

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский национальный исследовательский государственный
университет имени Н.Г. Чернышевского»
Факультет нано- и биомедицинских технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебно-методической работе,

профессор

Е.Г. Влина

« dd » _____ 2016 г.



Рабочая программа дисциплины

**Влияние излучений различной природы на свойства материалов,
используемых в тераностике**

Направление подготовки магистратуры

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль подготовки магистратуры

«Материаловедение фармацевтического и медицинского назначения»

Квалификация (степень) выпускника

магистр

Форма обучения

очная

Саратов, 2016 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Влияние излучений различной природы на свойства материалов, используемых в тераностике» является формирование у студентов комплекса профессиональных знаний и умений, необходимых для выбора, расчета, создания и эксплуатации материалов фармацевтического и медицинского назначения с учетом влияния излучений различной природы на материалы в ходе их производства и эксплуатации в медицинских целях.

Задачами освоения дисциплины являются:

- формирование знаний об основных видах ионизирующего и неионизирующего излучений и особенностях их взаимодействия с органическими и неорганическими материалами;
- формирование и углубление знаний о физической природе трансформации материалов под действием излучений;
- формирование и углубление знаний об основных закономерностях взаимодействия излучения с наноструктурированными материалами;
- формирование умений выбирать и при необходимости разрабатывать состав материала для использования в тераностике с учетом особенностей технологии и условий применения материала;
- формирование владений навыками применения того или иного типа и вида оборудования (лазерного, СВЧ) для решения исследовательских или прикладных задач при создании и эксплуатации материалов фармацевтического и медицинского назначения с учетом влияния излучения на материалы в ходе их производства и эксплуатации в медицинских целях.

2. Место дисциплины в структуре магистерской программы

Дисциплина «Влияние излучений различной природы на свойства материалов, используемых в тераностике» базируется на том, что область профессиональной деятельности магистров направления 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов», обучающихся по программе «Материаловедение фармацевтического и медицинского назначения» включает разработку, исследование, модификацию и использование материалов с учетом влияния излучений различной природы на материалы в ходе их производства и эксплуатации в медицинских целях, а также управление их качеством.

Объектами профессиональной деятельности магистров направления 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» являются основные типы функциональных неорганических и органических материалов; композитов и гибридных материалов, сверхтвердых материалов, интеллектуальных и наноматериалов, пленок и покрытий под действием излучений различной природы в ходе изготовления и эксплуатации.

Дисциплина «Влияние излучений различной природы на свойства материалов, используемых в тераностике» является дисциплиной по выбору вариативной части блока Б1. ООП 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» и изучается студентами очной формы обучения факультета нано- и биомедицинских технологий СГУ в течение 3 учебного семестра на втором курсе магистерской программы.

Материал дисциплины «Влияние излучений различной природы на свойства материалов, используемых в тераностике» опирается на ранее приобретенные студентами знания по дисциплинам: «Методы исследования, экспертиза материалов и процессов»; «Основы биохимии»; «Основы физико-химических процессов, лежащих в основе работы биодатчиков различных типов»; «Интеллектуальные материалы для капсулирования и адресной доставки лекарств»; «Материалы для биодатчиков»; «Материалы и методы нанотехнологий»; «Полимерные материалы и композиты на их основе».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины «Влияние излучений различной природы на свойства материалов, используемых в тераностике» формируются следующие компетенции: ОК-6; ОПК-3; СПК-2, СПК-10.

Общекультурные компетенции:

Компетенция ОК-6 формируется (или реализуется) в части осознанной компетентности, основанной на готовности формировать и отстаивать собственные суждения и научные позиции, анализировать и делать выводы по социальным, этическим, научным и техническим проблемам, возникающим в профессиональной деятельности, в том числе, с учетом экологических последствий, а также

знать: методы научного познания мира;

уметь: анализировать и делать выводы при использовании в процессе получения и использования материалов излучений различной природы по проблемам, связанным с социальными, этическими, научными и техническими аспектами;

владеть: методами командной работы.

Общепрофессиональные компетенции

Компетенция ОПК-3 реализуется в части осознанной компетентности, основанной на способности самостоятельно развивать базовые знания теоретических и прикладных наук при теоретическом и экспериментальном исследовании материалов и процессов в профессиональной деятельности, а также

знать: современные подходы и методы научного познания мира;

уметь: применять знания, полученные в ходе изучения фундаментальных базовых дисциплин;

владеть: методами экспериментального анализа.

