

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ИИЦИИТ

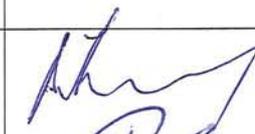

 _____ К.К. Манабаев

«01» сентября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2022 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ

ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯ И ЭЛЕКТРОФИЗИКА

Группа научных специальностей	2.4 Энергетика и электротехника		
Научная специальность	2.4.4. Электротехнология и электрофизика		
Уровень образования	Высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации		
Курс	2	семестр	3,4
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	4		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	72		
Самостоятельная работа, ч	72		
ИТОГО, ч	144		

Вид промежуточной аттестации	Зачет Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОМ
Заведующий кафедрой - руководитель отделения на правах кафедры ОМ		В.А. Клименов	
Руководитель программы аспирантуры (ПА)		Г.Е. Ремнев	

2022 г.

1. Общие положения

1. Рабочая программа составлена на основе самостоятельно устанавливаемых требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, условиям реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (далее СУТ) и Общей характеристики программы аспирантуры (далее ПА) по специальности 2.4.4. Электротехнология и электрофизика. Прием 2022 г., очная форма обучения.

Разработчик(и):

ФИО	Должность
Доцент ОМ	Жгун Д.В.

2. Программа рассмотрена и одобрена на заседании ОМ протокол №72 от 30.08.2022г.

2. Место и цели дисциплины в структуре ПА

Дисциплина «Электротехнология и электрофизика» относится к образовательному компоненту учебного плана Блок А2.1 программы аспирантуры и направлена на подготовку к сдаче зачета и кандидатского экзамена.

Целью освоения дисциплины «Электротехнология и электрофизика» является формирование у аспирантов углубленных знаний теоретических и методологических основ исследования, проектирования и эксплуатации оборудования в области электротехнологии и электрофизики; способности ставить и решать инновационные задачи, связанные с разработкой методов и технических средств, повышающих эффективность режимов работы высоковольтных электротехнологических установок, с использованием глубоких фундаментальных и специальных знаний, аналитических методов и сложных моделей в условиях неопределенности.

3. Планируемые результаты освоения дисциплины

После успешного изучения дисциплины у аспиранта должны быть достигнуты следующие результаты обучения:

	Планируемые результаты обучения по дисциплинам (модулям) и практикам
1.	Применять знания общих законов и теорий в области физики, высоковольтной электротехники, высоковольтных электротехнологий для решения задач профессиональной деятельности
2.	Знать теоретические и методологические основы проектирования, эксплуатации и развития объектов электротехнологии и электрофизики
3.	Выполнять обработку и анализ данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях с использованием глубоких фундаментальных и специальных знаний, аналитических методов и сложных моделей в условиях неопределенности
4.	Ставить и решать инновационные задачи, связанные с проектированием, конструированием и эксплуатации технических устройств, применяемых в области электротехнологии и электрофизики

4. Структура и содержание дисциплины Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Теория электрических разрядов в диэлектриках	Аудиторные занятия	18
	Самостоятельная работа	18
Раздел (модуль) 2. Изоляционные конструкции высокого напряжения	Аудиторные занятия	18
	Самостоятельная работа	18
Раздел (модуль) 3. Высоковольтная импульсная техника	Аудиторные занятия	18
	Самостоятельная работа	18
Раздел (модуль) 4. Высоковольтные электротехнологии	Аудиторные занятия	18
	Самостоятельная работа	18
Итого:	Аудиторные занятия	72
	Самостоятельная работа	72

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Теория электрических разрядов в диэлектриках.

Развитие электрического разряда в газах. Лавина электронов. Коэффициент Таунсенда. Условие самостоятельности разряда. Разряд в однородном поле. Законы Пашена и подобия. Разряд в сильно неоднородном поле. Лавинная, стримерная, лидерная формы разряда. Развитие разряда в длинных воздушных промежутках. Зависимость пробивного напряжения от типа воздействующего напряжения, длины промежутка, степени неоднородности электрического поля, параметров окружающей среды. Разброс пробивных напряжений.

Коронный разряд при различных видах воздействующего напряжения. Начальные напряженность и напряжение. Распределение поля при униполярном коронном разряде. Потери на корону при переменном напряжении.

