

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

ФАКУЛЬТЕТ НАНО- И БИМЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета



С.Б. Вениг

Рабочая программа дисциплины

Деградация материалов под действием высокоэнергетических излучений и частиц

Направление подготовки бакалавриата
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль подготовки бакалавриата
"Нанотехнологии, диагностика и синтез современных материалов"

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
очная

Саратов,
2019

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Стещора Светлана Викторовна		30.08.19
Председатель НМК	Михайлов Александр Иванович		30.08.19
Заведующий кафедрой	Вениг Сергей Борисович		30.08.19
Специалист Учебного управления			

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Деградация материалов под действием высокоэнергетических излучений и частиц» является формирование у студентов комплекса профессиональных знаний и умений (владений) и усвоение принципов и закономерностей образования дефектов в твердых телах в процессе технологической обработки, а также в результате воздействия ионизирующих облучений.

Задачами освоения дисциплины являются:

- формирование знаний об основных видах ионизирующего излучения и особенностях их взаимодействия с твёрдыми телами;
- формирование и углубление знаний о кристаллической структуре твердых тел, различных типах структурных дефектов, закономерностях их образования и эволюции;
- приобретение владений методиками расчета параметров дефектообразования при различных технологических операциях и воздействии ионизирующих излучений.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Деградация материалов под действием высокоэнергетических излучений и частиц» относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока Б1 «Дисциплины (модули)» и изучается студентами очной формы обучения факультета нано- и биомедицинских технологий СГУ, обучающимися на профиле «Нанотехнологии, диагностика и синтез современных материалов» направления 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», в течение 6 учебного семестра.

Материал дисциплины опирается на ранее приобретенные студентами знания по дисциплинам «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Основы кристаллографии и минералогии», «Термодинамика» и подготавливает студентов к изучению таких дисциплин как: «Технология наноматериалов и наноструктур», «Технология материалов и структур электроники», «Методы исследования и диагностики материалов и структур», «Материалы датчиков внешних воздействий» или «Первичные преобразователи внешних воздействий».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины «Деградация материалов под действием высокоэнергетических излучений и частиц» формируются следующие компетенции: ПК-4, ПК-6.

ПК-4: способность использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации;

ПК-6: способность использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано- структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями.

В результате освоения дисциплины обучающийся студент должен:

- знать физические явления, лежащие в основе процессов дефектообразования, миграции и эволюции дефектов при взаимодействии материалов и изделий с окружающей средой, полями, частицами высокоэнергетическими излучениями;
- уметь использовать знания о методах исследования, анализа, диагностики веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации под действием высокоэнергетических излучений и частиц;
- владеть способностью использовать в исследованиях и расчетах знания о методах анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, физических и химических процессов

под действием излучений и ускоренных частиц; владеть основными подходами к организации технологических процессов и выбору технологических операций для увеличения деградационной стойкости материалов.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Се-местр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лек	Лаб.	Пр.	СРС	
1	Дефекты кристаллического строения. Виды дефектов	6	1	3		2	3	Выборочный устный опрос
2	Дефекты в поликристаллах		2	2		2	2	экспресс-опрос
3	Дефекты, возникающие при термической и механической обработке материалов		3	3		2	2	Выборочный устный опрос
4	Упругая и пластическая деформация материалов		4	3		2	2	Выборочный устный опрос
5	Влияние химического состава на строение вещества. Фазовые диаграммы		5	3		2	2	устный опрос
6	Виды излучений. Источники электромагнитного излучения в различных спектральных диапазонах		6	3		2	2	Реферат*, устный опрос
7	Дозиметрия и энергетические характеристики излучения		7	3		2	2	Выборочный устный опрос
8	Поглощение, отражение, рассеяние: законы, распространяющиеся на ионы, электроны, гамма-излучение		8	3		2	2	Реферат
9	Методы описания взаимодействия излучения с веществом		9	3		2	2	Выборочный устный опрос, реферат
10	Теория радиационного воздействия, особенности, связанные с облучением нейтронами, тяжелыми заряженными частицами, легкими и тяжелыми атомами, электронами		10	3		2	2	Выборочный устный опрос Контрольная работа
11	Ионизация и упругие соударения		11	3		2	3	реферат
12	Основы зонной теории твердого тела, область ее применения при изучении радиационных воздействий		12	3		2		устный опрос
13	Особенности радиационных нарушений в материалах различной природы. Процессы, происходящие при ионной бомбардировке		13	3		2		устный опрос

