

Учреждение образования
«Международный государственный экологический институт
имени А.Д. Сахарова» Белорусского
государственного университета

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по учебной
и воспитательной работе

МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ

И. Э. Бученков

« 18 » 04 2019 г.

Регистрационный № УД- 737-19 /уч.



**МОДУЛЬ «ФИЗИКА-2»
ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ**

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:

1-31 04 05 Медицинская физика

2019 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО № _____ и учебного плана учреждения высшего образования № 107-18/уч. по специальности 1-31 04 05 – Медицинская физика.

СОСТАВИТЕЛЬ:

В. Ф. Малишевский, доцент кафедры общей и медицинской физики учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова» БГУ, кандидат физико-математических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

З. В. Межевич, доцент кафедры медицинской и биологической физики учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», кандидат физико-математических наук, доцент;

В. А. Иванюкович, заведующий кафедрой экологических информационных систем учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой общей и медицинской физики учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 8 от 16.03. 2019);

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 8 от 17.04. 2019)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Электричество и магнетизм» обеспечивает базовую подготовку по физике будущих инженеров, необходимую им для решения теоретических и практических задач в области медицинской физики.

Цель учебной дисциплины: овладение студентами системой теоретических знаний о важнейших физических фактах, понятиях, законах, принципах электромагнетизма и умения применять эти знания на практике.

Задачи учебной дисциплины:

- сформировать основные понятия и общие принципы, управляющие электрическими и магнитными явлениями;
- изучить электрические и магнитные свойства веществ;
- ознакомить с методами наблюдения физических явлений и экспериментального их исследования;
- изучить основы технического и практического применения электромагнетизма;
- сформировать умения и навыки устанавливать математическую взаимосвязь между различными электромагнитными явлениями и эффектами.

Обучающийся должен владеть следующими *компетенциями*: быть способным использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей физики для решения профессиональных задач.

В результате усвоения дисциплины студент должен

знать:

- основные законы электромагнитных взаимодействий;
- законы постоянного и переменного тока;
- уравнения Максвелла;
- свойства диэлектриков и магнетиков;
- механизмы электропроводности биологических тканей и жидкостей;
- физические основы действия электромагнитных полей на человека;

уметь:

- рассчитывать электрические и магнитные поля в вакууме и веществе;
- выполнять расчет цепей квазистационарных переменных токов;
- использовать законы электромагнетизма при решении задач;

владеть:

- методами экспериментальных исследований электрических и магнитных свойств веществ;
- методами экспериментального исследования электрических цепей;
- методами обработки результатов экспериментальных исследований;
- математическими методами решения задач по электричеству и магнетизму.

В соответствии с типовым учебным планом изучение дисциплины рассчитано на общее количество часов – 240. Аудиторное количество часов 130, из них: лекции – 44 ч, практические занятия – 56 ч; лабораторные занятия – 30 ч.

Форма получения высшего образования – дневная.

Форма текущей аттестации – экзамен в III семестре.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение. Структура и содержание курса электромагнетизма

Роль электромагнитных взаимодействий в природе. Общая характеристика электромагнитного поля. Электрический заряд. Опыт Милликена. Микроскопические носители зарядов. Элементарный заряд и его инвариантность. Плотность заряда. Закон сохранения заряда.

Тема 2. Постоянное электрическое поле

Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Силовые линии электрического поля. Однородное электрическое поле. Пробный электрический заряд. Принцип суперпозиции электрических полей. Экспериментальная проверка закона Кулона на различных расстояниях. Электрическое поле системы зарядов на далеких расстояниях. Поле электрического диполя. Электрический диполь во внешнем электрическом поле. Силы, действующие на точечный заряд, диполь и непрерывно распределенный заряд. Понятие об электрическом квадруполье.

Тема 3. Потенциал электрического поля. Теорема Гаусса

Потенциальность электростатического поля. Связь между напряженностью и потенциалом. Потенциал точечного заряда, системы точечных зарядов и непрерывного распределения зарядов. Эквипотенциальные поверхности. Поток вектора и электростатическая теорема Гаусса. Нахождение напряженности электрического поля с использованием потенциала, прямым применением закона Кулона и с использованием теоремы Гаусса. Теорема Ирншоу. Электрическое поле Земли. Решение задач электростатики методом электрических изображений.

Тема 4. Проводники в электрическом поле

Электрическое поле в веществе. Электростатическое поле при наличии проводников. Распределение зарядов на поверхности проводника. Поле вблизи поверхности проводника. Электростатическая защита. Потенциал проводника. Емкость уединенного проводника. Конденсаторы и их емкость. Параллельное и последовательное соединение конденсаторов. Плотность энергии электрического поля. Энергия заряженных проводников. Действие электрического тока на ткани организма.

Тема 5. Диэлектрики в электрическом поле

Поляризация диэлектриков. Теорема Гаусса для диэлектриков. Роль диэлектрика в конденсаторе. Молекулярная картина поляризации диэлектриков. Поляризуемость. Связанные заряды. Диэлектрическая проницаемость. Индукция электрического поля. Формулировка теоремы Гаусса для электрического поля в диэлектриках, граничные условия. Пьезоэлектричество. Пироэлектричество. Сегнетоэлектричество.