Разряд в газе по поверхности твердого диэлектрика. Влияние расположения диэлектрика в промежутке. Стримерный и скользящий разряды по поверхности диэлектрика. Разряд по загрязненной и увлажненной поверхности. Разряд в газе при повышенном и пониженном давлениях. Высокопрочные и электроотрицательные газы. Механизм вакуумного пробоя.

Проводимость жидких диэлектриков в электрическом поле. Подвижность носителей зарядов. Диссоциация, эмиссия электронов. Ток проводимости. Предразрядные процессы и пробой жидкости.

Проводимость твердых диэлектриков. Ионная и электронная проводимость. Процессы эмиссии носителей зарядов. Формы пробоя твердых диэлектриков. Влияние формы и размеров электродов, вида воздействующего напряжения, длительности воздействия напряжения. Тепловой пробой твердых диэлектриков. Скользящий разряд по поверхности твердых диэлектриков в жидкости.

Темы занятий:

1. Виды разрядов в газах
2. Пробой жидких диэлектриков
3. Пробой твердых диэлектриков

Раздел 2. Изоляционные конструкции высокого напряжения.

Воздушные промежутки в изоляции импульсного оборудования, регулирование электрических полей, применение экранов. Разрядные характеристики типовых воздушных промежутков с учетом влияющих факторов. Методика выбора воздушных промежутков.

Электрическая прочность внутренней изоляции. Основные факторы, определяющие старение изоляции в процессе эксплуатации. Тепловое старение и окисление изоляции. Зависимость скорости теплового старения от температуры.

Основы конструирования внутренней изоляции. Характерные формы электрических полей в изоляционных конструкциях и методы их регулирования. Краевой эффект. Применение комбинированных диэлектриков с различной диэлектрической проницаемостью.

Конструкция и расчет высоковольтных вводов для импульсной техники. Изоляция импульсных генераторов тока и напряжения, импульсных трансформаторов.

Темы занятий:

4. Методы регулирования электрических полей
5. Методы расчета изоляционных конструкций
6. Особенности работы изоляции в сильных импульсных полях

Раздел 3. Высоковольтная импульсная техника

Устройства для измерения высоких напряжений: шаровые разрядники, электростатические вольтметры, делители напряжения. Измерение импульсных токов: шунты, трансформаторы тока и ферромагнитные регистраторы. Устройства для измерения характеристик импульсных пучков заряженных частиц

Генераторы импульсных напряжений и токов. Принципиальные схемы и их краткая характеристика. Элементы импульсных генераторов и их характеристики. Импульсные трансформаторы и магнитоимпульсные генераторы. Генераторы наносекундных импульсов на формирующих линиях.

Темы занятий:

7. Методы и устройства для измерения быстропротекающих процессов
8. Схемы и конструктивное исполнение импульсных генераторов тока и напряжения микросекундной длительности.
9. Принципы работы и схемы наносекундных генераторов импульсов

Раздел 4. Высоковольтные электротехнологии

Технологические процессы, основанные на силовом действии электрических полей на материалы. Зарядка частиц. Силы, действующие на частицы в электрических полях. Движение заряженных частиц. Коллективные процессы в заряженном аэрозоле. Применение коронного разряда. Очистка газов от частиц в электрофильтрах. Нанесение покрытий в электрическом поле. Электросепарация. Электропечать. Нейтрализация зарядов статического электричества. Обезвоживание нефтепродуктов.

Физические основы электроразрядных технологий, использующих разряд в твердых непроводящих материалах, жидкостях, газах и газожидкостных смесях. Бурение скважин, фрагментация непроводящих и слабопроводящих материалов и многокомпонентных изделий, в том числе разрушение железобетона. Электроразрядные технологии для синтеза и разложения соединений (очистка воды, разложение молекулярных газов и жидкостей, получение алмазоподобных пленок др.). Электрогидравлический эффект и его применение для развальцовки труб, формообразования, очистки литья и др. Электровзрывная технология получения нанопорошков металлов, сплавов, химических соединений: явление электрического взрыва проводников, технологические основы, свойства и сферы применения электровзрывных нанопорошков. Магнитоимпульсная технология обработки металлов.

Объект и основные особенности плазмохимии. Специфические особенности плазмохимических реакций. Типы реакций, встречающиеся в плазмохимии. Неравновесное возбуждение молекул. Цепные газофазные процессы. Цепные химические процессы при внешнем воздействии. Использование стандартных программных пакетов и специализированного ПО для моделирования плазмохимических процессов.

