

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Контрольно-надзорная деятельность в энергетике

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины  
ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ЭКОЛОГИЯ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.08</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>2 семестр - 2;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>72 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>2 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>2 семестр - 16 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2 семестр - 23,7 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> <b>Коллоквиум</b> <b>Расчетно-графическая работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>2 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Королев И.В.
	Идентификатор	R05e37a37-KorolevIV-cbb64072

(подпись)

И.В. Королев

(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кондратьева О.Е.
	Идентификатор	R4c792df8-KondratyevaOYe-7169b3

(подпись)

О.Е.

Кондратьева

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кондратьева О.Е.
	Идентификатор	R4c792df8-KondratyevaOYe-7169b3

(подпись)

О.Е.

Кондратьева

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение проблемы воздействия электромагнитных полей на биосферу, знакомство с используемой нормативной базой по допустимым воздействиям и способам защиты от электромагнитных полей промышленной частоты, СВЧ излучения

### Задачи дисциплины

- освоение работы с современными нормативными документами по воздействию электромагнитных полей (ЭМП) на человека;
- обучение основным способам защиты от воздействия электромагнитных полей на биосферу;
- приобретение навыков расчета электрических и магнитных полей промышленной частоты;;
- приобретение навыков принятия и обоснования конкретных технических решений при защите человека от влияния ЭМП.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-2 Способен обеспечивать требования промышленной безопасности, оценивать техническое состояние и прогнозировать поведение объектов профессиональной деятельности в чрезвычайных ситуациях	ИД-7 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует понимание влияния параметров средств защиты от электромагнитных полей промышленной частоты на безопасность персонала на объектах профессиональной деятельности	знать: - основные источники научно-технической информации по защитным мероприятиям в зоне электромагнитного загрязнения.  уметь: - самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета ЭМП и применять их для решения поставленной задачи.
ПК-2 Способен обеспечивать требования промышленной безопасности, оценивать техническое состояние и прогнозировать поведение объектов профессиональной деятельности в чрезвычайных ситуациях	ИД-8 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует способность оценивать эффективность средств защиты и осуществлять контроль соответствия фактического уровня факторов воздействующих на персонал и окружающую среду нормативным требованиям	знать: - способы и средства защиты человека от ЭМП; - нормативные документы по допустимым значениям ЭМП.  уметь: - осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимые материалы; - решать инженерно-технические и экономические задачи при оценке воздействия ЭМП на человека с применением средств прикладного программного обеспечения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Контрольно-надзорная деятельность в энергетике (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Электромагнитные поля как фактор производственной и окружающей среды. Гипогеомагнитное поле	6.5	2	4	-	2	-	-	-	-	-	0.5	-	<p><b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках расчетно-графического задания выполняется расчет ЭП. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: Расчет электрических и магнитных полей ВЛ и ОРУ, выбор защитных экранов, обеспечивающих снижение параметров поля до нормируемых</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Электромагнитные поля как фактор производственной и окружающей среды. Гипогеомагнитное поле" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Электромагнитные поля как фактор производственной и окружающей среды. Гипогеомагнитное поле"</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Электромагнитные поля как фактор</p>
1.1	Электромагнитные поля как фактор производственной и окружающей среды.	6.5		4	-	2	-	-	-	-	-	-	0.5	

													<p>производственной и окружающей среды. Гипогеомагнитное поле" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите пр. работы</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Электромагнитные поля как фактор производственной и окружающей среды. Гипогеомагнитное поле". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: Расчет электрических и магнитных полей ВЛ и ОРУ, выбор защитных экранов, обеспечивающих снижение параметров поля до нормируемых</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Электромагнитные поля как фактор производственной и окружающей среды. Гипогеомагнитное поле"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр.26-58 [2], стр.11-32 [4], стр.33-52</p>	
2	Электрическое поле ПЧ. Система бесконечных проводов, ВЛ. Метод эквивалентных	13.0		8	-	4	-	-	-	-	-	1.0	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Электрическое поле ПЧ. Система бесконечных проводов, ВЛ. Метод эквивалентных зарядов (МЭЗ). Расчет ЭП</p>