Тема 6. Энергия электростатического поля

Силы, действующие на точечный заряд, диполь и непрерывно распределенный заряд. Энергия взаимодействия дискретных зарядов. Энергия взаимодействия при непрерывном распределении зарядов. Собственная энергия системы зарядов. Объемная плотность энергии электрического поля. Энергия поля поверхностных зарядов. Силы, действующие на диэлектрик и проводник в электрическом поле.

Тема 7. Постоянный электрический ток

Определение постоянного электрического тока. Сила тока. Плотность силы тока. Сторонние электродвижущие силы. Напряжение на участке цепи. Электродвижущая сила источника тока. Сила и плотность тока. Закон Ома для неоднородного участка цепи и для замкнутой цепи. Элементарная классическая теория движения зарядов в проводниках. Дифференциальная форма закона Ома. Закон Джоуля – Ленца. Дифференциальная форма закона Джоуля–Ленца. Работа и мощность тока. Линейные цепи. Правила Кирхгофа. Конденсаторы в цепях постоянного тока и переходные процессы.

Зависимость электрического сопротивления проводников от температуры. Сверхпроводимость. Критические параметры сверхпроводников. Высокотемпературная сверхпроводимость. Применение сверхпроводников.

Тема 8. Электрический ток в газах и жидкостях

Газовый разряд. Ионизация и рекомбинация. Несамостоятельный и самостоятельный разряды. Тлеющий разряд. Искровой разряд. Коронный разряд. Дуговой разряд. Применение газового разряда. Электрический ток в жидкостях. Электролиз и электролитическая диссоциация. Законы Фарадея для электролиза и элементарный заряд. Гальванические элементы и аккумуляторы.

Тема 9. Стационарное магнитное поле

Вектор индукции магнитного поля. Линии индукции магнитного поля. Закон Био – Савара – Лапласа и ее применение для расчета магнитных полей. Теорема Гаусса для магнитных полей. Теорема о циркуляции магнитного поля в вакууме. Закон Ампера. Магнитное поле элементарного тока. Магнитный момент элементарного тока. Правило буравчика. Напряженность магнитного поля. Связь между индукцией и напряженностью магнитного поля. Теорема о циркуляции напряженности магнитного поля. Вычисление индукции и напряженности магнитного поля в простейших случаях. Магнитное поле системы токов на далеких расстояниях. Мультипольное разложение. Граничные условия для векторов \mathbf{B} и \mathbf{H} . Получение мощных магнитных полей с помощью сверхпроводящих систем. МГД-генераторы. Сверхпроводящие магнитные системы и термоядерный синтез.

Электрическое и магнитное поля человека. Понятие о биомагнетизме. Магнитные свойства тканей организма. Физические основы магнитотерапии и магнитобиологии.

Тема 10. Проводники с током в магнитном поле

Проводник с током в магнитном поле. Сила Ампера. Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле. Рамка с током в магнитном поле. Потенциальная энергия контура с током в магнитном поле. Силы и момент сил, действующие на магнитный момент.

Тема 11. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях

Сила Лоренца. Движение заряженной частицы в магнитном поле. Движение заряженной частицы в скрещенных электрическом и магнитном полях. Фокусировка пучков заряженных частиц. Основы масс-спектрометрии. Ускорители заряженных частиц.

Магнитное поле Земли и его защитные функции для всего живого на планете.

Тема 12. Магнитные свойства вещества

Магнитное поле в веществе. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость. Диамагнетизм, парамагнетизм и ферромагнетизм. Доменная структура. Ферромагнетизм как частный случай ферромагнетизма. Точка Кюри – Нееля. Сверхпроводники и их магнитные свойства.

Тема 13. Электромагнитная индукция

Электродвижущая сила индукции. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Максвелловская трактовка явления электромагнитной индукции. Дифференциальная формулировка закона электромагнитной индукции Фарадея. Вращающийся виток с током в магнитном поле. Взаимная индукция. Индуктивность. Соленоид. Самоиндукция. Скин-эффект. Токи Фуко. Переходные процессы в цепях постоянного тока с индуктивностью.

Тема 14. Переменное стационарное электромагнитное поле

Ток смещения. Колебательный контур. Собственные электрические и магнитные колебания. Вынужденные электрические колебания. Переменный электрический ток. Емкость и индуктивность в цепях переменного тока. Закон Ома для переменных токов. Резонанс токов и напряжений. Понятие об импедансе. Трансформатор. Особенности протекания переменного электрического тока в газах и жидкостях.

