МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электромагнитные поля и волны

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Системы радиосвязи и радиодоступа**
Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**
Факультет: **ФДО, Факультет дистанционного обучения**
Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
1	Самостоятельная работа под руководством преподавателя	16	16	часов
2	Лабораторные работы	4	4	часов
3	Контроль самостоятельной работы	4	4	часов
4	Всего контактной работы	24	24	часов
5	Самостоятельная работа	147	147	часов
6	Всего (без экзамена)	171	171	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	9	9	часов
8	Общая трудоемкость	180	180	часов
			5.0	З.Е.

Контрольные работы: 5 семестр - 2
Экзамен: 5 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 46355

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 10 от « 29 » 6 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

Доцент каф. СВЧиКР	_____	А. О. Семкин
Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР	_____	С. Н. Шарангович

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФДО	_____	И. П. Черкашина
Заведующий выпускающей каф. ТОР	_____	А. А. Гельцер

Эксперты:

Доцент кафедры технологий электронного обучения (ТЭО)	_____	Ю. В. Морозова
Доцент кафедры телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)	_____	С. И. Богомолов

Согласована на портале № 46355

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Освоение студентами основ теории электромагнитного поля и ее радиотехнических приложений, включая закономерности распространения радиоволн в различных средах, в линиях передачи электромагнитной энергии

1.2. Задачи дисциплины

– формирование у студентов знаний, навыков и умений, позволяющих выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

– формирование у студентов навыков анализа базовых электродинамических задач; умения проводить самостоятельный анализ физических процессов, происходящих в различных направляющих системах, устройствах сверхвысоких частот, в однородных и неоднородных средах и на естественных радиотрассах.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Электромагнитные поля и волны» (Б1.В.ОД.5) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математический анализ, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Направляющие среды, Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства, Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-7 готовностью к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта;

– ПК-8 умением собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основные уравнения электромагнитного поля; принципы и теоремы электродинамики; классы электродинамических задач и подходы к их решению; методики сбора и анализа информации для составления аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам анализа информации в области электродинамики и распространения радиоволн.

– **уметь** применять знания для выявления естественно-научной сущности проблем, возникающих при решении различных электродинамических задач и их радиотехнических приложений; осуществлять поиск и анализ информации в области электродинамики, представленной в различных отечественных и зарубежных источниках

– **владеть** основными навыками решения базовых электродинамических задач; навыками расчетов электромагнитных полей и волн, необходимых при анализе информации для разработки радиотехнических устройств различного назначения.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		5 семестр
Контактная работа (всего)	24	24
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)	16	16
Лабораторные работы	4	4

Согласована на портале № 46355

Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
Самостоятельная работа (всего)	147	147
Подготовка к контрольным работам	34	34
Оформление отчетов по лабораторным работам	4	4
Подготовка к лабораторным работам	4	4
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	105	105
Всего (без экзамена)	171	171
Подготовка и сдача экзамена	9	9
Общая трудоемкость, ч	180	180
Зачетные Единицы	5.0	

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	СРП, ч	Лаб. раб., ч	КСР, ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
5 семестр						
1 Общие сведения о макроскопической электродинамике	1	0	4	8	9	ПК-7, ПК-8
2 Электростатика	1	0		8	9	ПК-7, ПК-8
3 Электромагнитное поле постоянных токов	1	0		8	9	ПК-7, ПК-8
4 Общие свойства переменного электромагнитного поля	1	0		10	11	ПК-7, ПК-8
5 Плоские электромагнитные волны в средах без потерь	1	0		8	9	ПК-7, ПК-8
6 Плоские электромагнитные волны в анизотропных средах	1	0		10	11	ПК-7, ПК-8
7 Отражение и преломление плоских электромагнитных волн	1	0		10	11	ПК-7, ПК-8
8 Излучение электромагнитных волн	1	0		10	11	ПК-7, ПК-8
9 Дифракция электромагнитных волн	1	4		14	19	ПК-7, ПК-8
10 Направляемые электромагнитные волны и направляющие системы	1	0		10	11	ПК-7, ПК-8
11 Объемные резонаторы	1	0		6	7	ПК-7, ПК-8
12 Распространение радиоволн в свободном пространстве	1	0		10	11	ПК-7, ПК-8
13 Распространение земных радиоволн при поднятых антеннах над плоской земной поверхностью	1	0		8	9	ПК-7, ПК-8

Согласована на портале № 46355

14 Распространение земных радиоволн при низко расположенных антеннах над поверхностью Земли	1	0		10	11	ПК-7, ПК-8
15 Тропосфера и ее влияние на распространение радиоволн	1	0		6	7	ПК-7, ПК-8
16 Ионосфера и ее влияние на распространение радиоволн	0	0		6	6	ПК-7, ПК-8
17 Диапазонные особенности распространения радиоволн	1	0		5	6	ПК-7, ПК-8
Итого за семестр	16	4	4	147	171	
Итого	16	4	4	147	171	

5.2. Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Общие сведения о макроскопической электродинамике	Векторы электромагнитного поля. Закон Ома в дифференциальной форме. Полный ток. Классификация сред, материальные уравнения. Уравнения Максвелла. Граничные условия для электромагнитного поля. Энергия электромагнитного поля. Классификация электромагнитных явлений	1	ПК-7, ПК-8
	Итого	1	
2 Электростатика	Характер электростатического поля, градиент, потенциал. Проводящие и диэлектрические тела в электростатическом поле. Энергия электростатического поля	1	ПК-7, ПК-8
	Итого	1	
3 Электромагнитное поле постоянных токов	Электрическое поле постоянного тока. Магнитное поле постоянного тока. Магнитное поле линейного тока. Примеры магнитных полей. Магнитная энергия постоянного тока. Индуктивность и взаимная индуктивность	1	ПК-7, ПК-8
	Итого	1	
4 Общие свойства переменного электромагнитного поля	Монохроматическое поле, метод комплексных амплитуд (МКА). Уравнения Максвелла в комплексной форме. Волновые уравнения. Средний баланс энергии электромагнитного поля.	1	ПК-7, ПК-8

Согласована на портале № 46355

	Теорема единственности для монохроматическогоэлектромагнитного поля. Теорема взаимности.		
	Итого	1	
5 Плоские электромагнитные волны в средах без потерь	Волновой характер электромагнитного поля. Плоские волны. Поляризация электромагнитных волн. Плоские электромагнитные волны в изотропных поглощающих средах	1	ПК-7, ПК-8
	Итого	1	
6 Плоские электромагнитные волны в анизотропных средах	Анизотропные среды. Электромагнитные волны в кристаллах. Электромагнитные волны в гиротропных средах. Плазма в электромагнитном поле. Продольное распространение плоских электромагнитных волн в феррите. Поперечное распространение электромагнитных волн в феррите	1	ПК-7, ПК-8
	Итого	1	
7 Отражение и преломление плоских электромагнитных волн	Нормальное падение плоской волны. Волна, распространяющаяся в произвольном направлении. Формулы Френеля для горизонтально поляризованных волн. Формулы Френеля для вертикальной поляризации. Полное отражение от диэлектрической границы. Наклонное падение на границу поглощающей среды. Приближенные граничные условия Леонтовича. Наклонное падение на границу с хорошим диэлектриком	1	ПК-7, ПК-8
	Итого	1	
8 Излучение электромагнитных волн	Уравнения Максвелла для области, содержащей источники. Неоднородные волновые уравнения. Электродинамические потенциалы. Решение уравнений для электродинамических потенциалов. Элементарный электрический излучатель. Исследование поля электрического диполя. Элементарный магнитный излучатель. Элемент Гюйгенса	1	ПК-7, ПК-8
	Итого	1	
9 Дифракция электромагнитных волн	Предельные случаи дифракции. Дифракция плоской волны на цилиндре. Дифракция плоской волны на отверстии. Применение принципа двойственности	1	ПК-7, ПК-8
	Итого	1	
10 Направляемые	Понятие о направляющей системе.	1	ПК-7, ПК-8