14	Применение ионных пучков в технологических и диагностических целях. Электронно-лучевые технологии обработки материалов		14	3	2		<i>реферат</i>
15	Радиационная химия. Стадии взаимодействия излучений с веществом		15	3	2		<i>устный опрос</i>
16	Радиационная стойкость материалов		16	3	2		<i>реферат</i>
17	Методы изучения процессов дефектообразования		17	3	2		<i>реферат</i>
	Итого:			50	34	24	Зачёт по итогам практических занятий + Экзамен (36 часов)

*каждый студент выбирает одну из тем для реферата.

Содержание дисциплины

1. Дефекты кристаллического строения. Виды дефектов, их классификация, влияние на свойства.
2. Дефекты в поликристаллах. Влияние размеров кристаллитов на свойства поликристаллов.
3. Дефекты, возникающие при термической и механической обработке материалов.
4. Упругая и пластическая деформация материалов. Предел упругости. Предел текучести. Предел прочности.
5. Влияние химического состава на строение вещества. Фазовые диаграммы.
6. Виды излучений. Источники электромагнитного излучения в различных спектральных диапазонах. Видимый и ближний ультрафиолетовый диапазоны. Спектр электромагнитного излучения Солнца.
7. Дозиметрия и энергетические характеристики излучения. Доза излучения поглощенная и экспозиционная.
8. Поглощение, отражение, рассеяние: законы, распространяющиеся на ионы, электроны, гамма-излучение. Характер дефектов, образующихся в результате облучения, треки.
9. Методы описания взаимодействия излучения с веществом. Атомная модель материала и область ее применения.
10. Теория радиационного воздействия, особенности, связанные с облучением нейтронами, тяжелыми заряженными частицами, легкими и тяжелыми атомами, электронами.
11. Ионизация и упругие соударения. Сравнение результатов воздействий излучений разных видов. Модель упругих соударений при бомбардировке твердого тела ускоренными частицами.
12. Основы зонной теории твердого тела, область ее применения при изучении радиационных воздействий.
13. Особенности радиационных нарушений в материалах различной природы (металлах, полупроводниках и т.д.). Процессы, происходящие при ионной бомбардировке.
14. Применение ионных пучков в технологических и диагностических целях. Электронно-лучевые технологии обработки материалов (взаимодействие ускоренных электронов с веществом, характеристики воздействия, технологии).
15. Радиационная химия. Основные типы радиационных процессов в твердом теле.
16. Радиационная стойкость материалов. Методы увеличения радиационной стойкости.
17. Методы изучения процессов дефектообразования. Физические принципы обнаружения дефектов.

Примерные темы практических (семинарских) занятий

1. Дефекты в монокристаллах. Причины возникновения. Методы снижения количества дефектов.
2. Поликристаллы. Кристаллиты и межкристаллитные промежутки.
3. Виды механической и термической обработки. Влияние режимов обработки на дефектообразование.
4. Диаграммы растяжения. Дефектообразование при неупругих деформациях.
5. Фазовые диаграммы двух и трёхкомпонентных веществ.
6. Спектр электромагнитных волн. Виды ионизирующих излучений. Связь энергии, массы и длины волны.
7. Характеристики ионизирующего излучения. Расчет поглощенной дозы по заданному закону для мгновенной мощности.
8. Поглощение гамма-излучения. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Расчет коэффициента поглощения.
9. Эффект Комптона. Фотоэффект. Образование пар. Слой половинного ослабления.
10. Альфа-частицы. Взаимодействие альфа-частиц с веществом. Потери энергии альфа-частиц.
11. Расчет максимальной энергии, передаваемой налетающей частицей атому твердого тела. Расчет числа дефектов, возникающих под действием излучения, в соответствии с этой моделью.
12. Бета-частицы. Взаимодействие бета-частиц с веществом. Упругое и неупругое рассеяние бета-частиц. Тормозное излучение.
13. Коэффициент распыления. Зависимость от энергии, массы, угла взаимодействия.
14. Методы исследования материалов, основанные на взаимодействии ионизирующих излучений с веществом.
15. Стадии взаимодействия излучений с веществом. Радиационно-химические процессы и превращения.
16. Модель стока дефектов. Узкозонные включения.
17. Расчет концентрации дефектов по результатам туннельной микроскопии.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

В преподавании дисциплины «Деградация материалов под действием высокоэнергетических излучений и частиц» используются следующие образовательные технологии:

- семинарские занятия;
- самостоятельная внеаудиторная работа;
- дискуссии на заданную тему.

