

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Кафедра интеллектуальных информационных радиофизических систем

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета

  
(подпись)

И.С. Огнев

«23» мая 2023 г.

Рабочая программа дисциплины  
**«Электромагнитная безопасность»**

Направление подготовки  
«11.03.01 Радиотехника»

Направленность (профиль)  
«00 Радиотехника»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании кафедры  
от «17» апреля 2023 года, протокол № 8

Программа одобрена НМК  
физического факультета  
протокол № 5 от «25» апреля 2023 года

Ярославль

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Электромагнитная безопасность» являются формирование способности применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования для анализа воздействия потенциально вредного физического фактора – электромагнитных полей, а также учёта требований электромагнитной безопасности (ЭМБ) в разрабатываемой документации на проектируемые системы связи и радиотехнические устройства.

Курс знакомит с основными источниками, механизмами и эффектами воздействия электромагнитных полей на биологические организмы, в том числе на человека, методами прогнозирования электромагнитной обстановки и оценки электромагнитной безопасности систем связи и радиотехнических устройств.

Задачи курса – способствовать формированию у студентов умений прогнозировать ЭМБ, контролировать соблюдение ЭМБ, обеспечивать ЭМБ, в том числе с помощью различных методов защиты, включая спецодежду.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная дисциплина является дисциплиной по выбору и относится к части Блока 1, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина требует знаний, умений и навыков, полученных при изучении дисциплин «Основы теории цепей (Часть 1)», «Радиотехнические цепи и сигналы», а также базовых математических знаний и умений из курса «Математический анализ».

Знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплины, используются студентами при освоении других специальных дисциплин и в НИРС.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ООП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Профессиональные компетенции</b>		
ПК-2 Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью модернизации существующих и (или) создания новых перспективных радиотехнических устройств и систем	ИД_ПК-2.1 Знает основные характеристики радиотехнических устройств и систем	Знать: – модели поведения биологических систем под действием различных факторов, – механизмы и эффекты воздействия ЭМП на различные системы живых организмов, в том числе человека; – нормативы в области ЭМБ, в том числе для средств электросвязи и информатики.
	ИД_ПК-2.2 Применяет экспериментальные методы исследования процессов в радиотехнических устройствах и системах	Уметь: – контролировать соблюдение ЭМБ. Владеть навыками: – правильно организовывать рабочее место и использовать средства индивидуальной защиты.
	ИД_ПК-2.3 Проводит теоретические исследования радиотех-	Знать: – модели тел биологических объектов, модели взаимодействия тел с ЭМП.

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
	нических устройств и систем	Уметь: – моделировать и анализировать и электромагнитную обстановку, создаваемую системами связи и радиотехническими средствами.
	ИД_ПК-2.4 Оформляет отчеты в соответствии предъявляемыми требованиями	Уметь: – представить результаты расчётного прогнозирования ЭМП на ситуационном плане

#### 4. Объём, структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет **2** зачёт. ед., **72** акад. час.

Дисциплина реализуется с применением дистанционных образовательных технологий (ДОТ), предоставляемых электронной образовательно-информационной средой ЯрГУ им. П.Г. Демидова – Moodle ЯрГУ.

Отдельные элементы курса проводятся в дистанционной форме в рамках электронного учебного курса «Электромагнитная безопасность» в Moodle ЯрГУ.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего кон- троля успеваемости  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)  Формы ЭО и ДОТ (при наличии)
			Контактная работа					самостоятельная работа	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1	Введение в предмет	7		2					
2	Основы математической экологии	7		2				1	Устный опрос
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							0,5	<i>Подготовка по материа- лам ЭУК в Moodle ЯрГУ</i>
3	Электромагнитная нейрология	7		4				1	Домашняя работа №1
4	Электромагнитная кар- диология	7		2				1	
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							1	<i>Сдача домашней работы в ЭУК в Moodle ЯрГУ</i>
5	Воздействие ЭМП на пищеварительную, эн- докринную, иммунную, репродуктивную систе- мы организма человека	7		2				1,5	Домашняя работа №2
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							0,75	<i>Сдача домашней работы в ЭУК в Moodle ЯрГУ</i>
6	Влияние ЭМП на гене-	7		2				1,5	Домашняя работа №3

	тический материал человека, животных, растений								
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							0,75	<i>Сдача домашней работы в ЭУК в Moodle ЯрГУ</i>
7	Источники электромагнитного поля в быту и на производстве	7		4		1		1	Домашняя работа №4
8	Нормирование ЭМП	7		6		1		1	
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							1	<i>Сдача домашней работы в ЭУК в Moodle ЯрГУ</i>
9	Расчётное прогнозирование электромагнитной обстановки	7		3		1		1,5	Домашняя работа №5
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							0,75	<i>Сдача домашней работы в ЭУК в Moodle ЯрГУ</i>
10	Испытания на соответствие нормативам ЭМБ	7		3	7	1		2,5	Защита лабораторной работы №1
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							1,25	<i>Сдача отчёта в ЭУК в Moodle ЯрГУ</i>
11	Методы защиты от воздействия ЭМП	7		2	10	1		3	Домашняя работа №6 Защита лабораторных работ №2-3
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							1,5	<i>Сдача домашней работы и отчёта в ЭУК в Moodle ЯрГУ</i>
12	Медицинское и сельскохозяйственное применение ЭМП	7		2				1	Домашняя работа №7
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							0,5	<i>Сдача домашней работы в ЭУК в Moodle ЯрГУ</i>
	Промежуточная аттестация	7					0,3	0,7	Зачёт
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							0,5	<i>Подготовка по материалам ЭУК в Moodle ЯрГУ</i>
	<b>ИТОГО</b>	<b>7</b>		<b>34</b>	<b>17</b>	<b>5</b>	<b>0,3</b>	<b>15,7</b>	<b>72</b>
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>	<b>7</b>						<b>7</b>	

#### Содержание разделов дисциплины

##### 1. Введение в предмет

Общая характеристика дисциплины. Актуальность проблемы электромагнитной безопасности. Краткий перечень источников электромагнитного поля в быту, на производстве, в офисе, на улицах города. Электромагнитная болезнь. Краткая история исследований в области ЭМБ.

##### 2. Основы математической экологии

Математическая экология. Основные цели и задачи науки. Человек как биологический объект, его роль в биосфере. Методы анализа биосистем с учётом электромагнитного поля (ЭМП). Сравнительный анализ кибернетического, синэргетического и квантового подходов к анализу биосистем. Применение квантового метода для анализа работы мозга.

Математические модели, описывающие поведение биосистем под действием факторов окружающей среды. Линейно-детерминистский подход к описанию поведения биосистемы. Прямая и обратная задачи в рамках линейного подхода. Нелинейно-

статистический подход. Понятие неспецифической реакции биосистемы. Понятие и роль лимитирующего фактора.

Моделирование функций отклика биосистемы. Основные законы и принципы моделирования. Диапазон толерантности биообъекта. Функции отклика. Типичные модели функций отклика и их применение. Глобальные модели численности человечества. Результаты моделирования глобальных показателей при сохранении существующих тенденций развития и в случае принятия мер к улучшению экологической ситуации, в том числе по ЭМП.

Системы человеческого организма, подвергающиеся воздействию ЭМП.