Согласована на портале № 46355

электромагнитные волны и направляющие системы	Классификация направляемых волн. Связь между продольными и поперечнымисоставляющими поля в однородной направляющей системе. Условия распространения электромагнитных волн внаправляющих системах. Критическая частота, критическая длина волны. Концепция Бриллюэна. Групповая скорость электромагнитных волн в направляющих системах. Дисперсия направляемых электромагнитных волн. Общие свойства направляемых волн. Направляющие системы		
	Итого	1	
11 Объемные резонаторы	Общая теория электромагнитных резонаторов. Полые резонаторы. Другие электромагнитные резонаторы	1	ПК-7, ПК-8
	Итого	1	
12 Распространение радиоволн в свободном пространстве	Классификация радиоволн по диапазонам. Распространение радиоволн в свободном пространстве. Область пространства, существенная при распространении радиоволн. Классификация радиоволн по способу распространения. Понятие о функции ослабления	1	ПК-7, ПК-8
	Итого	1	
13 Распространение земных радиоволн при поднятых антеннах над плоской земной поверхностью	Расстояние прямой видимости. Поле элементарного электрического вибратора, поднятого над плоской земной поверхностью. Интерференционная формула Введенского. Участок земной поверхности, существенный при отражениирадиоволн. Отражение радиоволн от неровной земной поверхности. Критерий Релея. Учет сферичности Земли в интерференционных формулах	1	ПК-7, ПК-8
	Итого	1	
14 Распространение земных радиоволн при низко расположенных антеннах над поверхностью Земли	Формулы идеальной радиопередачи. Поле вертикального электрического вибратора, расположенного вблизи земной поверхности. Расчет вертикальной составляющей напряженности электрического поля. Формула Шулейкина- Ван-дер-Поля. Распространение радиоволн при низко расположенных антеннах над неоднородной трассой. Распространение радиоволн в зоне тени	1	ПК-7, ПК-8

Согласована на портале № 46355

	Итого	1	
15 Тропосфера и ее влияние на распространение радиоволн	Электрические параметры тропосферы. Рефракция радиоволн. Распространение радиоволн путем рассеяния на неоднородностях тропосферы. Ослабление радиоволн в тропосфере. Состав и строение ионосферы. Электрические параметры ионосферы. Распространение вертикально направленной волны в простом слое. Распространение наклонно направленной волны в простом слое	1	ПК-7, ПК-8
	Итого	1	
17 Диапазонные особенности распространения радиоволн	Особенности распространения сверхдлинных и длинных волн. Распространение средних волн. Распространение коротких волн. Распространение ультракоротких волн	1	ПК-7, ПК-8
	Итого	1	
Итого за семестр		16	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Предшествующие дисциплины																	
1 Математический анализ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Физика	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины																	
1 Направляющие среды							+	+	+	+	+						
2 Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3 Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром							+	+	+	+	+	+	+	+			+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	СРП	Лаб. раб.	КСР	Сам. раб.	
ПК-7	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Тест
ПК-8	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
9 Дифракция электромагнитных волн	Исследование зон Френеля и дифракции радиоволн на разных препятствиях	4	ПК-7, ПК-8
	Итого	4	
Итого за семестр		4	

8. Контроль самостоятельной работы

Виды контроля самостоятельной работы приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Виды контроля самостоятельной работы

№	Вид контроля самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
5 семестр			
1	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ПК-7, ПК-8
2	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ПК-7, ПК-8
Итого		4	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Согласована на портале № 46355

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
5 семестр				
1 Общие сведения о макроскопической электродинамике	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ПК-7, ПК-8	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	8		
2 Электростатика	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ПК-7, ПК-8	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	8		
3 Электромагнитное поле постоянных токов	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ПК-7, ПК-8	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	8		
4 Общие свойства переменного электромагнитного поля	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ПК-7, ПК-8	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	10		
5 Плоские электромагнитные волны в средах без потерь	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ПК-7, ПК-8	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	8		
6 Плоские электромагнитные волны в анизотропных средах	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ПК-7, ПК-8	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	10		

Согласована на портале № 46355

7 Отражение и преломление плоских электромагнитных волн	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ПК-7, ПК-8	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	10		
8 Излучение электромагнитных волн	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ПК-7, ПК-8	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	10		
9 Дифракция электромагнитных волн	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4	ПК-7, ПК-8	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Подготовка к лабораторным работам	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	14		
10 Направляемые электромагнитные волны и направляющие системы	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ПК-7, ПК-8	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	10		
11 Объемные резонаторы	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4	ПК-7, ПК-8	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	6		
12 Распространение радиоволн в свободном пространстве	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ПК-7, ПК-8	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	10		

Согласована на портале № 46355

13 Распространение земных радиоволн при поднятых антеннах над плоской земной поверхностью	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ПК-7, ПК-8	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	8		
14 Распространение земных радиоволн при низко расположенных антеннах над поверхностью Земли	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ПК-7, ПК-8	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	10		
15 Тропосфера и ее влияние на распространение радиоволн	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4	ПК-7, ПК-8	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	6		
16 Ионосфера и ее влияние на распространение радиоволн	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4	ПК-7, ПК-8	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	6		
17 Диапазонные особенности распространения радиоволн	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	3	ПК-7, ПК-8	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	5		
	Выполнение контрольной работы	4	ПК-7, ПК-8	Контрольная работа
Итого за семестр		147		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		156		

Согласована на портале № 46355

10. Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется.

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Л. А. Боков Электродинамика и распространение радиоволн [Электронный ресурс]: Учебное пособие. В 2-х частях. – Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2004. − Ч.1: Электромагнитные поля и волны. − Р.1. − 142 с. Доступ из личного кабинета студента — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 15.09.2018).
2. Л.А. Боков Электродинамика и распространение радиоволн [Электронный ресурс]: Учебное пособие. В 2-х частях. – Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2004. − Ч.1: Электромагнитные поля и волны. − Р.2. − 115 с. Доступ из личного кабинета студента — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 15.09.2018).
3. А.Е. Мандель Электродинамика и распространение радиоволн. Распространение радиоволн. Часть 2. Учебное пособие. − Томск [Электронный ресурс]: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2001. − 80 с. Доступ из личного кабинета студента — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 15.09.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. В.А. Замотринский Электродинамика и распространение радиоволн. Учебное методическое пособие / Замотринский В.А., Соколова Ж.М., Падусова Е.В., Шангина Л.И. − Томск [Электронный ресурс]: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2005. − 225 с. Доступ из личного кабинета студента — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 15.09.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Электромагнитные поля и волны: электронный курс / Мандель А.Е. - Томск: ТУСУР, ФДО, 2018. Доступ из личного кабинета студента
2. Семкин А. О. Электромагнитные поля и волны [Электронный ресурс]: методические указания по организации самостоятельной работы для студентов заочной формы обучения направления подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий / А. О. Семкин, С. Н. Шарангович. – Томск : ФДО, ТУСУР, 2018. Доступ из личного кабинета студента — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 15.09.2018).
3. Л. И. Шангина Исследование зон Френеля и дифракции радиоволн на разных препятствиях [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению лабораторной работы. – Томск : ФДО, ТУСУР, 2018. – 36 с. Доступ из личного кабинета студента — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 15.09.2018).

