МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Ректор
_____Рулевский В.М.
«29» _____06_____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ВАКУУМНАЯ И ПЛАЗМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Уровень образования: **высшее образование - программа подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре**
Научная специальность: **2.2.1 Вакуумная и плазменная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **Кафедра физики (Физики)**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2022 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	36	36	часов
Самостоятельная работа	54	54	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет	5

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Рулевский В.М.
Должность: Ректор
Дата подписания: 29.06.2022
Уникальный программный ключ:
02f96bc9-eb01-47c2-80dc-d14e3ac71ccf

Томск

Согласована на портале № 79235

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Приобретение знаний в области вакуумной и плазменной электроники, включая вопросы электрической изоляции и разряда в вакууме, эмиссионной электроники, физики газового разряда и низкотемпературной плазмы.

1.2. Задачи дисциплины

1. формирование у аспирантов системы знаний о физических процессах, определяющих и обеспечивающих функционирование устройств вакуумной и плазменной электроники.
2. формирование у аспирантов системы знаний о физических процессах, определяющих и обеспечивающих функционирование устройств вакуумной и плазменной электроники.
3. формирование способности строить простейшие физические и математические модели вакуумных и плазменных приборов.
4. применение эффективных методы и подходов, материальной и элементной базы для конструирования электронно-вакуумных и газоразрядных приборов и устройств.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: 2. Образовательный компонент.
Часть блока дисциплин: Дисциплины (модули).
Модуль дисциплин: Дисциплины (модули), в том числе направленные на сдачу КЭ.
Индекс дисциплины: 2.1.1.4.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.
Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 3.1.
Таблица 3.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		5 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	54	54
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	36	36
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	54	54
Подготовка к зачету	32	32
Подготовка к тестированию	22	22
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Общая трудоемкость (в з.е.)	3	3

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 4.1.
Таблица 4.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)
5 семестр				

Согласована на портале № 79235

1 Физические основы вакуумной электроники	12	20	28	60
2 Физика газового разряда и низкотемпературной плазмы	6	16	26	48
Итого за семестр	18	36	54	108
Итого	18	36	54	108

4.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 4.2.
Таблица 4.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч
5 семестр		
1 Физические основы вакуумной электроники	Введение. Исторический экскурс в развитие вакуумного разряда и вакуумной изоляции как научного направления. Основные виды эмиссии электронов из конденсированного вещества. Термоэлектронная эмиссия. Фотоэлектронная эмиссия. Вторичная эмиссия. Автоэлек-тронная эмиссия.	12
	Итого	12
2 Физика газового разряда и низкотемпературной плазмы	Пробой в вакууме. Вакуумный разряд. Элементарные и кинетические процессы в плазме газового разряда. Стационарные и импульсные разряды в газах. Физика низкотемпературной плазмы. Общие свойства низкотемпературной плазмы. Эмиссионные свойства плазмы. Практическое применение вакуумного разряда.	6
	Итого	6
	Итого за семестр	18
	Итого	18

4.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 4.3.
Таблица 4.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч
5 семестр		
1 Физические основы вакуумной электроники	Эмиссия электронов из твердого тела	2
	Термоэлектронная эмиссия	2
	Фотоэлектронная эмиссия	2
	Вторичная эмиссия	2
	Автоэлектронная эмиссия	2
	Пробой в вакууме	2
	Вакуумный разряд	2
	Вакуумная дуга	2
	Практическое применение вакуумного разряда	2
	Сечение упругих взаимодействий	2
	Итого	20

Согласована на портале № 79235

2 Физика газового разряда и низкотемпературной плазмы	Элементарные процессы. Закон сохранения энергии	2
	Направленное движение электронов и ионов в газе под действием электрического поля	2
	Элементарные процессы, вызывающие ионизацию и возбуждение	2
	Виды процессов рекомбинации электрона и иона	2
	Условие развития самостоятельного разряда	2
	Физика низкотемпературной плазмы	2
	Общие свойства низкотемпературной плазмы	2
	Эмиссионные свойства плазмы	2
	Итого	16
Итого за семестр		36
Итого		36

4.4 Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы и трудоемкость представлены в таблице 4.4

Таблица 4.4 – Виды самостоятельной работы и трудоемкость

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формы контроля
5 семестр			
1 Физические основы вакуумной электроники	Подготовка к зачету	16	Зачёт
	Подготовка к тестированию	12	Тестирование
	Итого	28	
2 Физика газового разряда и низкотемпературной плазмы	Подготовка к зачету	16	Зачёт
	Подготовка к тестированию	10	Тестирование
	Итого	26	
Итого за семестр		54	
Итого		54	

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Основная литература

1. Вакуумная и плазменная электроника: Учебное пособие / А. С. Климов, А. А. Зенин, Е. М. Окс, А. В. Казаков - 2020. 203 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9520.

