

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
"БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ"

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор  
  
С.К. Дик  
2018 г.



## ПРОГРАММА

дополнительного экзамена в магистратуру по специальностям  
**1-38 80 02 «Оптические и оптико-электронные приборы и  
комплексы»**  
**1-38 80 03 «Приборы, системы и изделия медицинского  
назначения»**  
**1-41 80 02 «Технология и оборудование для производства  
полупроводников, материалов и приборов электронной  
техники»**  
**по дисциплине «Материаловедение»**

Минск 2018

Программа составлена на основании учебной программы дисциплины «Материаловедение» учебного плана специальностей 1-36 04 01 «Программно-управляемые электронно-оптические системы», 1-39 02 03 «Медицинская электроника», 1-39 02 02 «Проектирование и производство программно-управляемых электронных средств».

#### СОСТАВИТЕЛИ:

<b>Мадвейко Сергей Игоревич</b>	– кандидат технических наук, доцент
<b>Бордусов Сергей Валентинович</b>	– доктор технических наук, профессор
<b>Шахлевич Григорий Михайлович</b>	– кандидат физико-математических наук, доцент
<b>Камлач Павел Викторович</b>	– кандидат технических наук, доцент

#### РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой электронной техники и технологии учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 12 от «22» 01 2018 г.)

Заведующий кафедрой ЭТТ,  
кандидат технических наук, доцент



С.И. Мадвейко

Представления о компонентах и фазовых составляющих сплавов. Типы фаз двойных сплавов: механические смеси, твёрдые растворы и химические соединения. Разновидности твёрдых растворов (растворы замещения, внедрения и вычитания) и химических соединений (электронные соединения, фазы Лавеса, упорядоченные твёрдые растворы, фазы внедрения,  $\sigma$ -фазы).

Основные типы диаграмм состояния двойных сплавов, построенные с учётом изменения свободной энергии Гиббса при понижении температуры от точки плавления — для системы с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и твёрдом состоянии, для системы с ограниченной взаимной растворимостью компонентов в твёрдом состоянии (диаграммы эвтектического и перитектического типов), для системы с промежуточными фазами (химическими соединениями) и для системы с превращением в твёрдом состоянии. Определение числа степеней свободы из правила фаз, количества жидкой и твёрдой фазы в двухфазных областях по правилу рычага. Диаграммы состояния трехкомпонентных систем.

Кристаллизация как фазовый переход. Механизмы зарождения и роста кристаллов, параметры процесса. Изменение свободной энергии Гиббса. Понятие о критическом зародыше, его размер с учётом переохлаждения расплава для случая гомогенного образования.

Классификация методов исследования структуры кристаллических материалов. Оптическая и электронная микроскопия. Дифрактометрические методы исследования структуры: интерферометрия в оптическом диапазоне, рентгено- и электронография. Основные разновидности рентгенографических методов, представление об обратной решетке, системы фокусировки отраженного рентгеновского пучка, возможности современных рентгеновских дифрактометров. Представления о спектроскопических методах анализа химического строения (по ИК-спектрам поглощения, Оже-электронный анализ, методы спектроскопии вторичных ионов, резерфордского обратного рассеяния ионов гелия).

Перечень характеристик механических свойств, зависящих от состава и структуры материала и определяющих его технологические свойства. Связь между напряжением и деформацией металлических конструкционных материалов в условиях растяжения. Основные характеристики: предел прочности, модуль нормальной упругости, коэффициент удлинения, модуль сдвига, модуль объёмного сжатия, относительное изменение объёма, коэффициент Пуассона. Обобщённый закон Гука, связь между упругими константами. Виды нагружения материалов: растяжение, сдвиг, кручение, изгиб.

Классификация методов механических испытаний. Основы статических методов испытания: на растяжение, сжатие, изгиб, кручение; измерение твёрдости и др. Схемы испытаний, применяемые образцы, источники погрешностей. Определяемые характеристики упругости и пластичности материалов, в том числе при испытаниях на двухосное растяжение. Границы применения методов измерения твердости по Бринелю, Мейеру, Роквеллу, Виккерсу, Кнуппу, царапанием, по Шору. Динамические методы испытания: ударные испытания на маятниковых и крутильных копрах (представление о критической температуре хрупкости), на усталостную выносливость. Определение механических напряжений в плёночных покрытиях.

Классификация материалов по электрическим свойствам на основе зонной теории на проводники, полупроводники и диэлектрики. Электропроводность металлов и собственных полупроводников, влияние подвижности носителей заряда. Электросопротивление на низкой и высоких частотах. Удельная электропроводность и электросопротивление; температурный коэффициент сопротивления, удельное поверхностное и контактное сопротивление.

Теплофизические свойства материалов: жаростойкость, характеризующаяся температурой размягчения и температурой вспышки; жаропрочность (предел длительной прочности), хладоломкость (порог хладоломкости и температурный запас вязкости), тепловое расширение, теплоемкость, тепло- и теплопроводность.

Основные магнитные свойства материалов: намагниченность (момент в единице объема), магнитная восприимчивость. Классификация материалов по магнитным свойствам на диа-, пара-, ферро-, анти-ферро- и ферромагнетики. Примеры, влияние температуры. Величина магнитной индукции для магнитных и немагнитных материалов. Магнитные потери и механизм намагничивания ферромагнитных материалов по мере роста величины напряженности внешнего магнитного поля. Особенности магнитных пленок.

Износостойкость материалов и механизм процесса изнашивания. Роль коэффициента трения. Разновидности механического, коррозионно-механического и электроэрозионного износа. Три основные стадии процесса износа трущихся поверхностей в узлах трения. Испытания на износ, предел усталостного выкрашивания, предел контактной выносливости. Пути повышения износостойкости с учетом механических свойств, определяемых статическими и динамическими испытаниями, и с учетом структуры материалов.

