

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
Белорусского государственного университета

_____ А.Л. Толстик
(подпись)

05.04.2016
_____ (дата утверждения)

Регистрационный № УД- 2527 /уч.

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальностей:**

1-31 04 01 Физика (по направлениям);

1-31 04 06 Ядерная физика и технологии;

1-31 04 07 Физика наноматериалов и нанотехнологий;

1-31 04 08 Компьютерная физика

Минск 2016 г.

Учебная программа составлена на основе «Типовой учебной программы по учебной дисциплине «Электродинамика для специальностей: 1-31 04 01 Физика (по направлениям); 1-31 04 06 Ядерная физика и технологии; 1-31 04 07 Физика наноматериалов и нанотехнологий; 1-31 04 08 Компьютерная физика», утвержденной 05.04.2016, № ТД-G.571/тип.

СОСТАВИТЕЛИ:

В.И. Стражев – профессор кафедры теоретической физики и астрофизики Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор;

Е.А. Ушаков — доцент кафедры теоретической физики и астрофизики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра физики Учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»;

И.С. Ташлыков – профессор кафедры физики и методики преподавания физики Учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени М. Танка», доктор физико-математических наук, профессор;

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ

Кафедрой теоретической физики и астрофизики Белорусского государственного университета (протокол № 10 от 23.05.2016 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 6 от 31.05.2016 г.);

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цель изучения учебной дисциплины заключается в усвоении студентами основ классической электродинамики, как науки, опирающейся на фундаментальные законы, обобщающие опытные факты об электричестве и магнетизме и выражающие в математической форме связи между электромагнитными явлениями и величинами. Одной из приоритетных задач курса является формирование у обучающихся знаний и компетенций, на основе которых в дальнейшем можно развивать более углубленное и детализированное изучение других разделов физики, а также курсов по теоретической физике и специализированных курсов.

В связи с этим, можно сформулировать следующие задачи изучения дисциплины «Электродинамика»:

- мировоззренческая и методологическая:
необходимо сформировать у студентов единую, стройную, логически непротиворечивую физическую картину окружающего мира. Создание такой картины должно происходить путем обобщения экспериментальных данных в области электромагнетизма, изучения и освоения студентами основных теоретических методов описания и исследования электромагнитных явлений.
- практическая:
в рамках единого подхода классической физики рассмотреть основные электромагнитные явления и процессы, происходящие в природе, установить связи между ними, вывести основные законы и получить их выражение в виде математических уравнений. Далее, необходимо научить студентов количественно решать конкретные задачи электродинамики в рамках принятых приближений.
- исследовательская:
обучить студентов основам постановки и проведения теоретического анализа электромагнитных явлений.

Дедуктивно введенные в начале курса электродинамики уравнения Максвелла наиболее общим способом описывают материал, полученный студентами ранее.

Изучаемый материал в дальнейшем используется в курсах квантовой механики, термодинамики и статистической физики, физики конденсированных сред.

Все содержание курса должно быть представлено как единое связанное целое. Особенно важно подчеркнуть единство электрических и магнитных явлений как с точки зрения их физической сущности, так и с точки зрения их математической трактовки – применения различных методов математической физики. Значительное внимание в программе уделяется вопросам релятивистской электродинамики. Специальная теория относительности, по сути, является составной частью электродинамики и служит примером ковариантности

законов природы относительно преобразований группы Лоренца.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен:

знать:

- уравнения Максвелла для полей в вакууме и сплошных средах;
- тензор энергии-импульса, потенциалы электромагнитного поля;
- физический механизм излучения электромагнитных волн;

уметь:

- рассчитывать квазистационарные электрические и магнитные поля;
- применять уравнения Максвелла для расчета электромагнитных полей.

владеть:

- математическими методами электродинамики;
- методами расчёта электромагнитных полей.

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Академические компетенции:

1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
2. Владеть системным и сравнительным анализом.
3. Владеть исследовательскими навыками.
4. Уметь работать самостоятельно.
5. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.
6. . Обладать навыками устной и письменной коммуникации.
7. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

Социально-личностные компетенции:

1. Обладать качествами гражданственности.
2. Быть способным к социальному взаимодействию.
3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.
4. Владеть навыками здорового образа жизни.
5. Быть способным к критике и самокритике (критическое мышление).
6. Уметь работать в команде.