Тема 15. Уравнения Максвелла

Система уравнений Максвелла и физический смысл отдельных уравнений системы. Лоренц-ковариантность уравнений Максвелла. Закон сохранения энергии электромагнитного поля. Плотность потока электромагнитной энергии. Вектор Умова – Пойнтинга.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				
		Лекции	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные занятия	Иное	Формы контроля знаний
1	2	3	4	5	7	8
1	Введение. Структура и содержание курса электромагнетизма	2			метод. пособие	
2	Постоянное электрическое поле	2	4	2	метод. пособие	тест
3	Потенциал электрического поля. Теорема Гаусса	4	6		метод. пособие	
4	Проводники в электрическом поле	2	4	4	метод. пособие	тест
5	Диэлектрики в электрическом поле	4	6		метод. пособие	
6	Энергия электростатического поля	2	2		метод. пособие	контр. раб.
7	Контрольная работа		2			
8	Постоянный электрический ток	4	4	4	метод. пособие	тест
9	Электрический ток в газах и жидкостях	2	4		метод. пособие	
10	Стационарное магнитное поле	4	4	4	метод. пособие	тест
11	Проводники с током в магнитном поле	2	4	4	метод. пособие	тест
12	Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном поле	4	4	4	метод. пособие	
13	Магнитные свойства вещества	4	4	4	метод. пособие	
14	Электромагнитная индукция	4	4	4	метод. пособие	контр. раб.
15	Переменное стационарное электромагнитное поле	2	2		метод. пособие	
16	Уравнения Максвелла	2			метод. пособие	контр. раб.
17	Контрольная работа		2			
ВСЕГО		44	56	30		

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Методические рекомендации по самостоятельной работе

Для организации самостоятельной работы студентов по курсу необходимо использовать современные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа, методические указания к практическим занятиям, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме для самоконтроля и др.).

Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего и итогового контроля знаний в форме устного опроса, коллоквиумов, контрольных работ по темам и разделам курса (модуля).

Темы самостоятельных работ

1. Источники тока.
2. Проявление электростатических полей в повседневной жизни.
3. Сверхпроводники, их свойства и применение в технике.
4. Рентгеновские лучи и медицина.
5. Электромагнитное излучение и человек.
6. Защитная роль магнитного поля Земли для всего живого на планете.

С целью диагностики знаний, умений и навыков студентов по данной дисциплине *рекомендуется использовать:*

- 1) контрольные работы;
- 2) самостоятельные работы;
- 3) коллоквиумы по пройденному теоретическому материалу;
- 4) устный опрос в ходе практических занятий;
- 5) проверку конспектов лекций студентов;
- 6) тестирование, включая компьютерное.

Рекомендуемые темы лабораторных работ

1. Методы измерения сопротивления.
2. Температурная зависимость металлов и проводников.
3. Методы измерения емкости.
4. Изучение вольтамперных характеристик полупроводниковых диодов.
5. Определение горизонтальной составляющей индукции магнитного поля Земли.
6. Исследование энергетических соотношений в цепи постоянного тока.
7. Компенсационный метод определения ЭДС.
8. Исследование электростатического поля.
9. Изучение явлений электромагнитной индукции и взаимоиндукции.
10. Градуировка термопары.
11. Изучение свойства электромагнитных волн.
12. Изучение цепей переменного тока.

Перечень тем практических занятий

1. Постоянное электрическое поле.
2. Потенциал электрического поля. Теорема Гаусса.
3. Проводники в электрическом поле.
4. Диэлектрики в электрическом поле.
5. Энергия электростатического поля.
6. Постоянный электрический ток.
7. Электрический ток в газах и жидкостях.
8. Стационарное магнитное поле.
9. Проводники с током в магнитном поле.
10. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном поле.
11. Магнитные свойства вещества.
12. Электромагнитная индукция.
13. Переменное стационарное электромагнитное поле.
14. Электромагнитные волны.

ЛИТЕРАТУРА***Основная***

1. Савельев, И. В. Курс общей физики: в 4 т. Т. 3. Электричество и магнетизм / И. В. Савельев. – М.: КноРус, 2012. – 576 с.
2. Бондарев, Б. В. Курс общей физики: в 3-х кн. Кн. 2. Электромагнетизм, оптика, квантовая физика / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин. – М.: Юрайт, 2019. – 441 с.
3. Трофимова, Т. И. Курс физики / Т. И. Трофимова. – М.: Академия, 2013. – 352 с.
4. Сивухин Д. В. Общий курс физики: в 5 т. Т. 3. Электричество / Д. В. Сивухин. – М.: Физматлит, 2009. – 656 с.
5. Детлаф, А. А. Курс физики / А. А. Детлаф, Б. М. Яровский. – М.: Академия, 2007. – 720 с.

Дополнительная

1. Наркевич, И. И. Физика / И. И. Наркевич, Э. И. Волмянский, С. И. Лобко. – Минск: Новое знание, 2004. – 679 с.
2. Малишевский, В. Ф. Электричество и магнетизм: лабораторный практикум / В. Ф. Малишевский, А. А. Луцевич, Е. Ю. Соменова. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 131 с.
3. Малишевский, В. Ф. Основы электродинамики / В. Ф. Малишевский, А. А. Луцевич. – Минск: ИВЦ Минфина, 2018. – 140 с.

Протокол согласования учебной программы

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
<i>Согласования не требуется</i>			 <i>№1 от 29.08.19</i>