

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Минзарипов Р.Г.

_____ 20__ г.

Программа дисциплины

Взаимодействие плазмы с веществом М1.ДВ.1

Направление подготовки: 223200.68 - Техническая физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Файрушин И.И.

Рецензент(ы):

Кашапов Н.Ф.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой:

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No

Казань
2014

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) ассистент, к.н. Файрушин И.И. Кафедра технической физики и энергетики Отделение физики, IIFajrushin@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Учебная дисциплина "Взаимодействие плазмы с веществом" относится к вариативной части профессионального цикла дисциплин учебного плана подготовки магистров и имеет своей целью формирование у обучающихся перечисленных ниже компетенций, основанных на усвоении современных представлений о низкотемпературной плазме в процессах ее взаимодействия с веществом. Курс опирается на знания по курсам "Физика плазмы", "Физика газового разряда", "Явления переноса в плазме". Основу методики изучения курса составляют лекции, практические занятия и беседы с преподавателями.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "М1.ДВ.1 Общенаучный" основной образовательной программы 223200.68 Техническая физика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 1 курсе, 1 семестр.

Данная учебная дисциплина включена в раздел "М2.ДВ.1 Профессиональный" и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 1 курсе (1 семестр).

Курс "Взаимодействие плазмы с веществом" излагается в седьмом семестре. Знания, полученные студентами при изучении таких курсов как "Физика плазмы", "Физика газового разряда", "Явления переноса в плазме" обеспечивают данную дисциплину. После ознакомления с курсом лекций студенты должны уметь квалифицированно подходить к постановке задач, иметь физические представления о закономерностях поведения низкотемпературной в процессах нанесения и конденсации функциональных покрытий для применения этих знаний при решении научных и научно-прикладных проблем, связанных с подготовкой магистерской диссертации.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	Способность к профессиональной эксплуатации современного научного и технологического оборудования и приборов.
ПК-12 (профессиональные компетенции)	Готовность решать прикладные инженерно-технические и технико-экономические задачи с помощью пакетов прикладных программ.
ПК-2 (профессиональные компетенции)	Способность демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных, в том числе и те, которые находятся на передовом рубеже технической физики.
ПК-21 (профессиональные компетенции)	Готовность и способность применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий.

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-3 (профессиональные компетенции)	Способность демонстрировать навыки работы в научном коллективе, готовность генерировать, оценивать и использовать новые (креативность), способность находить творческие, нестандартные решения профессиональных и социальных задач.

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- стратегию научного поиска;
- основные понятия, закономерности и физико-математические методы моделирования для решения практических задач физики процессов взаимодействия плазмы с веществом.

2. должен уметь:

- выполнять расчеты основных свойств пылевой плазмы;
- обоснованно выбирать методы изучения явлений происходящих в процессах взаимодействия плазмы с веществом;
- пользоваться общенаучной и специальной литературой.

3. должен владеть:

по анализу разнообразных элементарных процессов происходящих при взаимодействии плазмы с веществом для научно обоснованного выбора соответствующей плазменной системы, наиболее подходящей для решения конкретной задачи; по исследованию процессов взаимодействия плазмы с веществом с использованием современных методов диагностики.

способность разрабатывать и оптимизировать современные наукоемкие технологии в различных областях технической физики с учетом экономических и экологических требований

способность разрабатывать и оптимизировать современные наукоемкие технологии в различных областях технической физики с учетом экономических и экологических требований

способность разрабатывать и оптимизировать современные наукоемкие технологии в различных областях технической физики с учетом экономических и экологических требований

способность разрабатывать и оптимизировать современные наукоемкие технологии в различных областях технической физики с учетом экономических и экологических требований

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 1 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Кинематика столкновений	1		4	8	0	письменная работа
2.	Тема 2. Сечения взаимодействия	1		2	4	0	контрольная работа
3.	Тема 3. Упругие столкновения быстрых заряженных частиц с атомами вещества	1		4	8	0	коллоквиум
4.	Тема 4. Неупругие взаимодействия заряженных частиц с веществом	1		4	8	0	письменная работа
5.	Тема 5. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом	1		4	8	0	коллоквиум
	Итого			18	36	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Кинематика столкновений