Профессиональные компетенции:

1. Применять знания теоретических и экспериментальных основ физики, современных технологий и материалов, методы исследования физических объектов, методы измерения физических величин, методы автоматизации эксперимента.
2. Использовать новейшие открытия в естествознании, методы научного анализа, информационные образовательные технологии, физические основы современных технологических процессов, научное оборудование и аппаратуру.

3. Пользоваться глобальными информационными ресурсами, компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации, системами автоматизированного программирования, научно-технической и патентной литературой.
4. Применять полученные знания фундаментальных положений физики, экспериментальных, теоретических и компьютерных методов исследования, планирования, организации и ведения научно-исследовательской, научно-производственной, научно-технической и научно-педагогической работы.
5. Пользоваться государственными языками Республики Беларусь и иными иностранными языками как средством делового общения.

При преподавании дисциплины рекомендуется применять активные методы обучения, основу которых составляют технологии проблемного и контекстного обучения, реализуемые на лекционных и практических занятиях, а также рейтинговая система оценки знаний. При чтении лекционного курса рекомендуется применять также мультимедийные средства обучения.

Эффективность работы студента и изучения программы дисциплины в целом проверяется в ходе текущего и итогового контроля знаний. Текущий контроль знаний рекомендуется проводить в форме коллоквиумов и контрольных работ. Рекомендуемые формы итогового контроля знаний — зачет и экзамен.

Учебная программа разработана для учреждений высшего образования в соответствии с требованиями образовательных стандартов по специальностям: 1-31 04 01 Физика (по направлениям), 1-31 04 06 Ядерная физика и технологии, 1-31 04 07 Физика наноматериалов и нанотехнологий, 1-31 04 08 Компьютерная физика.

Для специальностей 1-31 04 06 Ядерная физика и технологии, 1-31 04 07 Физика наноматериалов и нанотехнологий, 1-31 04 08 Компьютерная физика, 1-31 04 01 Физика (по направлениям) для направления специальности 1-31 04 01-01 Физика (научно-исследовательская деятельность) программа рассчитана на 246 часов; из них аудиторных — 130 (лекции — 66, практические занятия — 64). В **5 семестре** 98 часов, из них аудиторных 62 (лекции — 30, практические занятия — 28, УСР — 4), в конце семестра — зачет. В **6 семестре** 148 часов, из них аудиторных 68 (лекции — 36, практические занятия — 28, УСР — 4), в конце семестра — экзамен.

Для специальности 1-31 04 01 Физика (по направлениям) для направлений 1-31 04 01-02 Физика (производственная деятельность), 1-31 04 01-03 Физика (научно-педагогическая деятельность) и 1-31 04 01-04 Физика (управленческая деятельность) программа рассчитана на 244 часа; из них аудиторных — 128 (распределение по видам занятий: лекции — 66, практические занятия — 62). В **4 семестре** 104 часа, из них аудиторных 58 (лекции — 30, практические занятия — 24, УСР — 4), в конце семестра — зачет. В **5 семестре** 148 часов, из них аудиторных 70 (лекции — 36, практические занятия — 30, УСР — 4), в конце семестра — экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Основные положения электромагнитной теории.

Введение. Основные понятия. Исторические факты. Разделы. Литература. Закон индукции Фарадея. Максвелловская интерпретация закона. Ток смещения и закон сохранения заряда. Уравнения Максвелла для покоящихся сред. Материальные уравнения и классификация электромагнетиков. Уравнения Максвелла в потенциалах. Лоренцевская и кулоновская калибровки. Закон сохранения энергии в электродинамике (теорема Пойнтинга). Вектор Умова-Пойнтинга. Законы сохранения импульса и момента импульса. Тензор максвелловских натяжений. Симметрии уравнений Максвелла. Дуальная инвариантность. Магнитные монополи.

2. Уравнения электростатики и магнитостатики.