Профессиональные компетенции:

СПК-2 способность использовать на практике современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов и покрытий, их взаимодействии с окружающей средой, растворами, полями, энергетическими частицами и излучением; готовность использовать указанные знания для создания дистанционно управляемых микроконтейнеров для доставки лекарственных и других препаратов. Компетенция реализуется в части формирования способности использовать на практике современные представления о взаимодействии материалов с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением; готовности использовать указанные знания для создания дистанционно управляемых микроконтейнеров для доставки лекарственных и других препаратов. Студент должен:

знать и понимать механизмы взаимодействия материалов с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением, основные принципы контроля и оптимизации технологических процессов получения материалов с использованием излучений;

уметь оценивать степень взаимодействия материалов, предназначенных для капсулирования, с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением, на основании полученных знаний, уметь выбирать материал и технологию получения микроконтейнеров;

владеть методами моделирования и оптимизации технологических параметров с учетом действия излучений на материалы; основными подходами к описанию и анализу свойств материалов с учетом их дальнейшего использования в тераностике.

СПК-10. Готовность проводить выбор материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности, долговечности, экономичности и биосовместимости (при необходимости) на основе знания основных типов

неорганических и органических материалов электроники и материалов биомедицинского назначения, в том числе наноматериалов.

знать основные виды излучений, виды, основные свойства и методы контроля качества наноструктурированных материалов фармацевтического и медицинского назначения; методы организации производства; физико-химические процессы, протекающие в наноструктурированных материалах, в том числе волокнистых, фармацевтического и медицинского назначения;

уметь принимать организационные и технические решения в процессе производства и выбирать методы контроля качества наноструктурированных материалов фармацевтического и медицинского назначения с учетом действия излучений в процессе эксплуатации изделия и его изготовления;

владеть навыками самостоятельного выбора материала для заданных условий эксплуатации и для создания биодатчиков с учетом требований надежности, долговечности, экономичности и биосовместимости.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
				Лек	Лаб	Пр	СРС	
1	Виды излучений	3	1-2	2		2	10	Выборочный опрос, доклад
2	Законы, распространяющиеся на оптический диапазон, электроны, гамма-излучение	3	3-4	2		2	10	Выборочный опрос, доклад
3	ВЧ и СВЧ электромагнитные поля	3	5-6	2		2	10	Выборочный опрос, доклад
4	Ионизирующие и неионизирующие виды излучений	3	7-8	2		2	10	Выборочный опрос, доклад
5	Методы описания взаимодействия излучения с веществом	3	9-10	2		2	10	Выборочный опрос, доклад
6	Радиационная химия	3	11-12	2		2	10	Выборочный опрос, доклад
7	Применение лазерного, электронного и ионного облучения в технологических, терапевтических и диагностических целях	3	13-14	2		2	20	Выборочный опрос, доклад
	Итого:	3	-	14	-	14	80	-/3(зачет)

1. Виды излучений.

Источники электромагнитного излучения в различных спектральных диапазонах.

Видимый и ближний ультрафиолетовый диапазоны. Инфракрасный диапазон. Спектр электромагнитного излучения Солнца. Основные характеристики электромагнитного излучения, виды взаимодействия вещества со светом.

2. *Законы, распространяющиеся на оптический диапазон, электроны, гамма-излучение.*

Поглощение, отражение, рассеяние. Расчет линейного коэффициента ослабления γ -излучения в веществе с учетом трех компонент, возникающих за счет фотоэлектронной эмиссии; эффекта Комптона и образования электрон-позитронных пар.

3. *ВЧ и СВЧ электромагнитные поля.*

Особенности взаимодействия высокочастотных электромагнитных полей с органическими и неорганическими материалами. Время релаксации.

4. *Ионизирующие и неионизирующие виды излучений.*

Электронное и ионное излучения. Дозиметрия и энергетические характеристики ионизирующего излучения. Доза излучения (поглощения) и экспозиционная. Расчет поглощенной дозы по заданному закону для мгновенной мощности.

