**Министерство науки и образования Российской Федерации**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение**

**высшего профессионального образования**

**«Московский физико-технический институт (государственный университет)»**

**МФТИ (ГУ)**

**Кафедра «Физика высокотемпературных процессов»**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

**Проректор по учебной работе**

**О. А. Горшков**

**2012 г**.

.

**Рабочая УЧЕБНАЯ Программа**

**по дисциплине:** **Электрофизические процессы в импульсной энергетике**

**по направлению:** 010900 «Прикладные математика и физика»

**магистерская программа:** 010932 – физика высокотемпературных процессов

**факультет:** **МБФ**

**кафедра: Физика высокотемпературных процессов**

**курс:** 5 (магистратура)

**семестры:** 10 **Диф. зачет: 10 семестр**

**Трудоёмкость в зач. ед.:** вариативная часть – 2 зач. ед.;

**в т.ч.:**

**лекции:** 32 час.;

**практические (семинарские) занятия:** нет;

**лабораторные занятия:** нет;

**мастер классы, индивид. и групповые консультации:** нет;

**самостоятельная работа:** 32 час.;

**курсовые работы:** нет.

**ВСЕГО часов 64**

**Программу составил:** проф.,д.т.н., Лебедев Е.Ф.

**Программа обсуждена на заседании кафедры физики высокотемпературных процессов**

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2012 г.

Заведующий кафедрой академик, д.ф.-м.н. В.Е. Фортов

**ОБЪЁМ УЧЕБНОЙ НАГРУЗКИ И ВИДЫ ОТЧЁТНОСТИ.**

|  |  |
| --- | --- |
| **Вариативная часть, в т.ч. :** | \_\_2\_\_ зач. ед. |
| Лекции | \_32\_ часа |
| Практические занятия | \_\_-\_\_ часов |
| Лабораторные работы | \_\_-\_\_ часов |
| Индивидуальные занятия с преподавателем | \_\_-\_\_ часов |
| Самостоятельные занятия, включая подготовку курсовой работы | \_32\_ часа |
| Мастер- классы, индивидуальные и групповые  Консультации | \_\_-\_\_ часов |
| Самостоятельные занятия (работа над коллективными и индивидуальными проектами, курсовые работы) | \_\_-\_\_ часов |
| **ВСЕГО** | 64 часа (2 зач. ед.) |
| **Итоговая аттестация** | Диф. зачет: 10 семестр |

1. **ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ**

Целью освоения дисциплины «Электрофизические процессы в импульсной энергетике» является изучение методов реализации новейших достижений сверхмощной импульсной электрофизики для создания экстремальных состояний вещества.

**Задачами данного курса являются:**

* изучение принципов и схем временной компрессии импульсов электрического тока с целью повышения мощности на нагрузке до предельных значений;
* изучение различных методов накопления и преобразования энергии различных видов в электрическую с задачей создания предельно мощных систем (взрывные МГД-генераторы, взрывомагнитные генераторы, пороховые МГД-генераторы, индуктивные и емкостные накопители, химические источники тока);
* применение мощных источников тока для создания сверхсильных магнитных полей, высокотемпературных плазменных потоков и ускорителей конденсированных тел.

1. **Место дисциплины в структуре ООП МАГИСТРАТУРЫ**

Дисциплина **«**Электрофизические процессы в импульсной энергетике**»** включает в себя разделы, которые могут быть отнесены к профессиональному циклу М.2.

Дисциплина **«**Электрофизические процессы в импульсной энергетике**»**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***.*** Освоение курса необходимо для разносторонней подготовки магистров к профессиональной деятельности, включающей как проведение фундаментальных исследований, так и постановку и решение инженерных задач.

1. **Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

Освоение дисциплины «Электрофизические процессы в импульсной энергетике» направлено на формирование следующих общекультурных и общепрофессиональных интегральных компетенций магистрата:

*а) общекультурные (ОК):*

* *компетенция самообразования и самоорганизации*: способность и стремление к совершенствованию и развитию своего интеллектуального и общекультурного уровня, умение эффективно организовывать свою деятельность и достигать поставленные цели (ОК-1);
* *компетенция* *профессиональной мобильности*: способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОК-2);
* *компетенция получения знаний и использования новой информации:* способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать на практике новые знания и умения, способность интегрировать новую информацию в уже имеющуюся систему знаний и применять её, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОК-3);
* *компетенция нестандартного мышления и самостоятельных действий в условиях изменений и неопределённости:* способность самостоятельно ставить, формализовать и решать нестандартной задачи в условиях изменяющихся внешних условий и неопределённости (ОК-6);