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Согласована на портале № 46355

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Рекомендуется использовать профессиональные и информационные базы данных, список и адреса которых доступны по ссылке: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Кабинет для самостоятельной работы студентов

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор MicroTeak;
- Компьютер PENTIUM D 945 (3 шт.);
- Компьютер GELERON D 331 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-zip (с возможностью удаленного доступа)
- Google Chrome
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows (с возможностью удаленного доступа)
- Microsoft Windows
- OpenOffice (с возможностью удаленного доступа)

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Кабинет для самостоятельной работы студентов

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор MicroTeak;
- Компьютер PENTIUM D 945 (3 шт.);
- Компьютер GELERON D 331 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-zip (с возможностью удаленного доступа)
- Google Chrome
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows (с возможностью удаленного доступа)
- Microsoft Windows
- OpenOffice (с возможностью удаленного доступа)

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

Согласована на портале № 46355

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1 Определите потенциал поля, если вектор напряженности электростатического поля равен $\vec{E} = A\vec{x}_0 \sin kx + B\vec{y}_0 \sin ky$.(A,B - const).

a) $\varphi = \frac{A}{k}\cos kx + \frac{B}{k}\cos ky$;

b) $\varphi = -\frac{A}{k}\cos kx - \frac{B}{k}\cos ky$;

c) $\varphi = -A\cos kx \cdot B\cos ky$;

d) $\varphi = AB\cos kx \cdot \cos ky$.

Согласована на портале № 46355

2 Векторное поле $\vec{E}$ задано выражением $\vec{E} = \frac{E_0}{r^3}(\vec{r}_0 2\cos\theta + \vec{\theta}\sin\theta)$. Найдите уравнение векторных линий.

a) $r = (c \cdot \sin\theta)^2$;

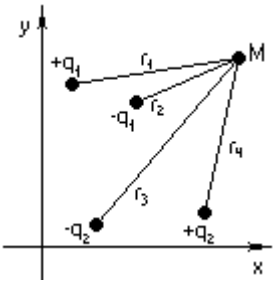
b) $r^2 = c\sin\theta$;

c) $r = c/\sin\theta$;

d) $r = (c \cdot \cos)^2$;

e) $r^2 = c \cdot \cos\theta$.

3 Чему будет равен потенциал в точке M(x,y) для системы длинных заряженных нитей ($l >> r_i$), приведенных на рисунке? Поперечные размеры нитей малы. Среда - воздух.



a) $\varphi_M = \frac{q_1}{2\pi\varepsilon \cdot l}\ln\frac{r_2}{r_1} + \frac{q_2}{2\pi\varepsilon \cdot l}\ln\frac{r_3}{r_4}$;

b) $\varphi_M = \frac{q_1}{2\pi\varepsilon}\ln\frac{r_2}{r_1} + \frac{q_2}{2\pi\varepsilon}\ln\frac{r_3}{r_4}$;

c) $\varphi_M = \frac{q_1}{4\pi\varepsilon}\ln\frac{r_2}{r_1} + \frac{q_2}{4\pi\varepsilon}\ln\frac{r_4}{r_3}$,

где, $r_i = \sqrt{(x - x_{0i})^2 + (y - y_{oi})^2}$.

4 Определите энергию электростатического поля, запасенную в объеме куба со стороной a. Диэлектрическая проницаемость среды ε. Потенциал электростатического поля внутри задается выражением $\varphi = x^2 - z^2$. Начало координат расположите в вершине куба.

a) $\frac{7}{12}\varepsilon a^5 дж$;

b) $\frac{\varepsilon a^5}{12} дж$;

c) $\frac{8}{3}\varepsilon a^2 дж$;

d) $\frac{4}{3}\varepsilon a^5 дж$.

5 Пространство между двумя металлическими пластинами, находящимися на расстоянии d друг от друга (d много меньше линейных размеров пластины), заполнено диэлектриком с проницаемостью $\varepsilon_a = 3\varepsilon_0\frac{d}{y}$. Одна пластина заземлена (при y=0), а на другой потенциал U. Определите выражение потенциала и поверхностной плотности заряда на электроде y=d.

a) $\varphi = \frac{U}{d^2}y^2;\ \xi = \frac{6U\varepsilon_0}{d}$

b) $\varphi = \frac{Uy}{d};\ \xi = -\frac{3U\varepsilon_0}{d}$

Согласована на портале № 46355

c) $\varphi = \frac{6U\varepsilon_0}{d^2} y^2;\ \xi = -\frac{U}{d}$

6 Чему равна собственная емкость шара радиуса b, помещенного на высоте h над проводящей плоскостью? Диэлектрическая проницаемость среды $\varepsilon_a = 3\varepsilon_0\ Ф/м$. Принять b<<h.

a) $C = \frac{24\pi\varepsilon_0 bh}{2h-b}$;

b) $C = \frac{8\pi\varepsilon_0 bh}{2h-b}$;

c) $C = \frac{\pi\varepsilon_a bh}{2hb}$.

7 Определите внутреннюю индуктивность цилиндрического проводника $\mu = \mu_0$ длиной 2 см и радиусом 2 мм на низких частотах.

a) $L = 10^{-7}\ Гн$;

b) $L = 2\cdot 10^{-5}\ Гн$;

c) $L = 0{,}5\cdot 10^{-10}\ Гн$;

d) $L = 2\cdot 10^{-7}\ Гн$.

8 Для провода длиной l, радиусом a и $\mu = \mu_0$ определите собственную энергию магнитного поля при протекании тока J.

a) $W = \frac{\mu_0 J^2 a^2}{8\pi^2} l$;

b) $W = \frac{\mu_0 J^2 a^2 l^2}{8\pi}$;

c) $W = \frac{\mu_0 J^2}{8\pi}$;

d) $W = \frac{\mu_0 J^2}{16\pi} l$.

9 Получите соотношение для определения в объеме V энергии магнитного поля, созданного системой линейных токов, если известен векторный потенциал $\vec{A}$ в этом поле. </q>

a) $W_M = \frac{1}{2\mu}\int_V \left[\nabla\cdot\vec{A}\right]^2 dV$;

b) $W_M = \frac{\mu}{2}\int_V (rotA)^2 dV$;

c) $W_M = \frac{\mu}{2}\int_V (dwA)^2 dV$.

10 Получите соотношение для определения энергии электростатического поля в объеме V, если известно выражение для потенциала, созданного зарядами.

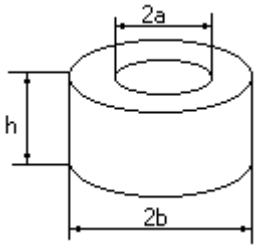
a) $W_E = \frac{\varepsilon_a}{2}\int_V (\nabla\varphi)^2 dV$;

b) $W_E = \frac{1}{2\varepsilon_a}\int_V (\nabla^2\varphi) dV$;

c) $W_E = \frac{\varepsilon_a}{2}\oint_V \nabla\varphi dV$.