Понятие о коррозионной прочности, коррозионной среде и внешних факторах, способных ускорять коррозионный процесс. Особенности продуктов коррозии. Главные причины и гетерогенный механизм коррозионного процесса. Классификация процессов коррозии металлов и методы защиты от коррозии. Эффективность защиты с помощью ингибиторов. Виды защитных и защитно-декоративных покрытий, удовлетворяющих требованиям, предъявляемым к ЭС.

Общая характеристика сплавов железа. Диаграмма состояния железо-углерод в областях перитектического, эвтектоидного и эвтектического превращения. Основные фазы: феррит, аустенит, цементит, ледебурит и структуры, образующиеся в сталях при изотермическом превращении аустенита: перлит, сорбит, тростит, бейнит; мартенсит и условия их формирования.

Основные виды термической обработки: отжиг, закалка, отпуск, старение. Достижимые свойства конструкционных материалов при термической обработке. Сущность и особенности химико-термических методов обработки—цементации, азотирования, нитроцементации, борирования и др., включая проведение процессов обработки материалов в плазме.

Классификация и маркировка сталей. Углеродистые конструкционные стали (обычного качества, качественные, специальные). Влияние примесей на прочность и ударную вязкость легированных сталей, а также на их устойчивость к коррозии. Применение сталей в конструкциях ЭС.

Классификация и маркировка чугунов. Структура и свойства серого, белого, высокопрочного, ковкого и легированного чугунов.

Алюминий и его сплавы: деформируемые (дюралюмины) и литейные (силумины). Процесс дисперсионного твердения. Сплавы меди: деформируемые (латуни) и литейные (бронзы).

Сплавы титана, магния, лития и бериллия. Композиционные и порошковые материалы. Особенности применения в ЭС. Золото и серебро. Легирующие компоненты в драгметаллах различных проб и влияние на основные свойства. Металлы платиновой группы, сплавы и химические соединения на их основе. Тонкоплёночные покрытия. Текстурированные материалы и монокристаллы. Применение в конструкциях ЭС. Учет и экономное использование драгметаллов в производстве ЭС.

Классификация диэлектрических и неметаллических конструкционных материалов. Газообразные диэлектрики: свойства и применение. Жидкие диэлектрики - трансформаторное, конденсаторное нефтяные масла; синтетические масла - совол, совтол, фторорганические жидкости, органические эфиры, полисилоксановые жидкости: свойства и применение. Твёрдые органические, неорганические и элементо-органические диэлектрики. Сегнетоэлектрики.

Классификация и основные физико-химические свойства, особенности использования в конструкциях ЭС. Стекло и стеклокристаллические материалы. Керамика: свойства, классификация, особенности технологии деталей из керамики. Композиционные материалы на неорганической матрице.

Классификация и основные свойства технических проводниковых материалов. Материалы высокой проводимости, сплавы высокого сопротивления, проводящие модификации углерода, тензометрические сплавы, контактные материалы, сплавы для нагревательных элементов, термопар и терморезисторов. Материалы для вакуумной и криогенной техники с особыми физико-химическими свойствами. Припой и флюсы.

Классификация и основные свойства полупроводников. Элементарные полупроводники: кремний, германий, селен. Эпитаксиальные структуры на основе кремния: получение, маркировка и использование. Полупроводниковые соединения типа А В, А В, А В и твёрдые растворы на их основе; особенности и применение для изготовления светоизлучающих диодов и фотопреобразователей.

Классификация и особенности строения магнитных материалов. Магнитомягкие материалы: технически чистое железо и низкоуглеродистые стали, электротехническая сталь, пермаллои, альсиферы, магнитодиэлектрики, ферриты СВЧ- и с прямоугольной петлей гистерезиса. Магнитострикционные металлы и сплавы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сорокин В.С., Материалы и элементы электронной техники. В 2 т. Т. 1. Проводники, полупроводники, диэлектрики: учебник для студ. высш. учеб. заведений /В.С. Сорокин, Б.Л. Антипов, Н.П. Лазарева. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 448 с.

2. Сорокин В.С., Материалы и элементы электронной техники. В 2 т. Т. 2. Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники : учебник для студ. высш. учеб. заведений /В.С. Сорокин, Б.Л. Антипов, Н.П. Лазарева. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 384 с.

3. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.В. Материаловедение: Учебник для вузов. - М.: Машиностроение. – 1990. - 528 с.

4. Материаловедение. Учебник для вузов / Б.Н. Арзамасов и др.: Под общ. ред. Б.Н. Арзамасова. - М.: Машиностроение. – 1986.— 384 с.
5. Материаловедение и конструкционные материалы: Уч. пособие для вузов / Под ред. В.А. Белого. - Мн.: Выш. шк. – 1989. - 461 с.
6. Горелик С.С., Дашевский М.Я. Материаловедение полупроводников и диэлектриков: Учебник для вузов. - М.: Металлургия. – 1988.- 574 с.
7. Гуляев А.П. Металловедение: Учебник для вузов. - М.: Металлургия. -1986. - 647 с.
8. Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материалы электронной техники. - СПб.: Лань. -2001.- 368 с
9. Материаловедение микроэлектронной техники: Учеб. пособие для вузов / Под ред. В.М, Андреева. - М.: Радио и связь. -1989.- 349 с.
10. Козлов Ю.С. Материаловедение. - М.: Агар. -1999.- 180 с.
11. Уорден К., Новые интеллектуальные материалы и конструкции. Свойства и применение. Москва: Техносфера, 2006. – 224с.