

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 17 » ноября 20 20 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** \_\_\_\_\_ Электромагнитные поля и волны  
(наименование)

**Форма обучения:** \_\_\_\_\_ очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** \_\_\_\_\_ бакалавриат  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** \_\_\_\_\_ 144 (4)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** \_\_\_\_\_ 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
(код и наименование направления)

**Направленность:** \_\_\_\_\_ Электроэнергетика и электротехника (общий профиль, СУОС)  
\_\_\_\_\_  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Электромагнитные поля и волны» является изучение теоретических основ расчета и анализа электромагнитных полей и волн.

Задачи учебной дисциплины

Изучение теории электромагнитного поля, методов анализа электромагнитных волн, методов расчета электростатических полей, электрических и магнитных полей постоянного электрического тока, переменного электромагнитного поля, линий передачи электромагнитной энергии с распределенными параметрами.

Формирование умений рассчитывать постоянные и переменные электрические и магнитные поля; проводить анализ и расчет характеристик распространения электромагнитных волн в диэлектрической и проводящей среде, линиях электропередач.

Формирование навыков анализа характеристик постоянных и переменных электрических и магнитных полей в различных средах.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

физические процессы в электромагнитном поле;  
методы анализа и расчета постоянных и переменных электрических и магнитных полей, характеристик распространения электромагнитных волн в диэлектрической и проводящей среде, линиях передачи электромагнитной энергии;  
методы экспериментального исследования электростатических полей и полей постоянного электрического тока.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.1	ИД-1ПК-2.1	Студент знает особенности структуры электромагнитного поля волн, распространяющихся в различных средах, в линиях передачи электромагнитной энергии и объемных резонаторах.	Знает основы электроники, схемы, состав оборудования, режим работы электротехнических и электроэнергетических установок различного назначения	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.1	ИД-2ПК-2.1	Студент умеет проводить анализ физических процессов, происходящих в различных направляющих системах, устройствах сверхвысоких частот, в однородных и неоднородных средах, понимать сущность электромагнитной совместимости.	Умеет проектировать схемы, электротехнические и электроэнергетические установки	Защита лабораторной работы
ПК-2.1	ИД-3ПК-2.1	Студент владеет навыками алгоритмизации краевых задач электродинамики.	Владеет навыками расчета схем и режимов работы электронных и электротехнических установок	Контрольная работа

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)	16	16	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	16	16	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

#### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
5-й семестр				
Анализ электростатических полей	6	6	6	25
<p>Тема 1. Предмет и задачи дисциплины. Основные понятия, термины, определения и законы электростатического поля. Электростатическое поле. Величины, характеризующие поле и связь между ними. Силовые и эквипотенциальные линии. Свободные и связанные заряды. Поляризация, векторы смещения и поляризации. Теорема Гаусса. Основные уравнения электростатики. Граничные условия для электростатических полей. Теорема единственности. Применение теоремы Гаусса, уравнений Лапласа и Пуассона для расчета поля.</p> <p>Тема 2. Методы расчета электростатических полей. Общая характеристика методов расчета электростатического поля. Метод наложения. Электрическое поле заряженной оси. Электростатическое поле двухпроводной линии. Метод зеркальных изображений. Электростатическое поле системы заряженных тел. Три группы формул Максвелла. Потенциальные, емкостные коэффициенты, частичные емкости. Электрическая емкость. Применение группы формул Максвелла для расчета электростатических полей. Энергия электростатического поля.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Анализ электрического и магнитного поля постоянного тока	6	5	5	40
Тема 3. Основные законы и методы расчета электрического поля постоянного тока. Электрическое поле постоянного тока. Величины, характеризующие поле электрическое поле постоянного тока. Ток и плотность тока. Законы Ома, Кирхгофа и Джоуля-Ленца в дифференциальной форме. Уравнение Лапласа. Граничные условия для электрического поля постоянного тока. Электрическая проводимость. Аналогия между электрическим полем и электростатическим полем в диэлектрике. Общая характеристика задач расчета электрического поля в проводящей среде и методов их решения. Энергия электрического поля постоянного тока. Тема 4. Основные законы и методы расчета магнитного поля постоянного тока. Магнитное поле постоянного тока. Основные величины, характеризующие поле. Уравнения магнитного поля в дифференциальной форме. Векторный и скалярный потенциал. Граничные условия. Энергия магнитного поля. Механические силы в магнитном поле. Взаимное соответствие электростатического (электрического) поля и магнитного поля постоянного тока. Коэффициент размагничивания. Магнитное экранирование.				
Анализ электромагнитного поля переменного синусоидального тока	6	5	5	25
Тема 5. Основные законы и уравнения электромагнитного поля. Переменное электромагнитное поле. Полный электрический ток. Уравнения Максвелла. Граничные условия для векторов электромагнитного поля. Теорема Умова-Пойнтинга. Закон сохранения энергии. Мощность электромагнитного поля, мощность излучения, вектор Пойнтинга, скорость движения энергии. Уравнения Максвелла и теорема Умова-Пойнтинга в комплексной форме. Тема 6. Анализ процессов распространения электромагнитной волны в проводящей и диэлектрической среде. Решение уравнений Максвелла для гармонических колебаний. Основные теоремы и принципы в теории электромагнитных волн. Плоские и сферические волны. Плоская электромагнитная волна в диэлектрике. Электродинамический векторный и скалярный потенциал. Мощность и сопротивление излучения антенны. Передача электромагнитной энергии вдоль проводов линий. Волноводы. Плоская электромагнитная волна в проводящей среде. Характеристики волны.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Явление поверхностного эффекта. Электрический поверхностный эффект. Активное и внутреннее индуктивное сопротивление проводов. Магнитный поверхностный эффект (в массивных проводах из ферромагнитных материалов). Эффект близости. Электромагнитное экранирование. Излучение электромагнитных волн. Распространение плоских волн в различных средах (однородных изотропных, анизотропных, гиротропных). Волновые явления на границе раздела двух сред (препятствиях). Дифракция и рефракция электромагнитных волн. Основные методы решения задач дифракции. Общие характеристики и свойства направляемых электромагнитных волн. Принципы анализа и синтеза направляющих систем. Электромагнитные резонаторы. Возбуждение волн в направляющих системах и резонаторах. Электромагнитные волны в направляющих системах конечной длины. Основные элементы направляющих систем и трактов СВЧ.</p>				
ИТОГО по 5-му семестру	18	16	16	90
ИТОГО по дисциплине	18	16	16	90

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Расчет электростатических полей с применением теоремы Гаусса.
2	Расчет электростатических полей с применением уравнений Лапласа и Пуассона.
3	Расчет электростатических полей с применением метода зеркальных отображений.
4	Расчет электрических полей постоянного тока.
5	Расчет электрических заземлителей.
6	Расчет магнитных полей постоянного тока.
7	Расчет электромагнитных полей с применением теоремы Умова-Пойнтинга.
8	Расчет характеристик электромагнитной волны, распространяющейся в проводящей среде.
9	Расчет характеристик электромагнитной волны, распространяющейся в диэлектрической среде.

## Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Исследование характеристик электростатического поля.
2	Экспериментальное определение коэффициентов групп формул Максвелла.
3	Исследование характеристик электрического поля постоянного тока.
4	Исследование магнитного поля.
5	Исследование характеристик электромагнитной волны.
6	Исследование электрического и магнитного поверхностного эффекта.

### 5. Организационно-педагогические условия

#### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

#### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Аполлонский С. М. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле : учебное пособие для вузов / С. М. Аполлонский. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2012.	1
2	Башарин С.А. Теоретические основы электротехники. Теория электрических цепей и электромагнитного поля : учебное пособие для вузов / С.А. Башарин, В.В. Федоров. - М.: Академия, 2008.	5
3	Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле : учебник для бакалавров / Л. А. Бессонов. - Москва: Юрайт, 2014.	3
4	Т. 2. - Санкт-Петербург [и др.]: , Питер, 2009. - (Теоретические основы электротехники : учебник для вузов; Т. 2).	5
5	Теоретические основы электротехники. Нелинейные электрические цепи. Электромагнитное поле : учебное пособие втузов / Г. И. Атабеков [и др.]. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2010.	25
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Бабенко А. Н. Электромагнитные поля и волны : учебное пособие / А. Н. Бабенко, А. Н. Громько. - Йошкар-Ола: МарГТУ, 2003.	22
2	Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле : учебник для бакалавров / Л. А. Бессонов. - Москва: Юрайт, 2016.	10
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Электротехника : научно-технический журнал / Академия электротехнических наук Российской Федерации; Министерство промышленности Российской Федерации. Департамент машиностроения ; Электровыпрямитель; Электроника; Всесоюзный научно-исследовательский институт электровозостроения; Ассоциация инженеров силовой электроники; Автоматизированный электропривод; Прогрессэлектро ; Росэлпром. - Москва: Знак, 1930 - .	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
1	Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей / Министерство энергетики Российской Федерации. - Москва: Энергосервис, 2003.	5
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Аполлонский С. М. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле / Аполлонский С. М. - Санкт-Петербург: Лань, 2012.	<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=3188">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=3188</a>	локальная сеть; свободный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching )
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