Согласована на портале № 46355

11 На кольцевом сердечнике из ферромагнитного материала ($\mu >> 1$) намотано 3 витка (N=3). Определите индуктивность этой катушки. Рассеянием поля Н пренебречь.



a) $L_N = \dfrac{\mu h}{2\pi N} \ln \dfrac{b}{a}$;

b) $L_N = \dfrac{\mu h N}{2\pi} \ln \dfrac{b}{a}$;

c) $L_N = \dfrac{\mu h N^2}{2\pi} \ln \dfrac{b}{a}$;

d) $L_N = \dfrac{\mu h}{2\pi N^2} \ln \dfrac{b}{a}$.

12 Найдите решение уравнения $\nabla^2 \vec{A}(z) = \mu z \vec{x}_0$ для векторного потенциала в магнитном поле токов.

a) $\vec{A}(z) = (\dfrac{\mu z^2}{2} + C_1)\vec{x}_0$;

b) $\vec{A}(z) = (\mu z^2 + C_1)\vec{z}_0$;

c) $\vec{A}(z) = (\dfrac{\mu z^3}{6} + C_1 z + C_2)\vec{x}_0$;

d) $\vec{A}(z) = (\dfrac{\mu z^2}{2} + C_1)\vec{z}_0$.

13 Определите взаимную индуктивность двух концентрических витков с радиусами R_2 и R_1, причем $R_2 > R_1$, и находящимися друг относительно друга на расстоянии l. Считать, что магнитное поле на оси витка определяется соотношением $\vec{H} = \vec{z}_0 \dfrac{J}{2} \cdot \dfrac{R_2^2}{(R_2^2 + z^2)^{3/2}}$, где z - осевая координата.

a) $M_{12} = \mu \dfrac{\pi R_1^2 R_2^2}{2(R_2^2 + l^2)^{3/2}}$;

b) $M_{12} = \mu \dfrac{\pi R_1^2}{2(R_2^2 + l^2)^{3/2}}$;

c) $M_{12} = \mu \dfrac{\pi R_1^2}{2R_2}$;

d) $M_{12} = \mu \dfrac{\pi R_1^2}{2R_2 \cdot l}$.

14 Определите работу, которую необходимо затратить на перемещение заряда q из точки M(3,5,0) в точку N(-7,9,2) в электрическом поле

$\vec{E} = (2\vec{x}_0 + 5\vec{y}_0 + 10\vec{z}_0)$ *в/м*.

Согласована на портале № 46355

a) A=20q, кВ
b) A=40q, кВ
c) A=-40q, кВ
d) A=-20q, кВ

15 Длина волны, распространяющейся в воздухе, составляет 1 м. Какова длина волны при той же частоте в меди и свинце?

$\sigma_{Cu} = 5{,}65 \cdot 10^7 \frac{1}{ом \cdot м}$; $\sigma_{Pb} = 0{,}48 \cdot 10^7 \frac{1}{ом \cdot м}$; $\mu = \mu_0$; $\varepsilon = \varepsilon_0$

a) 0,024 мм; 0,083 мм;
b) 0,012 мм; 0,041 мм;
c) 0,048 мм; 0,66 мм;
d) 0,96 мм; 0,72 мм.

16 Амплитуда напряженности магнитного поля плоской электромагнитной волны, распространяющейся в среде с параметрами $\mu_r = 1$, $\sigma = 2 \cdot 10^{-4} \frac{см}{м}$, $\varepsilon_a = 4\varepsilon_0$, в плоскости z=0 равна $1\frac{A}{м}$. Определите плотность потока мощности волны на расстоянии z=1 м от начала координат. Частота сигнала 10^7 *ГГц*.

a) $94{,}25\, Вт/м^2$;
b) $90{,}48\, Вт/м^2$;
c) $87{,}2\, Вт/м^2$;
d) $100{,}2 Вт/м^2$.

17 Определите коэффициент затухания (в $\frac{дБ}{м}$) электромагнитной волны с частотой $f = 10^6$ *Гц*, распространяющейся в морской воде, параметры которой $\sigma_{вода} = 0{,}45 \cdot 10^2 \frac{1}{ом \cdot м}$, $\varepsilon_r = 81$, $\mu = \mu_0$.

a) $13{,}32 \frac{дБ}{м}$;
b) $38{,}16 \frac{дБ}{м}$;
c) $95{,}5 \frac{дБ}{м}$;
d) $115{,}6 \frac{дБ}{м}$.

18 Найдите вектор $\vec{H}$ и вектор Пойнтинга для плоской электромагнитной волны, в свободном пространстве, заданной вектором $\vec{E} = E_0 \vec{x}_0 e^{jkz}$.

a) $\vec{H} = \vec{z}_0 \frac{E_0}{W_0} e^{jkz}; \vec{П} = \frac{1}{2} \cdot \frac{E_0^2}{W_0} \vec{y}_0$;
b) $\vec{H} = \vec{y}_0 \frac{E_0}{W_0} e^{jkz}; \vec{П} = \frac{E_0^2}{W_0} \vec{z}_0$;
c) $\vec{H} = -\vec{y}_0 \frac{E_0}{W_0} e^{jkz}; \vec{П} = -\frac{E_0^2}{2W_0} \vec{z}_0$.

Согласована на портале № 46355

19 Определите удельную энергию электромагнитного поля, переносимого плоской волной, распространяющейся по оси y в среде $\varepsilon_a = 9\varepsilon_0$, $\mu = \mu_0$, $\sigma = 0$ на частоте $f = 10^6\ Гц$, если амплитуда напряженности электрического поля $E_0 = 10^4\ В/м$.

a) $7.96 \cdot 10^{-3}$ Дж
b) $3.98 \cdot 10^{-3}$ Дж
c) $7.96 \cdot 10^{-9}$ Вт
d) $3.98 \cdot 10^{-9}$ Вт

20 В среде с параметрами $\varepsilon_r = 2{,}25$, $\mu_r = 1$, $\sigma = 0$ распространяется плоская электромагнитная волна с амплитудой напряженности электрического поля 100 $в/м$. Определите плотность потока мощности, переносимую волной в направлении распространения.

a) $19{,}20\ Вт/м^2$
b) $13{,}26\ Вт/м^2$
c) $39{,}78\ Вт/м^2$

14.1.2. Экзаменационные тесты

1 Определите поток вектора плотности полного тока $\vec{j}_{пол} = \frac{\delta_0}{r}\vec{r}_0$ (δ_0 - постоянная величина) через поверхность цилиндра, высота которого h, радиус – a.

a) $\delta_0 \pi a^2$
b) $\delta_0 \pi a h$
c) $\delta_0 \pi h$
d) $\delta_0 2\pi h$
e) $\delta_0 (2\pi h + \pi a^2)$

2 В однородной и изотропной среде задано распределение вектора $\vec{E} = \vec{x}_0 E_0 \cos(wt - kz)$. Определите вектор $\vec{H}$.

a) $\vec{H} = \vec{z}_0 \frac{w\mu E_0}{k}\cos(wt - kz)$;
b) $\vec{H} = -\vec{y}_0 \frac{kE_0}{w}\cos(wt - kz)$;
c) $\vec{H} = -z_0 \frac{k\vec{E}_0}{w\mu}\sin(wt - kz)$;
d) $\vec{H} = \vec{y}_0 \frac{kE_0}{w\mu}\cos(wt - kz)$.