5.2. Дополнительная литература

1. Форвакуумные плазменные источники электронов [Электронный ресурс] : монография / В. А. Бурдовицин [и др.] ; рец.: Н. В. Гаврилов, Н. Н. Коваль ; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск : Издательство Томского университета, 2014. - 287 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://storage.tusur.ru/files/115738/Forvakuumnye_plazmennye_istochniki_ehlektronov.pdf.

5.3. Учебно-методические пособия

5.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Физические основы вакуумной и плазменной электроники: Учебно-методическое пособие / Ю. Г. Юшков, Ю. А. Бурачевский, А. С. Климов, А. В. Медовник, Е. М. Окс - 2019. 188 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9025.

5.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Согласована на портале № 79235

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

5.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

6. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

6.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

6.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 228 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

6.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

Согласована на портале № 79235

6.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

7. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

7.1. Содержание оценочных материалов для промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения дисциплины используются оценочные материалы, представленные в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Физические основы вакуумной электроники	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Физика газового разряда и низкотемпературной плазмы	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Шкала комплексной оценки освоения дисциплины приведена в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Шкала комплексной оценки освоения дисциплины

Оценка	Формулировка требований к степени освоения дисциплины
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.

Согласована на портале № 79235

5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

7.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Длина свободного пробега электронов по сравнению с ионами в условиях среднего вакуума:
   а) больше
   б) меньше
   в) одинакова
2. При движении в электрическом поле в условиях высокого вакуума:
   а) энергия электронов больше, чем ионов
   б) энергия ионов больше, чем электронов
   в) энергия электронов равна энергии ионов.
3. При увеличении напряжения накала катода величина тока термоэлектронной эмиссии:
   а)увеличится
   б)уменьшится
   в)не изменится
4. Автоэлектронная эмиссия – это испускание твердым телом электронов под действием:
   а)падающих на поверхность электронов
   б)высокой температуры твердого тела
   в)электрического поля
5. Причина, по которой уменьшается высота барьера на границе металл – вакуум:
   а)высокая температура
   б)сильное электрическое поле
   в)воздействие излучения
6. При каком механизме эмиссии не повышается энергия электронов в твердом теле:
   а)термоэлектронная
   б)автоэлектронная
   в)фотоэлектронная
7. В однородном магнитном поле ионы и электроны, влетевшие перпендикулярно силовым линиям магнитного поля движутся по окружности:
   а)в одну сторону с одинаковым радиусом
   б)в разные стороны с одинаковым радиусом
   в)в разные стороны с разными радиусами
8. В однородном магнитном и электрическом поле, силовые линии которых взаимно перпендикулярны, ионы и электроны дрейфуют:
   а)в одном направлении с одинаковой скоростью
   б)в разных направлениях с одинаковой скоростью
   в)в разных направлениях с разными скоростями
9. Иммерсионная линза отличается от одиночной линзы тем, что она:
   а)всегда собирающая
   б)изменяет энергию пучка электронов
   в)имеет большое фокусное расстояние
10. При увеличении энергии электронов фокусное расстояние магнитной линзы:
    а)увеличивается
    б)уменьшается
    в)не зависит от энергии.
11. Масс-спектрометры имеют большой линейный размер для того, чтобы увеличить:
    а)порог чувствительности
    б)разрешающую способность
    в)количество столкновений за время пролета
12. Эффективность ионизации нейтральных атомов ионным пучком по сравнению с

Согласована на портале № 79235

электронным:
а)выше
б)ниже
в)одинакова

13. К неупругим столкновениям второго рода относится:
а)рекомбинация
б)диссоциация
в)возбуждение вращательных уровней
14. Для дугового разряда характерно (по сравнению с тлеющим):
а)высокое давление, малый ток, низкое напряжение
б)низкое давление, малый ток, высокое напряжение
в)высокое давление, высокий ток, низкое напряжение
15. Изотермическая плазма наблюдается:
а)в тлеющем разряде
б)в дуговом разряде
в) в таунсендовском разряде
16. Механизм образования заряженных частиц в тлеющем разряде:
а) термоэмиссия
б) термоионизация
в) ударная ионизацияв