5. *Методы описания взаимодействия излучения с веществом.*

Атомная модель материала и область ее применения. Теория радиационного воздействия, особенности, связанные с облучением нейтронами, тяжелыми заряженными частицами, легкими и тяжелыми атомами, электронами. Ионизация. Сравнение результатов воздействий излучений разных видов. Особенности радиационных нарушений в мишенях различной природы.

6. *Радиационная химия и биология.*

Стадии взаимодействия излучений с органическим веществом. Радиационно-химические процессы и превращения. Влияние излучения на полимеры. Сшивание и деструкция. Влияние мощности и дозы излучения на диэлектрики и органические соединения. Методы изучения структурных превращений в диэлектриках и органических соединениях, происходящих при облучении. Теоретические представления о механизме биологического действия ионизирующих излучений. Радиационная стойкость материалов. Методы увеличения радиационной стойкости.

7. *Применение лазерного, электронного и ионного облучения в технологических, терапевтических и диагностических целях.*

Электронно-лучевые технологии обработки материалов (взаимодействие ускоренных электронов с веществом, характеристики воздействия, технологии). Лазерная микрообработка. Создание биомедицинских устройств, в том числе по технологии MEMS.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

В преподавании дисциплины «Влияние излучений различной природы на свойства материалов, используемых в тераностике» используются следующие образовательные технологии: лекционные занятия, практические занятия, самостоятельная внеаудиторная работа.

Лекционные занятия проводятся в основном в традиционной форме. При проведении части лекционных занятий используется ПК и мультимедийный проектор.

Во время аудиторных занятий проводятся лекции с использованием ПК и мультимедийного проектора, демонстрируются слайды, аппаратура и проводятся натурные эксперименты непосредственно из лабораторий с помощью Skype. Для лучшего усвоения студентам передаются электронные материалы к лекциям.

Одним из основных средств обучения является решение студентами специализированных задач по курсу, направленных на обучение применению знаний и приобретению новых на примерах решения конкретных задач выбора, анализа применимости различных методов диагностики и их адаптации к конкретным условиям.

При реализации программы дисциплины используются различные образовательные технологии, включающие практические занятия в компьютерном классе.

Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателей (консультации и помощь в подготовке докладов и при выполнении домашних заданий) и индивидуальную работу студента в компьютерном классе или библиотеке. Предусмотрены также встречи с экспертами и специалистами в области материаловедения и тераностики.

Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

Примерная тематика практических занятий (семинаров)

1. Спектр электромагнитных волн. Спектр электромагнитного излучения Солнца. Основные характеристики электромагнитного излучения, виды взаимодействия вещества со светом.
2. Виды ионизирующих излучений. Связь энергии, массы и длины волны. Характеристики ионизирующего излучения. Расчет поглощенной дозы по заданному закону для мгновенной мощности.
3. Поглощение гамма-излучения. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Расчет коэффициента поглощения. Эффект Комптона. Фотоэффект. Образование пар. Слой половинного ослабления.
4. Стадии взаимодействия излучений с веществом. Радиационно-химические процессы и превращения. Физические основы действия ионизирующих излучений на биологические объекты. Реакции клеток на облучение. Теоретические представления о механизме биологического действия ионизирующих излучений.
5. Расчет максимальной энергии, передаваемой налетающей частицей атому твердого тела. Бета-частицы. Взаимодействие бета-частиц с веществом. Упругое и неупругое рассеяние бета-частиц. Тормозное излучение. Коэффициент распыления. Зависимость от энергии, массы, угла взаимодействия.

Перечень тем для самостоятельного изучения, предлагаемых студентам:

1. Определение энергии частиц, при которой становятся существенными релятивистские эффекты
2. Конструкции источников ионизирующего излучения
3. Конструкции и типы лазеров, используемых в медицине
4. Фотолюминесценция. Спектры фотолюминесценции.
5. Катодолюминесценция. Выход катодолюминесценции
6. Расчет коэффициентов поглощения различных материалов. Зависимость коэффициента поглощения от химического и фазового состава материала.
7. Клеточная радиочувствительность. Природа радиационной гибели клеток. Пострадиационное восстановление (репарация) клетки. Радиочувствительность клетки на разных стадиях жизненного цикла.