3 Составьте тензор проводимости, если плотность тока в среде имеет следующее математическое выражение $\vec{\bar{\delta}} = (\sigma_1 E_x + \sigma_2 E_z)\vec{x}_0 + \sigma_0 E_y \vec{y}_0 + \vec{z}_0(-\sigma_1 E_x + \sigma_2 E_z)$.

a) $\sigma = \begin{vmatrix} \sigma_1 & 0 & \sigma_2 \\ 0 & \sigma_0 & 0 \\ -\sigma_1 & 0 & \sigma_2 \end{vmatrix}$;

Согласована на портале № 46355

b) $\sigma = \begin{vmatrix} \sigma_1 & \sigma_2 & 0 \\ \sigma_1 & \sigma_2 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_0 \end{vmatrix}$;

c) $\sigma = \begin{vmatrix} \sigma_0 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_2 & \sigma_1 \\ 0 & \sigma_1 & \sigma_2 \end{vmatrix}$.

4 Вектор напряженности электрического поля $\vec{E}$ в декартовой системе координат имеет единственную составляющую E_y отличную от нуля.Определите какие составляющие будет иметь вектор Пойнтинга.

a) $П_x, П_z$;

b) $П_x, П_y$ $П_x, П_y$

c) $П_z, П_y$;

d) $П_x, П_y, П_z$.

5 Мгновенные значения векторов поля в фиксированный момент времени известны и равны $\vec{E} = \vec{E}_0 \cos(wt + \varphi_1)$, $\vec{H} = \vec{H}_0 \cos(wt + \varphi_2)$. Определите мгновенное значение вектора Пойнтинга.

a) $\frac{1}{2}\left[\vec{E}_0 \cdot \vec{H}_0\right]\cos(\varphi_1 - \varphi_2) + \frac{1}{2}\left[\vec{E}_0 \cdot \vec{H}_0\right]\cos(2wt + \varphi_1 + \varphi_2)$;

b) $\frac{1}{2}\left[\vec{E}_0 \cdot \vec{H}_0\right]\cos(\varphi_1 - \varphi_2)$;

c) $\frac{1}{2}\left[\vec{E}_0 \cdot \vec{H}_0\right]\cos(2wt + \varphi_1 + \varphi_2)$;

6 Определите величину и направление силы F, воздействующей на заряд q= $10^{-5}k$ движущийся со скоростью $\vec{V} = 10^6 \vec{z}_0 \frac{м}{c}$ в магнитном поле вектора $\vec{B} = 10^{-2}(\vec{x}_0 - \vec{y}_0)$.

a) $\vec{F} = 0{,}1(\vec{x}_0 + \vec{y}_0)$;

b) $\vec{F} = 0{,}1(-\vec{x}_0 - \vec{y}_0)$;

c) $\vec{F} = 0{,}1(\vec{x}_0 + \vec{z}_0)$;

d) $\vec{F} = 0{,}1\vec{z}_0$.

7 Получите выражение вектора $\vec{D}$ для неоднородного диэлектрика с параметром

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \begin{vmatrix} (1+y) & 0 & 0 \\ 0 & (1+y) & 0 \\ 0 & 0 & (1+y) \end{vmatrix}$$

если задано электрическое поле вида $\vec{E} = E_x \vec{x}_0 - E_y \vec{y}_0$. Определите значение E_x и E_y.

a) $\vec{D} = \vec{x}_0 E_x \varepsilon_0 2(1+y); E_x = C_1; E_y = C_2(1+y)$

b) $\vec{D} = \vec{y}_0 E_y \varepsilon_0 (1+y); E_x = C_1/(1+y); E_y = C_2$

c) $\vec{D} = \varepsilon_0 (1+y)(E_x \vec{x}_0 - E_y \vec{y}_0); E_x = C_1; E_y = C_2/(1+y)$

d) $\vec{D} = \varepsilon_0 (1+y)(E_x \vec{x}_0 + E_y \vec{y}_0); E_x = C_1(1+y); E_y = C_2$

Согласована на портале № 46355

8 В однородной и изотропной среде известен вектор $\vec{H} = \vec{z}_0 H_0 \sin(wt - kx)$. Определите вектор $\vec{E}$.

a) $\vec{E} = -\vec{y}_0 \frac{k}{w\varepsilon} H_0 \sin(wt - kx)$;

b) $\vec{E} = \vec{y}_0 \frac{k}{w\varepsilon} H_0 \sin(wt - kx)$;

c) $\vec{E} = \vec{x}_0 \frac{k}{w\varepsilon} H_0 \cos(wt - kx)$;

d) $\vec{E} = -\vec{x}_0 \frac{k}{w\varepsilon} H_0 \cos(wt - kx)$.

9 Пучок электронов имеет вид длинного цилиндра с радиусом a, обладает скоростью V_0 и плотностью объемного заряда $\rho_0 = const$. Определите напряженность магнитного поля на расстоянии b, причем b>a.

a) $\vec{H}_b = \frac{\rho_0 V_0 b}{2} \vec{r}_0$;

b) $\vec{H}_b = \frac{\rho_0 V_0 a^2}{2b} \vec{\alpha}_0$;

c) $\vec{H}_b = \frac{\rho_0 V_0 2\pi a}{b} \vec{z}_0$;

d) $\vec{H}_b = \frac{\rho_0 V_0}{2b} \vec{\alpha}_0$.

10 Граница раздела двух однородных и изотропных сред, имеющих электродинамические параметры ε_1 и ε_2, имеет уравнение $x = 0$. В первой среде известен вектор напряженности $\vec{E}_1 = \vec{x}_0 E_0 \cos \xi x + \vec{y}_0 E_0 \cos \eta y$. Получите выражение вектора $\vec{E}_2$ вблизи границы. Поверхностные заряды отсутствуют.

a) $\vec{E}_2 = \vec{x}_0 E_0 \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} + \vec{y}_0 E_0 \cos \eta y$;

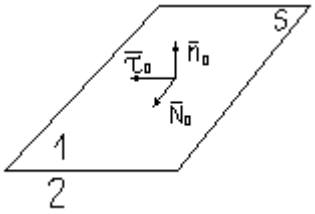
b) $\vec{E}_2 = \vec{x}_0 E_0 \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}$;

c) $\vec{E}_2 = \vec{y}_0 E_0 \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} \cos \eta y$;

d) $\vec{E}_2 = \vec{x}_0 E_0 \cos \xi x + \vec{y}_0 E_0 \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} \cos \eta y$.

11 Запишите граничные условия в векторной форме для тангенциальных составляющих векторов поля $\vec{E}$ и $\vec{H}$, учитывая, что вектор нормали $\vec{n}_0$ к плоскости S образует с $\vec{\tau}_0$ и $\vec{N}_0$ правую тройку $\vec{\tau}_0 = \left[\vec{N}_0 \cdot \vec{n}_0\right]$.

Согласована на портале № 46355



a) $(\vec{D}_1 - \vec{D}_2)\cdot\vec{n}_0 = \xi_{поверх.}; \left[\vec{n}_0 \times (\vec{H}_1 - \vec{H}_2)\right] = \delta_{поверх.}$

b) $\left[\vec{n}_0 \times (\vec{E}_1 - \vec{E}_2)\right] = 0; \left[\vec{n}_0 \times (\vec{H}_1 - \vec{H}_2)\right] = \delta_{поверх.}$

c) $\vec{n}_0 \cdot (\vec{E}_1 - \vec{E}_2) = 0; (\vec{H}_1 - \vec{H}_2)\cdot\vec{n}_0 = 0$

12 Определите поток вектора $\vec{D} = 5\cos\frac{\pi}{a}x\cdot\vec{x}_0 + 10\vec{y}_0\sin\frac{\pi}{a}y$ через поверхность куба, сторона которого a. Среда однородна и изотропная.

a) $-30a^2$;

b) $-10a^2$;

c) $20a^2$;

d) $30a^2$;

e) $10a^2$.