7.1.2. Перечень вопросов для зачета

Раздел 1. Физические основы вакуумной электроники

1. Энергетическая диаграмма на границе твердое тело – вакуум. Уровень Ферми и работа выхода электронов из металла, собственного полупроводника, донорного полупроводника, акцепторного полупроводника.
2. Условие выхода электрона из твердого тела в вакуум. Способы передачи связанному электрону необходимой для эмиссии энергии и виды эмиссии, соответствующие этим способам. Особенности эмиссии при наличии потенциального барьера конечной ширины.
3. Термоэлектронная эмиссия в вакуум из металлов. Формула Ричардсона-Дэшмана.
4. Ток насыщения термокатода. Вольтамперные характеристики вакуумного термоэмиссионного диода.
5. Эффект Шоттки. Влияние электрического поля на термоэлектронную эмиссию.
6. Влияние электрического поля на фотоэлектронную эмиссию.
7. Внешний и внутренний фотоэффект. Фотоэлектронная эмиссия. Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна. Пороговая длина волны (красная граница). Влияние температуры и электрического поля на фотоэлектронную эмиссию.
8. Вторичная электрон–электронная эмиссия (ВЭЭ). Схема экспериментальной установки для исследования ВЭЭ. Функция распределения электронов по энергиям. Истинно вторичные, рассеянные (неупруго отраженные) и упруго отраженные электроны. Характеристические потери упруго отраженных электронов и электроны, эмитированные по механизму Оже.
9. Потенциальная вторичная ионно-электронная эмиссия. Потенциальная энергия на поверхности твердого тела при непосредственной близости иона. Оже–нейтрализация иона. Условие эмиссии электрона при нейтрализации иона.
10. Кинетическая вторичная ионно-электронная эмиссия. Ионно-ионная эмиссия. Катодное распыление. Доля ионов в распыленном материале (уравнение Саха для поверхностной ионизации).
11. Автоэлектронная эмиссия. Формула Фаулера-Нордгейма.
12. Определение параметров автоэлектронных катодов из экспериментальных данных; метод прямых Фаулера-Нордгейма; количественные оценки.
13. Влияние температуры на автоэлектронную эмиссию. Эффект Ноттингама. Температура инверсии.
14. Эмиссия электронов и ионов из плазмы.
15. Вакуумный пробой. Критерий начала пробоя. Катодные и анодные механизмы инициирования пробоя, условия их реализации.
16. Зависимость времени запаздывания пробоя от плотности тока в эмиссионном центре и от

Согласована на портале № 79235

напряженности электрического поля на катоде при катодном механизме инициирования пробоя.
17. Плазмообразование в вакуумном промежутке. Взрывная электронная эмиссия. Катодное пятно. Эмиссионные процессы в катодном пятне.

