



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке и инновациям

В.Н. Коротаев
» 2017г.

**Рабочая программа дисциплины
«Прикладная электродинамика сплошных сред»**

Направление подготовки	01.06.01 Математика и механика
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Механика жидкости, газа и плазмы
Научная специальность	01.02.05 Механика жидкости, газа и плазмы
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Общая физика
Форма обучения	Очная
Курс: 2, 3	Семестр (ы): 4, 5
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен: -	Зачёт: 4, 5

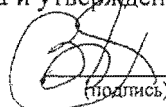
Пермь 2017 г.

Рабочая программа дисциплины «Прикладная электродинамика сплошных сред» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 882 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 01.06.01 – Математика и механика;
- Общая характеристика образовательной программы;
- Паспорт научной специальности 01.02.05 Механика жидкости, газа и плазмы, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);
- Программа кандидатского минимума и паспорт научной специальности 01.02.05 Механика жидкости, газа и плазмы.

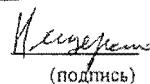
Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры ОФ
Протокол от «24» июля 2017г. № 20.

Зав. кафедрой К.Ф.И.И., Физ.
(учёная степень, звание)


(подпись)

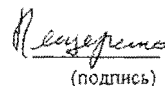
Вояшов Е.И.
(Фамилия И.О.)

Разработчик Ф.Ф.И.И., проф.
программы (учёная степень, звание)


(подпись)

Исчерин С.И.
(Фамилия И.О.)

Руководитель Ф.Ф.И.И., проф.
программы (учёная степень, звание)


(подпись)

Исчерин С.И.
(Фамилия И.О.)

Согласовано:

Начальник УПКВК


(подпись)

Л.А. Свисткова

1. Общие положения

1.1 Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области прикладной электродинамики.

В процессе изучения данной дисциплины аспирант формирует следующие **компетенции**:

- самостоятельно осваивать и применять новые теории, физико-математические и вычислительные методы, новые системы компьютерной математики и системы компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга (CAD/CAE-системы) для эффективного решения профессиональных задач (ПК-4).

1.2 Задачи учебной дисциплины:

В результате изучения курса «Прикладная электродинамика сплошных сред» аспирант должен:

• **знать**

- фундаментальные законы электродинамики и их математическое описание;
- фундаментальные задачи электродинамики и их решения;

• **уметь**

- использовать фундаментальные знания по электродинамике для решения задач, возникающих в процессе обучения, а также в будущей профессиональной деятельности;
- применять фундаментальные законы электродинамики для решения электродинамических задач;

• **владеть**

- методами и средствами решения задач электродинамики применительно к проблемам анализа и моделирования процессов в электротехнических и электроэнергетических устройствах.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- физико-механические процессы и явления в области электродинамики сплошных сред.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.02 «Прикладная электродинамика сплошных сред» является дисциплиной по выбору вариативной части цикла базового учебного плана.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины аспирант должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и продемонстрировать следующие результаты:

Знать:

- фундаментальные законы электродинамики и их математическое описание;
- современные методы решения задач электродинамики сплошных сред.

Уметь:

- использовать фундаментальные знания по электродинамике для решения задач, возникающих в процессе обучения, а также в будущей профессиональной деятельности;
- применять современные вычислительные методы для решения электродинамических задач.

Владеть:

- методами и средствами решения задач электродинамики применительно к проблемам анализа и моделирования процессов в электротехнических и электроэнергетических устройствах

2. 1. Дисциплинарная карта компетенции ПК-4

Код	Формулировка компетенции
ПК-4	самостоятельно осваивать и применять новые теории, физико-математические и вычислительные методы, новые системы компьютерной математики и системы компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга (CAD/CAE-системы) для эффективного решения профессиональных задач

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ПК-4	самостоятельно осваивать и применять новые вычислительные методы, новые системы компьютерной математики и системы компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга (CAD/CAE-системы)

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знает: – фундаментальные законы электродинамики и их математическое описание – современные методы решения задач электродинамики сплошных сред	Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.	Собеседование.
Умеет: – использовать фундаментальные знания по электродинамике для решения задач, возникающих в процессе обучения, а также в будущей профессиональной деятельности – применять современные вычислительные методы для решения электродинамических задач	Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.	Собеседование. Творческое задание.
Владеет: – методами и средствами решения задач электродинамики применительно к проблемам анализа и моделирования процессов в электротехнических и электроэнергетических устройствах	Самостоятельная работа аспирантов.	Собеседование. Творческое задание.

