|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ | | | | | |
| Федеральное государственное автономное образовательное учреждение | | | | | |
| высшего профессионального образования | | | | | |
| «Московский физико-технический институт (государственный университет)» | | | | | |
| МФТИ | | | | | |
| «УТВЕРЖДАЮ»  Проректор по учебной и методической работе  Зубцов Д.А.  « »\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20 г. | | | | | |
| Рабочая программа дисциплины (модуля) | | | | | |
| по дисциплине: | | Физика плазмы, УТС и плазменные установки | |  |  |
| по направлению: | | 010900 Прикладные математика и физика (магистратура) | |  |  |
| профиль подготовки/ магистерская программа: | | 010970 Квантовая оптика и лазерная физика | | | |
| профиль подготовки/ магистерская программа: | |  | | | |
| факультет: | | проблем физики и энергетики | |  |  |
| кафедра: | | **Лазерные системы и структурированные материалы** | |  |  |
| курс: | | 1 | |  |  |
| квалификация: | | магистр | |  |  |
|  | | | | | |
| ~~Семестр, формы промежуточной аттестации:~~ | | | | | |
|  | | | | | |
| ~~Аудиторных часов: всего, в том числе:~~ | | | |  |  |
|  | ~~лекции: 34 час.~~ | | |  |  |
|  | ~~практические (семинарские) занятия: 34 час.~~ | | |  |  |
|  | ~~лабораторные занятия: 0 час.~~ | | |  |  |
| ~~Самостоятельная работа: 25 час., в том числе:~~ | | | |  |  |
|  | ~~задания, курсовые работы: 21 час.~~ | | |  |  |
| ~~Подготовка к экзамену: 30 час.~~ | | | |  |  |
| ~~Всего часов: 114, всего зач. ед.: 4~~ | | | |  |  |
|  | | | | | |
| Программу составил: | | Скворцова Н.Н., кандидат физико-математических наук, доцент | |  |  |
|  | | | | | |
| Программа обсуждена на заседании кафедры | | | |  |  |
|  | | | | | |
| 9 октября 2014 г. | | | |  |  |
|  | | | | | |
| СОГЛАСОВАНО: | | | |  |  |
|  | | | | | |
| Заведующий кафедрой | | | Щербаков И.А. | | |
|  | | | | | |
| Декан факультета проблем физики и энергетики  факультета радиотехники и кибернетики | | | | Леонов А.Г. | |
|  | | | | | |
| Начальник учебного управления | | | | Гарайшина И.Р. | |

**1. Цели и задачи**

Цель дисциплины

Цель курса - освоение студентами фундаментальных знаний в области физики плазмы, плазменных установок и УТС, овладение методами и возможными подходами к проблеме УТС, а также пониманием способов их практического применения.

Задачи дисциплины

* формирование базовых знаний в области физики плазмы и УТС как дисциплины, интегрирующей общефизическую и общетеоретическую подготовку физиков и обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
* обучение студентов основным принципам и подходам области физики плазмы иУТС, освоение основных теоретических методов, применимых в этой области физики;
* формирование правильных теоретических подходов к выполнению исследований студентами в области физики плазмы в рамках выпускных работ на степень магистра.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы бакалавриата (магистратуры)

Дисциплина ***«***Физика плазмы, УТС и плазменные установки» включает в себя разделы, которые могут быть отнесены к вариативным части цикла \_\_М.2\_\_ (шифр цикла).

Дисциплина ***«***Физика плазмы, УТС и плазменные установки»базируется на материалах курсов бакалавриата: базовая и вариативная часть кода УЦ ООП Б.2**(**математическийестественнонаучный блок) по дисциплинам«Высшая математика» (математический анализ, высшая алгебра, дифференциальные уравнения и методы математической физики), блока «Общая физика» и региональной составляющей этого блока и относится к профессиональному циклу***.***

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций бакалавра/магистра:

(Примечание деканата: Компетенции преподаватель выбирает из списка в файле V\_компетенции.doc)

* способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5);
* способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОК-6);
* способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);способностью применять теорию и методы математики для построения качественных и количественных моделей объектов и процессов в естественнонаучной сфере деятельности (ОПК-2);
* способностью понимать ключевые аспекты и концепции в области их специализации (ОПК-3);
* способностью применять полученные знания для анализа систем, процессов и методов (ОПК-4);
* способностью логически точно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь, формулировать свою точку зрения, владением навыками ведения научной и общекультурной дискуссий (ОПК-5);
* способностью представлять результаты собственной деятельности с использованием современных средств, ориентируясь на потребности аудитории, в том числе в форме отчетов, презентаций, докладов (ОПК-6).
* **научно-исследовательская деятельность:**
* способностью планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования (ПК-1);
* способностью анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заключения) (ПК-2);
* способностью выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области (ПК-3);
* способностью критически оценивать применимость применяемых методик и методов (ПК-4);

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

* место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
* современные проблемы физики и математики;
* теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике плазмы и ее приложениях;
* постановку проблем моделирования физических процессов, протекающих в плазме;
* о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.

уметь:

* эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
* представлять панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
* работать на современном экспериментальном оборудовании;
* абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
* планировать оптимальное проведение эксперимента.

владеть:

* планированием, постановкой и обработкой результатов физического эксперимента;
* научной картиной мира;
* навыками самостоятельной работы в лаборатории на современном научном уровне;
* математическим моделированием физических задач.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Тема (раздел) дисциплины | Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу | | | | |
| Лекции | Практич. (семинар.) задания | Лаборат. работы | Задания, курсовые работы, шт.  (не более 2-х) | Самост. работа |
|
| 1 | Основные характеристики плазмы. | 20 |  |  |  |  |
| 2 | Установки для УТС | 8 |  |  |  |  |
| 3 | Плазменные установки | 4 |  |  |  |  |
| Итого часов | | 32 |  |  |  |  |
| Общая трудоёмкость | | 32 час., 1 зач.ед. | | | | |

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 2 (Весенний)

1. **Плазма и ее основные характеристики**

Введение. Ирвинг Ленгмюр. Термин «плазма» (генезис плазмы, или история одного слова). Наблюдение плазмы до начала XX века. Плазменные установки вокруг человека в XXI веке. Система единиц, которая используется в физике плазмы. Ионизированные газы и плазма. Квазинейтральность плазмы. Плазменное приближение. Параметры плазмы в различных условиях. Классическая и вырожденная плазма. Идеальная и неидеальная плазма. Число частиц в дебаевской сфере, влияние этого параметра на свойства плазмы. Сравнение свойств плазмы газа, твердого тела. *Характерные параметры лабораторной и космической плазмы. Справочник “NRL Plasma Formulary”.Устройство наиболее распространенного плазменного прибора – люминесцентной лампы.*

Элементарные процессы в плазме. Равновесие. Ионизация и рекомбинация, основные процессы. Виды равновесия. Степень ионизации. Зависимость ионизации от параметров плазмы, от потенциала плазмы. Термодинамическое равновесие. Функции распределения заряженных частиц. Кинетическое уравнение для функций распределения. Столкновительный интеграл. Распределение Максвела-Больцмана. Формула Саха. Формирование плазмы при нагреве газа. Причины отклонения от равновесия в реальных условиях. Столкновительный интеграл. Релаксация импульса и энергии в плазме. Распределение скоростей электронов в электрическом поле. Изотропная и направленная составляющие функции распределения. Функция распределения Дрювестейна, убегающие электроны. Влияние различных столкновений на функцию распределения. Сравнение времени релаксации электронной компоненты, ионной компоненты и времени выравнивания температур.