Примерный перечень предлагаемых тем докладов:

1. Точечные дефекты в кристаллических решетках
2. Источники альфа и бета излучений
3. Источники гамма и рентгеновского излучений
4. Физические принципы работы дозиметрических приборов
5. Энергетические потери альфа, бета и гамма излучения при взаимодействии с материалом
6. Нейтронное излучение. Проникающая способность. Действие на материалы.
7. Радиационное упрочнение. Фотополимеризация.
8. Испарение электронным пучком
9. Ионное легирование

10. Полупроводники, диэлектрики, металлы, сплавы, органические и неорганические соединения, полимеры и изделия на их основе под действием радиации
11. Радиобиология. Предмет. Задачи. Радиобиологический парадокс.
12. Ионизирующие излучения. Определение. Характеристики корпускулярных и электромагнитных ионизирующих излучений

В ходе изучения дисциплины в часы практических занятий студенты выполняют одну контрольную работу, включающую 2 практических задания. При выполнении контрольной работы студент должен продемонстрировать знания основных физических явлений при взаимодействии ионизирующих и неионизирующих излучений с веществом. Предлагается выбрать и обосновать выбор материала для защиты от ионизирующего излучения в конкретных условиях. При подготовке к контрольной работе необходимо использовать материал прочитанных лекций и рекомендованную литературу.

Примерные задания контрольной работы.

1. Провести сравнительный анализ процессов при взаимодействии альфа и бета, рентгеновского и гамма излучения с органическим наноструктурированным веществом
2. Определить возможности использования характерных особенностей лазеров для таких технологических операций как очистка поверхности, химическое осаждение и травление тонких пленок, абляция материалов, а также применение лазеров в биомедицине при диагностике и лечении.
3. Обосновать выбор лазерного оборудования для разработки технологических приемов при решении конкретно поставленных исследовательских или производственных задач.
4. Определение коэффициента распыления при ионной бомбардировке
5. Перечислить и описать основные физические процессы, происходящие при взаимодействии различных видов излучения с конденсированными средами.

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

Самостоятельная работа студентов в объеме 80 часов по дисциплине «Влияние излучений различной природы на свойства материалов, используемых в тераностике» проводится в течение всего периода изучения дисциплины и заключается в чтении и изучении специальной литературы, подготовке к лекциям, к контрольной работе, в выполнении заданий лектора.

Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателей (консультации и помощь в подготовке доклада и при выполнении домашних заданий) и индивидуальную работу студента в компьютерном классе или библиотеке.

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 семинарским занятиям пользоваться рекомендациями преподавателя, ведущего семинары, готовить краткий конспект по вопросам темы, изучать рекомендуемую основную и дополнительную литературу;
- при подготовке к контрольной работе 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

зачета.

Вопросы и задания для самоконтроля при выполнении самостоятельной работы

1. Какие виды излучений Вам известны? Охарактеризуйте и опишите их воздействие на материалы
2. Какие источники электромагнитного излучения в различных спектральных диапазонах Вам известны?
3. Охарактеризуйте спектр электромагнитного излучения Солнца.
4. Основные законы, описывающие поглощение, отражение, рассеяние света.
5. Расчет линейного коэффициента ослабления γ -излучения в веществе с учетом трех компонент, возникающих за счет фотоэлектронной эмиссии; эффекта Комптона и образования электрон-позитронных пар.
6. Опишите особенности взаимодействия высокочастотных электромагнитных полей с органическими и неорганическими материалами.
7. Ионизирующие и неионизирующие виды излучений. Проведите расчет поглощенной дозы по заданному закону для мгновенной мощности.
8. Какие Вам известны методы описания взаимодействия излучения с веществом? Ограничения и области применения различных моделей.
9. Предмет изучения радиационной химии и биологии.
10. Перечислите и охарактеризуйте стадии взаимодействия излучений с органическим веществом.
11. Теоретические представления о механизме биологического действия ионизирующих излучений.
12. Радиационная стойкость материалов. Методы увеличения радиационной стойкости.
13. Применение лазерного, электронного и ионного облучения в технологических, терапевтических и диагностических целях. Приведите конкретные примеры. Какими явлениями и эффектами обусловлена возможность адресной доставки микрокапсул, а также возможность высвобождения содержимого под воздействием излучений различной природы?

Вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в форме зачета

1. Виды излучений. Источники электромагнитного излучения в различных спектральных диапазонах. Видимый и ближний ультрафиолетовый диапазоны. Инфракрасный диапазон. Спектр электромагнитного излучения Солнца.
2. Основные характеристики электромагнитного излучения, виды взаимодействия вещества со светом. Фотоэффект. Поглощение, отражение, рассеяние: законы, распространяющиеся на оптический диапазон, электроны, гамма-излучение. Образование пар. Слой половинного ослабления.
3. Поглощение гамма-излучения. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Расчет линейного коэффициента ослабления γ -излучения в веществе с учетом трех компонент, возникающих за счет фотоэлектронной эмиссии; эффекта Комптона и образования электрон-позитронных пар. Расчет коэффициентов поглощения различных материалов. Зависимость коэффициента поглощения от химического и фазового состава материала.
4. ВЧ и СВЧ электромагнитные поля. Особенности взаимодействия высокочастотных электромагнитных полей с органическими и неорганическими материалами. Время релаксации.
5. Конструкции источников ионизирующего излучения. Конструкции и типы лазеров, используемые в медицине.

6. Ионизирующие и неионизирующие виды излучений. Электронное и ионное излучения. Дозиметрия и энергетические характеристики ионизирующего излучения. Доза излучения (поглощения) и экспозиционная. Расчет поглощенной дозы по заданному закону для мгновенной мощности. Связь энергии, массы и длины волны.
7. Методы описания взаимодействия излучения с веществом. Атомная модель материала и область ее применения. Теория радиационного воздействия, особенности, связанные с облучением нейтронами, тяжелыми заряженными частицами, легкими и тяжелыми атомами, электронами.
8. Ионизация. Расчет максимальной энергии, передаваемой налетающей частицей атому твердого тела. Бета-частицы.
9. Взаимодействие бета-частиц с веществом. Упругое и неупругое рассеяние бета-частиц. Тормозное излучение. Коэффициент распыления. Зависимость от энергии, массы, угла взаимодействия.
10. Особенности радиационных нарушений в мишенях различной природы. Радиационная химия. Стадии взаимодействия излучений с органическим веществом. Радиационно-химические процессы и превращения.
11. Влияние излучения на полимеры. Сшивание и деструкция. Влияние мощности и дозы излучения на диэлектрики и органические соединения. Методы изучения структурных превращений в диэлектриках и органических соединениях, происходящих при облучении.
12. Физические основы действия ионизирующих излучений на биологические объекты. Реакции клеток на облучение. Теоретические представления о механизме биологического действия ионизирующих излучений
13. Радиационная стойкость материалов. Методы увеличения радиационной стойкости.
14. Применение лазерного, электронного и ионного облучения в технологических, терапевтических и диагностических целях.
15. Электронно-лучевые технологии обработки материалов (взаимодействие ускоренных электронов с веществом, характеристики воздействия, технологии).
16. Лазерная микрообработка. Создание биомедицинских устройств, в том числе по технологии MEMS.
17. Особенности взаимодействия протеинов, ферментов и нуклеиновых кислот с окружающей средой, растворами, полями, энергетическими частицами и излучением.

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

3 семестр

Таблица 1 - Максимальные баллы по видам учебной деятельности в семестре

1	2	3	4	5	6	7	8
Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
10	0	30	30	0	0	30	100

Программа оценивания учебной деятельности студента в семестре

Лекции

Посещаемость, контрольные опросы – от 0 до 10 баллов.

Практические занятия

Посещаемость – от 0 до 10 баллов;

выборочные опросы, активность и аргументированность при обсуждении докладов, выполнение практических заданий – 0 – 20 баллов.

Самостоятельная работа

Углубленное изучение отдельных теоретических вопросов по дополнительной литературе, подготовка доклада в течение семестра – от 0 до 30 баллов.

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности

Не предусмотрены другие виды учебной деятельности.

Промежуточная аттестация

При определении разброса баллов на зачете используется следующая шкала ранжирования:

16-30 баллов – ответ на «зачтено»,

0-15 баллов – ответ на «не зачтено»,

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента по дисциплине «Влияние излучений различной природы на свойства материалов, используемых в тераностике» составляет 100 баллов.