Закон Кулона и уравнения электростатики. Закон Гаусса. Уравнения Лапласа и Пуассона. Интеграл Пуассона. Метод изображений в задачах электростатики. Электрический диполь и квадруполь. Закон Био-Савара. Векторный потенциал. Закон Ампера. Теорема о циркуляции. Уравнения магнитостатики. Магнитный диполь.

3. Мультиполи. Энергетические поляризационные характеристики

Мощность излучения ускоренно движущегося заряда. Формула Лармора. Формула Льенара. Синхротронное излучение. Мультипольные излучения систем зарядов. Электрическое и магнитное дипольное излучение. Электрический квадруполь.

4. Электромагнитные волны в электромагнетиках

Плоские волны. Поперечность электромагнитных волн. Волны в проводниках и диэлектриках. Скин-эффект. Волны в разреженной плазме. Граничные условия электродинамики. Отражение и преломление электромагнитных волн. Формулы Френеля. Следствия из них. Метаматериалы. Рассеяние электромагнитных волн. Формула Томсона. Дисперсия диэлектрической проницаемости. Усреднения полей. Переход от уравнений Максвелла-Лоренца к уравнениям макроскопической электродинамики. Волноводное распространение. Типы волн в цилиндрических волноводах. Уравнения связи и соотношения Крамерса-Кронига.

5. Элементы специальной теории относительности.

Принципы относительности. Опытное обоснование СТО. Постулаты СТО. Инвариантность фазы и поперечный эффект Доплера. Некоторые следствия из преобразований Лоренца. Объяснение аберрации света, опытов Физо и Майкельсона. Релятивистская формула сложения скоростей. Собственное время, световой конус. Пространство-время. Лоренц-тензоры, лоренц-скаляры. Ковариантная форма уравнений электродинамики. Электромагнитные 4-векторы (электромагнитные потенциалы, плотность электрического тока). Тензоры электромагнитного поля. Инварианты электромагнитного поля. Поле равномерно движущегося заряда.

6. Соотношения релятивистской механики заряженных частиц.

Запаздывающие потенциалы. Потенциалы Льенара-Вихерта. Напряженность и индукция поля ускоренно движущегося заряда. Сила Лоренца (кова-

риантная форма). Тензор энергии-импульса электромагнитного поля. Энергия и импульс релятивистской частицы (вывод). Движение заряда во внешнем электромагнитном поле. Уравнение движения в форме Ньютона (ковариантная форма). Лагранжиан и Гамильтониан заряженной частицы во внешнем поле.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Для специальностей 1-31 04 06 Ядерная физика и технологии, 1-31 04 07 Физика наноматериалов и нанотехнологий,
1-31 04 08 Компьютерная физика, для направления специальности 1-31 04 01-01 Физика (научно-исследовательская
деятельность)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Литература	Формы контроля знаний
		Лекции	Практич. занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Основные положения электромагнитной теории	14	8					[3], [5]	
1.1	Математический аппарат, используемый в электродинамике. Основы ковариантного тензорного исчисления. Вычисление дифференциальных операторов в криволинейных системах координат		6				2		Выполнение задания УСР №1, тестирование
1.2	Введение. Основные понятия. Исторические факты. Закон индукции Фарадея. Максвелловская интерпретация закона. Ток смещения и закон сохранения заряда.	4							Тестирование
1.3	Уравнения Максвелла для покоящихся сред. Материальные уравнения и классификация электромагнетиков. Уравнения Максвелла в потенциалах. Лоренцевская и кулоновская калибровки.	6							Тестирование
1.5	Закон сохранения энергии в электродинамике (теорема Пойнтинга). Вектор Умова-Пойнтинга. Законы сохранения импульса и момента импульса. Тензор максвелловских натяжений. Симметрии уравнений Максвелла. Дуальная инвариантность. Магнитные монополи	4							Тестирование
2.	Уравнения электро- и магнитостатики	12	18					[3], [9], [13]	Коллоквиум
2.1	Электростатика. Закон Кулона и уравнения электроста-	8	12						контрольная