Технологические применения плазмохимического синтеза: конверсия метана в низкотемпературной плазме, синтез нанодисперсных частиц, методы получения углеродных наноструктур, обработка медицинских полимеров, методы переработки отходов.

Основы современной электродинамики в задачах разработки источников мощных пучков заряженных частиц. Потоки энергии при преобразовании электрической энергии в энергию, переносимую мощными пучками заряженных частиц. Формирование электронных пучков в диодных системах. Сильноточные ускорители электронов. Транспортировка и фокусировка мощных ионных пучков. Методы измерения параметров сильноточных электронных пучков. Методы измерения параметров ионных пучков. Технологические применения мощных пучков заряженных частиц: модифицирование металлических материалов пучками заряженных частиц. Радиационные технологии модифицирования органических материалов. Использование абляционной плазмы для формирования пленок и получения наноразмерных частиц. Плазмохимические процессы, инициируемые импульсным электронным пучком. Радиационно–пучковая стерилизация и деструкция органических и биологических материалов. Перспективы применения мощных пучков заряженных частиц в медицине.

Темы занятий:

10. Физические основы электротехнологий на высоком постоянном напряжении.
Области применения технологий
11. Физические основы электротехнологий на высоком импульсном напряжении.
Области применения технологий.
12. Плазмохимия
13. Физические основы генерации и применения пучков заряженных частиц, потоков плазмы.

5. Организация самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и форма:

- Работа с теоретическим материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролируемых мероприятий и др.);
- Самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
- Поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.
- Исследовательская работа и участие в научных конференциях;
- Анализ научных публикаций по определенной тематике;
- Подготовка реферата для сдачи кандидатского экзамена.
- Подготовка к зачету и кандидатскому экзамену.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Важев, В. Ф. Техника высоких напряжений : учебник / В. Ф. Важев, В. А. Лавринович. –Москва : ИНФРА-М, 2020. –262 с. –(Высшее образование). - ISBN 978-5-16-010565-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1086750> (дата обращения: 22.03.2022). – Режим доступа: по подписке.

2. Техника высоких напряжений: учебник / И. М. Богатенков, Ю. Н. Бочаров, Н. И. Гумерова [и др.]; под ред. Г. С. Кучинского. – Екатеринбург: АТП, 2015. – 606 с.: ил. – Текст : непосредственный.
3. Техника высоких напряжений : учебное пособие / Л. Ф. Дмоховская [и др.]; под ред. Д. В. Разевига. –3-е изд., стер.. –Екатеринбург: АТП, 2015. –488 с.: ил.. –Библиогр.: с. 478-479. –Алфавитный указатель: с. 480-483.. –ISBN 5-04-009274-
4. Райзер, Ю. П. Физика газового разряда : научное издание / Ю. П. Райзер. - 3-е изд. перераб. и доп. - Долгопрудный : Издательский Дом «Интеллект», 2009. - 736 с. - ISBN 978-5-91559-019-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/210610> . – Режим доступа: по подписке.
5. Электрофизические основы техники высоких напряжений : учебник для вузов / И. М. Бортник и др. ; под общ. ред. И. П. Верещагина - Москва : Издательский дом МЭИ, 2016. - ISBN 978-5-383-01017-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010174.html>. - Режим доступа : по подписке.
6. Блум, Х. Схемотехника и применение мощных импульсных устройств / Х. Блум. – Москва : ДМК Пресс, 2010. – 348 с. – ISBN 978-5-94120-191-4. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/60997>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Месяц Г.А. Импульсная энергетика и электроника / Г. А. Месяц. –Москва : Наука, 2004. –704 с.: ил. –Библиогр. в конце глав. –ISBN 5-02-033049-3.
8. Коробейников, С. М. Электрофизические процессы в газообразных, жидких и твердых диэлектриках. Процессы в жидкостях / Коробейников С.М. - Новосибирск : НГТУ, 2010. - 116 с.: ISBN 978-5-7782-1397-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/549383> . – Режим доступа: по подписке.
9. Берлин, Е. В. Плазменная химико-термическая обработка поверхности стальных деталей : справочник / Е. В. Берлин, Н. Н. Коваль, Л. А. Сейдман. –Москва : Техносфера, 2012. –464 с. –ISBN 978-5-94836-328-8. –Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. –URL: <https://e.lanbook.com/book/73509> –Режим доступа: для авториз. пользователей.
10. Пушкарев А.И. Пучково-плазменные технологии обработки материалов: лабораторный практикум: учебное пособие [Электронный ресурс] / А. И. Пушкарев, Ю. И. Исакова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). –1 компьютерный файл (pdf; 8.8 МВ). –Томск: Изд-во ТПУ, 2014. –Заглавие с титульного экрана. –Электронная версия печатной публикации. –Доступ из корпоративной сети ТПУ. –Системные требования: Adobe Reader.. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/m189.pdf> (контент)
11. Высоковольтные электротехнологии : учебное пособие для вузов по курсу Основы электротехнологии / Московский энергетический институт (технический университет); Под ред. И. П. Верещагина. – Москва : Изд-во МЭИ, 2000. –204 с.: ил. –Библиогр.: с. 201. –ISBN 5-7046-0535-4.
12. Семкин Б.В. Основы электроимпульсного разрушения материалов/ Б.В. Семкин, А.Ф. Усов, В.И. Курец. – Санкт- Петербург: Наука.– 1995.–276 с.
13. Усов А.Ф., Семкин Б.В., Зиновьев Н.Т. Переходные процессы в установках электроимпульсной технологии/ А.Ф. Усов, Б.В. Семкин, Н.Т. Зиновьев– Ленинград: Наука.– 2000. – 160 с.
14. Электроразрядные технологии обработки и разрушения материалов : учебное пособие / В. И. Курец, М.А. Соловьёв, А. И. Жучков, А. В. Барская; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Энергетический институт (ЭНИИ), Кафедра электрических сетей и электротехники (ЭСиЭ). –Томск: Изд-во ТПУ, 2012. –URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m415.pdf>. – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст : электронный.