Тормозное, рекомбинационное. Линейчатый спектр. Использование NISTовских таблиц для расшифровки спектров. Отношение линий. Уширение Штарковское, Доплеровское. Молекулярные спектры в низкотемпературной плазме. Циклотронное излучение. *Диагностика ЭЦИ для определения профиля температуры электронов на стеллараторе Л-2М.* Движение заряженных частиц в высокочастотном поле. Высокочастотная проводимость плазмы. Эффективная электрическая проницаемость. Распространение электромагнитных волн в плазме при отсутствии магнитного поля. Распространение поперечных волн. Продольные волны. Пространственная дисперсия. Электронные и ионные ветви. Затухание Ландау. Генерация волн при взаимодействии пучков заряженных частиц с плазмой. Влияние магнитного поля на распространение волн в плазме. Продольное распространение волн. Электронный и ионный циклотронный резонансы. Альвеновские волны. Поперечное распространение волн. Резонансы на гибридных частотах. Магнитозвуковые волны. Распространение волн в неоднородной плазме. *Гиротроны - приборы для нагрева плазмы при электронно-циклотронном резонансном поглощении.* Перенос заряженных частиц. Коэффициенты подвижности, диффузии, термодиффузии. Амбиполярная диффузия. Перенос энергии. Теплопроводность заряженных частиц. Уравнения диффузии и теплопроводности. Граничные условия. Баланс частиц и энергии в стационарной плазме. Основные параметры стационарной токовой плазмы. Распад плазмы. Уравнения распада. Влияние процессов диффузии и рекомбинации на распад. Направленное движение и баланс энергий в сильноионизованной и полностью ионизованной плазме. Переход электронов в режим ускорения (“убегания”) в полностью ионизованной плазме. Ограничения убегания электронов. *Турбулентный перенос в краевой плазме – трехэлектродный зонд и негауссовская статистика турбулентности в плазме*. Движение частиц в однородном магнитном поле. Дрейфовое приближение. Дрейф под действием поперечной силы. Инерциальный дрейф. Дрейф в неоднородном и непостоянном магнитном поле. Адиабатический инвариант. Тороидальный дрейф. Удержание заряженных частиц в открытых магнитных ловушках. Движение заряженных частиц в замкнутых ловушках. Поляризация плазмы в электрическом поле. Движение плазмы поперек магнитного поля. Поперечное направленное движение заряженных частиц бесстолкновительной плазмы. Дрейф, связанный с градиентами концентрации и температуры. Диамагнитный эффект. *Диамагнитная диагностика измерение энергосодержания плазмы.* Магнитная гидродинамика и кинетический подход. Магнитогидродинамическое описание плазмы. Уравнения магнитной гидродинамики. Обобщенный закон Ома. “Вмороженность” магнитного поля в идеальной плазме. Диффузия магнитного поля и скин-эффект в плазме. Магнитогидродинамическое описание удержания плазмы в магнитном поле. Плоская граница плазмы. Равновесие и z- пинчей. Равновесие в токамаке.

1. **Установки для УТС**

DD, DT…. Неуправляемые и управляемые термоядерные реакции. Идея магнитного удержания Сахарова и Тамма. Альтернативные идеи УТС. Прямые ловушки. Пинчи. Лазерный и инерционный термоядерный синтез.

*Оценка экономических затрат по доставке гелия-3 с Луны.* Поперечное направленное движение в слабоионизованной плазме. Поперечный перенос энергии. Механизмы поперечной диффузии, подвижности и теплопроводности в сильном магнитном поле. Амбиполярная диффузия. Уравнение диффузии в магнитном поле и граничные условия. Стационарная плазма и распад плазмы в магнитном поле. Эффект короткого замыкания. Поперечное направленное движение и перенос тепла в сильноионизованной плазме. Поперечный перенос в тороидальных магнитных ловушках. Токамакп и стеллараторы. Структура магнитного поля. Температура и плотность плазмы. Флуктуации. Аномальный перенос. ITER.  *Стелларатор Л-2М.* Электронно-циклотронный нагрев плазмы. Гиротроны – мазеры на электронно-циклотронном резонансе. Комплекс электронно-циклотронного нагрева на ITER. *Комплекс МИГ-3 стелларатора Л-2М.* Лазерный и инерционный термоядерный синтез.

