящих композиционных структур. Физико-химические свойства композиций на органической и неорганической связке. Приборы на основе проводниковых материалов, их электрические характеристики.													зависимость удельного объемного сопротивления проводникового материала, расчет температурного коэффициента сопротивления, , расчет теплопроводности проводникового материала и температурной зависимости теплопроводности с использованием закона Видемана-Франца-Лоренца. ***<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u>*** Проработка лекции, выполнение и подготовка к проведению расчетов по характеристикам проводниковых материалов ***<u>Подготовка курсовой работы:</u>*** Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: Расчет основных физико-химических характеристик заданных проводниковых материалов. ***<u>Подготовка расчетных заданий:</u>*** Задания ориентированы на решения минизадач по разделу "Физико-химические свойства проводниковых материалов". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: расчет температурной зависимости удельного объемного сопротивления проводникового материала. расчет температурного коэффициента удельного объемного сопротивления. ***<u>Подготовка к текущему контролю:</u>*** Повторение материала по разделу "Физико-химические свойства проводниковых материалов" ***<u>Подготовка расчетно-графического задания:</u>*** В рамках расчетно-графического

														задания выполняется расчет характеристик проводникового материала и приводятся графики, иллюстрирующие температурные зависимости удельного объемного сопротивления и теплопроводности. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: ***<u>Подготовка домашнего задания:</u>*** Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Физико-химические свойства проводниковых материалов" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. ***<u>Подготовка к контрольной работе:</u>*** Изучение материалов по разделу Физико-химические свойства проводниковых материалов и подготовка к контрольной работе ***<u>Подготовка к практическим занятиям:</u>*** Изучение материала по разделу "Физико-химические свойства проводниковых материалов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях ***<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u>*** Изучение дополнительного материала по разделу "Физико-химические свойства проводниковых материалов" ***<u>Изучение материалов литературных источников:</u>*** [4], 68- 84 [5], 74-100 [6], 191-192

														[10], 15 -27
6	6.Металлические сплавы, физико-химические свойства	13		2	-	2	-	-	-	-	-	9	-	***Подготовка к практическим занятиям:*** Изучение и анализ расчетных соотношений , позволяющих проводить расчеты физико=химических характеристик металлических сплавов. ***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** Изучение особенностей металлических сплавов. изменение сопротивления сплава в зависимости от содержания исходных компонентов. изменение удедьного сопротивления в зависимости от физико-химических характеристик легирующего компонента .Правило Линде по изменению удельного сопротивления исходной металлической матрицы в зависимости от характеристик легируюшего элемента ***Изучение материалов литературных источников:*** [3], 101=120 [5], 118-130
6.1	6.Металлические сплавы, физико-химические свойства Сплавы высокого сопротивления, их физико-химические характеристики. Манганин, константан, хромоникелевые сплавы (нихромы). Сверхпроводящие сплавы. Физико-химические свойства сверхпроводящих сплавов. Сплавы тугоплавких металлов, их физико-химические характеристики. Специальные сплавы, применяемые при пайке, их характеристики. Приборы на основе проводниковых материалов, их электрические характеристики.	13		2	-	2	-	-	-	-	-	9	-	
7	Физико-химические свойства магнитных материалов	12.7		2	-	2	-	-	-	1	-	7.7	-	***Подготовка расчетных заданий:*** Изучение и анализ расчетных соотношений , позволяющих проводить расчеты физико=химических характеристик магнитных материалов и элементов конструкций с их использованием.
7.1	Физико-химические характеристики магнитных	12.7		2	-	2	-	-	-	1	-	7.7	-	