### **3. Электромагнитная нейрология**

Краткая история открытий в области эффектов ЭМП на нервную систему человека и других живых существ. Исследования влияния магнитного поля. Электрофизиология. Исследования влияния ЭМП высоких частот. Биотропные параметры ЭМП. Отличия в реакции биообъекта на различных уровнях: молекулярном, органелл, специфических тканей, систем организма.

Сенсорная индикация воздействия ЭМП. Моделирование организма как радиотехнической системы с шумом сенсорного восприятия, вероятностями ложной тревоги и т.п. Наличие латентного периода – эффект отложенной реакции. Отличие в сенсорной индикации воздействия различной длительности, интенсивности, включения и выключения воздействия. Наличие пороговой интенсивности воздействия. Индивидуальные реакции конкретных организмов. Влияние местоположения рецептора, площади воздействия, модуляции воздействующего ЭМП. Роль головного мозга в формировании реакции организма при воздействии на рецепторы. Необходимость детального учёта всех воздействующих факторов и их параметров, а также регистрации возможных реакций для определения связи между областью параметров воздействия и областью видов и параметров реакций.

Понятие электромагнитного фона. Составляющие естественного электромагнитного фона планеты. Задача создания электромагнитного комфорта. Радиосmog как глобальная проблема.

Радиоволновая болезнь нервной системы. Влияние геомагнитного и межпланетного магнитного полей на нервную систему. Механизмы ориентации в пространстве птиц, бактерий, пчёл, дельфинов. Влияние гипер- и гипо- уровней магнитного поля фона планеты на человека и другие биоорганизмы. Влияние полярности и смены полюсов магнитного поля. Механизмы действия межпланетного магнитного поля: непосредственные и опосредованные. Связь биотропных факторов магнитного поля друг с другом. Отличие в реакции здоровых людей и людей, страдающих различными заболеваниями, на воздействие магнитного поля.

Воздействие ЭМП на двигательную активность человека и животных. Методы изучения изменения двигательной активности. Влияние ЭМП на число дорожно-транспортных происшествий.

Воздействия ЭМП на условно-рефлекторную деятельность и память человека и животных. Важность длительных экспериментов. Эффекты нарушения обучаемости при воздействии постоянным, переменным магнитным полем и полем УВЧ. Эффекты стирания памяти при следующем за обучением воздействии ЭМП. Эффекты нарушения воспроизведения запомненного при действии ЭМП. Отличие эффектов при пониженном и нормальном уровнях геомагнитного поля. Повышенное влияние импульсных полей по сравнению с постоянными и непрерывными.

Влияние ЭМП на эмоциональные реакции человека и животных.

Проявление зрительных и слуховых ощущений при воздействии ЭМП на человека. Магнитофосфен. Электрофосфен. Радиозвук и его проявления. Тактильные и тепловые ощущения.

Терапевтическое действие переменного магнитного поля. Цикличность смены реакций организма при последовательном повышении интенсивности воздействия. Наличие

реакций тренировки, активации, стресса, области ареактивности и возможности их практического использования. Активация заданных реакций путём подбора специфических для организма параметров воздействия ЭМП. Методы контроля достигнутого эффекта. Эффекты омоложения пожилых организмов. Магнитотерапия. Приборы магнитотерапии.

Воздействие ЭМП на мозг человека и животных. Особенности изучения воздействия ЭМП на мозг. Методы контроля реакций. Электроэнцефалограмма и её основные ритмы. Основная структурно-функциональная единица нервной деятельности – сосудисто-нейроглиальный комплекс. Её роль в регулировании работы нервной системы. Механизмы защиты нервной системы и мозга. Механизмы влияния ЭМП на сосудисто-нейроглиальный комплекс. Особенная чувствительность ЭЭГ к воздействию ЭМП по сравнению с другими регистрируемыми проявлениями реакций организма. Влияние синхронизации мозговых потенциалов биообъекта на возможность переноса результатов эксперимента на человека. Характер изменения ЭЭГ при различных воздействиях ЭМП. Засыпание мозга под действием ЭМП. Особенно реактивные участки мозга. Ранжирование биотропных факторов ЭМП по силе их эффекта на мозг. Эффекты ЭМП на предельно-допустимом уровне. Изменение мембранного потенциала, проницаемости мембран и изменение питания клеток мозга при действии ЭМП. Гематоэнцефалический барьер мозга. Изменение этого барьера и микроциркуляции при воздействии ЭМП, неспецифический характер реакции. Нарушение ультраструктуры головного мозга (структурных элементов тела нейрона, синапсов) при воздействии ЭМП. Повышенная чувствительность глий по сравнению с нейронами. Деполяризующее действие ЭМП на глиальные клетки. Изменения в синтезе белков, в том числе РНК. Аккумуляция эффекта. Гигантская длительность последствия при кратковременных воздействиях.

Изменение биохимии мозга под действием ЭМП. Резонансные частоты биохимических реакций. Модель А.В. Леонтовича нейрона как колебательного контура.

Собственные электромагнитные поля мозга и их роль в жизнедеятельности организма. Живые генераторы ЭМП. Методы регистрации биологических ЭМП. Магнитоэнцефалограмма и её связи с электроэнцефалограммой. Применение магнитографии для диагностики болезней. Магнитокардиограмма, магнитомиограмма, магнитоокулограмма.

Модели механизмов воздействия ЭМП на нервную систему. Наличие быстрой и медленной систем реагирования. Частотные зависимости первичных реакций на воздействие ЭМП и их объяснение.

#### **4. Электромагнитная кардиология**

Влияние ЭМП на кровеносную систему. Стимуляция сердечной деятельности.

Воздействие ЭМП на людей с имплантатами.

Эффект гидродинамического торможения тока крови. Механизмы образования тромбов.

Статистика сердечно-сосудистых заболеваний у персонала систем связи и её динамика.

#### **5. Воздействие ЭМП на пищеварительную, эндокринную, иммунную, репродуктивную системы организма человека**

Воздействие ЭМП на пищеварительную и эндокринную системы человека и животных. Изменение в интенсивности выработки гормонов. Изменение активности ферментов. Биохимические механизмы эффектов ЭМП. Влияние ЭМП на клеточные органеллы, участвующие в обмене веществ.

Воздействие ЭМП на иммунную систему. Дестабилизация организма как системы, снижение резистентности организма.

Воздействие ЭМП на репродуктивную систему. Период реабилитации в зависимости от вида и экспозиции воздействия.

#### **6. Влияние ЭМП на генетический материал человека, животных, растений**

Наличие у простейших организмов приобретённой памяти, передаваемой по наследству. Эффекты стирания «памяти предков» под действием ЭМП УВЧ, постоянного

и переменного магнитного полей. Проявление эффектов обучения предков у потомков растений и животных. Эксперименты Минской научной школы ЭМП в физике и медицине.

Изменение хода процесса деления ядер в клетках растений и животных под действием ЭМП. Резкий рост скорости деления ядер при определённых условиях. Влияние ЭМП на число аберраций в наборах хромосом.

Ход и результаты международных исследований по генетическим изменениям в организме человека и животных под действием ЭМП. Исследования института биофизики РАН.