*б) профессиональные (ПК):*

* способность к пониманию важности воздействия внешних факторов, и их учёта в ходе исследований и разработок (ПК-2);
* способность применять основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в физике, химии, экологии, других естественных и социально-экономических науках (ПК-3);
* способность к выявлению сущности задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлечению соответствующего физико-математического аппарата для их решения (ПК-4);
* способность самостоятельно работать на компьютере на уровне квалифицированного пользователя, применять информационно-коммуникационные технологии для обработки, хранения, представления и передачи информации с использованием универсальных пакетов прикладных программ, знание общих подходов и методов по совершенствованию информационно-коммуникационных технологий (ПК-6);
* способность представлять планы и результаты собственной деятельности с использованием различных средств, ориентируясь на потребности аудитории, в том числе в форме отчётов, презентаций, докладов на русском и английском языках (ПК-7).

1. **конкретные Знания, умения и навыки, формируемые в результате освоения дисциплины**

В результате освоения дисциплины «Электрофизические процессы в импульсной энергетике» обучающийся должен:

* 1. **Знать:**
* фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной физики;
* порядки численных величин, характерные для различных разделов физики;
* методы и средства получения экстремально высоких токов и напряжений;
* экспериментальные методы применения сверхмощных токов для создания предельных магнитных полей, высокоскоростных плазменных потоков и конденсированных сред.

1. **Уметь:**

* абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физических ситуаций;
* пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных, прикладных и технологических задач;
* делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
* производить численные оценки по порядку величины;
* делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
* видеть в технических задачах физическое содержание;
* работать на современном, в том числе и уникальном экспериментальном оборудовании;
* воспользоваться знаниями экспериментальных методов для получения экстремально высоких токов и напряжений для создания экспериментальных стендов.

1. **Владеть:**

* навыками освоения большого объема информации;
* навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
* навыками грамотной обработки результатов экспериментов и сопоставления с теоретическими и литературными данными;
* навыками проектирования и оценочного моделирования электрофизических установок.

1. **Структура и содержание дисциплины**
   1. **Структура преподавания дисциплины**

**Перечень разделов дисциплины и распределение времени по темам**

|  |  |
| --- | --- |
| № темы и название | Количество часов |
| 1. Импульсные источники энергии | 21 |
| 2. Накопители и преобразователи энергии | 21 |
| 3. Обострители, аккумуляторы, характеристики импульсных генераторов | 22 |
| ВСЕГО (зач. ед. (часов)) | 64 часа (2 зач. ед.) |