	зарядов (МЭЗ). Расчет ЭП ПЧ ВЛ.													ПЧ ВЛ."
2.1	Электрическое поле промышленной частоты. Принцип суперпозиции при расчете ЭП в однородной среде	6.5	4	-	2	-	-	-	-	-	0.5	-	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите пр. работы <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Электрическое поле ПЧ. Система бесконечных проводов, ВЛ. Метод эквивалентных зарядов (МЭЗ). Расчет ЭП ПЧ ВЛ." материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.
2.2	Электрическое поле системы бесконечных проводов, параллельных поверхности земли. Электрические поля ВЛ.	6.5	4	-	2	-	-	-	-	-	0.5	-	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Электрическое поле ПЧ. Система бесконечных проводов, ВЛ. Метод эквивалентных зарядов (МЭЗ). Расчет ЭП ПЧ ВЛ." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Электрическое поле ПЧ. Система бесконечных проводов, ВЛ. Метод эквивалентных зарядов (МЭЗ). Расчет ЭП ПЧ ВЛ.". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Электрическое поле ПЧ. Система

													бесконечных проводов, ВЛ. Метод эквивалентных зарядов (МЭЗ). Расчет ЭП ПЧ ВЛ." <b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр.59-110 [2], стр.67-94 [5], стр.154-184
3	Магнитное поле ПЧ. Способы уменьшения напряженности МП ПЧ	9.0	6	-	2	-	-	-	-	-	1.0	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Магнитное поле ПЧ. Способы уменьшения напряженности МП ПЧ"
3.1	Магнитное поле промышленной частоты	2.5	2	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	<b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие:
3.2	МП простейших систем проводов. Способы снижения индукции МП в рабочей зоне.	6.5	4	-	2	-	-	-	-	-	0.5	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Магнитное поле ПЧ. Способы уменьшения



														<p>напряженности МП ПЧ" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Магнитное поле ПЧ. Способы уменьшения напряженности МП ПЧ"</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Магнитное поле ПЧ. Способы уменьшения напряженности МП ПЧ". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения:</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Магнитное поле ПЧ. Способы уменьшения напряженности МП ПЧ" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр.111-148 [2], стр.95-120</p>
4	Ток через тело человека, находящегося во внешнем ЭП. Наводки на транспорт и механизмы	7.0	4	-	2	-	-	-	-	-	1.0	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Ток через тело человека, находящегося во внешнем ЭП. Наводки на транспорт и механизмы"</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Ток через тело человека, находящегося во</p>	
4.1	Ток через тело человека,	4.5	2	-	2	-	-	-	-	-	0.5	-	<p>дополнительного материала по разделу "Ток через тело человека, находящегося во</p>	

	находящегося во внешнем ЭП													внешнем ЭП. Наводки на транспорт и механизмы"
4.2	Наводки на транспорт и механизмы	2.5		2	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	<p><b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие:</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Ток через тело человека, находящегося во внешнем ЭП. Наводки на транспорт и механизмы" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Ток через тело человека, находящегося во внешнем ЭП. Наводки на транспорт и механизмы". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения:</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Ток через</p>

													тело человека, находящегося во внешнем ЭП. Наводки на транспорт и механизмы" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], стр.146-214
5	Электромагнитные поля радиочастотного диапазона	7	4	-	2	-	-	-	-	-	1	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Электромагнитные поля радиочастотного диапазона"
5.1	Электромагнитные поля радиочастотного диапазона как фактор производственных воздействий	7	4	-	2	-	-	-	-	-	1	-	<b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Электромагнитные поля радиочастотного диапазона". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Электромагнитные поля радиочастотного диапазона" <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b>

														Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Электромагнитные поля радиочастотного диапазона" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр.150-179 [3], стр.21-28
6	Данные о воздействиях СВЧ излучения	7.0	4	-	2	-	-	-	-	-	-	1.0	-	<b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Данные о воздействиях СВЧ излучения". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: <b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения
6.1	Данные о воздействиях СВЧ излучения	3.5	2	-	1	-	-	-	-	-	-	0.5	-	
6.2	Оценка воздействия СВЧ на биологические объекты	3.5	2	-	1	-	-	-	-	-	-	0.5	-	

														<p>профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Данные о воздействиях СВЧ излучения" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Данные о воздействиях СВЧ излучения"</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Данные о воздействиях СВЧ излучения"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр.180-215</p>
7	Средства индивидуальной защиты от электромагнитных полей.	4.5	2	-	2	-	-	-	-	-	0.5	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Средства индивидуальной защиты от электромагнитных полей."</p>	
7.1	Средства индивидуальной защиты от электромагнитных полей.	4.5	2	-	2	-	-	-	-	-	0.5	-	<p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Средства индивидуальной защиты от электромагнитных полей." материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите пр. работы</p> <p><b><u>Подготовка расчетно-графического</u></b></p>	

													<p><b>задания:</b> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие:</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Средства индивидуальной защиты от электромагнитных полей."</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Средства индивидуальной защиты от электромагнитных полей." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Средства индивидуальной защиты от электромагнитных полей.". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения:</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [5], стр.104-152</p>
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	72.0	32	-	16	-	-	-	-	0.3	6.0	17.7	
	Итого за семестр	72.0	32	-	16	-	-	-	-	0.3	23.7		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### 1. Электромагнитные поля как фактор производственной и окружающей среды.

##### Гипогеомагнитное поле

###### 1.1. Электромагнитные поля как фактор производственной и окружающей среды.

Электромагнитные поля как фактор производственной и окружающей среды. Классификация, общие вопросы. История проблемы.. Гипогеомагнитное поле: источники, влияние на здоровье, гигиеническое нормирование и контроль.

#### 2. Электрическое поле ПЧ. Система бесконечных проводов, ВЛ. Метод эквивалентных зарядов (МЭЗ). Расчет ЭП ПЧ ВЛ.

###### 2.1. Электрическое поле промышленной частоты. Принцип суперпозиции при расчете ЭП в однородной среде

Электрическое поле промышленной частоты: источники, влияние на здоровье, гигиеническое нормирование и контроль. Сложности оценки. Риск канцерогенного влияния.. ЭП простейших систем зарядов: точечный заряд, равномерно заряженная ось, равномерно заряженный отрезок. Условия для  $E$  на границе раздела 2-х сред.. Направление силовых линий (правило знаков при расчете  $E$ ).. Симметрия и антисимметрия при расчете ЭП при наличии плоской границы раздела. Эквипотенциальная и непроницаемая граница..

###### 2.2. Электрическое поле системы бесконечных проводов, параллельных поверхности земли. Электрические поля ВЛ.

Электрическое поле системы бесконечных проводов, параллельных поверхности земли.. Расчетная модель. Порядок расчета: составление СЛАУ для определения линейной плотности зарядов проводов, формулы для вычисления элементов матрицы СЛАУ, расчет потенциала и напряженности в произвольной точке.. Применение расщепленных проводов. Эквивалентный радиус расщепленного провода.. Метод эквивалентных зарядов (МЭЗ). МЭЗ для расчета ЭП ВЛ. Расчет экранов из бесконечных проводов и проводов конечной длины. Порядок расчета дискового экрана и кольцевого экрана.. Поляризация вектора напряженности электрического поля..

#### 3. Магнитное поле ПЧ. Способы уменьшения напряженности МП ПЧ

###### 3.1. Магнитное поле промышленной частоты

Магнитное поле промышленной частоты: источники, влияние на здоровье, гигиеническое нормирование и контроль. Сложности оценки. Риск канцерогенного влияния.. Основные расчетные формулы магнитостатики – магнитные поля бесконечного провода и провода с током конечной длины.. Принцип суперпозиции при расчете МП ПЧ. Правило буравчика. Составляющие  $H_x$  и  $H_y$  МП бесконечного провода..