## **7. Источники электромагнитного поля в быту и на производстве.**

Источники магнитного поля, СВЧ и УВЧ ЭМП в быту. Характеристика электробытовых приборов как излучателей ЭМП. Уровни создаваемого излучения и последствия их воздействия. Особенности ЭМП, создаваемого устройствами в режиме «сна».

Мобильный телефон как постоянно находящийся вблизи тела человека радиопередатчик. Системы связи, использующие тело человека как среду распространения.

Линии электропередач как источник ЭМП. Спутниковые системы.

Высоковольтные установки. Аппаратура связи как источник ЭМП. Радиолокаторы.

Отличие электромагнитной обстановки в бытовых и производственных условиях.

## **8. Нормирование ЭМП**

Система нормирования ЭМП для оценки ЭМБ.

Законодательство РФ в области ЭМБ.

Санитарные правила и нормы в области оценки уровней излучения. Нормативы для населения и для работающих с ЭМП. Правила проведения профилактических работ на объектах связи. Нормативы по ЭМБ для радиолюбителей. Согласование разработки, строительства и ввода в эксплуатацию объектов, являющихся источниками ЭМП. Санитарно-гигиенические заключения. Срок действия. Периодичность обязательного контроля.

Принципы гигиенического нормирования ЭМП различных частот. Биологические эффекты, лежащие в основе деления уровней ЭМП на допустимые и недопустимые. Отличие российского и зарубежного подходов к нормированию ЭМП.

Методические указания Роспотребнадзора в сфере экологии по оценке уровня ЭМБ излучений, создаваемых различными видами радиотехнических устройств.

Особенности гигиенического нормирования излучений передатчиков телевидения, радиовещания, станций подвижной радиосвязи, земных станций спутниковой связи, радиолокационных станций и станций, использующих антенны кругового обзора.

Нормирование излучений клистронных и магнетронных излучателей СВЧ. СВЧ печи.

Особенности нормирования ЭМП, создаваемых видеотерминалами и компьютерами в целом.

Мировые стандарты в области ЭМБ. Рекомендации Всемирной организации здравоохранения. Тенденции в области нормирования ЭМБ. Обязанности производителей по информированию потребителей об уровнях ЭМП, создаваемых устройством.

## **9. Расчётное прогнозирование электромагнитной обстановки**

Методы моделирования тела человека для задач электромагнитной экологии. Анатомическое описание тела как основа для электродинамического описания его как среды распространения электромагнитных волн. Электродинамические характеристики тканей тела человека. Индивидуальные особенности организмов.

Физические модели (фантомы). Электродинамические модели эквивалентов тела человека, их достоинства и недостатки.

Методы моделирования электромагнитной обстановки, создаваемой радиотехническими системами и радиоэлектронной аппаратурой. Принципы расчётного прогнозирования ЭМП. Программное обеспечение в области оценки электромагнитной безопасности. Влияние параметров радиотехнических систем на уровень создаваемого излучения. Осо-

бенности задания параметров численного прогнозирования. Факторы, учёт которых необходим. Точность оценки ЭМБ.

Моделирование поглощения телом человека ЭМП при помощи современных систем имитационного моделирования, реализующих численные методы электродинамики.

#### **10. Испытания на соответствие нормативам ЭМБ**

Аппаратура контроля уровня ЭМП, устройство и принципы функционирования. Особенности работы с широкополосными измерительными устройствами. Необходимость калибровки и поверки измерительной аппаратуры.

Методики аттестации аппаратуры на соответствие требованиям ЭМБ.

Устройство и особенности использования безэховых камер. Интерпретация результатов измерений для случаев, когда в штатном режиме устройство работает в непосредственном контакте с телом человека.

Центры сертификации устройств на соответствие ЭМБ в России.

#### **11. Методы защиты от воздействия ЭМП**

Основные принципы защиты от ЭМП.

Защита временем. Максимальная допустимая экспозиция.

Защита расстоянием. Рекомендуемые расстояния от основных источников ЭМП в быту. Санитарно-защитные зоны ЛЭП, объектов связи, радиолокаторов. Их маркировка и регистрация.

Административные меры. Ограничение доступа к излучающим устройствам или к области недопустимых уровней поля. Законодательные ограничения на использование средств связи в общественных местах, в школах, людьми до определённого возраста в России и других странах. Права беременных женщин по обеспечению ЭМБ их труда. Права работника на информацию об уровне ЭМБ на его рабочем месте.

Спецодежда.

Заземление, зануление, разница между ними, их роль в обеспечении ЭМБ устройств.

Медикаментозная защита. Гигиена труда и отдыха.

Основные правила, уменьшающие влияние ЭМП мобильного телефона на человека.

Основные правила работы с видеотерминалами.

#### **12. Медицинское и сельскохозяйственное применение ЭМП**

Фазы реакций организма на внешние воздействия. Реакции тренировки, активации, стресса, области ареактивности.

Обезболивающие эффекты ЭМП. Стимулирующие эффекты ЭМП. Физиотерапевтические эффекты глубокого теплового прогрева тканей тела. Механизмы липоксаци. Миостимуляция. Дарсонвализация.

Эффект омоложения организма, обнаруженный в экспериментах с животными.

Электродинамика жизнедеятельности зелёных растений. Потенциалы верхушечной точки и корней. Питание растений как ионный транспорт в электролите. Стимулирующий эффект ЭМП на различных растениях. Повышение урожайности и скорости нарастания зелёной массы у различных растений.

*Лабораторная работа №1 "Испытания на соответствие нормативам электромагнитной безопасности"*

*Лабораторная работа №2 "Анализ методов защиты от воздействия электромагнитных полей"*

**5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**



В процессе обучения проводятся практические и лабораторные занятия, в ходе которых используются следующие типы занятий и образовательные технологии.

1) Практическое занятие – занятие, посвященное получению основных теоретических сведений в краткой форме и освоению конкретных умений и навыков.

Задействованы:

- решение задач;
- работа с видеоматериалами;
- коллективная мыслительная деятельность, в т.ч. мозговой штурм;
- анализ конкретных ситуаций;
- выступление с презентацией.

2) Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

3) Консультации – групповые занятия, являющиеся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты в решении задач, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы, обсуждаются результаты заданий, выполненных студентами самостоятельно.

4) Асинхронная консультация (в рамках онлайн курса) – занятие по окончании модуля, на котором проводится консультация по изученному материалу, формам заданий текущего контроля, ответы на вопросы студентов по дисциплине.