При проведении части занятий используется ПК и мультимедийный проектор. На каждом занятии проводится экспресс - опрос по пройденному материалу и дискуссии на темы, предложенные для самостоятельной проработки. Каждое занятие заканчивается конкретизацией задания на самостоятельную работу по темам следующего семинара.

Часть семинаров происходит в форме беседы, позволяющей привлечь внимание студентов к наиболее важным вопросам темы и определяющей темп усвоения учебного материала с учетом особенностей студентов.

Методы обучения, применяемые при изучении дисциплины, способствуют закреплению и совершенствованию знаний, овладению умениями и получению навыков исследования материалов и изделий при их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами, высокоэнергетическими излучениями. Содержание учебного материала диктует выбор методов обучения:

- информационно-развивающие – объяснение, демонстрация, решение типовых задач, самостоятельная работа с рекомендуемой литературой;

- проблемно-поисковые и исследовательские – самостоятельная проработка предлагаемых проблемных вопросов по дисциплине, поиск решений проблемных заданий.

При проведении части практических (семинарских) занятий в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой (ноутбуком и проектором), излагаются и анализируются рефераты.

При проведении части практических (семинарских) занятий в форме учебной дискуссии по методу «круглого стола» проводится детальный анализ вопросов технологии, свойств и применения материалов в соответствии с приведенным в разделе 4 списком тем (по выбору преподавателя).

Предусмотрены встречи с российскими и зарубежными специалистами в области технологии и диагностики материалов, проводимые в виде лекций и мастер-классов.

Условия обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья:

- предоставление инвалидам по зрению или слабовидящим возможностей использовать крупноформатные наглядные материалы;
- организация коллективных занятий в студенческих группах с целью оказания помощи в получении информации инвалидам и лицам с ограниченными возможностями по здоровью;
- проведение индивидуальных коррекционных консультаций для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья;
- использование индивидуальных графиков обучения;
- использование дистанционных образовательных технологий.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине проводится в течение всего семестра и заключается в чтении и изучении литературы, ознакомлении с законодательными и нормативными документами по охране труда, размещенными на рекомендуемых интернет-сайтах, подготовке к лекциям, практическим занятиям, написанию реферата, в выполнении заданий лектора.

Рекомендуется:

- для качественного усвоения материала лекций разбирать вопросы, изложенные в каждой очередной лекции, до следующей, по непонятым деталям консультироваться у лектора, читать соответствующую литературу;
- при подготовке к практическим занятиям пользоваться рекомендациями преподавателя, готовить краткий конспект по вопросам рассматриваемой темы, изучать рекомендуемую основную и дополнительную литературу, активно использовать интернет-ресурсы;
- при написании реферата пользоваться лекциями и рекомендованной литературой;
- задания, которые даются лектором во время лекции по отдельным вопросам, обязательны для выполнения, и качество их выполнения будет проверяться во время экзамена.

Вопросы и задания для самоконтроля при выполнении самостоятельной работы

Задания:

- Определение энергии частиц, при которой становятся существенными релятивистские эффекты
- Конструкции источников ионизирующего излучения
- Католюминесценция. Выход католюминесценции
- Расчет выхода вторичных ионов из твердотельных мишеней
- Расчет коэффициентов поглощения различных материалов
- Определение максимальной энергии, передаваемой при упругих соударениях
- Определение энергии рекомбинационного излучения газового разряда
- Расчет энергии аннигиляции различных частиц

Определение красной границы чувствительности фотокатода по спектральной характеристике фотоэлектронного умножителя.