## 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

## 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Стенд с комплектами типового лабораторного сертифицированного оборудования «Электромагнитное поле» - ТОЭ-2СР , выполненного ООО «Учебная техника»	10
Лекция	Проектор	1

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Практическое занятие	ПК	15

## **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе



**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### 1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно рабочей программы дисциплины (РПД) освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (5 семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, практические и лабораторные занятия, выполнение расчетно-графической и контрольных работ и самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (таблица 1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по расчетно-графическим работам, курсовой работы, отчетов по лабораторным работам и экзамена.

Виды контроля сведены в табл. 1.

Таблица 1 - Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля <sup>1</sup>				
	Текущий	Рубежный			Итоговый
		ТТ	ПК	РГР	
<b>Усвоенные знания</b>					
– 3.1 знает физические процессы, основные законы и соотношения в электрических и магнитных полях;	ТТ1	КР1	ОРГР 1	ОЛР 1	ТВ
– 3.2 знает законы постоянных и переменных электрических и магнитных полей;	ТТ2	КР1	ОРГР 1	ОЛР 2	ТВ
– 3.3 знает методы постоянных и переменных электрических и магнитных полей, характеристики распространения электромагнитных волн в диэлектрической и проводящей среде;	ТТ3	КР1	ОРГР 1	ОЛР 3	ТВ
– 3.4 знает основы теории электромагнитного поля и волн, математические и физические модели простейших устройств связи;	ТТ3	КР1	ОРГР 1	ОЛР 4	ТВ
– 3.5 знает методы экспериментального исследования электромагнитных полей и волн при расчете режимов работы схем и элементов средств	ТТ2	КР1		ОЛР 5	ТВ

<sup>1</sup> ТТ – текущее тестирование на лекционных занятиях; РКР – рубежная контрольная работа; ОЛР – отчет по лабораторной работе; ОРГР – отчет по расчетно-графической работе, ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание (задача); КЗ – комплексные задания.

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля <sup>1</sup>				
	Текущи ТТ	Рубежный			Итоговый Диф.зачет.
		ПК	РГР	ЛР	
электросвязи и информатики;					
– 3.6 знает методы анализа процессов распространения электромагнитных волн в различных средах и линиях передачи электромагнитной энергии при работе средств электросвязи и информатики с применением современных технологий;	ТТ3	КР1		ОЛР 6	ТВ
<b>Освоенные умения:</b>					
– У.1 умеет применять основные законы и соотношения для анализа физических процессов в электромагнитных полях;	ТТ1	КР1	ОРГР 1	ОЛР 1	ПЗ
– У.2 умеет выполнять расчеты постоянных и переменных электрических и магнитных полей;	ТТ2	КР2	ОРГР 1	ОЛР 2-4	ПЗ
– У.3 умеет выполнять расчеты характеристик электромагнитных волн в диэлектрической и проводящей среде;	ТТ3	КР3		ОЛР 5	ПЗ
– У.4 умеет применять законы электромагнитного поля и волн, математические и физические модели простейших устройств связи для исследования физических процессов в средствах электросвязи и информатики;	ТТ2	КР3		ОЛР 1	ПЗ
– У.5 умеет применять методы экспериментального исследования электромагнитных полей и волн при расчете режимов работы схем и элементов средств электросвязи и информатики;	ТТ3	КР3		ОЛР 6	ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>					
– В.1 владеет навыками анализа электростатических полей;	ТТ1	КР1	ОРГР 1	ОЛР 1	КЗ
– В.2 владеет навыками расчета постоянных электрических и магнитных полей;	ТТ2	КР2	ОРГР 1	ОЛР 2	КЗ
– В.3 владеет навыками расчета характеристик электромагнитных волн в диэлектрической и проводящей среде;	ТТ3	КР3		ОЛР 3	КЗ
– В.4 владеет навыками расчета переменных электромагнитных полей;	ТТ3	КР3		ОЛР 4	КЗ
– В.5 владеет навыками экспериментального исследования электромагнитных полей и волн при расчете режимов работы схем и элементов средств электросвязи и информатики	ТТ3	КР3		ОЛР 5	КЗ
– В.6 владеет навыками решения задач анализа электромагнитных полей и волн в различных средах и линиях передачи электромагнитной энергии.	ТТ3	КР3		ОЛР 6	КЗ