Электронное обучение и дистанционные образовательные технологии используются только во время действия приказа о переходе на смешанное очно-дистанционное обучение в объеме материалов **электронного учебного курса «Электромагнитная безопасность» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ**, в котором:

- представлены правила прохождения промежуточной аттестации по дисциплине;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- представлена информация о форме и времени проведения консультаций по дисциплине в режиме онлайн;
- посредством форума осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

## **6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- программы Microsoft Office;
- Adobe Acrobat Reader.

## **7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

**а) профессиональные базы данных:**

1. Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»: [http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)
2. Портал научной электронной библиотеки: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

3. Единый портал для размещения информации о разработке федеральными органами исполнительной власти проектов нормативных правовых актов и результатов их общественного обсуждения: <http://regulation.gov.ru/>

**б) информационные справочные правовые системы:**

4. СПС «Консультант-плюс»: <http://www.consultant.ru/>
5. СПС «Гарант»: <http://www.garant.ru/>

**8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины**

**а) основная литература:**

1. Бинги, В. Н. Принципы электромагнитной биофизики / Бинги В. Н. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 592 с. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922113335.html>
2. Кудряшов, Ю. Б. Радиационная биофизика : радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения : учебник : для вузов / Кудряшов Ю. Б. , Перов Ю. Ф. , Рубин А. Б. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 184 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108485.html>

**б) дополнительная литература:**

1. Кудряшов, Ю. Б. Радиационная биофизика. Сверхнизкочастотные излучения / Кудряшов Ю. Б. , Рубин А. Б. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 216 с. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922115650.html>
2. Эйдельман, Е. Д. Физика с элементами биофизики : учебник / Е. Д. Эйдельман - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 512 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970425244.html>
3. Верещако, Г. Г. Влияние электромагнитного излучения мобильных телефонов на состояние мужской репродуктивной системы и потомство / Г. Г. Верещако - Минск : Белорус. наука, 2015. - 190 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850818362.html>
4. Пахарьков, Г. Н. Биомедицинская инженерия : проблемы и перспективы : учеб. пособие / Г. Н. Пахарьков. - Санкт-петербург : Политехника, 2011. - 232 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785732509830.html>

**в) ресурсы сети «Интернет»**

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ ([http://www.lib.uni Yar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uni Yar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)).
2. Открытые записи Научной электронной библиотеки (<http://elibrary.ru>).
3. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» (<http://CyberLeninka.ru>, свободный доступ).
4. Интернет-версия справочной системы «Гарант»,
5. Интернет-версия справочной системы «Консультант-плюс».
6. База данных нормативных документов Роспотребнадзора: <http://www.rosпотребнадзор.ru/documents/documents.php>

**9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);

- учебные аудитории для проведения лабораторных работ;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

Число посадочных мест в аудитории больше, либо равно списочному составу потока.

Автор:

Доцент кафедры  
интеллектуальных информационных  
радиофизических систем, к. ф.-м. н.

Т. К. Артёмова

**Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины  
«Электромагнитная безопасность»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов по дисциплине**

**1. Контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущей аттестации**

**Задания для самостоятельной работы**  
*(данные задания выполняются студентом самостоятельно  
и преподавателем в обязательном порядке не проверяются)*

**Задания по темам №3 и №4 «Электромагнитная нейрология» и «Электромагнитная кардиология» – Домашнее задание №1**

Подготовить на основе научных статей из открытого банка данных CyberLeninka.ru краткий доклад с презентацией «Эффекты воздействия электромагнитных полей на нервную или сердечно-сосудистую систему человека или животных» и выступить с ним. Разобранный пример воздействия не должен совпадать с примерами товарищей. Ориентировочная длительность – 5 минут. Доклад должен отражать:

- 1) источник электромагнитного поля, характеристику его излучения (непрерывное/импульсное, спектральные характеристики);
- 2) режим воздействия, исследованный в статье (круглосуточное/регулярное/нерегулярное, длительность, повторяемость);
- 3) наблюдаемые эффекты (суть эффектов, их выраженность, положительная или отрицательная их оценка с точки зрения здоровья);
- 4) объяснение результатов.

**Задания по теме №5 «Воздействие ЭМП на пищеварительную, эндокринную, иммунную, репродуктивную системы организма человека» – Домашнее задание №2**

Подготовить на основе научных статей из открытого банка данных CyberLeninka.ru краткий доклад с презентацией «Эффекты воздействия электромагнитных полей на пищеварительную, эндокринную, иммунную или репродуктивную систему человека или животных» и выступить с ним. Разобранный пример воздействия не должен совпадать с примерами товарищей. Ориентировочная длительность – 5 минут. Доклад должен отражать:

- 1) источник электромагнитного поля, характеристику его излучения (непрерывное/импульсное, спектральные характеристики);
- 2) режим воздействия, исследованный в статье (круглосуточное/регулярное/нерегулярное, длительность, повторяемость);
- 3) наблюдаемые эффекты (суть эффектов, их выраженность, положительная или отрицательная их оценка с точки зрения здоровья);
- 4) объяснение результатов.

**Задания по теме №6 «Влияние ЭМП на генетический материал человека, животных, растений» – Домашнее задание №3**

Подготовить на основе научных статей из открытого банка данных CyberLeninka.ru краткий доклад с презентацией «Эффекты воздействия электромагнитных полей на генетический материал человека или животных или растений» и выступить с ним. Разобранный пример воздействия не должен совпадать с примерами товарищей. Ориентировочная длительность – 5 минут. Доклад должен отражать:

- 1) источник электромагнитного поля, характеристику его излучения (непрерывное/импульсное, спектральные характеристики);

- 2) режим воздействия, исследованный в статье (круглосуточное/регулярное/нерегулярное, длительность, повторяемость);
- 3) наблюдаемые эффекты (суть эффектов – какой именно генетический дефект или генетическое явление наблюдаются, их выраженность, положительная или отрицательная их оценка с точки зрения здоровья организма);
- 4) объяснение результатов.

**Задания по темам №7 и №8 «Источники электромагнитного поля в быту и на производстве» и «Нормирование ЭМП» – Домашнее задание №4**

Подготовить на основе научных статей из открытого банка данных CyberLeninka.ru и нормативных документов из открытых баз (например, справочных систем «Консультант Плюс» или «Гарант») краткий доклад с презентацией «Источники электромагнитного поля в быту или на производстве и нормативные документы на их излучение» и выступить с ним. Разобранный пример не должен совпадать с примерами товарищей. Ориентировочная длительность – 10 минут. Доклад должен отражать:

- 1) источник электромагнитного поля, характеристики его излучения (непрерывное/импульсное, спектральные характеристики);
- 2) перечень нормативных документов, регламентирующих его проектирование, работу и размещение с точки зрения электромагнитной безопасности;
- 3) значения предельно допустимых уровней ЭМП, создаваемых таким источником в рассмотренных условиях (в быту – для населения или на производстве – для персонала, занятого с ЭМП);
- 4) перечень возможных негативных эффектов, порождаемых его излучением;
- 5) методы прогнозирования уровней излучения, создаваемых этим источником, если это есть в нормативной документации;
- 6) методы контроля создаваемых уровней излучения;
- 7) рекомендации по размещению и использованию источника.

**Задания по теме №9 «Расчётное прогнозирование электромагнитной обстановки» – Домашнее задание №5**

Решить задачи 1-9.

