

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



подписано электронно-цифровой подписью

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: Кашапов Н. Ф.

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

Учебно-методическая комиссия Института физики:

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

Регистрационный № 6119414

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) доцент, к.н. Файрушин И.И. Кафедра технической физики и энергетики Отделение физики , II Fajrushin@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)	готовностью и способностью применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для создания инновационных принципов, постановок задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых научноемких технологий
ПК-12 (профессиональные компетенции)	способностью разрабатывать и оптимизировать современные научноемкие технологии в различных областях технической физики с учетом экономических и экологических требований
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью разрабатывать планы и программы организации инновационной деятельности научно-производственного коллектива, осуществлять технико-экономическое обоснование инновационных проектов
ПК-3 (профессиональные компетенции)	готовностью к участию в организации и проведении инновационного образовательного процесса

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 общенациональной 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.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

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

4. должен демонстрировать способность и готовность:

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

4. должен демонстрировать способность и готовность:

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

4. должен демонстрировать способность и готовность:

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 3 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	
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

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Кинематика столкновений
форма контроля (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 Комptonа; 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 лоб-вом 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 , если . Здесь ρ ? 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 сечение: определение и физический смысл. 11. Микроскопическое и макроскопическое сечение: 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 Мольер.

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 заряжен-ной 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 высокогенергетического электрона в веществе больше: появление дельта-электрона или появление тор-мозного 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 высокогенеретического иона в вещество. Что такое ?пик Брэгга?? 2. Полные потери энергии высокогенеретических 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 высокогенеретических 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 Комptonа. 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.

Тема . Итоговая форма контроля

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 заряжен-ной 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 высокоэнергетического электрона в веществе больше: появление дельта-электрона или появление тор-мозного 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 высокоэнергетического иона в вещество. Что такое "пик Брэгга"?
12. Полные потери энергии высокоэнергетических 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 высокоэнергетических 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 Комptonа. 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. Рожанский В.А. Теория плазмы. "Лань" Издательство: ISBN 978-5-8114-1233-4: 2012: 1-е Издание: 320 стр.
<http://e.lanbook.com/view/book/2769/>
2. В.Е. Голант, А.П. Жилинский, И.Е. Сахаров. Основы физики плазмы. Изд.-во: "Лань". 2011. -448 с. <http://e.lanbook.com/view/book/1550/>
3. А.А. Кудрявцев, А.С. Смирнов, Л.Д. Цендин. Физика тлеющего разряда. -Изд.-во: "Лань". 2010 .-512 с. <http://e.lanbook.com/view/book/552/>

7.2. Дополнительная литература:

4. Лепешев, А. А. Плазмохимический синтез нанодисперсных порошков и полимерных нанокомпозитов [Электронный ресурс] / А. А. Лепешев, А. В. Ушаков, И. В. Карпов. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2012. - 328 с. - ISBN 978-5-7638-2502-2
<http://znanium.com/bookread.php?book=442144>
5. Вакуумная ионно-плазменная обработка: Учебное пособие / А.А. Ильин, В.В. Плихунов, Л.М. Петров и др. - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 160 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Современные технологии: Магистратура). (п) ISBN 978-5-98281-366-4, 1000 экз.
<http://znanium.com/bookread.php?book=426490>

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)

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 "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

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.

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.