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 ЗЕ (1 ЗЕ = 36 час.).

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоёмкость, ч
		4,5 семестры
1	Аудиторная работа	12
	В том числе:	
	Лекции (Л)	5
	Практические занятия (ПЗ)	5
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2
	Самостоятельная работа (СР)	132
	Итоговая аттестация по дисциплине: Кандидатский экзамен	-
	Форма итогового контроля:	Зачет

4. Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Тематический план по модулям учебной дисциплины (4 семестр)

Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий						Трудоёмкость, ч / ЗЕ
	аудиторная работа			КСР	Итоговый контроль	Самостоятельная работа	
	всего	Л	ПЗ				
1	0.5	0.5				9	
2	0.5	0.5				9	
3	0.5	0.5				8	
4	0.5	0.5				8	
5	0.5	0.5				8	
6	0.5	0.5				8	
7	1	1				8	
8	2	1		1		8	
9	1		1			8	
10	1		1			8	
11	0.5	-	0.5			8	
12	0.5	-	0.5			8	
13	0.5	-	0.5			8	
14	0.5	-	0.5			9	
15	0.5	-	0.5			9	
16	1.5	-	0.5	1		8	
Промежуточная аттестация							
Итого:	12	5	5	2		132	144

4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

4.2.1. Содержание тем учебной дисциплины

Тема 1. Уравнения Максвелла. Стационарное электрическое поле, дипольный момент системы зарядов. Стационарное магнитное поле, магнитный момент системы зарядов. Дипольный и магнитный моменты, аналогия.

Тема 2. Уравнение Максвелла в среде. Микро и макроскопические электромагнитные величины. Осреднение уравнений Максвелла. Макроскопическая плотность заряда в среде. Система уравнений электромагнетизма в среде. Граничные условия.

Тема 3. Диэлектрики в постоянном электрическом поле. Зависимость дипольного момента от внешнего поля. Поляризация диэлектриков I-города (квазиупругие молекулы). Поляризация диэлектриков II-города (полярные молекулы).

Тема 4. Магнетики в постоянном магнитном поле. Классификация магнитных материалов. В классической физике нет магнетизма. Магнитные свойства атомов. Парамагнетизм. Диамагнетизм. Ферромагнетизм: феноменологическая модель ферромагнетизма, доменная структура, обратимые и необратимые процессы намагничивания, петля гистерезиса, эффект Баркгаузена.

Тема 5. Плоские монохроматические волны в однородной среде. Электромагнитные волны в вакууме; волновое уравнение, монохроматические волны, волновой вектор, стоячая волна. Дисперсионное соотношение в сплошной среде. Волны в диэлектриках.

Волны в проводниках, скин-эффект. Законы отражения и преломления. Формулы Френеля.

Тема 6. Цепи переменного тока. Импедансы. Цепи идеальных элементов: правило Кирхгофа. Реальные элементы цепи. Полые резонаторы, собственные колебания.

Тема 7. Волноводы. Передающая линия. Скорость волн в волноводе. Главная волна.

Тема 8. Магнитная гидродинамика. Уравнение движения жидкости в магнитном поле. Диссипативные процессы. Течение между параллельными плоскостями.

Тема 9. Магнитные цепи. Правило Кирхгофа для магнитных цепей. Расчёт разветвленной и неразветвленной цепи. Цепи с постоянным магнитом. Воздействие магнитного поля на ток в проводниках, вытеснение тока в проводах, уложенных в пазы магнитопровода.