ТТ – текущий контроль в форме тестирования и контрольных работ (контроль знаний, умений);  
 РКР – рубежная контрольная работа по модулю по модулю (контроль знаний, умений, навыков);  
 РГР – расчетно-графическая работа (оценка умений и навыков);  
 ЛР – лабораторные работы (оценка умений и навыков);

КЗ – комплексные задания.

Экз. – экзамен.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучающихся, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучающегося и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучающимися отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

### **2.1 Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме тестирования студентов проводится по мере изучения тем. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1) проводится в форме защиты отчетов к лабораторным работам, индивидуальных контрольных заданий и расчетно-графической работы (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

#### **2.2.1 Лабораторная работа**

Всего запланировано 6 лабораторных работ. Типовые темы работ приведены в РПД.

Защита отчета к лабораторной работе проводится индивидуально каждым студентом. Шкала и критерии оценки приведены в табл. 2.1.

Результаты оценивания по 4-балльной шкале, заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

Таблица 2.1 - Критерии и шкала оценивания уровня освоения компетенций на лабораторной работе

Балл за			Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения компетенций после изучения учебного материала
знания	умения	навыки		
5	5	5	Максимальный уровень	Задание выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные теоретические и практические вопросы, свободно владеет методом экспериментального анализа, ориентируется в полученных экспериментальных и аналитических результатах, может модифицировать расчет при изменении постановочной части эксперимента. Отчет выполнен аккуратно в соответствии с предъявляемыми требованиями или с незначительными недочетами.
4	4	4	Средний уровень	Задание выполнено в полном объеме. Студент ответил на контрольные вопросы, испытывая небольшие затруднения. Произвел обработку экспериментальных данных с небольшими недочетами, но владеет методом расчета. Качество оформления отчета к работе не полностью соответствует требованиям.
3	3	3	Минимальный уровень	Студент выполнил задание с недочетами. Представил правильные результаты по большинству заданий, предусмотренных в работе. Ответил с недочетами на контрольные вопросы. Составил отчет в установленной форме с недочетами. Студент не может полностью объяснить полученные результаты и недостаточно владеет методом расчета.
2	2	2	Минимальный уровень не достигнут	Студент не выполнил задание, не ответил на контрольные вопросы, не владеет методом расчета и не может объяснить полученные экспериментальные результаты.

### 2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 3 рубежных контрольных работ после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР1 по модулю 1 «Расчет электростатических полей», вторая КР2 – по модулю 2 «Расчет электрических полей постоянного тока», третья КР3 – по модулю 3 «Расчет переменного электромагнитного поля».

Результаты оценивания по 4-балльной шкале, заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации. Шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2 - Критерии и шкала оценивания уровня освоения компетенций на контрольной работе

Балл за			Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения компетенций после изучения учебного материала
знания	умения	навыки		
5	5	5	Максимальный уровень	Задание выполнено в полном объеме. Студент правильно решил практическую задачу, свободно владеет методом решения, ориентируется в предложенном решении.
4	4	4	Средний уровень	Задание выполнено в полном объеме. Студент решил практическую задачу с небольшими недочетами, но владеет методом решения.
3	3	3	Минимальный уровень	Студент выполнил задание с недочетами. Студент представил правильные решения по большинству пунктов задания, но не может полностью объяснить полученные результаты и недостаточно владеет методом решения.
2	2	2	Минимальный уровень не достигнут	Студент не выполнил задание, не владеет методом решения и не может объяснить полученные результаты.