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Упругое рассеяние (нерелятивистский случай): ЛСК и СЦИ; определение центра инерции; картина упругого рассеяния в этих системах координат; диаграмма скоростей и связь углов рассеяния в ЛСК и СЦИ; импульсы скоростей частиц до и после столкновения в СЦИ.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Релятивистская кинематика упругого рассеяния; законы сохранения энергии и импульса для релятивистских столкновений. Кинематика неупругих столкновений; энергия реакции; типы реакций; по-роговое значение реакций.

Тема 2. Сечения взаимодействия

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Прицельный параметр; микроскопическое сечение взаимодействия; дифференциальные сечения; вычисление средних величин; тормозные способности; преобразование сечений; макроскопические коэффициенты взаимодействия частиц с веществом; закон ослабления узкого пучка.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Прицельный параметр; микроскопическое сечение взаимодействия; дифференциальные сечения; вычисление средних величин; тормозные способности; преобразование сечений; макроскопические коэффициенты взаимодействия частиц с веществом; закон ослабления узкого пучка.

Тема 3. Упругие столкновения быстрых заряженных частиц с атомами вещества

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Задача двух тел; траектория движения заряженной частицы в поле атомного ядра; связь прицельного параметра с углом рассеяния в СЦИ.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Формула Резерфорда. Влияние электронной оболочки на упругое рассеяние заряженных частиц. Особенности упругого рассеяния электронов и позитронов. Сечение Мотта. Многократное рассеяние ускоренных заряженных частиц в веществе.

Тема 4. Неупругие взаимодействия заряженных частиц с веществом

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Ионизация атомов заряженными частицами. Потери энергии заряженных частиц на ионизацию; формула Бора (классическая теория ионизационных потерь энергии); формула Бёте-Блоха (зависимость потерь энергии заряженных частиц от их начальной энергии; эффект плотности); флуктуации потерь энергии. Тормозное излучение.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Радиационные потери энергии ускоренными заряженными частицами; зависимость радиационных потерь энергии от начальной энергии частицы, ее вида и массы; критическая энергия; радиационная единица длины; связь длины пути частицы с ее энергией.

Тема 5. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Рассеяние электромагнитных волн на свободных зарядах; формула Томсона; рассеяние на связанных зарядах и системе зарядов; когерентное и некогерентное рассеяние.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Эффект Комптона; угловое и энергетическое распределение рассеянных фотонов и вторичных электронов; зависимость сечения от энергии. Фотоэффект; зависимость сечения от энергии. Эффект образования пар; зависимость сечения от энергии. Зависимость полного сечения от энергии.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Кинематика столкновений	1		подготовка к письменной работе	12	письменная работа
2.	Тема 2. Сечения взаимодействия	1		подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
3.	Тема 3. Упругие столкновения быстрых заряженных частиц с атомами вещества	1		подготовка к коллоквиуму	12	коллоквиум
4.	Тема 4. Неупругие взаимодействия заряженных частиц с веществом	1		подготовка к письменной работе	12	письменная работа
5.	Тема 5. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом	1		подготовка к коллоквиуму	12	коллоквиум
	Итого				54	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Демонстрация видео презентаций в ходе проведения лекций и семинаров.
Использование проблемного метода обучения в ходе проведения семинаров.
Проблемно-модульное обучение.
Диалог.
Дистанционное обучение.