Тема 10. Трансформаторы. Устройство. Эквивалентная схема. Физические процессы в трансформаторе. Векторная диаграмма и внешняя характеристика. Трёхфазные трансформаторы, магнитная система, Способы соединения обмоток, несимметричная нагрузка. Переходные режимы.

Тема 11. Асинхронные электродвигатели. Формирование магнитного поля трёхфазной обмоткой. Классификация статорных обмоток и роторов. Приведение рабочего процесса асинхронной машины к рабочему процессу трансформатора. Схемы замещения, определение её параметров. Рабочие характеристики асинхронного двигателя.

Тема 12. Пуск и регулирование работы асинхронных электродвигателей. Пусковые свойства. Прямой пуск. Регулирование скорости уменьшением подводимого напряжения. Регулирование изменением сопротивления цепи ротора. Регулирование изменением числа пар полюсов. Регулирование изменением частоты питания.

Тема 13. Вентильные электродвигатели. Принцип действия. Магнитное поле ротора и статора. Схема замещения и векторная диаграмма. Рабочие характеристики электродвигателя. Пуск электродвигателя.

Тема 14. Векторное управление асинхронным двигателем. Неподвижная трёхфазная и декартова система координат. Вращающаяся декартова система координат. Схема замещения, векторная диаграмма и момент асинхронного двигателя. Уравнения динамического равновесия. Преобразование уравнений равновесия в систему координат ХУ.

Тема 15. Система регулирования скорости. Закон регулирования. Связь между моментом и скоростью скольжения. Связь между моментом и током. Ограничение момента. Непосредственная и косвенная ориентация по полю. Структурная схема системы регулирования скорости.

Тема 16. Векторное управление вентильным электродвигателем. Векторная диаграмма и момент двигателя. Идея построения системы регулирования скорости. Ограничения момента. Структурная схема регулирования скорости.

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Прикладная электродинамика сплошных сред» аспирантам 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. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции;
4. К выполнению практических заданий приступать после самостоятельной работы по изучению теоретических вопросов.

6. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной профессиональной образовательной программы.

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой аспиранты 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.

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

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля по дисциплине «Прикладная электродинамика сплошных сред» представлен в виде приложения к рабочей программе дисциплины.

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

8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.В.02 «Прикладная электродинамика сплошных сред» <i>(индекс и полное название дисциплины)</i>	БЛОК 1 <i>(цикл дисциплины/блок)</i>	
	<input checked="" type="checkbox"/> базовая часть цикла <input checked="" type="checkbox"/> вариативная часть цикла	<input checked="" type="checkbox"/> обязательная по выбору аспиранта <input type="checkbox"/>
01.06.01/ 01.02.05 <i>код направления / шифр научной специальности</i>	Математика и механика / Механика жидкости, газа и плазмы <i>(полные наименования направления подготовки / направленности программы)</i>	
2017 <i>(год утверждения учебного плана)</i>	Семестр(-ы): 4,5	Количество аспирантов: 3

Факультет Прикладной математики и механики

Кафедра Общая физика

тел. 8(342)239-00-00; psn@novomet.ru
(контактная информация)

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре: местонахождение электронных изданий
1	2	3
1 Основная литература		
1	Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. М.: Наука, 1982. – 620 с.	4
2	Беляев Е.Ф., Шулаков Н.В. Дискретно-полевые модели электрических машин. Пермь: изд-во ПГТУ, 2009. – 457 с.	49+Электронная библиотека ПНИПУ
3	Кацман М. М. Справочник по электрическим машинам : учебное пособие для среднего профессионального образования. – Москва: Академия, 2005. – 480 с.	19
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Беспалов В.Я. Электрические машины : учебное пособие. – М.: Академия, 2013. – 320 с.	12
2	Копылов И.П. Электрические машины : учебник для вузов / И.П. Копылов. - М.: Высш. шк., 2006	11
3	Алиев И. И. Электрические машины : учебно-справочное пособие / И. И. Алиев. - Москва: РадиоСофт, 2011.	6
2.2 Периодические издания		
1	Вестник ПНИПУ. Электротехника, информационные технологии, системы управления	
2	Известия высших учебных заведений. Электромеханика	
2.3 Нормативно-технические издания		
	Не используется	
2.4 Официальные издания		
	Не используется	