1. **Плазменные установки**

Магнитосфера земли. Процессы на солнце. Лабораторные исследования перезамыкания магнитных линий на лабораторной установке «токовый слой». Плазменные двигатели. Синтез материалов в разрядах разного типа: тлеющих, искровых, дуговых и др. Использование разряда гиротрона для синтеза частиц веществ микро- и наноразмеров. Плазменные двигатели Перенос заряженных частиц. Коэффициенты подвижности, диффузии, термодиффузии. Амбиполярная диффузия. Перенос энергии. Теплопроводность заряженных частиц. Уравнения диффузии и теплопроводности. Граничные условия. Баланс частиц и энергии в стационарной плазме. Основные параметры стационарной токовой плазмы. Распад плазмы. Уравнения распада. Влияние процессов диффузии и рекомбинации на распад. Направленное движение и баланс энергий в сильноионизованной и полностью ионизованной плазме. Переход электронов в режим ускорения (“убегания”) в полностью ионизованной плазме. Ограничения убегания электронов. *Турбулентный перенос в краевой плазме – трехэлектродный зонд и негауссовская статистика турбулентности в плазме*.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория, оснащенная мультимедиапроектором и экраном.

* 1. **Необходимое программное обеспечение**
  2. **Обеспечение самостоятельной работы - базы данных по журналам** Physica Status Solidi b, Physical Review, ,J of Apply Physics.

6. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

**Основная литература.**

1. Д.А. Франк-Каменецкий. Лекции по физике плазмы. М.: Атомиздат. 1968.
2. И.А. Котельников. Г.В. Ступаков. Лекции по физике плазмы. Учебное пособие. Новосибирск. 1992.
3. Ж.А. Биттенкорт. Основы физики плазмы. Москва. ФИЗМАТЛИТ. 2009.
4. Alexander Piel. Plasma Physics. An Introduction to Laboratory,Space and Fusion Plasmas. 2010.
5. Л.А.Арцимович, Р.З.Сагдеев, Физика плазмы для физиков, М.,Атомиздат, 1979.
6. Чен Ф., Введение в физику плазмы, М.,Мир, 1987.
7. А.Ф.Александров, Л.С.Богданкевич, А.А.Рухадзе "Основы электродинамики плазмы" 2-е издание. "Высшая школа" Москва 1988

**Дополнительная литература.**

1. Константин Чукбар. Лекции по явлениям переноса в плазме. Учебное пособие. МФТИ. 2008г.
2. Кингсеп А.С. Введение в нелинейную физику плазмы. МФТИ. Учеб. пособие для вузов. 2008г.
3. Б.В.Кадомцев, Коллективные явления в плазме, М., Наука, 1988.
4. В.Е.Голант, А.П.Жилинский, И.Е.Сахаров, Волны в изотропной плазме, Волны в анизотропной плазме (учебные пособия), ЛПИ, 1977.
5. Райзер Ю. П. Физика газового разряда. М., Наука 1992.
6. Чирков А.Ю. Альтернативные системы термоядерного синтеза. М.: Издательство Книга и бизнес, 2012.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. NIST Atomic Spectra Database. <http://www.nist.gov/pml/data/asd.cfm>
2. [www.iter.org](http://www.iter.org)
3. доступные через Internet научные и научно-технические журналы: <http://scitation.aip.org/>, http://www.sciencemag.org/ электронные конспекты лекций, учебные пособия и сборники задач, разработанные для данного курса.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

На лекционных занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций. Для контроля и коррекции знаний обучающиеся могут использовать компьютерное тестирование, в том числе на портале [www.i-exam.ru](http://www.i-exam.ru). В процессе самостоятельной работы обучающихся возможно использование таких программных средств, как Mathcad, Scilab и др.

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Студент, изучающий курс ***«***Физика плазмы, УТС и плазменные установки», должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом физики плазмы, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике. Поскольку в ходе лекций для иллюстрации общих принципов проводится обсуждение современных актуальных проблем физики плазмы, которые не в полной мере отражены в существующих учебниках, посещение лекций является абсолютно необходимым для успешного усвоения изучаемого материала.

Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента. Самостоятельная работа включает в себя:

– чтение и конспектирование рекомендованной литературы,

– проработку учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе), подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения, доказательство отдельных утверждений, свойств;

– решение задач, предлагаемых студентам на лекциях и практических занятиях,

– подготовку к экзамену.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций.

11. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по итогам обучения

**П1. Перечень типовых контрольных заданий, используемых для оценки знаний, умений, навыков**

Промежуточная аттестация по дисциплине ***«***Физика плазмы, УТС и плазменные установки»осуществляется в форме экзамена. Экзамен проводится в устной форме.

**Перечень контрольных вопросов для сдачи экзамена в 2-ом семестре;**

1. Определение плазмы. Генезис слова «плазма».

2. Критерии для определения плазмы: квазинейтральность, дебаевское экранирование, плазменная частота.

3. Радиус дебаевского экранирования.

4. Движение заряженной частицы в постоянных и однородных электромагнитных полях.

5. Движение заряженной частицы в переменных электромагнитных полях.

6. Элементы кинетической теории плазмы и функция распределения.

7. Средняя скорость и концентрация частиц.

8. Состояние равновесия и функция распределения Максвелла–Больцмана.

9. Явления переноса в плазме.

10. Проводимость и диффузия в плазме.

11. Электропроводность плазмы.

12. Теплопроводность плазмы и механизмы теплопроводности.

13. Взаимодействие частиц и столкновения в плазме.

14. Электронные колебания и основные типы волн в плазме.

15. Распространение электромагнитного излучения в плазме.

16. Диэлектрическая проницаемость плазмы.

17. Показатель преломления плазмы и критическая частота.

18. Поглощение электромагнитного излучения в плазме, обратное тормозное поглощение и другие механизмы поглощения.

19. Термоядерный синтез и основные термоядерные реакции.

20. Выделение энергии при термоядерных реакциях и критерий Лоусона.

21. Удержание плазмы магнитным полем, термоядерный синтез при магнитном удержании плазмы, токамаки и стеллараторы.

22. Лазерный термоядерный синтез. и модификация критерия Лоусона для ЛТС.

26. Иерархия плазменных моделей.

27. Одножидкостная и двухжидкостная магнитогидродинамика.

28. Уравнение Власова.

Экзаменационные билеты

Билет №1

1. Система единиц, которая используется в физике плазмы. Ионизированные газы и плазма. Квазинейтральность плазмы. Плазменное приближение. Параметры плазмы в различных условиях.
2. Турбулентный перенос в краевой плазме – трехэлектродный зонд и негауссовская статистика турбулентности в плазме.
3. Неуправляемые и управляемые термоядерные реакции.

Билет №2

1. Классическая и вырожденная плазма. Идеальная и неидеальная плазма. Число частиц в дебаевской сфере, влияние этого параметра на свойства плазмы.
2. Распад плазмы. Уравнения распада. Влияние процессов диффузии и рекомбинации на распад.
3. Идея магнитного удержания Сахарова и Тамма. Альтернативные идеи УТС.

Билет №3

1. Равновесие. Ионизация и рекомбинация, основные процессы. Виды равновесия. Степень ионизации. Зависимость ионизации от параметров плазмы, от потенциала плазмы. Термодинамическое равновесие.
2. Магнитная гидродинамика и кинетический подход. Магнитогидродинамическое описание плазмы. Уравнения магнитной гидродинамики.
3. Прямые ловушки. Пинчи. Лазерный и инерционный термоядерный синтез.

Билет №4

1. Функции распределения заряженных частиц. Кинетическое уравнение для функций распределения. Столкновительный интеграл.
2. Функции распределения заряженных частиц. Кинетическое уравнение для функций распределения. Столкновительный интеграл.
3. Токамаки и стеллараторы. Структура магнитного поля. Температура и плотность плазмы. Флуктуации. Аномальный перенос. ITER.