**Лекции:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п.п. | Темы | Трудоёмкость  (количество часов) |
| 1 | Введение в импульсную энергетику. Общие понятия. Диапазон параметров. История развития, современные тенденции. Уникальные установки для применения в научных исследованиях и технических приложениях. | 2 |
| 2 | Расчетные формулы для удельного энергосодержания Ядерная энергия (радиоизотопы, деление ядер, синтез ядер). Химическая энергия (взрывчатые вещества, жидкие топлива, атомарный водород, метастабильный гелий). Тепловая энергия (литий, гидрид лития, бериллий) Упругая энергия (стальная пружина, резина, сжатые газы). Механическая энергия (маховики из стали и композитных материалов). Гравитационная нергия (разгонные тележки). Электростатическая энергия (конденсаторы). Электромагнитная энергия (индуктивные сверхпроводящие и теплые катушки). Разрешенные варианты непосредственного превращения одного первичного вид энергии в другой. | 2 |
| 3 | Накопители энергии (атомные реакторы, химические топлива, нагретые тела, сжатые газы и пружины, движущиеся объекты, электрические конденсаторы ииндуктивности). Преобразователи энергии (окисление, горение и взрыв, термоэлектрические и термоэмиссионные, турбоэлектрогенераторы, гидрогенераторы, МГД-генераторы и другие). | 3 |
| 4 | Емкостные накопители. Устройство конденсаторов с высокими удельными параметрами. Схемы коммутации на нагрузку, коммутаторы (механические, взрывные, разрядные). Проблемы создания сверхмощных и сверхбыстрых батарей. Предельные энергетические характеристики. | 3 |
| 5 | Индуктивные накопители. Механические и электрические ограничения. Конструкции катушек. Схемы запитки и разряда на нагрузки. Предельные коэффициенты преобразования энергии. Размыкатели индуцированных токов (взрывные, плазмоэрозионные). Предельные удельные характеристики. Проблемы создания сверхмощных и сверхэнергоемких индуктивных накопителей. Генераторы тока для первичной запитки. Сверхпроводящие индуктивные накопители. | 3 |
| 6 | Обобщенная схема преобразователя. Параметры движущихся электропроводящих тел и магнитных полей. Основные уравнения генерации энергии и передачи в нагрузку. Магнитная кумуляция. Взрывомагнитные генераторы (ВМГ). | 2 |
| 7 | МГД-взрывные генераторы (МГДВ), МГД-генераторы на ракетном топливе (МГДРТ). Основные уравнения преобразования энергии и ограничения эффективности преобразования. | 2 |
| 8 | Синхронные электрогенераторы в режиме ударного торможения. Высокоскоростные снаряды в магнитных полях. Основные соотношения, ограничения и удельные энергетические соотношения. | 3 |
| 9 | МГД на ракетном топливе с индуктивным накопителем. Региональная электросеть со сверхпроводящим индуктивным накопителем. | 3 |
| 10 | Принцип работы обострителей (э.д.с. индукции). Размыкатели различных типов и их ограничения (на основе продуктов взрыва, высокомолекулярных продуктов абляции диэлектриков, взрыва электропроводников и фольг, плазменноэрозионного эффекта, явлений накопления заряда в твердых полупроводниках). | 3 |
| 11 | Химические реакции при заряде и разряде. Предельные возможности при импульсном съеме энергии. | 3 |
| 12 | Предельные генерируемые мощности и энергии (электромощностные показатели). Электрические характеристики (вольтамперные диаграммы). Массогабаритные показатели (диаграммы Джоуль на грамм массы, Ватт на грамм). | 3 |
| ВСЕГО (зач. ед. (часов)) | | 32 часа (1 зач. ед.) |

**Самостоятельная работа:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п.п. | Темы | Трудоёмкость  (количество часов) |
| 1 | Введение в импульсную энергетику. Общие понятия. Диапазон параметров. История развития, современные тенденции. Уникальные установки для применения в научных исследованиях и технических приложениях. | 2 |
| 2 | Расчетные формулы для удельного энергосодержания Ядерная энергия (радиоизотопы, деление ядер, синтез ядер). Химическая энергия (взрывчатые вещества, жидкие топлива, атомарный водород, метастабильный гелий). Тепловая энергия (литий, гидрид лития, бериллий) Упругая энергия (стальная пружина, резина, сжатые газы). Механическая энергия (маховики из стали и композитных материалов). Гравитационная нергия (разгонные тележки). Электростатическая энергия (конденсаторы). Электромагнитная энергия (индуктивные сверхпроводящие и теплые катушки). Разрешенные варианты непосредственного превращения одного первичного вид энергии в другой. | 2 |
| 3 | Накопители энергии (атомные реакторы, химические топлива, нагретые тела, сжатые газы и пружины, движущиеся объекты, электрические конденсаторы ииндуктивности). Преобразователи энергии (окисление, горение и взрыв, термоэлектрические и термоэмиссионные, турбоэлектрогенераторы, гидрогенераторы, МГД-генераторы и другие). | 3 |
| 4 | Емкостные накопители. Устройство конденсаторов с высокими удельными параметрами. Схемы коммутации на нагрузку, коммутаторы (механические, взрывные, разрядные). Проблемы создания сверхмощных и сверхбыстрых батарей. Предельные энергетические характеристики. | 3 |
| 6 | Индуктивные накопители. Механические и электрические ограничения. Конструкции катушек. Схемы запитки и разряда на нагрузки. Предельные коэффициенты преобразования энергии. Размыкатели индуцированных токов (взрывные, плазмоэрозионные). Предельные удельные характеристики. Проблемы создания сверхмощных и сверхэнергоемких индуктивных накопителей. Генераторы тока для первичной запитки. Сверхпроводящие индуктивные накопители. | 3 |
| 7 | Обобщенная схема преобразователя. Параметры движущихся электропроводящих тел и магнитных полей. Основные уравнения генерации энергии и передачи в нагрузку. Магнитная кумуляция. Взрывомагнитные генераторы (ВМГ). | 2 |
| 8 | МГД-взрывные генераторы (МГДВ), МГД-генераторы на ракетном топливе (МГДРТ). Основные уравнения преобразования энергии и ограничения эффективности преобразования. | 2 |
| 9 | Синхронные электрогенераторы в режиме ударного торможения. Высокоскоростные снаряды в магнитных полях. Основные соотношения, ограничения и удельные энергетические соотношения. | 3 |
| 10 | МГД на ракетном топливе с индуктивным накопителем. Региональная электросеть со сверхпроводящим индуктивным накопителем. | 3 |
| 11 | Принцип работы обострителей (э.д.с. индукции). Размыкатели различных типов и их ограничения (на основе продуктов взрыва, высокомолекулярных продуктов абляции диэлектриков, взрыва электропроводников и фольг, плазменноэрозионного эффекта, явлений накопления заряда в твердых полупроводниках). | 3 |
| 12 | Химические реакции при заряде и разряде. Предельные возможности при импульсном съеме энергии. | 3 |
| 13 | Подготовка к диф. зачету | 1 зач. ед. |
| ВСЕГО (зач. ед. (часов)) | | 32 часа (1 зач. ед.) + 1 зач. ед. |

