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:
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 | 1-4 | 4 | 8 | 0 | письменная работа |
| 2. | Тема 2. Сечения взаимодействия | 1 | 5-8 | 4 | 8 | 0 | контрольная работа |
| 3. | Тема 3. Упругие столкновения быстрых заряженных частиц с атомами вещества | 1 | 9-13 | 6 | 8 | 0 | коллоквиум |
| 4. | Тема 4. Неупругие взаимодействия заряженных частиц с веществом | 1 | 14-17 | 6 | 8 | 0 | письменная работа |
| 5. | Тема 5. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом | 1 | 18-19 | 4 | 8 | 0 | коллоквиум |
| . | Тема . Итоговая форма контроля | 1 | | 0 | 0 | 0 | зачет |
| | Итого | | | 24 | 40 | 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 (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.

***практическое занятие (8 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.


ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

**Тема 3. Упругие столкновения быстрых заряженных частиц с атомами вещества**

***лекционное занятие (6 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 веще-стве.

**Тема 4. Неупругие взаимодействия заряженных частиц с веществом**

***лекционное занятие (6 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; радиа-ционная 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 рассеян-ных 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 | 1-4 | подготовка к письменной работе | 8 | письменная работа |
| 2. | Тема 2. Сечения взаимодействия | 1 | 5-8 | подготовка к контрольной работе | 6 | контрольная работа |
| 3. | Тема 3. Упругие столкновения быстрых заряженных частиц с атомами вещества | 1 | 9-13 | подготовка к коллоквиуму | 10 | коллоквиум |
| 4. | Тема 4. Неупругие взаимодействия заряженных частиц с веществом | 1 | 14-17 | подготовка к письменной работе | 10 | письменная работа |
| 5. | Тема 5. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом | 1 | 18-19 | подготовка к коллоквиуму | 10 | коллоквиум |


ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

| N | Раздел Дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Итого | | | | 44 | |

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Демонострация 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 лобо-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 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 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 иониза-ции?? 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 высокоэнергетичного элек-трона 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 высокоэнегетичного 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:


ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

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.

**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 иониза-ции"? 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 высокоэнергетичного элек-трона 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 высокоэнегетичного 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.


ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

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 оборудованием 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" .

Автор(ы):
Файрушин И.И. _____
"__" _____ 201 __ г.

Рецензент(ы):
Кашапов Н.Ф. _____
"__" _____ 201 __ г.