1. Оцените эффективность защиты кирпичной стеной толщиной 30 см от электромагнитного поля базовых станций сотовой связи (1800 МГц) и от поля промышленной частоты (50 Гц). Параметры вещества найдите самостоятельно.
2. Оцените индукцию магнитного поля, создаваемого в центре на оси на расстоянии 50 см от плоскости витка коаксиального 50-омного кабеля от бытового электроприбора мощностью 1 кВт, если радиус витка: а) 30 см; б) 1 м.
3. Напряжённость электрического поля соответствует нормативу для населения для излучения 3 – 30 МГц. Оцените грубо величину удельной поглощённой мощности в тканях: а) головного мозга; б) мышц руки.
4. Уровень излучения соответствует российскому нормативу на излучение мобильных телефонов (1800 МГц). Оцените грубо величину удельной поглощённой мощности в тканях: а) головного мозга; б) мышц руки.
5. Граница биологически опасной зоны от некоторого излучателя подходит прямо к стенам соседнего здания. Оцените процент уменьшения БОЗ при наклоне антенны на некоторый угол. Найдите величину угла, при которой изменение составит 10%.
6. В помещении напряжённость электрического поля превышает норматив в 4 раза. Какой должна быть в дБ эффективность экрана, нормализующего ситуацию?
7. Измерения показали, что в жилом помещении имеются 50 В/м на частоте 35 МГц, 9 мкВт/см<sup>2</sup> на частоте 1800 МГц и 3 мкВт/см<sup>2</sup> на частоте 5 ГГц. Определите суммарную интенсивность воздействия и оцените, соответствует ли ситуация нормативам.

8. Наладчик радиоаппаратуры 4 часа за смену работает с радиостанциями диапазона 164 МГц в поле 20 В/м, а следующие 4 часа налаживает генераторы НЧ-диапазона (до 3 МГц) в поле 10 В/м. Какую энергетическую экспозицию он получает за смену и соответствует ли это нормативам?
9. Оцените максимальный размер БОЗ от базовой станции сотовой связи, если мощность передатчика 50 Вт, к.п.д. антенно-фидерного тракта 70%, коэффициент усиления антенны 18 дБ. Застройку можно не учитывать.

#### **Задания по теме №11 «Методы защиты от воздействия ЭМП» – Домашнее задание №6**

Подготовить на основе своей жизненной или рабочей ситуации или на примере открытых источников сети Интернет, а также нормативных документов из открытых баз (например, справочных систем «Консультант Плюс» или «Гарант») краткий доклад с презентацией «Опасная с точки зрения электромагнитной безопасности ситуация и меры её нормализации» и выступить с ним. Разобранный пример не должен совпадать с примерами товарищей. Ориентировочная длительность – 5 минут. Доклад должен отражать:

- 1) фотографию или схематический чертёж ситуации с указанием параметров источников электромагнитного поля;
- 2) характеристику излучения источников (непрерывное/импульсное, спектральные характеристики);
- 3) описание, что именно небезопасно в данной ситуации;
- 4) перечень возможных негативных эффектов на здоровье жильцов или работников или другого населения в зависимости от рассматриваемой ситуации;
- 5) перечень нормативных документов, регламентирующих проектирование, работу и размещение анализируемого источника с точки зрения электромагнитной безопасности;
- 6) рекомендации по нормализации ситуации.

#### **Задания по теме №12 «Медицинское и сельскохозяйственное применение ЭМП» – Домашнее задание №7**

Подготовить на основе научных статей из открытого банка данных CyberLeninka.ru краткий доклад с презентацией «Медицинское или сельскохозяйственное применение электромагнитных полей» и выступить с ним. Разобранный пример воздействия не должен совпадать с примерами товарищей. Ориентировочная длительность – 5 минут. Доклад должен отражать:

- 1) источник электромагнитного поля, характеристику его излучения (непрерывное/импульсное, спектральные характеристики);
- 2) режим воздействия, исследованный в статье (круглосуточное/регулярное/нерегулярное, длительность, повторяемость);
- 3) наблюдаемые эффекты (суть эффектов, их выраженность, оценка с точки зрения здоровья);
- 4) объяснение результатов.

#### **Критерии оценивания домашних заданий**

<b>Критерий</b>	<b>Пороговый уровень (на «удовлетворительно»)</b>	<b>Продвинутый уровень (на «хорошо»)</b>	<b>Высокий уровень (на «отлично»)</b>
<b>Соответствие ответа вопросу задания</b>	Хотя бы частичное ( <i>не относящееся к вопросу не подлежит проверке</i> )	Почти полное	Полное
<b>Раскрытие те-</b>	Тема раскрыта поверх-	Тема раскрыта хоро-	Тема глубоко рас-

<b>Критерий</b>	<b>Пороговый уровень (на «удовлетворительно»)</b>	<b>Продвинутый уровень (на «хорошо»)</b>	<b>Высокий уровень (на «отлично»)</b>
<b>мы</b>	ностно	шо, но не полностью	крыта
<b>Логика изложения и аргументация</b>	Изложение непоследовательное, аргументировано лишь отчасти	Изложение последовательно, но в логике есть изъяны или аргументы приведены не ко всем положениям.	Изложение логически структурировано и аргументировано
<b>Корректность изложения</b>	Многие факты сомнительные или неточные	Факты в основном точные	Факты представлены точно
<b>Анализ</b>	Недостаточное использование ключевых понятий (концепций)	Хорошее владение терминологией, однако не хватает сравнительного или критического анализа	Строгий критический анализ ключевых понятий (концепций)
<b>Стиль изложения</b>	Излишние повторения, лишний текст, ненаучная лексика и жаргонизмы	Научный стиль изложения, однако затянуто	Концентрированный текст, насыщенный фактами и аргументами, удерживает внимание
<b>Объём</b>	Слишком длинная / короткая работа	Тема требует несколько более длинного/короткого изложения	Разумный объём, соответствующий теме
<b>Представление данных</b>	Неэффективное использование или неиспользование схем / таблиц для подтверждения аргументов	Таблицы и/или схемы используются, однако не лучшим образом (в том числе приведённые в них данные не обсуждаются в тексте)	Эффективное использование схем / таблиц для подтверждения аргументов
<b>Использование источников</b>	Имеются ссылки на все источники, однако цитируются слишком большие отрывки или ссылки расставлены не по правилам	Имеются единичные ошибки цитирования.	Адекватное использование источников

### **Лабораторные работы**

Лабораторные работы должны быть выполнены, по ним должен быть оформлен отчёт, и пройдена успешная защита.

### **Примерные вопросы к защите лабораторных работ**

*Лабораторная работа №1 "Испытания на соответствие нормативам электромагнитной безопасности"*

1. Какие величины подлежат измерению?
2. Какие методы применяют для их измерения?
3. В каких условиях должны производиться измерения?
4. Какая аппаратура для этого рекомендована в нормативах?
5. Какова должна быть точность измерений?

6. Существуют ли рекомендации по обработке результатов измерений?

*Лабораторная работа №2 "Анализ методов защиты от воздействия электромагнитных полей"*

1. Какие существуют методы защиты от электромагнитных полей?
2. Охарактеризуйте средства индивидуальной защиты для работников, подвергающихся воздействию электромагнитных полей.
3. Какими количественными показателями характеризуется эффективность защиты от ЭМП?
4. Объясните физику используемых методов защиты.