13 Определите поверхностную плотность заряда на границе y=0, если известны параметры $\varepsilon_1 = \varepsilon_0$, $\varepsilon_2 = 3\varepsilon_0$ и векторы напряженности электрического поля в средах $\vec{E}_1 = \vec{y}_0 3\cos\xi y\cos(kz + wt)$, $\vec{E}_1 = \vec{y}_0\cos\xi y\cos(kz + wt)$.

a) 0;

b) $6\sin\xi x\cos(kz + wt)$;

c) $4\sin\xi x\cos(kz + wt)$.

14 Какие токи могут существовать в морской воде и сухой почве при распространении волны с частотой $f = 10^5\ Гц$, если электрофизические параметры как на графике (справка: $J_{пол.} = J_{смещ.} + J_{провод.}$).

a) $J_{полн.вода} = J_{провод.}; J_{полн.почва} = J_{провод.} + J_{смещ.}$;

b) $J_{полн.вода} = J_{провод.} + J_{смещ.}; J_{полн.почва} = J_{провод.} + J_{смещ.}$;

c) $J_{полн.вода} = J_{провод.}; J_{полн.почва} = J_{смещ.}$.

15 Вектор $\vec{D}_1$ направлен под углом 60 градусов к границе раздела двух сред, диэлектрические проницаемости которых относятся как $\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{1}{\sqrt{3}}$. Определите угол α_2 между $\vec{D}_2$ и границей раздела. Поверхностный заряд отсутствует.

Согласована на портале № 46355

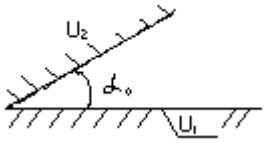
a) 30°
b) 60°
c) 45°
d) 90°

16 Под каким углом расположены векторы $\vec{E}$ и $\vec{D}$, если диэлектрическая проницаемость среды представлена тензором $\hat{\varepsilon} = \begin{vmatrix} 0 & \varepsilon & \varepsilon \\ \varepsilon & \varepsilon & 0 \\ \varepsilon & 0 & \varepsilon \end{vmatrix}$, а вектор $\vec{E} = \vec{z}_0 E_0$?

a) 30°
b) 60°
c) 45°
d) 90°

17 Для системы двух полубесконечных металлических электродов (см. рис.) получено общее решение уравнения Лапласа в виде $\varphi = (A_0 \ln r + B_0)(C_0\alpha + D_0) + \sum_\lambda (A_\lambda r^\lambda + B_\lambda r^{-\lambda}) \cdot (C_\lambda \sin \lambda\alpha + D_\lambda \cos \lambda\alpha)$

Определите константы и получите решение для φ.



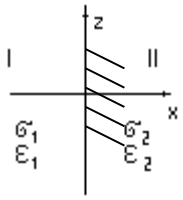
a) $\varphi = \frac{U_2 - U_1}{\alpha_0}\alpha + \sum_n \frac{U_2 - U_1}{n\alpha_0} \cos\frac{n\alpha}{\alpha_0}$;
b) $\varphi = \frac{U_2 - U_1}{\alpha_0}\alpha + U_1$;
c) $\varphi = \frac{U_1 - U_2}{\alpha_0}\alpha + \sum_n \frac{U_1 - U_2}{n\alpha_0} \sin\frac{n\alpha}{\alpha_0}$;
d) $\varphi = \frac{U_2 - U_1}{\alpha_0}\alpha - U_1$.

18 В неоднородной среде с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = \varepsilon_0 y$ электростатическое поле зависит только от координаты y в области a<y<b. Объемные заряды отсутствуют. Найдите выражения для напряженности $\vec{E}$ и потенциала φ.

a) $\vec{E} = \frac{C_1}{\varepsilon_0 y}\vec{y}_0; \varphi = -\frac{C_1}{\varepsilon_0}\ln y + C_2$;
b) $\vec{E} = \frac{C_1}{\varepsilon_0} y \cdot \vec{y}_0; \varphi = \frac{C_1}{\varepsilon_0}$;
c) $\vec{E} = -\frac{C_1}{\varepsilon_0 y}\vec{y}_0; \varphi = -\frac{C_1}{\varepsilon_0}\ln\frac{1}{y} + C_2$.

19 Определите плотность тока во второй среде, если напряженность электрического поля в первой среде имеет вид $\vec{E}_1 = (\vec{x}_0 + \vec{z}_0)E_0$, где $E_0 = const$, а проводимости сред заданы (см. рис.).

Согласована на портале № 46355



a) $\vec{\delta}_2 = (\sigma_1 \vec{x}_0 + \sigma_2 \vec{z}_0) E_0$;

b) $\vec{\delta}_2 = (\sigma_1 \vec{z}_0 + \sigma_2 \vec{x}_0) E_0$;

c) $\vec{\delta}_2 = (\frac{\sigma_1}{\sigma_2} \vec{z}_0 + \vec{y}_0) E_0$;

d) $\vec{\delta}_2 = (\vec{z}_0 + \frac{\sigma_2}{\sigma_1} \vec{y}_0) E_0$.

20 Из точки A(3,6,0) в точку B(9,7,-3) перемещается заряд q в поле $\vec{E} = E_1 \vec{x}_0 + E_2 \vec{y}_0 - E_3 \vec{z}_0$. Определите работу, совершаемую полем.

a) $A = q(6E_1 - 13E_2 - 3E_3)$;

b) $A = q(-6E_1 + 13E_2 + 3E_3)$;

c) $A = q(12E_1 - 13E_2 - 3E_3)$.

14.1.3. Темы контрольных работ

Электромагнитные поля и волны

1 Как следует записать уравнение Гельмгольца для вектора электрического поля и для областей, содержащих источники с токами $\vec{\delta}_{ст}$ и зарядами $\dot{\rho}_{ст}$, для среды с параметрами ε_a, μ_a ?

a) $\nabla^2 \vec{E} - k^2 \vec{E} = grad \frac{\dot{\rho}_{ст}}{\varepsilon_a} + jw\mu_a \vec{\delta}_{ст}$;

b) $\nabla^2 \vec{E} + k^2 \vec{E} = grad \frac{\dot{\rho}_{ст}}{\varepsilon_a} + jw\mu_a \vec{\delta}_{ст}$;

c) $\nabla^2 \vec{E} + k^2 \vec{E} = jw\mu_a \vec{\delta}_{ст}$.

2 Определите фазовую скорость, длину волны и коэффициент затухания для волн, распространяющихся в морской воде с параметрами $\varepsilon_a = 81\varepsilon_0$, $\mu_a = \mu_0$, $\sigma = 0{,}45 \frac{1}{ом \cdot м}$. Частота сигнала 10^6 *Гц*.

a) $V_ф = 4{,}7 \cdot 10^3 \frac{м}{с}; \lambda_в = 4{,}7 \cdot 10^{-3} м; \alpha = 20{,}3 \frac{1}{м}$;

b) $V_ф = 4{,}7 \cdot 10^5 \frac{м}{с}; \lambda_в = 0{,}47 м; \alpha = 13{,}31 \frac{1}{м}$;

c) $V_ф = 3{,}3 \cdot 10^7 \frac{м}{с}; \lambda_в = 1{,}3 \cdot 10^{-3} м; \alpha = 20 \frac{1}{м}$.