15. Волков, Ю.С. Электрофизические и электрохимические процессы обработки материалов: учебное пособие / Ю.С. Волков. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 396 с. – ISBN 978-5-8114-2174-9. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/75505> . – Режим доступа: для авториз. пользователей.
16. Кривицкий Е.В. Переходные процессы при высоковольтном разряде в воде/ Е.В. Кривицкий, В.В.Шамко. Киев: Наукова думка.–1979.–208 с.
17. Наугольных К.А. Электрические разряды в воде/ К.А. Наугольных, Н.А. Рой. Москва: Наука.– 1971.– 155 с.
18. Оборудование и технологические процессы с использованием электрогидравлического эффекта / Под ред. Г.А. Гулого. Москва. Машиностроение.– 1977. – 320 с.– ISBN- нет.
19. Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности / Л. А. Юткин – Москва: Книга по Требованию.– 2013. – 253 с. –ISBN 978-5-458-29667-0.
20. Малюшевский П.П. Основы разрядно-импульсной технологии/ Р.П. Малюшевский. Киев: Наукова думка.–1983.– 272 с.

Дополнительная литература

1. Месяц Г.А. Эктоны. Ч. 1: Взрывная эмиссия электронов. –1993. –184 с
2. Месяц Г.А. Эктоны Ч.2: Эктоны в электрических разрядах. –1994. –243 с.
3. Месяц Г.А. Эктоны Ч. 3: Эктоны в электрофизических устройствах. –1994. – 262 с.
4. Важев, В.Ф. Электроразрядная технология бурения скважин и разрушения железобетонных изделий : монография [Электронный ресурс] / В. Ф. Важев, Н. Т. Зиновьев, В. Я. Ушаков; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) ; под ред. В. Я. Ушакова. – 1 компьютерный файл (pdf; 8.96 MB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2016. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. –Доступ из корпоративной сети ТПУ. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2017/m022.pdf> (контент)
5. Высоковольтные электроразрядные технологии : учебное пособие [Электронный ресурс] / В. Ф. Важев, Е. В. Старцева, В. Я. Ушаков; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. –1 компьютерный файл (pdf; 5 979 KB). –Томск: Изд-во ТПУ, 2019. –Заглавие с титульного экрана. –Электронная версия печатной публикации. –Доступ из корпоративной сети ТПУ. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2019/m055.pdf> (контент)
6. Белый И.В. Справочник по магнитно-импульсной обработке металлов /И.В.Белый, С.М. Фертик, Л.Т.Хименко. Харьков: Вища школа.–1977.–168 с. – ISBN- нет
7. Попилов Л.Я. Основы электротехнологии и новые её разновидности. Ленинград: Машиностроение, 1971. – 216 с.
8. Дьяков, А.Ф.. Электромагнитная совместимость и молниезащита в электроэнергетике: учебник / Дьяков А.Ф. / Максимов Б.К. / Борисов Р.К. / Кужекин И.П. / Темников А.Г. / Жуков А.В.. –Москва: МЭИ, 2016. – с.. – ISBN 978-5-383-00973-4. Схема доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383009734.html> (контент)
9. Гулый Г.А. Научные основы разрядно-импульсных технологий/ Г.А. Гулый. Киев: Наукова думка, 1990.– 208 с.
10. Мазуровский Б.Я. Электрогидравлический эффект в листовой штамповке/ Б.Я. Мазуровский, А.Н. Сизёв. Киев: Наукова думка.– 1983.– 192 с.
11. Месяц Г.А. Генерирование мощных наносекундных импульсов / Г. А. Месяц. – Москва : Советское радио, 1974. –256 с