* 1. **Содержание дисциплины**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Название модулей | Разделы и темы лекционных занятий | Содержание | Объем | |
| Аудиторная работа  (часы) | Самостоятельная работа  (часы) |
| 1 | I  ИМПУЛЬСНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ | **Введение в импульсную энергетику** | Введение в импульсную энергетику. Общие понятия. Диапазон параметров. История развития, современные тенденции. Уникальные установки для применения в научных исследованиях и технических приложениях. | 2 | 2 |
| 2 | **Первичные виды энергии, используемые в импульсных преобразователях** | Расчетные формулы для удельного энергосодержания Ядерная энергия (радиоизотопы, деление ядер, синтез ядер). Химическая энергия (взрывчатые вещества, жидкие топлива, атомарный водород, метастабильный гелий). Тепловая энергия (литий, гидрид лития, бериллий) Упругая энергия (стальная пружина, резина, сжатые газы). Механическая энергия (маховики из стали и композитных материалов). Гравитационная нергия (разгонные тележки). Электростатическая энергия (конденсаторы). Электромагнитная энергия (индуктивные сверхпроводящие и теплые катушки). Разрешенные варианты непосредственного превращения одного первичного вид энергии в другой. | 2 | 2 |
| 3 | **Классификация импульсных источников энергии** | Накопители энергии (атомные реакторы, химические топлива, нагретые тела, сжатые газы и пружины, движущиеся объекты, электрические конденсаторы ииндуктивности). Преобразователи энергии (окисление, горение и взрыв, термоэлектрические и термоэмиссионные, турбоэлектрогенераторы, гидрогенераторы, МГД-генераторы и другие). | 3 | 3 |
| 4 | **Емкостные накопители** | Емкостные накопители. Устройство конденсаторов с высокими удельными параметрами. Схемы коммутации на нагрузку, коммутаторы (механические, взрывные, разрядные). Проблемы создания сверхмощных и сверхбыстрых батарей. Предельные энергетические характеристики. | 3 | 3 |
| 5 | II  НАКОПИТЕЛИ И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЭНЕРГИИ | **Индуктивные накопители** | Индуктивные накопители. Механические и электрические ограничения. Конструкции катушек. Схемы запитки и разряда на нагрузки. Предельные коэффициенты преобразования энергии. Размыкатели индуцированных токов (взрывные, плазмоэрозионные). Предельные удельные характеристики. Проблемы создания сверхмощных и сверхэнергоемких индуктивных накопителей. Генераторы тока для первичной запитки. Сверхпроводящие индуктивные накопители. | 3 | 3 |
| 6 | Импульсные преобразователи химической энергии в электрическую | Обобщенная схема преобразователя. Параметры движущихся электропроводящих тел и магнитных полей. Основные уравнения генерации энергии и передачи в нагрузку. Магнитная кумуляция. Взрывомагнитные генераторы (ВМГ). | 2 | 2 |
| 7 | **МГД-взрывные генераторы** | МГД-взрывные генераторы (МГДВ), МГД-генераторы на ракетном топливе (МГДРТ). Основные уравнения преобразования энергии и ограничения эффективности преобразования. | 2 | 2 |
| 8 | **Электромагнитные преобразователи механической энергии в электрическую** | Синхронные электрогенераторы в режиме ударного торможения. Высокоскоростные снаряды в магнитных полях. Основные соотношения, ограничения и удельные энергетические соотношения. | 3 | 3 |
| 9 | III  ОБОСТРИТЕЛИ, АККУМУЛЯТОРЫ, ХАРАКТЕРИСТИКИ ИМПУЛЬСНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ | **Мощные системы преобразователь-накопитель** | МГД на ракетном топливе с индуктивным накопителем. Региональная электросеть со сверхпроводящим индуктивным накопителем. | 3 | 3 |
| 10 | Обострители электрических импульсов (преобразователи мощности) | Принцип работы обострителей (э.д.с. индукции). Размыкатели различных типов и их ограничения (на основе продуктов взрыва, высокомолекулярных продуктов абляции диэлектриков, взрыва электропроводников и фольг, плазменноэрозионного эффекта, явлений накопления заряда в твердых полупроводниках). | 3 | 3 |
| 11 | **Электрохимический источник тока ( аккумулятор)** | Химические реакции при заряде и разряде. Предельные возможности при импульсном съеме энергии. | 3 | 3 |
| 12 | Обобщенные энергетические характеристики импульсных генераторов | Введение в импульсную энергетику. Общие понятия. Диапазон параметров. История развития, современные тенденции. Уникальные установки для применения в научных исследованиях и технических приложениях. | 3 | 3 |