### 2.2.3 Расчетно-графические работы

(РГР) выполняются по модулям 1, 2. Темы РГР приведены в РПД. Варианты расчетно-графических работ приведены в [1].

Оценка РГР ведется по выполненному отчету (ОРГР). Защита ведется в виде ответа на теоретический вопрос (ТВ).

Результаты РГР оценивания по 4-балльной шкале, заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации. Шкала и критерии оценки приведены в табл. 2.3.

Таблица 2.3 - Критерии и шкала оценивания уровня освоения компетенций по результатам выполнения расчетно-графической работы

Балл за			Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения компетенций после изучения учебного материала
знания	умения	навыки		
5	5	5	Максимальный уровень	Задание выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на теоретический вопрос во время защиты, правильно решил практическую задачу, свободно владеет методом решения, ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно в соответствии с предъявляемыми требованиями или с незначительными недочетами.
4	4	4	Средний уровень	Задание выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретический вопрос на защите, испытывая небольшие затруднения. Решил практическую задачу с небольшими недочетами, но владеет методом решения. Качество оформления отчета к работе не полностью соответствует требованиям.

3	3	3	Минимальный уровень	Студент выполнил задание с недочетами. Студент ответил на теоретический вопрос на защите, испытывая затруднения. Составил отчет в установленной форме, представил правильные решения большинства заданий, предусмотренных в работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты и недостаточно владеет методом решения.
2	2	2	Минимальный уровень не достигнут	Студент не выполнил задание, не ответил на теоретический вопрос на защите, не владеет методом решения и не может объяснить полученные результаты.

### 2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Промежуточная аттестация обучающихся ориентирована на оценку освоения заданных частей компетенций по достигнутым результатам обучения по дисциплине: приобретенным знаниям, умениям, навыкам и (или) опыту работы (владениям).

#### 2.3.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Дифференцированный зачет по дисциплине основывается на результатах текущего и рубежного контроля выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

**Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде диф.зачёта:**

- интегральная оценка за знание по 4-х балльной шкале выставляется студенту по результатам текущего и рубежного контроля;
- интегральная оценка за умение по 4-х балльной шкале выставляется студенту по результатам текущего и рубежного контроля;
- интегральная оценка за владение по 4-х балльной шкале выставляется студенту по результатам текущего и рубежного контроля.

Полученные интегральные оценки за образовательные результаты заносятся в оценочный лист, форма которого приведена в виде табл. 2.4.

Таблица 2.4 - Форма и примеры заполнения оценочного листа

Интегральный результат текущего и рубежного контроля (по результатам текущей успеваемости)			Средняя оценка уровня сформированности компетенций	Итоговая оценка уровня сформированности компетенций (итоговая оценка по дисциплине)
знания	умения	владения		
5	4	5	4.75	<i>Отлично</i>
3	3	3	3.25	<i>Удовлетворительно</i>
5	4	3	3.75	<i>Хорошо</i>
3	3	2	2.75	<i>неудовлетворительно</i>
3	4	2	3.0	<i>неудовлетворительно</i>

#### Критерии выведения итоговой оценки промежуточной аттестации:

«Отлично» – средняя оценка  $> 4,5$ .

«Хорошо» – средняя оценка  $> 3,7$  и  $\leq 4,5$ .

«Удовлетворительно» – средняя оценка  $\geq 3,0$  и  $\leq 3,7$  при отсутствии хотя бы одной неудовлетворительной оценки за компоненты компетенций.

«Неудовлетворительно» – средняя оценка  $< 3,0$  или присутствует хотя бы одна неудовлетво-

рительная оценка за компоненты компетенций.

### 2.3.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

Дифференцированный зачёт по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Пример билета для диф.зачета представлен в Приложении 1.

#### 2.3.2.1. Типовые вопросы и задания для дифференцированного зачета по дисциплине

##### Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Каковы основные характеристики электромагнитных полей?
2. В чем сущность метода зеркальных отображений для расчета электростатических полей?
3. Какие граничные условия соблюдаются на границе диэлектрик-диэлектрик в электрических полях постоянного тока?

##### Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Привести алгоритм типового расчета электростатического поля с применением уравнений Лапласа и Пуассона.
2. Привести пример типового расчета магнитного поля постоянного тока
3. Привести пример применения теоремы Умова-Пойнтинга для расчета электрического эффекта в круглом проводнике.

##### Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Рассчитать напряженность и потенциал в точке электрического поля двухпроводной линии, расположенной над землей, при заданных геометрических размерах, токах и свойствах среды.
2. Рассчитать напряженность магнитного поля двухпроводной линии, расположенной вблизи массивной плоской ферромагнитной поверхности при заданных геометрических размерах, токах и свойствах среды.
3. Рассчитать характеристики плоской поляризованной электромагнитной волны при распространении в бесконечном проводящем полупространстве при заданных геометрических размерах и свойствах среды.

#### 2.3.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на дифференцированном зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время дифференцированного зачета.

Шкала и критерии оценки результатов обучения на экзамене для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в таблицах 2.5-2.7

Таблица 2.5 - Шкала оценивания уровня знаний

Балл	Уровень приобретения	Критерии оценивания уровня приобретенных владений
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно ответил на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большин-</i>

Балл	Уровень приобретения	Критерии оценивания уровня приобретенных владений
		<i>ство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</i>

Таблица 2.6. Шкала оценивания уровня умений

Балл	Уровень приобретения	Критерии оценивания уровня приобретенных владений
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные умения в рамках освоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При выполнении практического задания билета студент продемонстрировал недостаточный уровень умений. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</i>

Таблица 2.7 - Шкала оценивания уровня приобретенных владений

Балл	Уровень приобретения	Критерии оценивания уровня приобретенных владений
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил комплексное задание билета. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент выполнил комплексное задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>

Балл	Уровень приобретения	Критерии оценивания уровня приобретенных владений
3	Минимальный уровень	<i>Студент выполнил комплексное задание билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При выполнении комплексного задания билета студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</i>

### 3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

#### 3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля на диф.зачёте считается, что **полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.**

#### 3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа с примерами получения итоговой оценки уровня сформированности компетенций приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Форма и примеры заполнения оценочного листа

Интегральный результат текущего и рубежного контроля (по результатам текущей успеваемости)	Оценка за дифференцированный зачет для каждого результата обучения			Средняя оценка уровня сформированности компетенций	Итоговая оценка за промежуточную аттестацию
	знания	умения	владения		
5	5	4	5	4.75	<i>Отлично</i>
4	3	3	3	3.25	<i>Удовлетворительно</i>
3	5	4	3	3.75	<i>Хорошо</i>
3	3	3	2	2.75	<i>неудовлетворительно</i>
3	3	4	2	3.0	<i>неудовлетворительно</i>

#### Критерии выведения итоговой оценки промежуточной аттестации:

«Отлично» – средняя оценка  $> 4,5$ .

«Хорошо» – средняя оценка  $> 3,7$  и  $\leq 4,5$ .

«Удовлетворительно» – средняя оценка  $\geq 3,0$  и  $\leq 3,7$  при отсутствии хотя бы одной неудовлетворительной оценки за компоненты компетенций.

1. «Неудовлетворительно» – средняя оценка  $< 3,0$  или присутствует хотя бы одна неудовлетворительная оценка за компоненты компетенций.

## Пример типового билета для дифференцированного зачета



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «Пермский национальный  
исследовательский политехнический  
университет» (ПНИПУ)

13.03.02 "Электроэнергетика и электро-  
техника"

Кафедра «Микропроцессорные  
средства автоматизации»

Дисциплина «Электромагнитные поля и волны»

## БИЛЕТ № 1

1. В чем сущность метода зеркальных отображений для расчета электростатических полей?
2. Привести пример применения теоремы Умова-Пойнтинга для расчета электрического эффекта в круглом проводнике.
3. Рассчитать напряженность и потенциал в точке электрического поля двухпроводной линии, расположенной над землей, при заданных геометрических размерах, токах и свойствах среды.

Составитель

\_\_\_\_\_ (подпись)

В.В.Киселев

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ (подпись)

А.Б.Петроченков

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.