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения научных исследований

8.3.1. Лицензионные ресурсы¹

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. Науч. б-ка. – Пермь, 2016. – Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : мультидисциплинар. электрон. версии журн. на ин. яз.] / Науч. электрон. б-ка. – Москва, 2000-2016. – Режим доступа: <http://elibrary.ru>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

¹ собственные или предоставляемые ПНИПУ по договору

3. Scopus [Электронный ресурс] : [мультидисциплинар. реф.-библиограф. и наукометр. база данных на англ. яз.] / Elsevier B. V. – Amsterdam, 2016. – Режим доступа: <http://www.scopus.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

4. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / Электрон. б-ка дис. – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>. компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

5. Web of Science [Электронный ресурс] : [мультидисциплинар. реф.-библиограф. и наукометр. база данных на англ. яз.] / Thomson Reuters. – New York, 2016. – Режим доступа: <http://apps.webofknowledge.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

8.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер	Назначение
1	Практическое, самостоятельная работа	Microsoft Office 2007 Professional	42661567	Подготовка отчетов, статей
2	Практическое, самостоятельная работа	Microsoft Windows 7 Professional	48648458	Операционная система

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

9.1. Специальные помещения и помещения для самостоятельной работы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Компьютерный класс	Кафедра ОФ	252	48	20

9.2. Основное учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)	Кол-во ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Персональные компьютеры ASUS на базе процессоров Intel Core i5 – 2320, CPU 3 GHz	6	Оперативное управление	252

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке и инновациям

В.Н. Кортаев
» 2017г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине
«Прикладная электродинамика сплошных сред»**

Направление подготовки	01.06.01 Математика и механика
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Механика жидкости, газа и плазмы
Научная специальность	01.02.05 Механика жидкости, газа и плазмы
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Общая физика
Форма обучения	Очная
Курс: 2, 3	Семестр (ы): 4, 5
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен: -	Зачёт: 4, 5

Пермь 2017 г.

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Прикладная электродинамика сплошных сред» разработан на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № № 882 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 01.06.01 – Математика и механика.
- Общая характеристика программы аспирантуры;
- Паспорт научной специальности 01.02.05 Механика жидкости, газа и плазмы, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);
- Программа кандидатского минимума по научной специальности 01.02.05 Механика жидкости, газа и плазмы.

ФОС заслушан и утвержден на заседании кафедры, ОФ

Протокол от «24» июля 2017 г. № 26

Зав. кафедрой И.Ф.М.И.Васц.
(учёная степень, звание)

(подпись)

Василов И.И.
(Фамилия И.О.)

Руководитель Э.Ф.М.И.Васц.
программы (учёная степень, звание)

(подпись)

Василов И.И.
(Фамилия И.О.)

Согласовано:

Начальник управления
подготовки кадров
высшей квалификации

Л.А. Свисткова
(подпись)

Л.А. Свисткова

1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

1.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Согласно основной профессиональной образовательной программе аспирантуры учебная дисциплина Б1.ДВ.01.3 «Прикладная электродинамика сплошных сред» участвует в формировании следующих дисциплинарных частей компетенций:

ПК-4. самостоятельно осваивать и применять новые теории, физико-математические и вычислительные методы, новые системы компьютерной математики и системы компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга (CAD/CAE-системы) для эффективного решения профессиональных задач.

1.2 Этапы формирования компетенций

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестров. В 4 семестре предусмотрены аудиторные лекционные занятия, в 5 семестре - практические занятия, а также самостоятельная работа аспирантов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в дисциплинарных картах компетенций в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения и являются показателями достижения заданного уровня освоения компетенций (табл. 1).