	материалов. Магнетизм микрочастиц. Магнитный момент электрона. Магнетизм оболочек многоэлектронного атома. Диамагнетизм и парамагнетизм. Классическая теории парамагнетизма, квантовая теория парамагнетизма. Ферромагнетизм. Доменная структура магнитных материалов. Антиферромагнетизм (общая характеристика) . Ферримагнетизм. Обменное взаимодействие в ферримагнетиках, характеристики ферримагнетиков. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы их электрические характеристики													***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** Изучение состава и физико-химических характеристик магнитомягких и магнитотвердых материалов. ***Изучение материалов литературных источников:*** [1], 257-281 [5], 132=143 [11], 140-156
	Экзамен	36.3		-	-	-	-	-	-	-	2.8	-	33.5	
	Курсовая работа (КР)	17		-	-	-	14	-	3	-	-	-	-	
	Всего за семестр	**144.0**		**14**	**-**	**14**	**14**	**-**	**3**	**1**	**2.8**	**61.7**	**33.5**	
	Итого за семестр	**144.0**		**14**	**-**	**14**	**14**		**4**		**2.8**	**95.2**		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам

дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Основные сведения о строении материалов

1.1. строение материалов виды химических связей пространственные решетки кристаллических веществ зонная теория твердого тела

Частицы, из которых построены все вещества. Атомы, молекулы положительные и отрицательные ионы. Виды химической связи. Химические связи и их особенности. Пространственные решетки кристаллических систем. Дефекты в строении кристаллических тел. Элементы зонной теории твердого тела..

2. Физико-химические свойства диэлектрических материалов

2.1. Зонная теории=я твердого тела. Обменное взаимодействие. Особенности диэлектрических материалов. Влажностные и тепловые свойства диэлектриков. Воздействии на материалы излучений высокой энергии. Реакции полимеризации и поликонденсации. Свойства полимерных материалов при реакции полимеризации и поликонденсации.

Основные положения зоной теории твердого тела. Обменное взаимодействие. Энергетические зоны. Особенности диэлектрических материалов. влажностные свойства диэлектриков. Тепловые свойства диэлектриков. Химические свойства диэлектриков при воздействии на них излучений высокой энергии. Реакции полимеризации и поликонденсации. Особенности свойств синтезируемых полимерных материалов..

3. Физико-химические свойства полупроводниковых материалов

3.1. Собственные и примесные полупроводники. Механизмы рассеяния и подвижность носителей заряда . Температурная зависимость проводимости полупроводников. Оптические , фотоэлектрические и термоэлектрические явления. Физико-химические процессы при обработке полупроводниковых материалов и при формировании активных и пассивных компонентов .Активные и пассивные компоненты электроники,, их функциональные характеристики

Собственные и примесные полупроводники. Основные и неосновные носители заряда. Температурная зависимость концентрации носителей заряда. Механизмы рассеяния и подвижность носителей заряд в полупроводниках. Температурная зависимость удельной проводимости полупроводников. Оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниках, их особенности Термоэлектрические явления и эффект Холла. Физико-химические процессы при обработке полупроводниковых материалов и при формировании в структурах активных и пассивных компонентов электроники.. Активные и пассивные компоненты электроники,, их функциональные характеристики.

4. Полупроводниковые химические соединения, структура и свойства

4.1. Карбид кремния, его свойства Полупроводниковые соединения типа AIIIBV. Структура, физико-химические и электрические свойства. Полупроводниковые соединения типа AIIBVI. Строение и химическая связь, их физико-химические характеристики.

Карбид кремния. Электрофизические свойства политипов карбида кремния. Полупроводниковые соединения типа AIIIBV. Кристаллическая структура и химическая связь. Физико-химические и электрические свойства. Применение полупроводниковых соединений типа AIIIBV. Твердые растворы на основе соединения AIIIBV. Полупроводниковые соединения типа AIIBVI. Строение и химическая связь, их физико-химические характеристики..

5. Физико-химические свойства проводниковых материалов

5.1. Физические процессы в проводниках и их свойства. Физическая природа электропроводности металлов. Температурная зависимость удельного сопротивлении металлических проводников. Физико-химические свойства металлических сплавов. Сопротивление тонких металлических пленок, размерные эффекты. Материалы высокой проводимости. Сверхпроводящие материалы и их свойства. Композиционные проводниковые материалы, их физико-химические характеристики. Технология формирования проводящих композиционных структур. Физико-химические свойства композиций на органической и неорганической связке. Приборы на основе проводниковых материалов, их электрические характеристики.