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

Тема 1. Кинематика столкновений

письменная работа , примерные вопросы:

1. Определение центра инерции. Свойства центра инерции. Скорость центра инерции в ЛСК (нерелятивистский и релятивистский случаи). 2. Скорости, импульсы и энергии частиц при столкновении в СЦИ. 3. Лобовое столкновение. Кинематические характеристики частиц при лобовом столкновении (нерелятивистский и релятивистский случаи). 4. Схема рассеяния в СЦИ и ЛСК. Связь углов рассеяния в СЦИ и ЛСК (можно без вывода формул) в нерелятивистском и релятивистском случаях. 5. Законы сохранения для релятивистских столкновений. Что такое преобразование Галилея и преобразование Лоренца? Записать их вид для координат, скоростей, импульсов и энергий. 6. Построить совместную диаграмму скоростей. Вывести формулы для связи углов рассеяния в СЦИ и ЛСК. 7. Преобразование сечений. Найти ρ , если θ — прицельный параметр, θ — полярный угол рассеяния. 8. Баланс энергии при неупругом столкновении двух частиц. Энергия реакции. Типы реакций. 9. Что такое порог реакции? Чему он равен в релятивистском и нерелятивистском случаях? 10. Полное и дифференциальное сечения: определение и физический смысл. 11. Микроскопическое и макроскопическое сечения: определение и физический смысл. 12. Что есть преобразование сечений? Правило преобразования сечений с обоснованием. 13. Правило вычисления средних значений результатов столкновений через дифференциальные сечения.

Тема 2. Сечения взаимодействия

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Пояснить, чему равно дифференциальное по прицельному параметру значение рассеяния. 2. Вывести закон ослабления пучка частиц. Коэффициенты ослабления, их физический смысл. 3. Что такое тормозные способности ускоренных частиц в веществе и их пробеги? 4. Какие силы называются центральными? К чему приводит тот факт, что на движущуюся частицу действует центральная сила? 5. Траектория заряженной частицы в поле атомного ядра в рамках классической механики. 6. Получить связь прицельного параметра налетающей частицы с углом ее рассеяния на силовом центре в СЦИ. 7. Вывести формулу Резерфорда для углового рассеяния. Назвать область ее применимости. 8. Зная сечение Резерфорда для углового рассеяния заряженных частиц, вывести формулу для дифференциального сечения по переданной в столкновении энергии. 9. Дифференциальное сечение упругого рассеяния заряженных частиц в поле атомного ядра с учетом экранирования. Что такое параметр экранирования? 10. Почему формула Резерфорда непригодна для описания рассеяния на малые углы? Какой подход позволил построить дифференциальное сечение рассеяния заряженных частиц в области малых углов? 11. Особенности рассеяния электронов и позитронов. Дифференциальное сечение упругого рассеяния электронов в поле атомного ядра с учетом экранирования. 12. Что описывает формула Мотта? Какова ее структура? 13. Зависимость среднего угла рассеяния частиц от параметров взаимодействия. Что такое многократное рассеяние заряженных частиц? Диффузное рассеяние? Суть теории Мольера.

Тема 3. Упругие столкновения быстрых заряженных частиц с атомами вещества

коллоквиум , примерные вопросы:

1. Перечислить виды упругих и неупругих взаимодействий ускоренных электронов с веществом. Зависимость вероятности этих процессов от энергии электронов и от прицельного параметра столкновения. 2. Что такое ?ионизация?? Виды ионизации. Что такое ?потенциал ионизации?? Чему он равен? 3. Сечение первичной однократной ионизации нейтрального атома заряженной частицей. 4. Формула Томсона для сечения ионизации. В рамках каких теоретических представлений она получена? 5. Объяснить зависимость сечения ионизации атома заряженной частицей (электроном и протоном) от энергии ионизирующей частицы. 6. Что такое ?дельта-электроны?? Количество дельта-электронов, которые образуются на единице длины пути одной заряженной частицей. 7. Вероятность какого события при торможении высокоэнергетичного электрона в веществе больше: появление дельта-электрона или появление тормозного фотона с такой же энергией? 8. Формула Бора для линейной тормозной способности вещества. В рамках какой теории она получена? При каких допущениях? 9. Проанализировать зависимость ионизационных потерь энергии заряженной частицы от ее скорости. Какие теории позволяют рассчитать тормозную способность вещества в различных диапазонах энергии бомбардирующих частиц? 10. Формула Бёте-Блоха для массовой тормозной способности при прохождении тяжелых заряженных частиц через вещество. В рамках какой теории она получена? Какие эффекты взаимодействия частиц учитывает? Для какого диапазона энергий налетающих частиц она ?работает??