Раздел 2. Физика газового разряда и низкотемпературной плазмы

1. Понятие сечений и констант элементарных процессов.
2. Закон сохранения энергии при элементарных процессах. Принцип детального равновесия.
3. Упругие соударения электронов с атомами.
4. Упругие соударения электронов с ионами.
5. Дрейфовое движение электронов в низкотемпературной плазме газового разряда.
6. Диффузионное движение электронов в низкотемпературной плазме газового разряда (Однополярная диффузия).
7. Диффузионное движение электронов в низкотемпературной плазме газового разряда (амбиполярная диффузия).
8. Виды процессов ионизации и возбуждения.
9. Константы скорости ионизации и возбуждения.
10. Каналы гибели возбужденных частиц в плазме. Удары второго рода.
11. Виды процессов рекомбинации электрона и иона.
12. Несамостоятельный ток при малой концентрации заряженных частиц в газе.
13. Несамостоятельный ток с ионизационным усилением. Вольтамперная характеристика разряда.
14. Коэффициент ударной ионизации и его зависимость от напряженности поля и давления газа.
15. Условие развития самостоятельного разряда. Закон Пашена для пробивных напряжений.
16. Вольтамперная характеристика разряда в газе в общем виде и место различных видов разрядов на вольтамперной характеристике.
17. Импульсный пробой в газе. Время запаздывания при импульсном пробое.
18. Методы наблюдения одиночной лавины.
19. Таунсендовский механизм пробоя.
20. Стримерный механизм пробоя.
21. Пробой сильно перенапряженных промежутков.
22. Импульсные объемные разряды.
23. Механизм перехода от объемного разряда к искровому.
24. Определение дебаевского радиуса, плазменной частоты, плазменного параметра, условий существования плазмы.
25. Виды плазмы, физические принципы классификации.
26. Упругие столкновения в плазме (транспортное сечение), время установления равновесных состояний.
27. Движение заряженных частиц в однородном электрическом и в однородном магнитном поле, неоднородном магнитном поле. Градиентный и центробежный дрейф.
28. Адиабатические инварианты движения заряженных частиц в медленно изменяющемся магнитном поле.
29. Процессы переноса в плазме. Проводимость, теплопроводность, диффузия амбиполярная, диффузия Бомовская.
30. Волны в холодной плазме без магнитного поля. Продольные волны, поперечные волны, эффект «отсечки».
31. Альфвеновские и магнитозвуковые волны.
32. Излучение в плазме. Тормозное излучение, рекомбинационное излучение, линейчатое излучение.
33. Верхнегибридные и нижнегибридные моды колебаний в плазме.
34. Классификация неустойчивостей в плазме. Двухпотоковая неустойчивость.
35. Гравитационная неустойчивость, переход к желобковой неустойчивости.
36. Кинетическое уравнение, самосогласованное поле, уравнение Власова.
37. Продольные волны с позиций уравнения Власова. Затухание Ландау, ионный звук.
38. Поперечные волны с позиций уравнения Власова. Аномальный скин-эффект
39. Решение кинетического уравнения при наличии магнитного поля. Циклотронный резонанс и циклотронное затухание.

Согласована на портале № 79235

40. Энергетические принципы устойчивости в магнитной гидродинамике.
41. Физические модели плазмы. Проводящая сплошная среда.
42. Математические модели плазмы. Система уравнений сохранения. Кинетическое уравнение.
43. Численные методы применяемые в физике плазмы.
44. Особенности применения конечно-разностных методов к решению задач физики плазмы.
45. Возможности и пределы применимости метода частиц при решении задач физики плазмы.
46. Явление «вмороженности» магнитного поля в плазме.
47. Эффект убегающих электронов в плазме при наличии электрического поля.
48. Оценить плотность кулоновской энергии в плазме.
49. Получить уравнения гидродинамики из кинетического уравнения.
50. Поляризационный дрейф. Магнитное поле постоянно, электрическое поле изменяется во времени.
51. Дрейф в однородном магнитном поле и неоднородном электрическом поле.
52. Кулоновкий логарифм. Определение и физический смысл пределов.
53. Понятие замагниченности заряженных частиц в плазме.
54. Стабилизация «сосисочной» неустойчивости внешним магнитным полем.
55. Диамагнитные свойства плазмы, оценка магнитной восприимчивости.
56. Ионизационное равновесие по Саха.

7.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

7.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 7.3.

Таблица 7.3 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Согласована на портале № 79235

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, вопросы к зачету	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

7.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;
– в печатной форме с увеличенным шрифтом;
– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 79235

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Физики
протокол № 97 от «24» 6 2022 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. Физики	Е.М. Окс	Согласовано, 99053dca-2aae-4b14-9bb4-8377fd62b902
Заведующий обеспечивающей каф. Физики	Е.М. Окс	Согласовано, 99053dca-2aae-4b14-9bb4-8377fd62b902
Заведующий аспирантурой	Т.Ю. Коротина	Согласовано, 18966c56-f838-4e67-b162-635913de8505

ЭКСПЕРТЫ:

Профессор, каф. физики	А.С. Климов	Согласовано, 3ad9472f-31be-4051-a091-9e227bbc551b
Профессор, каф. физики	А.С. Климов	Согласовано, 3ad9472f-31be-4051-a091-9e227bbc551b

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. физики	А.С. Климов	Разработано, 3ad9472f-31be-4051-a091-9e227bbc551b
Заведующий кафедрой, каф. физики	Е.М. Окс	Разработано, 99053dca-2aae-4b14-9bb4-8377fd62b902

Согласована на портале № 79235