### **Критерии оценивания ответов на вопросы при защите лабораторной работы**

<b>Показатели</b>	<b>На «Зачтено»</b>	<b>На «Не зачтено»</b>
Формулы	Корректные, применимые в условиях данной задачи, в стандартных обозначениях или обозначения раскрыты.	В базовых выражениях допущены ошибки
Графики	Построенная зависимость имеет верный вид, по осям указаны аргумент и имя функции со своими единицами, есть шкалы на осях, нанесены контрольные метки, соответствующие заданию.	Вид зависимостей неверный
Схемы	Представлен правильный набор элементов или блоков в стандартных обозначениях, правильно соединённых друг с другом, указаны их номиналы (если это возможно по имеющимся данным), указаны места соединения или шины.	Неверный набор элементов или неверное их соединение, в том числе неверная полярность включения
Объяснения (ответы на смысловые вопросы)	Даны развёрнутые, корректные ответы на все вопросы, с отсылками к наименованиям и формулировкам законов, указанием методов, аргументация логичная.	Объяснение отсутствует

### **Устный опрос**

Опрос проводится по вопросам из списка вопросов к зачёту. Ответ оценивается по критериям оценивания ответа на вопросы билета.

## **2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации**

### **Список вопросов к зачёту**

1. Математическая экология. Основные цели и задачи науки. Человек как биологический объект, его роль в биосфере. Методы анализа биосистем с учётом электромагнитного поля. Сравнительный анализ кибернетического, синэргетического и квантового подходов к анализу биосистем. Применение квантового метода для анализа работы мозга.

2. Математические модели, описывающие поведение биосистем под действием факторов окружающей среды. Линейно-детерминистский подход к описанию поведения



биосистемы. Прямая и обратная задачи в рамках линейного подхода. Нелинейно-статистический подход. Понятие неспецифической реакции биосистемы. Понятие и роль лимитирующего фактора.

3. Моделирование функций отклика биосистемы. Основные законы и принципы моделирования. Диапазон толерантности биообъекта. Функции отклика. Типичные модели функций отклика и их применение. Глобальные модели численности человечества. Результаты моделирования глобальных показателей при сохранении существующих тенденций развития и в случае принятия мер к улучшению экологической ситуации, в том числе по ЭМП.

4. Биотропные параметры ЭМП. Краткая история открытий в области эффектов ЭМП на нервную систему человека и других живых существ. Отличия в реакции биообъекта на различных уровнях: молекулярном, органелл, специфических тканей, систем организма.

5. Сенсорная индикация воздействия ЭМП. Моделирование организма как радиотехнической системы с шумом сенсорного восприятия, вероятностями ложной тревоги и т.п. Наличие латентного периода – эффект отложенной реакции. Отличие в сенсорной индикации воздействия различной длительности, интенсивности, включения и выключения воздействия. Наличие пороговой интенсивности воздействия. Индивидуальные реакции конкретных организмов. Влияние местоположения рецептора, площади воздействия, модуляции воздействующего ЭМП. Роль головного мозга в формировании реакции организма при воздействии на рецепторы.

6. Понятие электромагнитного фона. Составляющие естественного электромагнитного фона планеты. Задача создания электромагнитного комфорта. Радиосmog как глобальная проблема. Влияние геомагнитного и межпланетного магнитного полей на нервную систему. Механизмы ориентации в пространстве птиц, бактерий, пчёл, дельфинов. Влияние гипер- и гипо- уровней магнитного поля фона планеты на человека и другие биоорганизмы. Влияние полярности и смены полюсов магнитного поля. Отличие в реакции здоровых людей и людей, страдающих различными заболеваниями, на воздействие магнитного поля.

7. Воздействие ЭМП на двигательную активность человека и животных. Методы изучения изменения двигательной активности. Влияние ЭМП на число дорожно-транспортных происшествий.

8. Воздействия ЭМП на условно-рефлекторную деятельность и память человека и животных. Эффекты нарушения обучаемости, стирания памяти, нарушения воспроизведения запомненного при действии ЭМП. Отличие эффектов при пониженном и нормальном уровнях геомагнитного поля. Сравнение влияния импульсных полей по сравнению с постоянными и непрерывными.

9. Влияние ЭМП на эмоциональные реакции человека и животных. Проявление зрительных и слуховых ощущений при воздействии ЭМП на человека. Магнитофосфен. Электрофосфен. Радиозвук и его проявления. Тактильные и тепловые ощущения.

10. Терапевтическое действие переменного магнитного поля. Цикличность смены реакций организма при последовательном повышении интенсивности воздействия. Наличие реакций тренировки, активации, стресса, области ареактивности и возможности их практического использования. Активация заданных реакций путём подбора специфических для организма параметров воздействия ЭМП. Методы контроля достигнутого эффекта. Эффекты омоложения пожилых организмов.

11. Магнитотерапия. Приборы магнитотерапии.

12. Воздействие ЭМП на мозг человека и животных. Особенности изучения воздействия ЭМП на мозг. Методы контроля реакций. Электроэнцефалограмма и её основные ритмы. Основная структурно-функциональная единица нервной деятельности – сосудисто-нейроглиальный комплекс. Её роль в регулировании работы нервной системы. Механизмы защиты нервной системы и мозга. Механизмы влияния ЭМП на сосудисто-

нейроглиальный комплекс. Особенная чувствительность ЭЭГ к воздействию ЭМП по сравнению с другими регистрируемыми проявлениями реакций организма. Влияние синхронизации мозговых потенциалов биообъекта на возможность переноса результатов эксперимента на человека. Характер изменения ЭЭГ при различных воздействиях ЭМП. Засыпание мозга под действием ЭМП.

13. Особенно реактивные участки мозга. Ранжирование биотропных факторов ЭМП по силе их эффекта на мозг. Эффекты ЭМП на предельно-допустимом уровне. Изменение мембранного потенциала, проницаемости мембран и изменение питания клеток мозга при действии ЭМП. Гематоэнцефалический барьер мозга. Изменение этого барьера и микроциркуляции при воздействии ЭМП, неспецифический характер реакции. Нарушение ультраструктуры головного мозга (структурных элементов тела нейрона, синапсов) при воздействии ЭМП. Повышенная чувствительность глий по сравнению с нейронами. Деполяризующее действие ЭМП на глиальные клетки. Изменения в синтезе белков, в том числе РНК. Аккумуляция эффекта. Гигантская длительность последствий при кратковременных воздействиях.

14. Изменение биохимии мозга под действием ЭМП. Резонансные частоты биохимических реакций. Модель А.В. Леонтовича нейрона как колебательного контура. Собственные электромагнитные поля мозга и их роль в жизнедеятельности организма.

15. Живые генераторы ЭМП. Методы регистрации биологических ЭМП. Магнитоэнцефалограмма и её связи с электроэнцефалограммой. Применение магнитографии для диагностики болезней. Магнитокардиограмма, магнитомиограмма, магнитоокулограмма.

16. Модели механизмов воздействия ЭМП на нервную систему. Наличие быстрой и медленной систем реагирования. Частотные зависимости первичных реакций на воздействие ЭМП и их объяснение.

17. Влияние ЭМП на кровеносную систему. Стимуляция сердечной деятельности. Эффект гидродинамического торможения тока крови. Механизмы образования тромбов.

18. Воздействие ЭМП на людей с имплантатами. Статистика сердечно-сосудистых заболеваний у персонала систем связи и её динамика.

19. Воздействие ЭМП на пищеварительную и эндокринную системы человека и животных. Изменение в интенсивности выработки гормонов. Изменение активности ферментов. Биохимические механизмы эффектов ЭМП. Влияние ЭМП на клеточные органеллы, участвующие в обмене веществ.

20. Воздействие ЭМП на иммунную систему. Дестабилизация организма как системы, снижение резистентности организма.