Тема 4. Неупругие взаимодействия заряженных частиц с веществом

письменная работа , примерные вопросы:

1. Проанализировать зависимость тормозной способности от глубины проникновения высокоэнергетичного иона в вещество. Что такое ?пик Брэгга?? 2. Полные потери энергии высокоэнергетичных электронов в веществе. Зависимость ионизационных и радиационных тормозных способностей от энергии электронов. 3. Тормозное излучение ? определение, свойства. 4. Дифференциальные сечения тормозного излучения. Проанализировать их зависимость от различных характеристик налетающих частиц и свойств вещества. 5. Потери энергии высокоэнергетичных электронов в веществе. Что такое ?критическая энергия?? 6. Формула Бора для линейной тормозной способности вещества. В рамках какой теории она получена? При каких допущениях? 7. Сечения рассеяния электромагнитных волн на свободных и связанных зарядах. 8. Рассеяние электромагнитных волн на атомах вещества в зависимости от длины волны падающего излучения. Когерентное и некогерентное рассеяние.

Тема 5. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом

коллоквиум , примерные вопросы:

1. Рассеяние электромагнитного излучения на атомах вещества с длиной волны рентгеновского диапазона и короче. 2. Эффект Комптона. Угловое и энергетическое распределение рассеянных фотонов и вторичных электронов. 3. Фотоэффект. Баланс энергии при фотоэффекте. Зависимость сечения фотоэффекта от энергии фотонов. 4. Снятие возбужденного состояния атомов в результате фотоэффекта. 5. Эффект образования электрон-позитронных пар. Баланс энергии при образовании пар. Зависимость сечения образования пар от энергии фотонов. 6. Зависимость полного сечения взаимодействия фотонов с атомами вещества от энергии фотонов. 7. Основные особенности процесса образования пар из гамма-квантов в кулоновском поле заряженных частиц. Зависимость сечения от энергии фотонов. 8. Влияние энергии связи электронов в атомах вещества на рассеяние фотонов. 9. Особенности взаимодействия рентгеновских фотонов и гамма-квантов с веществом. 10. Судьба электронов и позитронов, образовавшихся из гамма-кванта в кулоновском поле заряженной частицы. Образование электромагнитных ливней.

Примерные вопросы к зачету:

Примерные вопросы на зачет.

1. Перечислить виды упругих и неупругих взаимодействий ускоренных электронов с веществом. Зависимость вероятности этих процессов от энергии электронов и от прицельного параметра столкновения.
2. Что такое "ионизация"? Виды ионизации. Что такое "потенциал ионизации"? Чему он равен?
3. Сечение первичной однократной ионизации нейтрального атома заряженной частицей.