###### 3.2. МП простейших систем проводов. Способы снижения индукции МП в рабочей зоне.

МП простейших систем проводов: однофазный провод, трехфазный провод, квадратная рамка. Структура МП рамки.. Расчет магнитных полей (МП), создаваемых вблизи ВЛ и на ОРУ. МП двухпроводной линии и трехфазной системы токов.. Способы снижения индукции МП в рабочей зоне. Локальное уменьшение напряженности МП при помощи пассивной или активной рамки.. Квадратная рамка в однородном или неоднородном МП. Общие способы уменьшения напряженности ЭМП ПЧ.

#### 4. Ток через тело человека, находящегося во внешнем ЭП. Наводки на транспорт и механизмы

#### 4.1. Ток через тело человека, находящегося во внешнем ЭП

Ток через тело человека, находящегося во внешнем электрическом поле. Различные расчетные модели, их достоинства и недостатки.. Оценки полного тока через тело человека, распределения тока и плотности тока в теле человека. Оценки напряженности поля в теле человека..

#### 4.2. Наводки на транспорт и механизмы

Наводки на транспорт и механизмы. Приближенные формулы для расчета тока через человека при прикосновении к транспортным средствам, находящимся в ЭП.. Нормирование ЭП при оценке наводок от транспорта и механизмов.

### 5. Электромагнитные поля радиочастотного диапазона

5.1. Электромагнитные поля радиочастотного диапазона как фактор производственных воздействий

Электромагнитные поля радиочастотного диапазона как фактор производственных воздействий: источники. Электромагнитные поля радиочастотного диапазона как фактор производственных воздействий: влияние на здоровье, гигиеническое нормирование и контроль.

### 6. Данные о воздействиях СВЧ излучения

#### 6.1. Данные о воздействиях СВЧ излучения

Диапазоны радиочастот, обзор устройств, работающих в них. Общие представления об радиоантеннах. Излучаемая мощность, сопротивление излучения, ток в антенне, соотношения между векторами  $E$  и  $H$  в дальней зоне.. Вектор Пойнтинга, его связь напряженностью ЭП и МП. Волновое сопротивление свободного пространства.. Оценки размеров санитарных зон радиоантенн..

#### 6.2. Оценка воздействия СВЧ на биологические объекты

Данные о воздействиях СВЧ излучения на лабораторных животных. Глубина проникновения ЭМП в биологические ткани.. Оценки влияния сотовых телефонов и ЭМП базовых станций (БС) на человека. Излучаемая мощность телефонных аппаратов и БС. Средняя поглощенная мощность при облучении телефонным аппаратом.. Оценки опасных ППЭ в сравнении с потоком тепловой энергии через поверхность тела человека..

### 7. Средства индивидуальной защиты от электромагнитных полей.

#### 7.1. Средства индивидуальной защиты от электромагнитных полей.

Средства индивидуальной защиты от электромагнитных полей. Принципы их использования, критерии оценки эффективности. Нормативно-правовая база оценки СИЗ.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Расчет ЭП системы двух проводов;
2. Расчет дискового экрана;
3. Расчет эллипса поляризации вектора напряженности ЭП;
4. Изучение программы ELMAGLEP;
5. Расчет ЭП трех точечных зарядов;
6. Расчет магнитного поля отопительной системы.