Таблица 2 - Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Влияние излучений различной природы на свойства материалов, используемых в тераностике» в оценку (зачет)

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

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Кудряшов, Ю. Б. Радиационная биофизика. Радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения [Электронный ресурс]: учебник / Кудряшов Ю. Б. Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2008. 184 с. ISBN 9785 922108485 : Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
2. Крюков, П. Г. Фемтосекундные импульсы. Введение в новую область лазерной физики [Электронный ресурс]: учебное пособие / Крюков П. Г. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 207 с. - ISBN 978-5-9221-0941-3 : Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
3. Буслаева, Е. М. Материаловедение [Электронный ресурс]: учебное пособие / Буслаева Е. М. Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2012. ISBN 9785904000585 : Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
4. Кудряшов, Ю. Б. Радиационная биофизика. Сверхнизкочастотные излучения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Кудряшов Ю. Б. Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2014. 217 с. ISBN 9785922115650 : Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
5. Черняев, А. П. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом [Электронный ресурс] : учебное пособие / Черняев А. П. Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2004. 152 с. ISBN 5-922104322 : Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

б) дополнительная литература:

1. Оптическая биомедицинская диагностика. Том 2 [Электронный ресурс] / под ред. В.В. Тучина Перевод. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. 368 с. : ил. ISBN 9785922107778 : : Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
2. Оптическая биомедицинская диагностика. Том 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2006 - Оптическая

- биомедицинская диагностика. Том 1 / ред. В. В. Тучин. - 2006. - 560 с. - ISBN 5-9221-0769-0: Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
3. Сергеев, Г. Б. Нанохимия [Электронный ресурс]: монография / Сергеев Г. Б. - Москва : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2007. - 336 с.
 4. Абрамчук, Н. С. Нанотехнологии. Азбука для всех [Электронный ресурс]: учебное пособие / Абрамчук Н. С. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 368 с. - ISBN 978-5-9221-1048-8 : Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 978-5-211-05372-4 Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
 5. Залеская, Г. А. Фотомодификация крови терапевтическими дозами оптического излучения [Электронный ресурс]: учебное пособие / Залеская Г. А. - Минск: Белорусская наука, 2014. - 199 с. - ISBN 978-985-08-1672- : Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
 6. Тучин, В. В. Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях [Электронный ресурс]: учебное пособие / Тучин В. В. - Москва ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 501 с. - ISBN 978-5-9221-1278-9 : Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
 7. Ржевская, С. В. Материаловедение [Электронный ресурс] : учебник / Ржевская С. В. Москва : Издательство Московского государственного горного университета, 2003. 447 с. ISBN 5741800688: Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
 8. Биомедицинское материаловедение. Ч. 2. Материалы для эндопротезирования и влияние полей на биосистемы [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Саратов: Вузовское образование, 2003 - Биомедицинское материаловедение. Ч. 2. Материалы для эндопротезирования и влияние полей на биосистемы / Вихров С. П. - 2003. - 235 с. - ISBN 978-5-7367-0817-8 : Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
 9. Биомедицинское материаловедение. Ч. 1. Общие свойства материалов и их совместимость с биологическими средами [Электронный ресурс]: учебное пособие. Саратов: Вузовское образование, 2003 Биомедицинское материаловедение. Ч. 1. Общие свойства материалов и их совместимость с биологическими средами / Вихров С. П. 2003. 194 с. ISBN 9785736708178 : Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. www.nano.gov – Нанотехнологическая инициатива США
2. www.sani.org.za – Нанотехнологическая инициатива ЮАР
3. www.nasa.gov – Аэрокосмическое агентство США (NASA)
4. www.crnano.org – Центр Ответственных Нанотехнологий (CRN)
5. www.darpa.mil – Агентство перспективных военных разработок США (DARPA)
6. НИИ мониторинга качества образования, www.i-exam.ru
7. VBA MS Office
8. MatCad, MatLab
9. Каталог образовательных Интернет-ресурсов. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/window/>
10. Зональная научная библиотека им. В.А. Артисевич Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского. – Режим доступа: <http://library.sgu.ru/>
11. Свободный доступ студентов к учебному сайту кафедры, электронной почте и интернет во время проведения практических занятий и часов самостоятельной работы.