	тики. Закон Гаусса. Уравнения Лапласа и Пуассона. Интеграл Пуассона. Метод изображений в задачах электростатики. Электрический диполь и квадруполь.								работа №1
2.2	Магнитостатика. Закон Био-Савара. Векторный потенциал. Закон Ампера. Теорема о циркуляции. Уравнения магнитостатики. Магнитный диполь.	4	6						Тестирование
3.	Мультиполи. Энергетические поляризационные характеристики	4	2					[1], [4], [6], [7]	Коллоквиум Контрольная работа № 2
	Выставление оценки текущей успеваемости						2		Итоговое тестирование
	<i>Итого за семестр</i>	30	28				4		<i>Зачет</i>
4.	Электромагнитные волны в электромагнетиках	8	10					[2], [10], [11]	
4.1	Плоские волны. Поперечность электромагнитных волн. Волны в проводниках и диэлектриках. Скин-эффект. Волны в разреженной плазме.	2	4						Тестирование
4.2	Распространение электромагнитных волн в анизотропных средах		4						Тестирование
4.3	Граничные условия электродинамики. Отражение и преломление электромагнитных волн. Формулы Френеля. Следствия из них. Метаматериалы. Рассеяние электромагнитных волн. Формула Томсона. Дисперсия диэлектрической проницаемости. Усреднения полей. Переход от уравнений Максвелла-Лоренца к уравнениям макроскопической электродинамики.	4							
4.3	Волноводное распространение. Типы волн в цилиндрических волноводах. Уравнения связи и соотношения Крамерса-Кронига	2	2						Тестирование
	Проблемы современной электродинамики						4		Выступление с презентацией
5	Элементы специальной теории относительности	14	20					[8], [9]	Контрольная работа,

									КОЛЛОКВИУМ
5.1	Принципы относительности. Опытное обоснование СТО. Постулаты СТО. Инвариантность фазы и поперечный эффект Доплера. Некоторые следствия из преобразований Лоренца. Объяснение абберации света, опытов Физо и Майкельсона. Релятивистская формула сложения скоростей. Собственное время, световой конус.	6	2						Тестирование
5.2	Пространство-время. Лоренц-тензоры, лоренц-скаляры. Ковариантная форма уравнений электродинамики. Электромагнитные 4-векторы (электромагнитные потенциалы, плотность электрического тока). Тензоры электромагнитного поля. Инварианты электромагнитного поля. Поле равномерно движущегося заряда.	8	18						Тестирование
6	Соотношения релятивистской механики заряженных частиц	12	4					[1], [3], [4], [6]	Коллоквиум. Тестирование
	<i>Итого за семестр</i>	36	28				4		
	Итого	66	64						Экзамен

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Для специальности 1-31 04 01 Физика (по направлениям), для направлений 1-31 04 01-02 Физика (производственная деятельность), 1-31 04 01-03 Физика (научно-педагогическая деятельность) и 1-31 04 01-04 Физика (управленческая деятельность)

Номер раздела,	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Литература	Формы контроля знаний
		Лекции	Практич. занятия	Семинарские	Лабораторные	Иное			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Элементы специальной теории относительности	14	14				4	[8], [9]	Коллоквиум
1.1	Принципы относительности. Опытное обоснование СТО. Постулаты СТО. Инвариантность фазы и поперечный эффект Доплера. Некоторые следствия из преобразований Лоренца. Объяснение абберрации света, опытов Физо и Майкельсона. Релятивистская формула сложения скоростей. Собственное время, световой конус.	8	4				2		Контрольная работа
1.2	Пространство-время. Лоренц-тензоры, лоренц-скаляры. Ковариантная форма уравнений электродинамики. Электромагнитные 4-векторы (электромагнитные потенциалы, плотность электрического тока). Тензоры электромагнитного поля. Инварианты электромагнитного поля. Поле равномерно движущегося заряда.	6	6						Контрольная работа
2	Соотношения релятивистской механики заряженных частиц	12	4					[1], [3], [4], [6]	Коллоквиум
3.	Основные положения электромагнитной теории	14	14					[3], [5]	
3.1	Математический аппарат, используемый в электродинамике		4				2		Выполнение задания УСР №1
3.2	Введение. Основные понятия. Исторические факты. Закон индукции Фарадея. Максвелловская интерпретация закона. Ток смещения и закон сохранения заряда.	4	6						
	<i>Итого за семестр</i>	30	24				4		<i>Зачет</i>