21. Воздействие ЭМП на репродуктивную систему. Период реабилитации в зависимости от вида и экспозиции воздействия.

22. Наличие у простейших организмов приобретённой памяти, передаваемой по наследству. Эффекты стирания «памяти предков» под действием ЭМП УВЧ, постоянного и переменного магнитного полей. Проявление эффектов обучения предков у потомков растений и животных. Эксперименты Минской научной школы ЭМП в физике и медицине.

23. Изменение хода процесса деления ядер в клетках растений и животных под действием ЭМП. Резкий рост скорости деления ядер при определённых условиях. Влияние ЭМП на число aberrаций в наборах хромосом.

24. Ход и результаты международных исследований по генетическим изменениям в организме человека и животных под действием ЭМП. Исследования института биофизики РАН.

25. Источники магнитного поля, СВЧ и УВЧ ЭМП в быту. Характеристика электробытовых приборов как излучателей ЭМП. Уровни создаваемого излучения и последствия их воздействия. Особенности ЭМП, создаваемого устройствами в режиме «сна».

26. Мобильный телефон как постоянно находящийся вблизи тела человека радиопередатчик. Системы связи, использующие тело человека как среду распространения.

27. Линии электропередач как источник ЭМП. Высоковольтные установки.
28. Аппаратура связи как источник ЭМП. Спутниковые системы. Радиолокаторы.
29. Отличие электромагнитной обстановки в бытовых и производственных условиях.
30. Система нормирования ЭМП для оценки ЭМБ. Законодательство РФ в области ЭМБ. Санитарные правила и нормы в области оценки уровней излучения. Нормативы для населения и для работающих с ЭМП. Правила проведения профилактических работ на объектах связи. Нормативы по ЭМБ для радиолюбителей. Согласование разработки, строительства и ввода в эксплуатацию объектов, являющихся источниками ЭМП. Санитарно-гигиенические заключения. Срок действия. Периодичность обязательного контроля.
31. Принципы гигиенического нормирования ЭМП различных частот. Биологические эффекты, лежащие в основе деления уровней ЭМП на допустимые и недопустимые. Отличие российского и зарубежного подходов к нормированию ЭМП.
32. Методические указания Роспотребнадзора в сфере экологии по оценке уровня ЭМБ излучений, создаваемых различными видами радиотехнических устройств.
33. Особенности гигиенического нормирования излучений передатчиков телевидения, радиовещания, станций подвижной радиосвязи, земных станций спутниковой связи, радиолокационных станций и станций, использующих антенны кругового обзора.
34. Нормирование излучений клистронных и магнетронных излучателей СВЧ. СВЧ печи.
35. Особенности нормирования ЭМП, создаваемых видеотерминалами и компьютерами в целом.
36. Мировые стандарты в области ЭМБ. Рекомендации Всемирной организации здравоохранения. Тенденции в области нормирования ЭМБ. Обязанности производителей по информированию потребителей об уровнях ЭМП, создаваемых устройством.
37. Методы моделирования тела человека для задач электромагнитной экологии. Анатомическое описание тела как основа для электродинамического описания его как среды распространения электромагнитных волн. Электродинамические характеристики тканей тела человека. Индивидуальные особенности организмов.
38. Физические модели (фантомы). Электродинамические модели эквивалентов тела человека, их достоинства и недостатки.
39. Методы моделирования электромагнитной обстановки, создаваемой радиотехническими системами и радиоэлектронной аппаратурой. Принципы расчётного прогнозирования ЭМП. Программное обеспечение в области оценки электромагнитной безопасности. Влияние параметров радиотехнических систем на уровень создаваемого излучения. Факторы, учёт которых необходим. Точность оценки ЭМБ.
40. Аппаратура контроля уровня ЭМП, устройство и принципы функционирования. Особенности работы с широкополосными измерительными устройствами. Необходимость калибровки и поверки измерительной аппаратуры.
41. Методики аттестации аппаратуры на соответствие требованиям ЭМБ. Устройство и особенности использования безэховых камер. Интерпретация результатов измерений для случаев, когда в штатном режиме устройство работает в непосредственном контакте с телом человека. Центры сертификации устройств на соответствие ЭМБ в России.
42. Основные принципы защиты от ЭМП.
43. Защита временем. Максимальная допустимая экспозиция. Примеры.
44. Защита расстоянием. Рекомендуемые расстояния от основных источников ЭМП в быту. Санитарно-защитные зоны ЛЭП, объектов связи, радиолокаторов. Их маркировка и регистрация.
45. Административные меры. Ограничение доступа к излучающим устройствам или к области недопустимых уровней поля. Законодательные ограничения на использование средств связи в общественных местах, в школах, людьми до определённого возраста в

России и других странах. Права беременных женщин по обеспечению ЭМБ их труда. Права работника на информацию об уровне ЭМБ на его рабочем месте.

46. Спецодежда для защиты от ЭМП.

47. Заземление, зануление, разница между ними, их роль в обеспечении ЭМБ устройств.

48. Медикаментозная защита. Гигиена труда и отдыха.

49. Основные правила, уменьшающие влияние ЭМП мобильного телефона на человека.

50. Основные правила работы с видеотерминалами.

51. Обезболивающие эффекты ЭМП. Стимулирующие эффекты ЭМП. Физиотерапевтические эффекты глубокого теплового прогрева тканей тела. Механизмы липоксаци. Миостимуляция. Дарсонвализация.

52. Фазы реакций организма на внешние воздействия. Реакции тренировки, активации, стресса, области ареактивности. Эффект омоложения организма, обнаруженный в экспериментах с животными.

53. Электродинамика жизнедеятельности зелёных растений. Потенциалы верхушечной точки и корней. Питание растений как ионный транспорт в электролите. Стимулирующий эффект ЭМП на различных растениях. Повышение урожайности и скорости нарастания зелёной массы у различных растений.

### Критерии оценивания ответа на вопрос билета

Критерий	Пороговый уровень		Повышенный уровень		Высокий уровень	
	значение	баллы	значение	баллы	значение	баллы
Полнота раскрытия темы	изложено 25-50%	1	большая часть	2	полностью или почти полностью	3
Приведены положения нормативных документов	не приведены, только названы нормативные документы	1	приведены, но не все	2	полностью или почти полностью приведены	3
Приведены примеры из практики правоприменения	на 1-2 положения	1	к половине положений	2	ко всем или почти всем положениям	3

Ответ на вопрос оценивается пороговым уровнем, если набрано 2-3 балла, повышенным – 4-6 баллов, высоким – более 6 баллов.

### Задания для самопроверки

#### Критерии оценивания выполнения тестовых заданий для самопроверки

Выполнение каждого отдельного задания оценивается бинарно («зачтено»/«незачтено»):

«Зачтено» – дан верный ответ.

«Незачтено» – дан неверный или неполный ответ.