Физические процессы в проводниках и их свойствах. Общие сведения о проводниках. Физическая природа электропроводности металлов. Температурная зависимость удельного сопротивлении металлических проводников. Физико-химические свойства металлических сплавов. Сопротивление тонких металлических пленок, размерные эффекты. Материалы высокой проводимости. Сверхпроводящие материалы и их свойства. Композиционные проводниковые материалы. Проводящие композиционные материалы с использованием мелкодисперсных наполнителей, их физико-химические характеристики. Технология формирования проводящих композиционных структур, её особенности. Физико-химические свойства композиций, выполняемых на органической и неорганической связке. Постоянные и переменные композиционные резисторы, их основные электрические характеристики..

6. 6.Металлические сплавы, физико-химические свойства

6.1. 6.Металлические сплавы, физико-химические свойства Сплавы высокого сопротивления, их физико-химические характеристики. Манганин, константан, хромоникелевые сплавы (нихромы). Сверхпроводящие сплавы. Физико-химические свойства сверхпроводящих сплавов. Сплавы тугоплавких металлов, их физико-химические характеристики. Специальные сплавы, применяемые при пайке, их характеристики. Приборы на основе проводниковых материалов, их электрические характеристики.

Сплавы высокого удельного сопротивления, их физико-химические характеристики. Манганин, константан, хромо-никелевые сплавы (нихромы). Сверхпроводящие сплавы. Физико-химические свойства сверхпроводящих сплавов. Сплавы на основе тугоплавких металлов, их физико-химические характеристики. Специальные сплавы, применяемые при пайке, их основные особенности и физико-химические характеристики. Приборы на основе проводниковых материалов (постоянные и переменные резисторы, потенциометры ,злектрические нагреватели) их характеристики.

7. Физико-химические свойства магнитных материалов

7.1. Физико-химические характеристики магнитных материалов. Магнетизм микрочастиц. Магнитный момент электрона. Магнетизм оболочек многоэлектронного атома. Диамагнетизм и парамагнетизм. Классическая теории парамагнетизма, квантовая теория парамагнетизма. Ферромагнетизм. Доменная структура магнитных материалов. Антиферромагнетизм (общая характеристика) . Ферримагнетизм. Обменное взаимодействие в ферримагнетиках, характеристики ферримагнетиков. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы их электрические характеристики

Общие сведения и физико-химические характеристики магнитных материалов.. Магнетизм микрочастиц. Магнитный момент электрона. Магнетизм оболочек многоэлектронного атома. Диамагнетизм и парамагнетизм. Классическая и квантовая теория парамагнетизма. Ферромагнетизм. Доменная структура магнитных материалов. Антиферромагнетизм. Общая характеристика антиферромагнетизма. Ферримагнетизм.

Обменное взаимодействие в ферримагнетиках. Общая характеристика ферримагнетиков, их особенности Магнитомягкие и магнитотвердые материалы их электрические характеристики и применение..

3.3. Темы практических занятий

1. 2. Расчёт физико-химических характеристик диэлектриков.(2часа)

.;

2. 3 Физико-химические характеристики полупроводниковых материалов.(2часа);

3. 4 Расчёт характеристик полупроводниковых соединений . AI1!IBV и AIIBVI .(2часа).;

4. 5. Физико-химические характеристики металлов и сплавов и их расчёт. (2часа).

.;

5. .

6. Физико-химические характеристики магнитных проводниковых композиционных материалов . (2часа).

.;

6. 7.. Расчёт физико-химических характеристик магнитных материалов. .(2часа).;

7. 1. Строение твердых тел..Образование устойчивых ионных структур на основе постулата Магнуса. Расчет координационных чисел по значениям радиусов анионов и катионов в кристаллах химических соединений...