3.3	Уравнения Максвелла для покоящихся сред. Материальные уравнения и классификация электромагнетиков. Уравнения Максвелла в потенциалах. Лоренцевская и кулоновская калибровки.	6	2						
3.4	Закон сохранения энергии в электродинамике (теорема Пойнтинга). Вектор Умова-Пойтинга. Законы сохранения импульса и момента импульса. Тензор максвелловских натяжений. Симметрии уравнений Максвелла. Дуальная инвариантность. Магнитные монополи	4	2						
4.	Уравнения электро- и магнитостатики	14	20					[3,] [9], [13]	коллоквиум
4.1	Электростатика. Закон Кулона и уравнения электростатики. Закон Гаусса. Уравнения Лапласа и Пуассона. Интеграл Пуассона. Метод изображений в задачах электростатики. Электрический диполь и квадруполь.	8	10				2		контрольная работа
4.2	Магнитостатика. Закон Био-Савара. Векторный потенциал. Закон Ампера. Теорема о циркуляции. Уравнения магнитостатики. Магнитный диполь.	4	6						контрольная работа
5.	Мультиполи. Энергетические поляризационные характеристики	6	4					[1,] [4], [6], [7]	Коллоквиум
6.	Электромагнитные волны в электромагнетиках	12	10					[2], [10], [11]	
6.1	Плоские волны. Поперечность электромагнитных волн. Волны в проводниках и диэлектриках. Скин-эффект. Волны в разреженной плазме.	4	4						
6.2	Граничные условия электродинамики. Отражение и преломление электромагнитных волн. Формулы Френеля. Следствия из них. Метаматериалы. Рассеяние электромагнитных волн. Формула Томсона. Дисперсия диэлектрической проницаемости. Усреднения полей. Переход от уравнений Максвелла-Лоренца к уравнениям макроскопической электродинамики.	4	4						
6.3	Волноводное распространение. Типы волн в цилиндрических волноводах. Уравнения связи и соотношения Крамерса-Кронига	4	2						
	<i>Итого за семестр</i>	<i>36</i>	<i>34</i>				<i>4</i>		
	Итого	66	54				8		Экзамен

ИНФОРМАЦИОННО—МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Ландау, Л.Д. Теория поля / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц — М.: Наука, 1973. — 504 с.
2. Ландау, Л.Д. Электродинамика сплошных сред / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. - М.: Наука, 1982. - 621 с.
3. Джексон, Дж. Классическая электродинамика / Дж. Джексон. - М.: Мир, 1965. - 704 с.
4. де Грот, С.Р. Электродинамика / С.Р. де Грот, Л.Г. Сатторп.- М.: Наука, 1982.- 560 с.
5. Батыгин, В.В., Современная электродинамика. Часть 1. Микроскопическая теория. / В.В. Батыгин, И.Н. Топтыгин -Москва—Ижевск. 2003.- 736 с.

Перечень дополнительной литературы

6. Медведев, Б.В. Начала теоретической физики / Б.В. Медведев - М.: Наука, 1977.- 496 с.
7. Левич, В.Г. Курс теоретической физики / В.Г. Левич, Ю.А. Вдовин, В.Н. Мямлин. - М.: ГИФМЛ, 1962.
8. Тоннела, М.А. Основы электромагнетизма и теории относительности / М.А. Тоннела - М.: Изд-во иностранной лит-ры, 1962.- 483 с.
9. Фейнман, Р. Фейнмановские лекции по физике. Вып. 1-10. / Р. Фейнман, Р.Лейтон, М. Сэндс - М.: Мир.
10. Берклевский курс физики. Т. 1-5./ М.: Наука. 1971-1986.
11. Поль, Р.В. Механика, акустика и учение о теплоте / Р.В. Поль - М.: Наука. 1971.
12. Поль, Р.В. Оптика и атомная физика. / Р.В. Поль - М.: Наука. 1966.- 552 с.
13. Поль, Р.В. Учение об электричестве. / Р.В. Поль - М.: Физматгиз. 1962.