Таблица 1

Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине
(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Вид контроля	
	3 семестр	
	Текущий	Зачёт
Усвоенные знания		
3.1. Фундаментальные законы электродинамики и их математическое описание	С	ТВ
3.2. Современные методы решения задач электродинамики сплошных сред	С	ТВ
Освоенные умения		
У.1. Использовать фундаментальные знания по электродинамике для решения задач, возникающих в процессе обучения, а также в будущей профессиональной деятельности	ОТЗ	ПЗ
У.2. Применять современные вычислительные методы для решения электродинамических задач	ОТЗ	ПЗ
Приобретенные владения		
В.1. Методы и средства решения задач электродинамики применительно к проблемам анализа и моделирования процессов в электротехнических и электроэнергетических устройствах	ОТЗ	ПЗ

С – собеседование по теме; ТВ – теоретический вопрос; ТЗ – творческое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности; ОТЗ – отчет по творческому заданию; ПЗ – практическое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности.

Собеседование – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с аспирантом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Творческое задание - частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных частей компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде зачета (4, 5 семестры), проводимая с учетом результатов текущего контроля.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.

В процессе формирования заявленных компетенций используются различные формы оценочных средств текущего и промежуточного контроля.

Компоненты дисциплинарных компетенций, указанные в дисциплинарных картах компетенций в рабочей программе дисциплины, выступают в качестве контролируемых результатов обучения в рамках освоения учебного материала дисциплины: знать, уметь, владеть.

2.1 Текущий контроль

Текущий контроль для комплексного оценивания показателей знаний, умений и владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1) проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

• Собеседование

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии и показатели оценивания собеседования отображены в шкале, приведенной в табл. 2.

Таблица 2

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
Зачтено	Аспирант достаточно свободно использует фактический материал по заданному вопросу, умеет определять причинно-следственные связи событий, логично и грамотно, с использованием профессиональной терминологии обосновывает свою точку зрения.
Незачтено	Аспирант демонстрирует полное незнание материала или наличие бессистемных, отрывочных знаний, связанных с поставленным перед ним вопросом, при этом не ориентируется в профессиональной терминологии.

• Защита отчета о творческом задании

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии оценивания защиты отчета творческого задания отображены в шкале, приведенной в табл. 3.

Таблица 3

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
Зачтено	Аспирант выполнил творческое задание успешно, показав в целом

	систематическое или сопровождающееся отдельными ошибками применение полученных знаний и умений , аспирант ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Аспирант может объяснить полностью или частично полученные результаты.
<i>Незачтено</i>	Аспирант допустил много ошибок или не выполнил творческое задание.

2.2 Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета (4, 5 семестры) по дисциплине, в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки знаний и практическое задание (ПЗ) для проверки умений и владений заявленных дисциплинарных частей компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролируемые уровень сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций. Пример билета представлен в приложении 1.

- **Шкалы оценивания результатов обучения при зачете и кандидатском экзамене:**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по шкале оценивания «зачтено», «незачтено» путем выборочного контроля во время зачета.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в табл.4 и табл. 5.

Таблица 4

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на **зачете**

Оценка	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	Аспирант продемонстрировал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно. Аспирант выполнил контрольное задание билета правильно или с небольшими неточностями. Показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.
<i>Незачтено</i>	При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные знания при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов. При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично усвоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.

При оценке уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций в рамках выборочного контроля при сдаче зачета и кандидатского экзамена считается, что полученная оценка проверяемой в билете дисциплинарной части компетенции обобщается на все дисциплинарные части компетенций, формируемых в рамках данной учебной

дисциплины.

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных частей компетенций проводится с учетом результатов текущего контроля в виде интегральной оценки по системе оценивания «зачтено» и «незачтено».