Вопросы;

1. Дефекты в монокристаллах. Точечные дефекты. Протяженные дефекты.
2. Причины возникновения дефектов. Методы снижения количества дефектов.
3. Кристаллическое и поликристаллическое строение материалов.
4. Виды механической обработки. Снижение количества вносимых обработкой дефектов.
5. Виды термической обработки. Снижение количества вносимых обработкой дефектов.
6. Диаграммы растяжения. Дефектообразование при неупругих деформациях.
7. Принципы построения фазовых диаграмм.
8. Пределы существования различных фаз.
9. Спектр электромагнитных волн.
10. Виды ионизирующих излучений. Связь энергии, массы и длины волны.
11. Характеристики ионизирующего излучения.
12. Поглощение гамма-излучения. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
13. Эффект Комптона. Фотоэффект. Образование пар.
14. Взаимодействие альфа-частиц с веществом. Потери энергии альфа-частиц.
15. Упругие столкновения. Максимальная передаваемая энергия.
16. Взаимодействие бета-частиц с веществом. Упругое и неупругое рассеяние бета-частиц. Тормозное излучение.
17. Ионное распыление. Процессы при ионном распылении.
18. Коэффициент распыления. Зависимость от энергии, массы, угла взаимодействия.
19. Оже-спектрометрия.
20. Сканирующая электронная микроскопия.
21. Туннельная микроскопия.
22. Вторично-ионная масс-спектрометрия.
23. Рентгеновская фотоэлектронная спектрометрия. Геттерирование дефектов.

При реализации программы дисциплины «Деградация материалов под действием высокоэнергетических излучений и частиц» студентам предлагается выполнить не менее 1-го реферата по темам из предлагаемого списка.

Примерный перечень предлагаемых тем рефератов:

- Точечные дефекты в кристаллических решетках
- Методы механической обработки материалов
- Методы термической обработки материалов
- Фазовые диаграммы металлических сплавов
- Фазовые диаграммы полупроводниковых соединений
- Источники альфа и бета излучения
- Источники гамма и рентгеновского излучения
- Физические принципы работы дозиметрических приборов
- Энергетические потери альфа, бета и гамма частиц
- Нейтронное излучение
- Радиационное упрочнение
- Фотополимеризация
- Ионное распыление
- Испарение электронным пучком
- Ионное легирование
- Туннельная микроскопия
- Спектроскопия глубоких уровней

Рефераты выполняются под руководством преподавателей и сотрудников выпускающей кафедры и должны содержать элементы литературного обзора по теме, расчетов, анализа в соответствии с конкретной спецификой выбранной темы. Работу следует выполнять в течение всего семестра с периодическим обсуждением результатов с лектором. Каждый студент выбирает одну из тем рефератов и выполняет не менее одного реферата на закрепленную за ним тему.

В ходе изучения дисциплины студенты выполняют одну контрольную работу.

При подготовке к контрольной работе необходимо использовать материал прочитанных лекций.

Примерные задания для выполнения контрольной работы:

Вариант 1.

1. Описать процессы при взаимодействии альфа и бета излучения с веществом
2. Определить концентрации дефектов вносимых ионной бомбардировкой

Вариант 2.

1. Процессы при взаимодействии рентгеновского и гамма излучения с веществом
2. Определение коэффициента распыления при ионной бомбардировке

При выполнении данной контрольной работы студент должен продемонстрировать знания основных физических явлений при взаимодействии ионизирующих излучений с веществом и знания закономерностей взаимодействия веществ с различным составом с ускоренными ионами. Предлагается выбрать и обосновать выбор материала для защиты от ионизирующего излучения в конкретных условиях либо определить концентрацию дефектов или коэффициент распыления при ионной бомбардировке различных материалов.