**3.4. Темы лабораторных работ**  
не предусмотрено

**3.5 Консультации**

**3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**  
Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)							Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	7	
<b>Знать:</b>									
основные источники научно-технической информации по защитным мероприятиям в зоне электромагнитного загрязнения	ИД-7 <sub>ПК-2</sub>	+							Коллоквиум/Практическая работа 1: Расчет ЭП трех точечных зарядов  Коллоквиум/Практическая работа 2: Расчет ЭП системы двух проводов  Коллоквиум/Практическая работа 3: Изучение программы ELMAGLEP  Коллоквиум/Практическая работа 4: Расчет эллипса поляризации вектора напряженности ЭП  Коллоквиум/Практическая работа 5: Расчет дискового экрана  Коллоквиум/Практическая работа 6: Расчет магнитного поля отопительной системы  Расчетно-графическая работа/Расчетное задание: Расчет электрических и магнитных полей ВЛ и ОРУ
нормативные документы по допустимым значениям ЭМП	ИД-8 <sub>ПК-2</sub>		+						Коллоквиум/Практическая работа 1: Расчет ЭП трех точечных зарядов  Коллоквиум/Практическая работа 2: Расчет ЭП системы двух проводов  Коллоквиум/Практическая работа 3: Изучение программы ELMAGLEP  Коллоквиум/Практическая работа 4:

									Расчет эллипса поляризации вектора напряженности ЭП Коллоквиум/Практическая работа 5: Расчет дискового экрана Расчетно-графическая работа/Расчетное задание: Расчет электрических и магнитных полей ВЛ и ОРУ
способы и средства защиты человека от ЭМП	ИД-8 <sub>ПК-2</sub>							+	Коллоквиум/Практическая работа 5: Расчет дискового экрана Коллоквиум/Практическая работа 6: Расчет магнитного поля отопительной системы Расчетно-графическая работа/Расчетное задание: Расчет электрических и магнитных полей ВЛ и ОРУ
<b>Уметь:</b>									
самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета ЭМП и применять их для решения поставленной задачи	ИД-7 <sub>ПК-2</sub>			+					Коллоквиум/Практическая работа 6: Расчет магнитного поля отопительной системы Расчетно-графическая работа/Расчетное задание: Расчет электрических и магнитных полей ВЛ и ОРУ
решать инженерно-технические и экономические задачи при оценке воздействия ЭМП на человека с применением средств прикладного программного обеспечения	ИД-8 <sub>ПК-2</sub>					+	+		Расчетно-графическая работа/Расчетное задание: Расчет электрических и магнитных полей ВЛ и ОРУ
осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимые материалы	ИД-8 <sub>ПК-2</sub>				+				Расчетно-графическая работа/Расчетное задание: Расчет электрических и магнитных полей ВЛ и ОРУ

#### **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

##### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**2 семестр**

Форма реализации: Смешанная форма

1. Практическая работа 1: Расчет ЭП трех точечных зарядов (Коллоквиум)
2. Практическая работа 2: Расчет ЭП системы двух проводов (Коллоквиум)
3. Практическая работа 3: Изучение программы ELMAGLER (Коллоквиум)
4. Практическая работа 4: Расчет эллипса поляризации вектора напряженности ЭП (Коллоквиум)
5. Практическая работа 5: Расчет дискового экрана (Коллоквиум)
6. Практическая работа 6: Расчет магнитного поля отопительной системы (Коллоквиум)
7. Расчетное задание: Расчет электрических и магнитных полей ВЛ и ОРУ (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

##### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Зачет с оценкой (Семестр №2)*