Таблица 5

Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций на зачете

Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций	Критерии оценивания компетенции
<i>Зачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «зачтено»
<i>Незачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «незачтено»

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

Задания для оценивания когнитивных умений (знаний) должны предусматривать необходимость проведения аспирантом интеллектуальных действий:

- по дифференциации информации на взаимозависимые части, выявлению взаимосвязей между ними и т.п.;
- по интерпретации и творческому усвоению информации из разных источников, ее системного структурирования;
- по комплексному использованию интеллектуальных инструментов учебной дисциплины для решения учебных и практических проблем.

При составлении заданий необходимо иметь в виду, что они должны носить практико-ориентированный комплексный характер и формировать закрепление осваиваемых компетенций.

4. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

4.1 Типовые творческие задания:

1. Какой ток I нужно пустить по длинному и тонкому однослойному соленоиду с плотностью намотки n [витков/см], чтобы индукция B была равна индукции постоянного магнита тех же размеров? Намагниченность I постоянна и направлена по оси.
2. Намагниченность I прямоугольного бруска одинакова во всех точках бруска и направлена вдоль его оси. Найти поверхностную плотность σ «магнитных зарядов» на торцах бруска и соотношение между B и H внутри бруска.

3. Бесконечная плоская пластина изготовлена из однородного намагниченного ферромагнетика, причём вектор намагниченности I перпендикулярен плоскости пластины. Найти поля B и H внутри и вне пластины.
4. Бесконечная плоская пластина изготовлена из однородного намагниченного ферромагнетика, причём вектор намагниченности I параллелен плоскости пластины. Найти поля B и H внутри и вне пластины.
5. Круглый диск радиусом r из магнитного материала ($\mu \gg 1$), помещён во внешнее однородное магнитное поле B_0 , направленное вдоль его оси. В бесконечно тонком диске индукция B , как известно была бы равна B_0 . Оценить, при какой максимальной толщине диска h индукция в центре диска отличается от этого значения не более, чем на 1%.
6. По обмотке электромагнита, имеющего N витков, протекает ток J . Определить индукцию магнитного поля в небольшом зазоре, если все участки сердечника имеют одинаковые сечения, а магнитная проницаемость материала равна μ .
7. Тороидальный сердечник составлен из двух половинок, сделанных из различных ферромагнитных материалов с магнитными проницаемостями μ_1 и μ_2 . Общая длина сердечников, включая два небольших зазора d , равна L . По обмотке сердечника, имеющей N витков, течёт ток J . Определить величину поля B в зазоре. Рассеянием магнитного поля в зазоре пренебречь.
8. Определить индуктивность на единицу длины двух плоских шин, находящихся на расстоянии d друг от друга. Ширина шины $a \gg d$. Найти силу, действующую на единицу площади шин, если по ним текут одинаковые токи в противоположных направлениях.
9. Из энергетических соображений оценить коэффициент самоиндукции круглой петли длиной h из тонкой проволоки радиусом r .
10. Длинный соленоид, намотанный на тонкостенный капилляр, погружен одним концом в парамагнитную жидкость с плотностью ρ и магнитной проницаемостью μ . Насколько изменится уровень жидкости в капилляре, если по соленоиду пропустить ток J ? Число витков на единицу длины соленоида равно n .

4.2 Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на зачете по дисциплине:

1. **Уравнения Максвелла.** Стационарное электрическое поле, дипольный момент системы зарядов. Стационарное магнитное поле, магнитный момент системы зарядов. Дипольный и магнитный моменты, аналогия.
2. **Уравнение Максвелла в среде.** Микро и макроскопические электромагнитные величины. Осреднение уравнений Максвелла. Макроскопическая плотность заряда в среде. Система уравнений электромагнетизма в среде. Граничные условия.
3. **Диэлектрики в постоянном электрическом поле.** Зависимость дипольного момента от внешнего поля. Поляризация диэлектриков I-города (квазиупругие молекулы). Поляризация диэлектриков II-города (полярные молекулы).
4. **Магнетики в постоянном магнитном поле.** Классификация магнитных материалов. В классической физике нет магнетизма. Магнитные свойства атомов. Парамагнетизм. Диамагнетизм. Ферромагнетизм: феноменологическая модель ферромагнетизма, доменная структура, обратимые и необратимые процессы намагничивания, петля гистерезиса, эффект Баркгаузена.
5. **Плоские монохроматические волны в однородной среде.** Электромагнитные волны в вакууме; волновое уравнение, монохроматические волны, волновой вектор, стоячая волна. Дисперсионное соотношение в

сплошной среде. Волны в диэлектриках. Волны в проводниках, скин-эффект. Законы отражения и преломления. Формулы Френеля.