Ключ к тесту: б б а в а в в б в б в б в а б а в а б а в б а в а б а б в в а б а в

На «3»	На «4», продвинутый уровень	На «5», высокий уровень
Верные ответы на 50% из заданий теста	Верные ответы на 70% из заданий теста	Верные ответы на 85% из заданий теста

Впишите в правом столбце под номером букву, соответствующую верному из ответов

21

а) уменьшении мощности передатчиков б) при выводе оборудования из строя в) 1 раз в 1-3 года эпизодически	
<b>18. Санитарно-защитная зона передающего радиотехнического объекта на земле отмечается</b> а) оградой и замком                      б) вешками                      в) ничем не отмечается	18
<b>19. Установка металлических экранов на наружную поверхность здания – это мероприятие по защите</b> а) организационное                      б) инженерно-техническое                      в) лечебно-профилактическое	19
<b>20. Наладчик радиоаппаратуры чередует неделю наладки радиостанций диапазона 167 МГц и неделю наладки радиорелейной аппаратуры диапазона 10 ГГц. Его энергетическая нагрузка за восьмичасовую смену не должна превышать</b> а) $800 \text{ В}^2\text{ч/м}^2$ ; $200 \text{ мкВтч/см}^2$ б) $20000 \text{ В}^2\text{ч/м}^2$ ; $200 \text{ мкВтч/см}^2$ в) $7000 \text{ В}^2\text{ч/м}^2$ ; $100 \text{ мкВтч/см}^2$	20
<b>21. Наладчик измерительный низкочастотных генераторов (до 3 МГц) не должен подвергаться напряжённости электрического и магнитного поля большей чем</b> а) $300 \text{ В/м}$ ; $10 \text{ А/м}$ б) $80 \text{ В/м}$ ; $3 \text{ А/м}$ в) $500 \text{ В/м}$ ; $50 \text{ А/м}$	21
<b>22. По створу луча параболической антенны создаётся <math>1050 \text{ мкВт/см}^2</math>. Находиться там обслуживающему персоналу при невыключенном передатчике</b> а) можно в защитной спецодежде б) нельзя ни при каких условиях в) можно непродолжительное время	22
<b>23. Излучение от кабелей бытовых электроприборов, включённых в розетку, дома не должно превышать</b> а) $25 \text{ В/м}$ б) $15 \text{ В/м}$ в) $10 \text{ В/м}$	23
<b>24. Излучение от станции диспетчерской такси в диапазоне 27 МГц, расположенной на крыше соседнего здания, в помещении квартиры не должно превышать</b> а) $25 \text{ В/м}$ б) $15 \text{ В/м}$ в) $10 \text{ В/м}$	24
<b>25. На крыше соседней фабрики на мачтах размещены антенны сотовой связи. Внутри Вашей квартиры излучение на частотах выше 300 МГц суммарно не должно превышать</b> а) $10 \text{ мкВт/см}^2$ б) $25 \text{ мкВт/см}^2$ в) $100 \text{ мкВт/см}^2$	25
<b>26. На дачном участке неподалёку от аэропорта излучение в диапазоне выше 300 МГц создаётся только локаторами аэропорта. Уровень излучения при этом не должен превышать</b> а) $10 \text{ мкВт/см}^2$ б) $25 \text{ мкВт/см}^2$ в) $100 \text{ мкВт/см}^2$	26
<b>27. На территории квартиры измерения показали: в диапазоне до 300 кГц <math>20 \text{ В/м}</math>, выше 300 МГц <math>20 \text{ мкВт/см}^2</math>. Всё ли хорошо? Чему равна суммарная интенсивность воздействия?</b> а) нет; 2,8                      б) нет; 1,6                      в) да; 0,8	27
<b>28. Периодичность профосмотров для профессионально занятых с электромагнитными полями</b> а) 1 раз в год                      б) 1 раз в 2 года                      в) 1 раз в 3 года	28
<b>29. Обязательные специалисты при профосмотре для профессионально занятых с электромагнитными полями</b> а) дерматовенеролог, отоларинголог б) кардиолог, хирург в) офтальмолог, невролог	29
<b>30. Измерить плотность потока энергии излучения можно прибором</b> а) ПЗ-22                      б) ПЗ-21                      в) ПЗ-20	30
<b>31. В диапазоне частот до 100 кГц тело человека можно моделировать</b> а) проводящим вертикальным эллипсоидом б) плоскостойкой структурой в) диэлектрическим вертикальным параллелепипедом	31
<b>32. В диапазоне частот 2-5 ГГц тело человека можно моделировать</b> а) проводящим вертикальным эллипсоидом б) плоскостойкой структурой	32



## Приложение № 2 к рабочей программе дисциплины «Электромагнитная безопасность»

### Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Основной формой занятий по дисциплине «Электромагнитная безопасность» являются практические занятия. На практических занятиях излагается необходимый минимум теоретических сведений, ставятся вопросы, на которые надо найти ответ самостоятельно, даются рекомендации по подбору литературы, даются отсылки к нормативной базе. Теоретический материал представляет собой компиляцию из огромного количества источников, поэтому законспектированный материал необходимо дома еще раз прорабатывать и дополнять информацией, полученной из учебной и научной литературы. На практических занятиях также отрабатываются полученные знания, разбираются практические ситуации, приобретаются практические знания по параметрам ЭМБ различных конкретных инфокоммуникационных систем, проводится моделирование объектов и явлений.

Очень важно ознакомиться со всеми нормативными документами – ГОСТами и регламентами, т.к. они содержат много практических рекомендаций, в том числе прогнозированию, измерению ЭМБ, аттестации различных устройств и систем на ЭМБ.

Для успешного освоения дисциплины обязательно выполнение всех домашних заданий, они являются формой текущей аттестации. При выполнении домашних заданий предполагается широкое использование нормативной базы и открытых научных публикаций, например, в базе CyberLeninka.ru.

Практические особенности исследований в области электромагнитной безопасности осваиваются в ходе выполнения лабораторных работ. Выполнение и защита лабораторных работ необходимы для успешного освоения дисциплины. Отчёт о выполнении работ должен содержать: цель работы, методы, ход работы, результаты, обработку результатов, выводы.

Изучение дисциплины заканчивается зачётом.

Оценка складывается из оценки за домашние задания и ответы на вопросы билета на зачёте (2 вопроса). Для получения положительной оценки лабораторные работы должны быть выполнены и защищены.

Оценка «зачтено» выставляется, если:

- ответ на каждый из вопросов билета дан не ниже, чем на 2 балла;
- средняя оценка по домашним работам не ниже, чем 3 балла (при этом количество заданий равно 7, оценка «удовлетворительно» соответствует 3 баллам, «хорошо» - 4-м, «отлично» - 5);
- лабораторные работы выполнены и успешно защищены.

Если одно или несколько из вышеуказанных условий не выполнены, то выставляется оценка «незачтено».

### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Для самостоятельной работы рекомендуется использовать учебную литературу, указанную в рабочей программе, электронно-библиотечные системы, подписка на которые предоставлена через ЯрГУ, список и инструкцию по использованию которых можно найти по адресу: [http://www.lib.uniyar.ac.ru/content/resource/net\\_res\(1\).php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/content/resource/net_res(1).php), а также ресурсы Интернет, предоставляющие доступ к нормативным, регламентирующим и другим официальным документам.

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:



**1. Личный кабинет** ([http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_login.php](http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php)) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню «Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

**2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ** ([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/паролю.

**3. Электронная картотека «Книгообеспеченность»** ([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_bookreq\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php)) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека «Книгообеспеченность» доступна в сети университета и через Личный кабинет.