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части заданий раздела "Основные сведения о строении материалов"
2. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части заданий раздела "Физико-химические свойства диэлектрических материалов"

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Консультации проводятся по разделу "Основные сведения о строении материалов"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основные сведения о строении материалов"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Физико-химические свойства диэлектрических материалов"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Физико-химические свойства полупроводниковых материалов"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Полупроводниковые химические соединения, структура и свойства"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Физико-химические свойства проводниковых материалов"

7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Физико-химические свойства металлических сплавов"
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Физико-химические свойства магнитных материалов"

Индивидуальные консультации по курсовому проету /работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделу "Физико-химические свойства диэлектрических материалов"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основные сведения о строении материалов"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Физико-химические свойства диэлектрических материалов"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Физико-химические свойства полупроводниковых материалов"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Полупроводниковые химические соединения, структура и свойства"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Физико-химические свойства проводниковых материалов"
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Физико-химические свойства металлических сплавов "
7. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Физико-химические свойства магнитных материалов"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

6 Семестр

Курсовая работа (КР)

График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 4	5 - 8	9 - 16	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	3	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	20	30	50	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	20	50	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Задание на курсовой проект, структурнве модификации материалов
2	Технология получения диэлектрических материалов на основе фосфатов кальция
3	Расчет характеристик материалов на основе фосфатов кальция,, выводы по КП.

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)							Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	7	
Знать:									
физические и математические модели явлений и процессов, протекающих в материалах электронной техники, микро- и нано электроники	ПК-4(Компетенция)			+	+				Контрольная работа/Контрольная работа "Физико-химические характеристики проводниковых материалов." Тестирование/Тест Физико-математические модели, используемые для описания физико-химических характеристик материалов и электронных приборов различного функционального назначения Контрольная работа/Физико-химические характеристики полупроводниковых и магнитных материалов. Контрольная работа
структуру и физико-химические свойства материалов электронной техники	ПК-3(Компетенция)	+	+				+	+	Контрольная работа/Контрольная работа "Физико-химические характеристики проводниковых материалов." Тестирование/Тест Физико-математические модели, используемые для описания физико-химических характеристик материалов и электронных приборов различного функционального назначения Тестирование/Физико-химические характеристики диэлектриков, приёмы обработки и представления экспериментальных данных Контрольная работа/Физико-химические характеристики полупроводниковых и магнитных

									материалов. Контрольная работа
Уметь:									
проводить технологические процессы изготовления материалов электронной техники, микро- и наноэлектроники	ПК-4(Компетенция)					+			Контрольная работа/Контрольная работа " Физико-химические характеристики диэлектрических материалов." Контрольная работа/Контрольная работа "Физико-химические характеристики проводниковых материалов." Тестирование/Физико-химические характеристики диэлектриков, приёмы обработки и представления экспериментальных данных
проводить исследования материалов электронной техники, микро- и наноэлектроники	ПК-3(Компетенция)					+			Тестирование/Физико-химические характеристики диэлектриков, приёмы обработки и представления экспериментальных данных

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

6 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа " Физико-химические характеристики диэлектрических материалов." (Контрольная работа)
2. Контрольная работа "Физико-химические характеристики проводниковых материалов." (Контрольная работа)
3. Тест Физико-математические модели, используемые для описания физико-химических характеристик материалов и электронных приборов различного функционального назначения (Тестирование)
4. Физико-химические характеристики диэлектриков, приёмы обработки и представления экспериментальных данных (Тестирование)
5. Физико-химические характеристики полупроводниковых и магнитных материалов. Контрольная работа (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.
Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №6)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих. Оценка за курсовой проект определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ». В приложение к диплому выносится оценка за 6 семестр и за курсовой проект.