Билет №5

1. Релаксация импульса и энергии в плазме. Распределение скоростей электронов в электрическом поле. Изотропная и направленная составляющие функции распределения.
2. Движение частиц в однородном магнитном поле. Дрейфовое приближение. Дрейф под действием поперечной силы. Инерциальный дрейф. Дрейф в неоднородном и непостоянном магнитном поле.
3. Поперечное направленное движение и перенос тепла в сильноионизованной плазме. Поперечный перенос в тороидальных магнитных ловушках.

Билет №6

1. Функция распределения Дрювестейна, убегающие электроны. Влияние различных столкновений на функцию распределения.
2. Обобщенный закон Ома. “Вмороженность” магнитного поля в идеальной плазме. Диффузия магнитного поля и скин-эффект в плазме.
3. Стелларатор Л-2М.

Билет №7

1. Молекулярные спектры в низкотемпературной плазме. Циклотронное излучение.
2. Тороидальный дрейф. Удержание заряженных частиц в открытых магнитных ловушках. Движение заряженных частиц в замкнутых ловушках.
3. Лазерный и инерционный термоядерный синтез.

Билет №8

1. Влияние процессов диффузии и рекомбинации на распад. Направленное движение и баланс энергий в сильноионизованной и полностью ионизованной плазме.
2. Механизмы поперечной диффузии, подвижности и теплопроводности в сильном магнитном поле. Амбиполярная диффузия. Уравнение диффузии в магнитном поле и граничные условия.
3. Электронно-циклотронный нагрев плазмы. Гиротроны – мазеры на электронно-циклотронном резонансе.

Билет №9

1. Движение заряженных частиц в высокочастотном поле. Высокочастотная проводимость плазмы. Эффективная электрическая проницаемость.
2. Поляризация плазмы в электрическом поле. Движение плазмы поперек магнитного поля. Поперечное направленное движение заряженных частиц бесстолкновительной плазмы.
3. Использование разряда гиротрона для синтеза частиц веществ микро- и наноразмеров.

Билет №10

1. Распространение поперечных волн. Продольные волны. Пространственная дисперсия. Электронные и ионные ветви. Затухание Ландау.
2. Поперечное направленное движение заряженных частиц бесстолкновительной плазмы. Дрейф, связанный с градиентами концентрации и температуры. Диамагнитный эффект.
3. Лабораторные исследования перезамыкания магнитных линий на лабораторной установке «токовый слой».

**П2. Критерии оценивания**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Оценка | Баллы | Критерии |
| отлично | 10 | Получены ответы на три вопроса в экзаменационном билете, нет замечаний. |
| 9 | Получены ответы на три вопроса в экзаменационном билете, есть отдельные замечания. |
| 8 | Получены ответы на три вопроса в экзаменационном билете, есть существенные замечания и (или) ошибки в вычислениях. |
| хорошо | 7 | Получены ответы на два вопроса в экзаменационном билете, нет замечаний |
| 6 | Получены ответы на два вопроса в экзаменационном билете, есть отдельные замечания |
| 5 | Получены ответы на два вопроса в экзаменационном билете, есть существенные замечания и (или) ошибки в вычислениях. |
| удовлетворительно | 4 | Получен ответ на один вопрос в экзаменационном билете, нет замечаний |
| 3 | Получен ответ на один вопрос в экзаменационном билете, есть замечания |
| неудовлетворительно | 2 | Правильные ответы на вопросы экзаменационного билета отсутствуют. |
| 1 | Правильные ответы на вопросы экзаменационного билета отсутствуют, студент не может объяснить смысл заданных вопросов. |

**Примечание:**

*оценка «отлично (10)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений;*

*оценка «хорошо (7)» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;*

*оценка «удовлетворительно (4)» выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;*

*оценка «неудовлетворительно (2)» выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.*

**П3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Для курса ***«***Физика плазмы, УТС и плазменные установки» принята следующая процедура оценивания знаний.

При проведении устного экзамена обучающемуся предоставляется 1 астрономический час на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном экзамене не должен превышать одного астрономического часа.

Во время проведения экзамена обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также справочной литературой, конспектом лекций и персональными компьютерами.