6.2. Информационное и программное обеспечение

1. Научно-электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Справочно-правовая система КонсультантПлюс

3. Информационно-справочные системы: Программный комплекс КОДЕКС: ИНТРАNET, Техэксперт
4. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
5. SciVal (модули: Overview, Benchmarking, Collaboration)
6. Электронная библиотека <http://grebennikon.ru>
7. InCites Journal Highly Cited Data (JCR и Essential Science Indicators)
8. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>
9. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; Zoom Zoom

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование для проведения занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен. 4, 316	Проектор - 1 шт.; Компьютер - 1 шт. Комплект учебной мебели на 20 посадочных мест; Шкаф для документов - 1 шт.; Стол письменный - 1 шт.;
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен. 4, 312	Компьютер – 2шт, Проектор - 1 шт., Тумба стационарная - 1 шт.; Шкаф для документов - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 38 посадочных мест;

8. Порядок организации оценивания результатов освоения дисциплины

Порядок организации оценивания результатов обучения в университете регламентируется отдельным локальным нормативным актом – «Система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете (Система оценивания)» (в действующей редакции). Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов обучения. Итоговая оценка (традиционная и литерная) по видам учебной деятельности (изучение дисциплин, НИД, практики) определяется суммой баллов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (итоговая рейтинговая оценка - максимум 100 баллов).

**Рекомендуемая шкала для отдельных оценочных мероприятий
входного и текущего контроля**

% выполнения задания	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

Шкала для оценочных мероприятий экзамена, зачета

% выполнения заданий экзамена	Экзамен, балл	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	18 ÷ 20	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	14 ÷ 17	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	11 ÷ 13	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	0 ÷ 10	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям
55% - 100%		«Зачтено»	Результаты обучения соответствуют минимально достаточным требованиям
0 – 54%		«Не зачтено»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

Оценочные мероприятия. Перечень типовых заданий

Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
Опрос	<p>Вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация конфигурации электрических полей. 2. Барьерный эффект в газе для отрицательной полярности острия. 3. Требования к высоковольтной изоляции. 4. Виды разрядов в газах. 5. Вводы и их конструктивные особенности. 6. Образование лавины электронов. 7. Условие самостоятельности разряда в газах. 8. Барьерный эффект при разряде в газе для положительной полярности острия. 9. Коронный разряд и его особенности. 10. Временная структура формирования разряда. 11. Вольтсекундные характеристики изоляции и их значение. 12. Пробой твердой изоляции. 13. Ударная ионизация. 14. Лавина электронов. 15. Подвесные изоляторы. 16. Структура развития разряда во времени. 17. Процесс развития частичных разрядов и рост дендритов в твердом диэлектрике. 18. Несамостоятельный и самостоятельный разряд. 19. Проходные изоляторы и вводы: их отличие и особенности. 20. Факторы, воздействующие на электрическую изоляцию высоковольтных устройств при эксплуатации. 21. Разряд вдоль сухой и чистой поверхности в поле с преобладающей нормальной составляющей. 22. Развитие разряда в газе при отрицательной полярности острия. 23. Поправка на относительную плотность воздуха: смысл и математическое выражение. 24. Разряд вдоль сухой и чистой поверхности в поле с преобладающей тангенциальной составляющей.
Самостоятельное изучение тем дисциплины	<p>Темы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Импульсный разряд в газе. Время запаздывания пробоя. 2. Виды электрических разрядов в газах. 3. Таунсендовский и стримерный разряды. 4. Лидерный разряд. Молния нисходящего разряда. 5. Основные закономерности пробоя вакуума. 6. Возникновение неустойчивостей как причина пробоя. Виды неустойчивостей. 7. Развитие тепловой неустойчивости. 8. Развитие доменной неустойчивости. 9. Развитие ионизационной и электромеханической неустойчивостей. 10. Вольт-секундные характеристики пробоя газов, жидкостей и твердых тел. 11. Влияние полярности, условий на электродах, длины промежутка на $E_{пр}$ диэлектриков. 13. Влияние давления, температуры, плотности, площади и полярности электродов, макроскопических примесей на электрическую прочность жидкостей.
Зачет	Итоговая оценка суммируется по итогам текущего контроля в семестре.
Реферат	<p>Темы:</p> <p>– Пучково-плазменные технологии упрочнения и модификации</p>

Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
	<p>поверхности металлических изделий.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Плазмохимические методы переработки отходов – Технологические применения импульсных сильнотоочных электронных пучков. – Области практического использования импульсных ионных пучков гигаватной мощности. – Радиационные методы утилизации промышленных и бытовых стоков. – Плазмохимический синтез нанодисперсных частиц. – Использование квазиобъемного разряда в газо-воздушной среде для очистки воды – Электрогидравлическое разрушение негабаритов – Электроимпульсное дробление горных пород и руд. – Электроимпульсное бурение горных пород. – Электроимпульсное резание горных пород – Электроразрядная технология получения буровзрывных свай – Получение нанопорошков при электрическом взрыве проводника
Кандидатский экзамен	<p>Вопросы на экзамен:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Закон Пашена для пробивных напряжений. Разряды на правой и левой ветвях кривой Пашена. Области применения закона Пашена в технике. 2. Особенности теплового и электрического пробоя твердых диэлектриков 3. Влияние температуры, толщины диэлектрика на пробивное напряжение и эффект упрочнения в тонких слоях. Эффект полярности 4. Влияние давления, температуры, плотности, площади и полярности электродов, макроскопических примесей на электрическую прочность жидкостей 5. Разрядники атмосферного и повышенного давления. Принцип работы, характеристики. 6. Генераторы импульсных напряжений по схеме Маркса. Схема, принцип действия, регулирование параметров волны напряжения. 7. Генераторы импульсных токов на емкостных накопителях энергии. Схема, принцип действия, требования к конструированию. 8. Принципы генерирования наносекундных импульсов напряжения. Принципиальные схемы. 9. Высоковольтные импульсные трансформаторы. Принцип действия, характеристики, область применения. 10. Измерение импульсных токов: шунты, пояс Роговского. Устройство, основные характеристики. 11. Диагностическое оборудование генераторов низкотемпературной плазмы. 12. Физические процессы диссипации энергии импульсных электронных пучков низкой плотности в жидкости. 13. Физические процессы диссипации энергии импульсных электронных пучков низкой плотности в металлах и диэлектриках. 14. Инициирование разряда в жидкости при электрической форме пробоя. 15. Инициирование разряда в твердых диэлектриках при электрической форме пробоя. 16. Инициирование разряда электротепловым пробоем жидких и твердых диэлектриков. 17. Инициирование разряда в жидкости введением в разрядный промежуток инородностей. 18. Расширение канала разряда. 19. Закономерности энерговыделения в разрядном канале.

Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
	20. Уравнение энергобаланса в разрядном канале на стадии выделения энергии. 21. Технологические аспекты электроимпульсной технологии 22. Технологические аспекты магнитоимпульсной технологии