Курсовая работа (КР) (Семестр №6)

Оценка за курсовой проект определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Богородицкий, Н. П. Электротехнические материалы : Учебник для электротехнических и энергетических специальностей вузов / Н. П. Богородицкий, В. В. Пасынков, В. М. Тареев . – 7-е изд., перераб. и доп . – Л. : Энергоатомиздат, 1985 . – 304 с.;
2. Пасынков, В. В. Материалы электронной техники : Учебник для вузов по специальностям электронной техники / В. В. Пасынков, В. С. Сорокин . – 6-е изд., стереотип . – СПб. : Лань-Пресс, 2004 . – 368 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 5-8114-0409-3 .;
3. Барыбин, А. А. Электроника и микроэлектроника. Физико-технологические основы : учебное пособие для вузов по направлениям 550700 и 654100 "Электроника и микроэлектроника" / А. А. Барыбин . – М. : Физматлит, 2006 . – 424 с. - ISBN 5-922106-79-1 .;

4. Арсеньев, П. А. Материалы электронной техники : учебное пособие по курсу "Основы технологии материалов электронной техники", "Радиоматериалы и радиокомпоненты", "Конструкционные и биоматериалы" по направлениям: "Электроника и наноэлектроника", "Радиотехника", "Биотехнические системы и технологии" / П. А. Арсеньев, Г. Н. Ткачук, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 328 с. - ISBN 978-5-7046-2022-8 .
http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10536;
5. Зайцев, Ю. В. Материалы и элементы компьютерной техники : монография / Ю. В. Зайцев, Д. С. Холодный, Д. А. Рыбаков, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : НУ ОАОУ, 2014 . – 146 с. - книга только в электронном виде, для чтения перейдите по ссылке в Электронную библиотеку МЭИ .
http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8548;
6. Аржаков М. С.- "Химия и физика полимеров. Краткий словарь", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2020 - (344 с.)
https://e.lanbook.com/book/130153;
7. Акулова Ю. П., Изотова С. Г., Проскурина О. В., Черепкова И. А.- "Физическая химия. Теория и задачи", (3-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (228 с.)
https://e.lanbook.com/book/153700;
8. Васюкова А. Н., Задачина О. П., Насонова Н. В., Перепёлкина Л. И.- "Типовые расчеты по физической и коллоидной химии", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2014 - (144 с.)
https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=45679;
9. В. В. Луков, А. Н. Морозов- "Физическая химия", (2-е изд., расшир. и доп.), Издательство: "Южный федеральный университет", Ростов-на-Дону, Таганрог, 2018 - (238 с.)
https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=561130;
10. Сорокин В. С., Антипов Б. Л., Лазарева Н. П.- "Материалы и элементы электронной техники. Проводники, полупроводники, диэлектрики", (2-е изд., испр.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2015 - (448 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=67462;
11. Антипов, Б. Л. Материалы электронной техники: Задачи и вопросы : Учебник для вузов по специальностям электронной техники / Б. Л. Антипов, В. С. Сорокин, В. А. Терехов . – 3-е изд., стереотип . – СПб. : Лань-Пресс, 2003 . – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 5-8114-0410-7 ..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:
1. Office;
2. MathCad;
3. Python.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:
1. **ЭБС Лань** - https://e.lanbook.com/
2. **ЭБС "Университетская библиотека онлайн"** - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. **Научная электронная библиотека** - https://elibrary.ru/

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
	отсутствует	

Приложение А

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Физическая химия материалов и процессов электронной техники

(название дисциплины)

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий <u>текущего контроля</u> успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Физико-химические характеристики диэлектриков, приёмы обработки и представления экспериментальных данных (Тестирование)

КМ-2 Тест Физико-математические модели, используемые для описания физико-химических характеристик материалов и электронных приборов различного функционального назначения (Тестирование)

КМ-3 Контрольная работа " Физико-химические характеристики диэлектрических материалов." (Контрольная работа)

КМ-4 Контрольная работа "Физико-химические характеристики проводниковых материалов." (Контрольная работа)