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

#### **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Колечицкий, Е. С. Защита биосферы от влияния электромагнитных полей : учебное пособие для вузов по направлению 140200 "Электроэнергетика" / Е. С. Колечицкий, В. А. Романов, В. Г. Карташев . – М. : Издательский дом МЭИ, 2008 . – 352 с. - ISBN 978-5-383-00312-1 .;
2. Мисриханов, М. Ш. Обеспечение электромагнитной безопасности электросетевых объектов : монография / М. Ш. Мисриханов, Н. Б. Рубцова, А. Ю. Токарский . – 2-е изд., перераб . – Москва; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019 . – 508 с. - ISBN 978-5-9729-0320-7 .;
3. Аполлонский, С. М. Электромагнитная безопасность в урбанизированном пространстве. Т. 2 : Нормирование электромагнитных параметров в окружающей среде : монография / С. М. Аполлонский . – М. : Русайнс, 2018 . – 261 с. - На обл.: Т. 2 : Электромагнитное загрязнение в урбанизированном пространстве . - ISBN 978-5-4365-2377-4 .;
4. Аполлонский, С. М. Электромагнитная безопасность в урбанизированном пространстве. Т. 1 : Электромагнитное загрязнение в урбанизированном пространстве : монография / С. М. Аполлонский . – М. : Русайнс, 2018 . – 287 с. - ISBN 978-5-4365-2376-7 .;
5. Акимов М. Н., Аполлонский С. М.- "Основы электромагнитной безопасности", (3-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (200 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/169217>.

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux.

## 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
5. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;http://docs.cntd.ru/>
6. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
7. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
	К-502, Компьютерный класс каф. "ИЭиОТ"	стеллаж, стол преподавателя, стол, стол компьютерный, стол учебный, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для консультирования	Л-505, Кабинет сотрудников каф. "ИЭиОТ"	рабочее место сотрудника, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, компьютер персональный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Л-509а, Методический кабинет каф.	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стул, шкаф, шкаф для документов, стол письменный, тумба, стол для совещаний,

	"ИЭиОТ"	компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, компьютер персональный
--	---------	---

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Электромагнитная экология

(название дисциплины)

#### 2 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Практическая работа 1: Расчет ЭП трех точечных зарядов (Коллоквиум)
- КМ-2 Практическая работа 2: Расчет ЭП системы двух проводов (Коллоквиум)
- КМ-3 Практическая работа 3: Изучение программы ELMAGLER (Коллоквиум)
- КМ-4 Практическая работа 4: Расчет эллипса поляризации вектора напряженности ЭП (Коллоквиум)
- КМ-5 Практическая работа 5: Расчет дискового экрана (Коллоквиум)
- КМ-6 Практическая работа 6: Расчет магнитного поля отопительной системы (Коллоквиум)
- КМ-7 Расчетное задание: Расчет электрических и магнитных полей ВЛ и ОРУ (Расчетно-графическая работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
		Неделя КМ:	4	6	8	10	12	14	16
1	Электромагнитные поля как фактор производственной и окружающей среды. Гипогеомагнитное поле								
1.1	Электромагнитные поля как фактор производственной и окружающей среды.		+	+	+	+	+	+	+
2	Электрическое поле ПЧ. Система бесконечных проводов, ВЛ. Метод эквивалентных зарядов (МЭЗ). Расчет ЭП ПЧ ВЛ.								
2.1	Электрическое поле промышленной частоты. Принцип суперпозиции при расчете ЭП в однородной среде		+	+	+	+	+		+
2.2	Электрическое поле системы бесконечных проводов, параллельных поверхности земли. Электрические поля ВЛ.		+	+	+	+	+		+
3	Магнитное поле ПЧ. Способы уменьшения напряженности МП ПЧ								
3.1	Магнитное поле промышленной частоты							+	+
3.2	МП простейших систем проводов. Способы снижения индукции МП в рабочей зоне.							+	+
4	Ток через тело человека, находящегося во внешнем ЭП.								

	Наводки на транспорт и механизмы							
4.1	Ток через тело человека, находящегося во внешнем ЭП							+
4.2	Наводки на транспорт и механизмы							+
5	Электромагнитные поля радиочастотного диапазона							
5.1	Электромагнитные поля радиочастотного диапазона как фактор производственных воздействий							+
6	Данные о воздействиях СВЧ излучения							
6.1	Данные о воздействиях СВЧ излучения							+
6.2	Оценка воздействия СВЧ на биологические объекты							+
7	Средства индивидуальной защиты от электромагнитных полей.							
7.1	Средства индивидуальной защиты от электромагнитных полей.					+	+	+
Вес КМ, %:		10	10	10	10	10	10	40