Методические указания по процедуре оценивания

Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
Опрос	Текущий контроль успеваемости, т.е. проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляемая на протяжении семестра. Текущий контроль знаний учащихся организован как устный групповой опрос (УГО).
СР	Самостоятельная работа организована в соответствии с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности: <ul style="list-style-type: none"> • самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы; • поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.
Зачет	Промежуточная аттестация по дисциплине проводится после 3 семестра преподавателем, реализующим дисциплину. Зачет проводится в соответствии с Положением о проведении текущего контроля и промежуточной аттестации ТПУ. Итоговая оценка суммируется по результатам текущего контроля в семестре. Максимум 100 баллов, «не зачтено» – 0-54 балла, «зачтено» – 55-100 баллов.
Реферат	В рамках подготовки к кандидатскому экзамену по дисциплине «Электротехнология и электрофизика» аспирант представляет реферат по тематике своего диссертационного исследования. Тема реферата должна быть согласована с научным руководителем диссертации. Проверку подготовленного реферата проводит член экзаменационной комиссии. При наличии оценки «зачтено» за реферат аспирант допускается к сдаче кандидатского экзамена. <i>Требования к оформлению.</i> Реферат выполняется на листах бумаги формата А4. Текст печатается на компьютере 14 шрифтом. Пробел между строками – 1,5 интервала. При написании текста необходимо соблюдать поля: левое - 25÷30 мм, правое – 10÷15 мм, верхнее - 20 мм, нижнее - 20 мм. Все страницы реферата нумеруются и брошюруются. Объем работы должен составлять не менее 1-го авторского листа (не менее 24 стр.). <i>Оригинальность текста реферата</i> должна составлять 95%. <i>Структура реферата включает</i> титульный лист, лист рецензии, содержание, введение, основную часть, заключение, список использованной литературы. <i>Титульный лист</i> является первым листом реферата и заполняется по образцу. <i>Содержание</i> включает наименование глав, разделов, параграфов с указанием номера страницы, с которой они начинаются. Во <i>введении</i> раскрывается значение выбранной темы, степень ее исследованности, цель и задачи работы, формулируются основные положения темы и структура работы. Текст <i>основной части</i> делится на главы, разделы или параграфы, здесь излагается содержание работы. В основной части целесообразно выделение 2-3 вопросов, отражающих разные аспекты темы. В реферате важно привести различные точки зрения на проблему и дать им оценку. В <i>заключении</i> подводятся итоги рассмотрения темы. Приветствуется определение автором перспективных направлений по изучению проблемы. Страницы реферата нумеруются арабскими цифрами, соблюдается сквозная нумерация по всему тексту. Номер ставится внизу страницы по центру. Каждая глава (раздел) должна начинаться с новой страницы. <i>Ссылки</i> на источники, цитаты в тексте в квадратных скобках. <i>Список использованной литературы</i> дается в алфавитном порядке и должен содержать не менее 15 источников, из

Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
	<p>них не менее 50% последних пяти лет, из которых не менее половины последних двух лет.</p>
Кандидатский экзамен	<p>Промежуточная аттестация в 4 семестре по дисциплине «Электротехнология и электрофизика» проводится по окончании курса и направлена на получение информации о владении содержанием курса в виде кандидатского экзамена. Прием кандидатских экзаменов осуществляется в комиссии, утвержденной приказом ректора, в составе которой должно участвовать не менее 3-х членов, очно и в устной форме. В случае особых обстоятельств допускается прием кандидатского экзамена в режиме онлайн.</p> <p>Структура кандидатского экзамена дисциплины «Электротехнология и электрофизика». Экзаменационный билет включает в себя 3 вопроса. В случае возникновения спорной ситуации аспиранту задаются дополнительные вопросы, которые фиксируются в соответствующем разделе протокола экзамена.</p> <p>Критерии оценки ответа на кандидатском экзамене:</p> <p>Ответ оценивается на «Отлично» в том случае, если ответ соответствует следующим критериям: аспирант полностью раскрыл содержание материала в объеме, предусмотренном программой и учебниками; изложил материал грамотным языком в необходимой последовательности; продемонстрировал усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, отвечал самостоятельно без наводящих вопросов преподавателя. Возможны одна-две неточности при освещении второстепенных вопросов.</p> <p>Ответ оценивается на «Хорошо» в том случае, если ответ в основном соответствует требованиям на отличную отметку, но при этом существует один из недостатков: допущены один-два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию экзаменатора; допущена ошибка или более двух недочетов при ответе на второстепенные вопросы.</p> <p>Ответ оценивается на «Удовлетворительно» в том случае, если в процессе ответа не полностью или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения программного материала; аспирант не смог привести примеры для пояснения теории.</p> <p>Ответ оценивается как <i>неудовлетворительный</i> в том случае, если аспирант не смог раскрыть теоретическое содержание материала в минимальном объеме, предусмотренном программой; отсутствует последовательность изложения и употребление необходимой терминологии; Все ответы сопровождаются наводящими вопросами преподавателя.</p>