КМ-5 Физико-химические характеристики полупроводниковых и магнитных материалов. Контрольная работа (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	6	8	10	15
1	Основные сведения о строении материалов						
1.1	строение материалов виды химических связей пространственные решетки кристаллических веществ зонная теория твердого тела		+	+		+	+
2	Физико-химические свойства диэлектрических материалов						
2.1	Зонная теории=я твердого тела. Обменное взаимодействие. Особенности диэлектрических материалов. Влажностные и тепловые свойства диэлектриков. Воздействии на материалы излучений высокой энергии. Реакции полимеризации и поликонденсации. Свойства полимерных материалов при реакции полимеризации и поликонденсации.		+	+		+	+
3	Физико-химические свойства полупроводниковых материалов						
3.1	Собственные и примесные полупроводники. Механизмы рассеяния и подвижность носителей заряда . Температурная зависимость проводимости полупроводников. Оптические , фотоэлектрические и термоэлектрические явления. Физико-химические процессы при обработке полупроводниковых материалов и при			+		+	+

	формировании активных и пассивных компонентов .Активные и пассивные компоненты электроники,, их функциональные характеристики					
4	Полупроводниковые химические соединения, структура и свойства					
4.1	Карбид кремния, его свойства Полупроводниковые соединения типа AIIIBV. Структура, физико-химические и электрические свойства. Полупроводниковые соединения типа AIIBVI. Строение и химическая связь, их физико-химические характеристики.		+		+	+
5	Физико-химические свойства проводниковых материалов					
5.1	Физические процессы в проводниках и их свойства. Физическая природа электропроводности металлов. Температурная зависимость удельного сопротивлении металлических проводников. Физико-химические свойства металлических сплавов. Сопротивление тонких металлических пленок, размерные эффекты. Материалы высокой проводимости. Сверхпроводящие материалы и их свойства. Композиционные проводниковые материалы, их физико-химические характеристики. Технология формирования проводящих композиционных структур. Физико-химические свойства композиций на органической и неорганической связке. Приборы на основе проводниковых материалов, их электрические характеристики.	+		+	+	
6	6.Металлические сплавы, физико-химические свойства					
6.1	6.Металлические сплавы, физико-химические свойства Сплавы высокого сопротивления, их физико-химические характеристики. Манганин, константан, хромоникелевые сплавы (нихромы). Сверхпроводящие сплавы. Физико-химические свойства сверхпроводящих сплавов. Сплавы тугоплавких металлов, их физико-химические характеристики. Специальные сплавы, применяемые при пайке, их характеристики. Приборы на основе проводниковых материалов, их электрические характеристики.	+	+		+	+
7	Физико-химические свойства магнитных материалов					
7.1	Физико-химические характеристики магнитных материалов. Магнетизм микрочастиц. Магнитный момент электрона. Магнетизм оболочек многоэлектронного атома. Диамагнетизм и парамагнетизм. Классическая теории парамагнетизма, квантовая теория парамагнетизма. Ферромагнетизм. Доменная структура магнитных	+	+		+	+

	материалов. Антиферромагнетизм (общая характеристика) . Ферримагнетизм. Обменное взаимодействие в ферримагнетиках, характеристики ферримагнетиков. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы их электрические характеристики					
	Вес КМ, %:	20	20	20	20	20

Приложение Б

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Физическая химия материалов и процессов электронной техники

(название дисциплины)

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий <u>текущего контроля</u> успеваемости по курсовой работе:

КМ-1 Контроль выполнения разднла 1
КМ-2 контрольвыполнения раздела 2
КМ-3 контроль выполнения раздела 3

Вид промежуточной аттестации – защита КР.

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	4	8	16
1	Задание на курсовой проект, структурнве модификации материалов		+		
2	Технология получения диэлектрических материалов на основе фосфатов кальция			+	
3	Расчет характеристик материалов на основе фосфатов кальция,, выводы по КП.				+
		Вес КМ, %:	20	30	50