Вопросы для проведения аттестации по итогам освоения дисциплины (в форме экзамена)

1. Структура твердых тел. Кристаллическое и аморфное строение материалов.
2. Дефекты в монокристаллах. Точечные дефекты. Протяженные дефекты.
3. Причины возникновения дефектов. Методы снижения количества дефектов.
4. Монокристаллическое и поликристаллическое строение материалов.
5. Виды механической обработки. Снижение количества вносимых обработкой дефектов.
6. Виды термической обработки. Снижение количества вносимых обработкой дефектов.
7. Диаграммы растяжения. Дефектообразование при неупругих деформациях.
8. Принципы построения фазовых диаграмм.
9. Пределы существования различных фаз.
10. Свойства конструкционных материалов, обусловленные дефектами.
11. Свойства полупроводниковых материалов, обусловленные дефектами.
12. Спектр электромагнитных волн. Энергии. Применение.
13. Виды ионизирующих излучений. Связь энергии, массы и длины волны.
14. Характеристики ионизирующего излучения.
15. Поглощение электромагнитного излучения. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
16. Эффект Комптона. Фотоэффект. Образование пар.
17. Взаимодействие альфа-частиц с веществом. Потери энергии альфа-частиц.
18. Упругие столкновения. Максимальная передаваемая энергия.
19. Взаимодействие бета-частиц с веществом. Упругое рассеяние бета-частиц.
20. Неупругое взаимодействие электронов с веществом. Ионизация и возбуждение. Тормозное излучение.
21. Ионное распыление. Процессы при ионном распылении.
22. Коэффициент распыления. Зависимость от энергии, массы, угла взаимодействия.
23. Оже-спектрометрия.
24. Сканирующая электронная микроскопия.
25. Туннельная микроскопия.

26. Вторично-ионная масс-спектрометрия.
27. Рентгеновская фотоэлектронная спектрометрия.
28. Рентгеновская дифрактометрия.
29. Дифракция медленных электронов.
30. Геттерирование дефектов.

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

6 семестр

Максимальное количество баллов по видам учебной деятельности в семестре и формам аттестации (зачет, экзамен) указано в таблицах 1 и 3.

Таблица 1 - Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности в семестре для аттестации в форме зачета.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Се- местр	Лекции	Лаборатор- ные заня- тия	Практиче- ские заня- тия	Самостоя- тельная работа	Автоматизи- рованное тестирова- ние	Другие виды учебной деятель- ности	Промежу- точная аттестация	Итого
6	0	0	30	30	0	0	40	100

Программа оценивания учебной деятельности студента для аттестации в форме зачета

Лекции

Не предусмотрено.

Лабораторные занятия

Не предусмотрено.

Практические занятия:

Реферат по заданной теме (от 0 до 10 баллов)

Доклад с презентацией по теме реферата (от 0 до 10 баллов)

Активность при обсуждении докладов студентов по рефератам – от 0 до 10 баллов

Самостоятельная работа:

Проработка тем, данных для самостоятельного изучения, подготовка к контрольной работе - от 0 до 30 баллов.

Автоматизированное тестирование:

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности:

Не предусмотрено.

Промежуточная аттестация (зачет):

Промежуточная аттестация проводится в форме контрольной работы (от 0 до 40 баллов).

Зачет по дисциплине выставляется по результатам выполнения практических, лабораторных работ, заданий для самостоятельной работы и контрольной работы.

Максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента по дисциплине «Деградация материалов под действием высокоэнергетических излучений и частиц» для аттестации в форме зачета (таблица 1) составляет 100 баллов.

Пересчет полученной студентом суммы баллов в оценку (зачет) по дисциплине «Деградация материалов под действием высокоэнергетических излучений и частиц» осуществляется в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 - Пересчет полученной студентом суммы баллов в оценку (зачет)

60 баллов и более	«зачтено»
менее 60 баллов	«не зачтено»

Таблица 3. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности для аттестации в форме экзамена.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
6	30	0	0	30	0	0	40	100

**Программа оценивания учебной деятельности студента
для аттестации в форме экзамена**

Лекции

Посещение, активность при проведении устных опросов – 0 -15- баллов;
Результативность письменного экспресс-опроса – 0 -15 баллов.

Лабораторные занятия

Не предусмотрено

Практические занятия

Не предусмотрено

Самостоятельная работа

Проработка тем, данных для самостоятельного изучения - от 0 до 30 баллов.

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности:

Не предусмотрено.

Промежуточная аттестация (экзамен)

Ранжирование ответов студентов при проведении промежуточной аттестации:

ответ на «отлично» – **31-40 баллов**

ответ на «хорошо» – **21-30 баллов**

ответ на «удовлетворительно» – **11-20 баллов**

неудовлетворительный ответ. – **0-10 баллов**

Максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента по дисциплине «Деградация материалов под действием высокоэнергетических излучений и частиц» для аттестации в форме экзамена (таблица 3) составляет 100 баллов.

Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Деградация материалов под действием высокоэнергетических излучений и частиц» в оценку, выставляемую в экзаменационную ведомость и зачётную книжку, осуществляется в соответствии с таблицей 4:

Таблица 4. Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине в оценку (экзамен).

80 - 100 баллов	«отлично»
65-79 баллов	«хорошо»
50 - 64 балла	«удовлетворительно»
0 - 49 баллов	«неудовлетворительно»

Текущие индивидуально набранные студентами баллы доводятся до их сведения 2 раза за семестр: в конце 7 и 17 недель обучения.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Гуртов, В. А. Физика твердого тела для инженеров [Электронный ресурс] : учебное пособие / Гуртов В. А. - Москва : Техносфера, 2012. - 560 с. - ISBN 978-5-94836-327-1 : Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

2. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники : [в 2 ч.]. Ч. 1 / А. А. Раскин, В. К. Прокофьева. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. - 163 с. Экземпляры всего: 45
3. Солнцев, Ю. П. Материаловедение [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Солнцев Ю. П. - Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2014. - 784 с. - ISBN 978-5-93808-236-9 : Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

б) дополнительная литература:

1. Черкасова, Ольга Алексеевна. Биофизика ионизирующего излучения [Текст] : учебное пособие для студентов естественно-научных факультетов, обучающихся по направлениям подготовки "Физика", "Физика живых систем", "Техносферная безопасность" / О. А. Черкасова ; Сарат. гос. ун-т им. Н. Г. Чернышевского. - Саратов : Издательство Саратовского университета, 2015. - 78, [6] с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 78-79. - ISBN 978-5-292-04328-7 : 151.00 р., 151.05 р. Экземпляры всего: 38
2. Готтштайн Г. Физико-химические основы Материаловедения (Physical Foundations of Materials Science) / Г. Готтштайн ; пер. с англ. К. Н. Золотовой, Д. О. Чаркина ; под ред. В. П. Зломанова. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2009. - 400 с. Экземпляры всего: 25
3. Материаловедение. Технология конструкционных материалов: учеб. пособие / под ред. В. С. Чередниченко. - 5-е изд., стер. - М.: Омега-Л, 2009. - 751 с.
4. Тарасенко, Ю. Н. Ионизационные методы дозиметрии высокоинтенсивного ионизирующего излучения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Тарасенко Ю. Н. - Москва : Техносфера, 2013. - 264 с. - ISBN 978-5-94836-349-3 : Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
5. Буслаева, Е. М. Материаловедение [Электронный ресурс] : учебное пособие / Буслаева Е. М. - Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2012. - ISBN 978-5-904000-58-5 : Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
6. Александрович, К. В. Техника исследований кратковременных импульсов проникающих излучений [Электронный ресурс] : сборник материалов, опубликованных в научно-технических журналах сотрудниками Института ядерной и радиационной физики ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» / Александрович К. В. - Саров : Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2010. - 363 с. - ISBN 978-5-9515-0141-7 : Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
7. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники : [в 2 ч.]. Ч. 2 / В. М. Рошин, М. В. Силибин - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. - 179 с. Экземпляры всего: 45

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы


1. Windows XP Prof
2. Антивирус Касперского 6.0 для Windows Workstations
3. Microsoft Office профессиональный 2010

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные и практические занятия по дисциплине ««Деградация материалов под действием высокоэнергетических излучений и частиц» проводятся в аудиториях, оснащенных компьютерной техникой, проекторами, мультимедийными установками.


Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» и профилем подготовки «Нанотехнологии, диагностика и синтез современных материалов».

Автор:


доцент кафедры материаловедения, технологии
и управления качеством _____  Стецюра С.В.

Программа одобрена на заседании кафедры материаловедения, технологии и управления качеством от 12.09. 2016 г., протокол № 2.

Зав. кафедрой материаловедения, технологии и управления качеством,
профессор

_____  С.Б. Вениг
« _____ » _____ 2016 г.

Декан факультета nano- и биомедицинских
технологий, профессор

_____  С.Б. Вениг
« _____ » _____ 2016 г.