3 Две плоских волны, электрические поля которых имеют вид $\vec{E}_1 = \vec{y}_0 2{,}1 \cos(wt - kz)$; $\vec{E}_2 = \vec{x}_0 1{,}2 \cos(wt - kz + \frac{\pi}{2})$, пришли в точку z=const. Определите вид поляризации общего поля.

Согласована на портале № 46355

a) линейная поляризация;
b) круговая поляризация с правым вращением;
c) эллиптическая поляризация с левым вращением;
d) эллиптическая поляризация с правым вращением.

4 Запишите выражения полей E и H плоской волны, частота которой $10^6\,Гц$, распространяющейся в сухой почве с параметрами $\varepsilon_a = 2\varepsilon_0$, $\mu_a = \mu_0$, $\sigma = 10^{-2}\,\frac{1}{ом \cdot м}$ вдоль координаты z.

a) $\vec{E} = \vec{e}_0 A e^{-j0{,}029z}; \vec{H} = \frac{A\hbar_0}{269{,}3} e^{-0{,}029z};$

b) $\vec{E} = \vec{e}_0 A e^{-1{,}4(1+j)z}; \vec{H} = \frac{A\hbar_0}{0{,}2} e^{-1{,}4(1+j)z + j\frac{\pi}{4}};$

c) $\vec{E} = \vec{e}_0 A e^{-j0{,}2(1+j)z}; \vec{H} = \frac{A\hbar_0}{19{,}8} e^{-0{,}2(1+j)z} e^{-j\frac{\pi}{4}}.$

5 Пучок оптического квантового генератора имеет площадь поперечного сечения 4 мм2. Мощность генератора 1 Вт. Определите напряженность электрического поля, полагая, что в пределах пучка излучение генератора представляет собой плоскую электромагнитную волну.

a) $13{,}73\frac{B}{мм};$
b) $27{,}46\frac{B}{м};$
c) $6{,}87\frac{B}{мм}.$

6 Плоская электромагнитная волна имеет частоту $f = 10^7\,Гц$ и распространяется в среде с параметрами $\varepsilon_a = 4\varepsilon_0$, $\mu = \mu_0$, $\sigma = 2 \cdot 10^{-4}\,\frac{1}{ом \cdot м}$. Амплитуда напряженности магнитного поля при z=0 равна $10\frac{A}{м}$. Как изменится (в процентах) плотность потока мощности волны на расстоянии z=1 м по отношению к началу координат?

a) на 20%
b) на 4%
c) на 1%
d) не изменится

7 Какие из перечисленных ниже особенностей соответствует волнам, распространяющимся в проводящих средах?

1. вектора $\vec{E}$ и $\vec{H}$ сдвинуты по фазе на π;
2. энергия полей сосредоточена в скин-слое;
3. плоскости равных фаз и амплитуд не совпадают;
4. фазовая скорость увеличивается с ростом частоты;
5. волна распространяется вдоль металлической поверхности.

a) 3 и 5
b) 2 и 4
c) 1 и 5

8 В однородной и изотропной среде известен вектор $\vec{H} = \vec{z}_0 H_0 \sin(wt - kx)$. Определите

Согласована на портале № 46355

вектор $\vec{E}$.

e) $\vec{E} = -\vec{y}_0 \frac{k}{w\varepsilon} H_0 \sin(wt - kx)$;

f) $\vec{E} = \vec{y}_0 \frac{k}{w\varepsilon} H_0 \sin(wt - kx)$;

g) $\vec{E} = \vec{x}_0 \frac{k}{w\varepsilon} H_0 \cos(wt - kx)$;

h) $\vec{E} = -\vec{x}_0 \frac{k}{w\varepsilon} H_0 \cos(wt - kx)$.

9 Пучок электронов имеет вид длинного цилиндра с радиусом a, обладает скоростью V_0 и плотностью объемного заряда $\rho_0 = const$. Определите напряженность магнитного поля на расстоянии b, причем b>a.

e) $\vec{H}_b = \frac{\rho_0 V_0 b}{2} \vec{r}_0$;

f) $\vec{H}_b = \frac{\rho_0 V_0 a^2}{2b} \vec{\alpha}_0$;

g) $\vec{H}_b = \frac{\rho_0 V_0 2\pi a}{b} \vec{z}_0$;

h) $\vec{H}_b = \frac{\rho_0 V_0}{2b} \vec{\alpha}_0$.

10 Граница раздела двух однородных и изотропных сред, имеющих электродинамические параметры ε_1 и ε_2, имеет уравнение $x = 0$. В первой среде известен вектор напряженности $\vec{E}_1 = \vec{x}_0 E_0 \cos \xi x + \vec{y}_0 E_0 \cos \eta y$. Получите выражение вектора $\vec{E}_2$ вблизи границы. Поверхностные заряды отсутствуют.

e) $\vec{E}_2 = \vec{x}_0 E_0 \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} + \vec{y}_0 E_0 \cos \eta y$;

f) $\vec{E}_2 = \vec{x}_0 E_0 \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}$;

g) $\vec{E}_2 = \vec{y}_0 E_0 \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} \cos \eta y$;

h) $\vec{E}_2 = \vec{x}_0 E_0 \cos \xi x + \vec{y}_0 E_0 \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} \cos \eta y$.

Распространение радиоволн

1 Для магнитного диполя на рисунках представлены диаграммы направленности в дальней зоне. В каких плоскостях сферической системы координат они снимались?

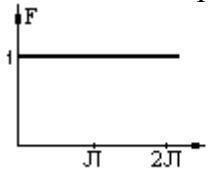


Рис. 1

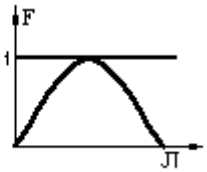


Рис. 2

a) Рис.1: в плоскостях $0 \le \varphi \le 2\pi, \theta = \pi/2$;

Согласована на портале № 46355

b) Рис.2 : диаграмма в декартовых координатах $0 \le \varphi \le \pi, \theta - const$;

c) Рис.2 : диаграмма снята при $0 \le \theta \le \pi, \alpha - const$;

d) Рис.2 : диаграмма в меридиональной плоскости .

2 К магнитному диполю заданных размеров подводится сторонний ток $J_{cm.m}$ постоянной величины, но изменяющийся по частоте. Как будет вести себя мощность излучения диполя от частоты в дальней зоне?

a) $P_{изл.}$ не изменяется от частоты

b) $P_{изл.} \cong K \cdot f^2$ где K - const

c) $P_{изл.} = K \cdot f^4$

d) $P_{изл.} = K \cdot f^{-4}$

e) $P_{изл.} = K \cdot f^{-2}$

3 Запишите дифференциальные уравнения для электродинамических потенциалов $\dot{\vec{A}}$ и $\dot{\varphi}$, которым они удовлетворяют в изотропных и однородных средах для гармонических во времени сторонних источников

a) $\nabla^2 \dot{\varphi} + k^2 \dot{\varphi} = -\frac{\dot{\rho}_{cm.}}{\varepsilon}; \nabla^2 \dot{\vec{A}} + k\dot{\vec{A}} = -\mu \dot{\vec{\delta}}_{cm.}$

b) $dw\dot{\vec{A}} = jw\varepsilon\mu\dot{\varphi}; \dot{\varphi}\left\{\frac{\partial \dot{\vec{A}}}{\partial t} + \dot{\vec{E}}\right\}$

c) $\dot{\varphi} = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\int_V \frac{\rho_{cm.} e^{-jkr}}{r} dV; \dot{\vec{A}} = \int_V \frac{\rho_{cm.} e^{-jkr}}{r} dV$.