6. Цепи переменного тока. Импедансы. Цепи идеальных элементов: правило Кирхгофа. Реальные элементы цепи. Полые резонаторы, собственные колебания.

7. Волноводы. Передающая линия. Скорость волн в волноводе. Главная волна.

8. Магнитная гидродинамика. Уравнение движения жидкости в магнитном поле. Диссипативные процессы. Течение между параллельными плоскостями.

9. Магнитные цепи. Правило Кирхгофа для магнитных цепей. Расчёт разветвленной и неразветвленной цепи. Цепи с постоянным магнитом. Воздействие магнитного поля на ток в проводниках, вытеснение тока в проводах, уложенных в пазы магнитопровода.

10. Трансформаторы. Устройство. Эквивалентная схема. Физические процессы в трансформаторе. Векторная диаграмма и внешняя характеристика. Трёхфазные трансформаторы, магнитная система, Способы соединения обмоток, несимметричная нагрузка. Переходные режимы.

11. Асинхронные электродвигатели. Формирование магнитного поля трёхфазной обмоткой. Классификация статорных обмоток и роторов. Приведение рабочего процесса асинхронной машины к рабочему процессу трансформатора. Схемы замещения, определение её параметров. Рабочие характеристики асинхронного двигателя.

12. Пуск и регулирование работы асинхронных электродвигателей. Пусковые свойства. Прямой пуск. Регулирование скорости уменьшением подводимого напряжения. Регулирование изменением сопротивления цепи ротора. Регулирование изменением числа пар полюсов. Регулирование изменением частоты питания.

13. Вентильные электродвигатели. Принцип действия. Магнитное поле ротора и статора. Схема замещения и векторная диаграмма. Рабочие характеристики электродвигателя. Пуск электродвигателя.

14. Векторное управление асинхронным двигателем. Неподвижная трёхфазная и декартова система координат. Вращающаяся декартова система координат. Схема замещения, векторная диаграмма и момент асинхронного двигателя. Уравнения динамического равновесия. Преобразование уравнений равновесия в систему координат ХУ.

15. Система регулирования скорости. Закон регулирования. Связь между моментом и скоростью скольжения. Связь между моментом и током. Ограничение момента. Непосредственная и косвенная ориентация по полю. Структурная схема системы регулирования скорости.

16. Векторное управление вентильным электродвигателем. Векторная диаграмма и момент двигателя. Идея построения системы регулирования скорости. Ограничения момента. Структурная схема регулирования скорости.

4.3 Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений на зачете по дисциплине:

1. Медный диск радиусом $r=10$ см, вращается в однородном магнитном поле, делая 100 оборотов в секунду. Индукция магнитного поля направлена перпендикулярно к плоскости диска и равна $B=10^4$ Гс. Две щётки, одна на оси диска, другая на окружности, соединяют диск с внешней цепью, в которую включены реостат с сопротивлением $R=10$ Ом и амперметр, сопротивлением которого можно пренебречь. Что показывает амперметр?
2. В длинном воздушном соленоиде с радиусом катушки $r=1$ см и плотностью витков $n=10$ см⁻¹ течёт ток, нарастающий с постоянной скоростью $dI/dt=100$