4. Формула Томсона для сечения ионизации. В рамках каких теоретических представлений она получена?
5. Объяснить зависимость сечения ионизации атома заряженной частицей (электроном и протоном) от энергии ионизирующей частицы.
6. Что такое "дельта-электроны"? Количество дельта-электронов, которые образуются на единице длины пути одной заряженной частицей.
7. Вероятность какого события при торможении высокоэнергетичного электрона в веществе больше: появление дельта-электрона или появление тормозного фотона с такой же энергией?
8. Формула Бора для линейной тормозной способности вещества. В рамках какой теории она получена? При каких допущениях?
9. Проанализировать зависимость ионизационных потерь энергии заряженной частицы от ее скорости. Какие теории позволяют рассчитать тормозную способность вещества в различных диапазонах энергии бомбардирующих частиц?
10. Формула Бёте-Блоха для массовой тормозной способности при прохождении тяжелых заряженных частиц через вещество. В рамках какой теории она получена? Какие эффекты взаимодействия частиц учитывает? Для какого диапазона энергий налетающих частиц она "работает"?
11. Проанализировать зависимость тормозной способности от глубины проникновения высокоэнергетичного иона в вещество. Что такое "пик Брэгга"?
12. Полные потери энергии высокоэнергетичных электронов в веществе. Зависимость ионизационных и радиационных тормозных способностей от энергии электронов.
13. Тормозное излучение - определение, свойства.
14. Дифференциальные сечения тормозного излучения. Проанализировать их зависимость от различных характеристик налетающих частиц и свойств вещества.
15. Потери энергии высокоэнергетичных электронов в веществе. Что такое "критическая энергия"?
16. Формула Бора для линейной тормозной способности вещества. В рамках какой теории она получена? При каких допущениях?
17. Сечения рассеяния электромагнитных волн на свободных и связанных зарядах.
18. Рассеяние электромагнитных волн на атомах вещества в зависимости от длины волны падающего излучения. Когерентное и некогерентное рассеяние.
19. Рассеяние электромагнитного излучения на атомах вещества с длиной волны рентгеновского диапазона и короче.
20. Эффект Комптона. Угловое и энергетическое распределение рассеянных фотонов и вторичных электронов.
21. Фотоэффект. Баланс энергии при фотоэффекте. Зависимость сечения фотоэффекта от энергии фотонов.
22. Снятие возбужденного состояния атомов в результате фотоэффекта.
23. Эффект образования электрон-позитронных пар. Баланс энергии при образовании пар. Зависимость сечения образования пар от энергии фотонов.
24. Зависимость полного сечения взаимодействия фотонов с атомами вещества от энергии фотонов.
25. Основные особенности процесса образования пар из гамма-квантов в кулоновском поле заряженных частиц. Зависимость сечения от энергии фотонов.
26. Влияние энергии связи электронов в атомах вещества на рассеяние фотонов.
27. Особенности взаимодействия рентгеновских фотонов и гамма-квантов с веществом.
28. Судьба электронов и позитронов, образовавшихся из гамма-кванта в кулоновском поле заряженной частицы. Образование электромагнитных ливней.

7.1. Основная литература:

1. Д.А. Франк-Каменецкий. Лекции по физике плазмы. Изд.-во: "Интеллект". ISBN 978-5-91559-002-0. 2008 г. 280 стр.
2. В.Е. Голант, А.П. Жилинский, И.Е. Сахаров. Основы физики плазмы. Изд.-во: "Лань". ISBN 978-5-8114-1198-6. 2011 г. 448 стр.
3. А.А. Кудрявцев, А.С. Смирнов, Л.Д. Цендин. Физика тлеющего разряда. Изд.-во: "Лань". ISBN 978-5-8114-1037-8. 2010 г. 512 стр.

7.2. Дополнительная литература:

Галиуллин Р.Г. Теория термических автоколебаний/ Р.Г. Галиуллин, И.П. Ревва., Г.Г. Халимов - Издательство Казанского университета, 1982.

7.3. Интернет-ресурсы:

Интернет университет - <http://www.intuit.ru>

НОЦ "Плазма" - plasma.karelia.ru

НПФ "Плазмацентр" - www.plasmacenter.ru

Сайт Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН. - <http://www.itam.nsc.ru/>

Сайт Объединенного института высоких температур. - http://jiht.ru/science/topics/topic3_2.php

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Освоение дисциплины "Взаимодействие плазмы с веществом" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "КнигаФонд", доступ к которой предоставлен студентам. Электронно-библиотечная система "КнигаФонд" реализует легальное хранение, распространение и защиту цифрового контента учебно-методической литературы для вузов с условием обязательного соблюдения авторских и смежных прав. КнигаФонд обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям новых ФГОС ВПО.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 223200.68 "Техническая физика" и магистерской программе не предусмотрено .

Автор(ы):

Файрушин И.И. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Кашапов Н.Ф. _____

"__" _____ 201__ г.