1. **Образовательные технологии**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Вид занятия | Форма проведения занятий | Цель |
| 1 | лекция | изложение теоретического материала | получение теоретических знаний по дисциплине |
| 2 | лекция | изложение теоретического материала с помощью презентаций | повышение степени понимания материала |
| 3 | лекция | решение задач по заданию (индивидуальному где требуется) преподавателя– решаются задачи, выданные преподавателем по итогам лекционных занятий и сдаются в конце изучения темы, используются учебники, рекомендуемые данной программой | осознание связей между теорией и практикой, а также взаимозависимостей разных дисциплин |
| 4 | самостоятельная работа студента | подготовка к диф. зачету | повышение степени понимания материала |

1. **Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

**Контрольно-измерительные материалы**

Перечень контрольных вопросов для сдачи диф. зачета в 10-ом семестре.

* 1. Предельные токи и напряжения в природе и в экспериментах.
  2. Перечень импульсных накопителей и преобразователей, принцип работы.
  3. Первичные виды энергии, используемые в импульсных преобразователях.
  4. Классификация накопителей энергии.
  5. Классификация преобразователей энергии.
  6. Емкостные накопители с высокими удельными параметрами.
  7. Индуктивные накопители и предельные коэффициенты преобразования энергии.
  8. Проблемы создания сверхмощных и сверхэнергоемких индуктивных накопителей.
  9. Импульсные преобразователи химической энергии в электрическую.
  10. Взрывомагнитные и МГД-взрывные генераторы.
  11. Электромагнитные преобразователи механической энергии в электрическую.
  12. МГД на ракетном топливе с индуктивным накопителем.
  13. Размыкатели тока, принципы действия и применение.
  14. Электрохимический источник тока, химические реакции при заряде и разряде.
  15. Предельные генерируемые мощности и энергии.

1. **Материально-техническое обеспечение дисциплины**
   1. **Необходимое оборудование для лекций и практических занятий:** компьютер и мультимедийное оборудование (проектор), доступ к сети Интернет
2. **Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**
   1. **Основная литература**
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Том VIII. Электродинамика сплошных сред. М.: Физматлит, 2003.
4. Райзер Ю.П. Физика газового разряда. М.: Интеллект, 2009.
   1. **Дополнительная литература:**
5. Диагностика плазмы. Под ред. Хаддлстоуна, 1977, М.: ИЛ, 360 с.
6. Тамм И.Е. Основы теории электричества. М.: ФМГИЗ, 1976. 521 с.
7. Нестерихин Ю.Е., Солоухин Р.И., Методы скоростных измерений в газодинамике и физике плазмы, М.: Наука, 1967, 96 с.

**Электронные ресурсы, включая доступ к базам данных и т.д.**

1. Курс лекций «Физика плазмы», <http://www.inp.nsk.su/chairs/plasma/sk/fpl.ru.shtml>

Программу составил

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (Лебедев Е.Ф., д.т.н., профессор)

«\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_2012 г.