- А/с. Какова будет форма силовых линий соответствующего ему вихревого электрического поля E ?
- К небольшой катушечке с числом витков N и площадью витка S подносят на расстоянии a подносят лист из хорошо проводящего металла. По катушке течёт переменный ток I (действующее значение) частотой ω . Найти дополнительную ЭДС ε , возникшую в катушке после приближения листа. Лист расположен перпендикулярно оси катушки.
 - Два соосных круговых витка радиусами R и $r \ll R$ размещены на расстоянии R друг от друга. По малому витку пропускается ток $i = i_0 \cos \omega t$. Найти ток $J(t)$ в большом витке, сопротивление которого равно R_0 .
 - В центре кругового витка радиусом R , подключённого к вольтметру переменного тока, имеется небольшой тонкий цилиндрический магнетик, остаточная индукция которого равна B . Длина и радиус цилиндра равны h и r соответственно. Магнетик приводят во вращение с угловой скоростью ω вокруг оси, лежащей в плоскости витка и перпендикулярной оси цилиндра. Определить показания вольтметра. Считать $r \ll h \ll R$.
 - По длинному соленоиду, имеющему n [витков/см], течёт ток J . Найти давление P , действующее на боковую поверхность соленоида. Магнитная проницаемость среды $\mu = 1$.
 - Постоянная времени разряда плоского масляного конденсатора через некоторое сопротивление равна τ_1 . После того как масло конденсатора отсырело, постоянная времени разряда через то же сопротивление оказалась равной τ_2 . Определить удельное сопротивление ρ отсыревшего масла, если его диэлектрическая проницаемость ε не изменилась.
 - Два соленоида имеют одинаковые геометрические размеры, но один из них изготовлен из провода вдвое большей площади поперечного сечения и вдвое меньшей длины, чем другой. Материал проводов обоих соленоидов одинаков. В обмотке какого из соленоидов будет выделяться больше тепла, если магнитные поля в них одинаковы? У кого из соленоидов меньше время установления магнитного поля?
 - Требуется построить электромагнит, который создаёт в зазоре магнитную индукцию $B = 10^4$ Гс. Длина железного сердечника $h = 140$ см, ширина воздушного зазора $a = 1$ см, диаметр сердечника $d = 6$ см. Какое наименьшее число витков должна иметь обмотка, если используется медный провод сечением $S = 1$ мм², по которому можно пропустить ток, не превышающий $J_{max} = 3$ А?
 - На железный сердечник постоянного сечения длиной $h = 1$ м с зазором $d = 1$ мм намотана катушка с числом витков $N = 1600$, по которой течёт ток $J = 1$ А (рис.1). Зависимость $B(H)$ материала сердечника представлена на рис. 2. Определить магнитное поле в зазоре.

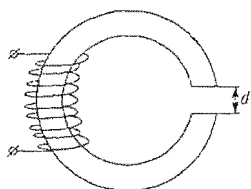


Рис.1

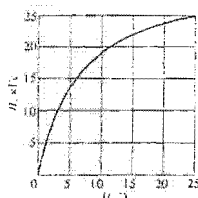


Рис.2

Полный комплект вопросов и заданий для сдачи зачета в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «ОФ».



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

Направление
01.06.01 Математика и механика

Программа
Механика жидкости, газа и плазмы

Кафедра
Общая физика

Дисциплина
«Прикладная электродинамика сплошных сред»

БИЛЕТ № 1

1. Уравнения Максвелла. Стационарное электрическое поле, дипольный момент системы зарядов. Стационарное магнитное поле, магнитный момент системы зарядов. Дипольный и магнитный моменты, аналогия. (*контроль знаний*)
2. Бесконечная плоская пластина изготовлена из однородного намагниченного ферромагнетика, причём вектор намагниченности I перпендикулярен плоскости пластины. Найти поля B и H внутри и вне пластины (*контроль умений*)
3. В длинном воздушном соленоиде с радиусом катушки $r=1$ см и плотностью витков $n=10$ см⁻¹ течёт ток, нарастающий с постоянной скоростью $dI/dt=100$ А/с. Какова будет форма силовых линий соответствующего ему вихревого электрического поля E ? (*контроль умений и владений*)

Составитель _____
(подпись)

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

« ____ » _____ 201 ____ г.

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		