4 Чем отличается функция направленности по мощности от функции направленности по электрическому полю для магнитного диполя в дальней зоне?

Функции направленности одинаковы $F_p(\alpha;\theta) = \sin\theta;;$

a) $F_p(\alpha;\theta) = \sin^2\theta;$

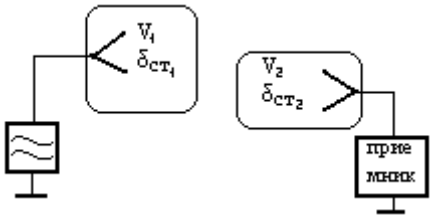
b) $F_E(\alpha,\theta) = \sin^2\theta$

c) $F_E(\alpha,\theta) = \sin\theta$

d) $F_p(\alpha;\theta) = \sin^2\alpha;$

e) $F_E(\alpha,\theta) = \sin\alpha$

5 Запишите теорему взаимности для случая на рисунке, где (1) - передающая телевизионная антенна в объеме V_1, а в объеме V_2 - приемная антенна телевизора (2). Антенны находятся на расстоянии $r >> \lambda$.



a) $\int_{V_1} \dot{\vec{E}}_2 \dot{\vec{\delta}}_{cm.1} dV = \int_{V_2} \dot{\vec{E}}_1 \dot{\vec{\delta}}_{cm.2} dV$;

b) $\int_{S_1} \left\{\left[\dot{\vec{H}}_1 \cdot \dot{\vec{E}}_2\right] - \left[\dot{\vec{H}}_2 \cdot \dot{\vec{E}}_1\right]\right\} dS = \int_{V_1} \dot{\vec{E}}_2 \dot{\vec{\delta}}_{cm.1} dV - \int_{V_2} \dot{\vec{E}}_1 \dot{\vec{\delta}}_{cm.2} dV$;

Согласована на портале № 46355

c) $dV\left\{\left[\dot{\vec{H}}_1 \cdot \dot{\vec{E}}_2\right] - \left[\dot{\vec{H}}_2 \cdot \dot{\vec{E}}_1\right]\right\} = \dot{\vec{E}}_2 \dot{\vec{\delta}}_{cm.1} - \dot{\vec{E}}_1 \dot{\vec{\delta}}_{cm.2}$;

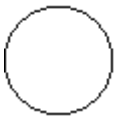
6 Известно, что $\dot{\vec{A}} = \frac{J_{cm.} l \mu}{4\pi r}\left(\vec{r}_0 \cos\theta - \vec{\theta}_0 \sin\theta\right) e^{-j\bar{k}\cdot\bar{r}}$ (в сферической системе координат). Найдите вектор $\vec{H}$.

a) $\dot{\vec{H}} = \vec{\alpha}_0 \frac{J_{cm.} l}{4\pi r}\left(\frac{1}{r} + jk\right)\sin\theta \cdot e^{-j\bar{k}\cdot\bar{r}}$;

b) $\dot{\vec{H}} = -j\frac{J_{cm.} l}{4\pi w}\left[\vec{r}_0 \frac{2}{r^2}\left(\frac{1}{r} + jk\right)\cos\theta + \vec{\theta}_0 \frac{1}{r}\left(\frac{1}{r^2} + j\frac{k}{r}\right)\sin\theta\right] e^{-j\bar{k}\cdot\bar{r}}$;

c) $\dot{\vec{H}} = \left\{\vec{\alpha}_0 \frac{J_{cm.} l}{4\pi r^2}\sin\theta + \vec{\theta}_0 \frac{J_{cm.} l}{4\pi r^2}\cos\theta\right\} e^{-j\bar{k}\cdot\bar{r}}$.

7 В какой плоскости расположен виток с током (магнитный диполь), если его диаграмма направленности в экваториальной плоскости имеет вид окружности.



a) в экваториальной плоскости ;
b) в меридиональной плоскости ;
c) в плоскости $ro\theta$;
d) в плоскости$\theta 0\alpha$.

8 Как можно получить выражения векторов $\vec{E}_m$ и $\vec{H}_m$ магнитного диполя в дальней зоне по известным выражениям электрического диполя $\vec{E}_{\theta э}$ и $\vec{H}_{\alpha э}$?

a) $E \leftrightarrow H; \varepsilon \leftrightarrow -\mu; \vec{p} \leftrightarrow \vec{m}; p = -\frac{J_{cm.} l}{w}; m = J_m \mu S$;

b) $E \leftrightarrow H; \varepsilon \leftrightarrow \mu; J_{cm.э} \leftrightarrow J_m$;

c) $E \leftrightarrow H; \mu \leftrightarrow \varepsilon; \vec{p} \leftrightarrow \vec{m}; p = \frac{J_{cm.} l}{w}; m = J_m \mu S;$

9 Получите соотношения для полей электростатического диполя в дальней зоне по известным полям магнитного диполя: $E_{\alpha m} = \frac{J_m k^2 S W_0}{4\pi r}\sin\theta \cdot e^{-jkr}; H_{\theta m} = \frac{J_m k^2 S}{4\pi r}\sin\theta \cdot e^{-jkr}$.

a) $E_{\theta э} = \frac{J_э l k^2}{4\pi r}\sin\theta \cdot e^{-j\bar{k}\cdot\bar{r}}; H_{\alpha э} = \frac{E_{\theta э}}{\omega_0}$;

b) $E_{\theta э} = -\frac{J_э l k^2}{4\pi r w \varepsilon}\sin\theta \cdot e^{-j\bar{k}\cdot\bar{r}}; H_{\alpha э} = \frac{E_{\theta э}}{\varpi_0}$;

c) $H_{\alpha э} = -\frac{J_э l k}{4\pi r}\sin\theta \cdot e^{-j\bar{k}\cdot\bar{r}}; E_{\theta э} = \frac{k H_{\alpha э}}{\varpi \varepsilon}$.

10 Определить мощность, излучаемую элементарным электрическим излучателем в сферический сектор, ограниченный углами $\theta_1 = 90^\circ, \theta_2 = 88^\circ$. Длина излучателя 5 см, амплитуда тока 10 А, длина волны 5 м.

a) $28.28 \cdot 10^{-2}\, Bm$;
b) $20.70 \cdot 10^{-2}\, Bm$;
c) $14.34 \cdot 10^{-2}\, Bm$;

Согласована на портале № 46355

d) $10.36 \cdot 10^{-2}\ Bm$

14.1.4. Темы лабораторных работ

Исследование зон Френеля и дифракции радиоволн на разных препятствиях

14.1.5. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

- чтение или просмотр материала необходимо осуществлять медленно, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;
- если в тексте встречаются термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;
- необходимо осмысливать прочитанное и изученное, отвечать на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия в форме вебинаров. Расписание вебинаров публикуется в кабинете студента на сайте Университета. Запись вебинара публикуется в электронном курсе по дисциплине.

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными

Согласована на портале № 46355

возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 46355