Перечень используемых средств диагностики

1. Контрольные работы;
2. Коллоквиумы;
3. Реферативные работы;
4. Тестирование;
5. Итоговое тестирование;
6. Выступление с презентацией;
7. Выполнение задания УСР.

Методические рекомендации по организации работы студентов

Основой методики организации самостоятельной работы студентов по электродинамике является предоставление студентам необходимой для работы информации, а также обеспечение регулярных консультаций преподавателя и периодичной отчетности по различным видам учебной и самостоятельной деятельности.

Для студентов разработан образовательный онлайн ресурс в LMS Moodle <http://dl.bsu.by/course/view.php?id=543>, предназначенный для учебно-методического сопровождения образовательного процесса по учебной дисциплине.

плине. В ресурсе размещена вся необходимая информация для студентов, в том числе и в адаптированном для изучения с помощью компьютера виде. По каждому практическому занятию размещены списки задач, домашнее задание, промежуточные тесты, настроена система текущей успеваемости, включающая около 40 различных пунктов.

Рекомендуемые темы контрольных работ

1. Основные положения электромагнитной теории.
2. Элементы СТО.
3. Электростатика и магнитостатика.
4. Релятивистская электродинамика.

Рекомендуемые темы коллоквиумов

1. Основные положения электромагнитной теории. Элементы специальной теории относительности (СТО).
2. Соотношения релятивистской механики заряженных частиц.
3. Мультиполи. Энергетические поляризационные характеристики.
4. Электромагнитные волны в электромагнетиках

Примерные перечни заданий УСР

УСР проводится в виде выполнения задания УСР № 1, итогового тестирования и выступления с презентацией.

Для УСР № 1 разработано занятие «Использование системы Mathematica для решения задач по электродинамике» (возможно проведение УСР и по другим темам). Студенты изучают разработанную инструкцию <http://dl.bsu.by/mod/resource/view.php?id=11036> и выполняют самостоятельно следующие задачи:

- Запустите программу Mathematica, выполните основные команды. Задайте несколько векторов, вычислите их скалярное произведение в различных системах координат.
- Задайте радиус вектор R , найдите градиент выражения $1/|R|$ в различных системах координат.
- Вычислить в сферической системе координат градиент, ротор и дивергенцию от сложного выражения.
- Найдите явный вид лапласиана и ротора в различных системах координат (сферической, цилиндрической, параболической).
- Найдите функцию, которая удовлетворяет уравнению Лапласа и зависит только от радиальной переменной (сферическая система координат).
- В декартовой системе координат расположены единичные электрические заряды по координатам $(1,0,0)$, $(-1,0,0)$, $(0,1,0)$, $(0,-1,0)$, $(0,0,1)$, $(0,0,-1)$. Построить 3D график электрического поля.

Альтернативно, вместо программы Mathematica может использоваться любая другая система компьютерной алгебры.

Для **итогового тестирования** используются тестовые задания из промежуточных тестов, которые разработаны для каждого занятия.

Выступление с презентацией проходит в аудитории (необходимое оснащение: проектор, экран, ноутбук). Для выступления студентам предлагаются темы (см. ниже), возможны индивидуальные задания или совместная работа 2–3 человек проектным методом. Время на выступление — до 20 минут, необходимо наличие подготовленной презентации, после выступления студент(ы) отвечает на вопросы аудитории и преподавателя. Оценивается полнота раскрытия и понимание темы. Рекомендуемые темы для подготовки презентации:

Актуальные вопросы электродинамики:

1. Метаматериалы ("левые среды", среды Веселаго, особенности распространения электромагнитных волн, создание сред с такими свойствами, которые невозможны у естественных материалов, гиперматериалы);
2. Трансформационная оптика;
3. Фотовольтаика;
4. Фотоника. Нанопотоника;
5. Оптическое манипулирование микрочастицами (оптические пинцеты, оптические силы);
6. Нелинейная волоконная оптика, Нелинейная оптика (лазеры, оптические солитоны);
7. Электромагнитные пучки: пучки Бесселя, Гаусса, Эйри;
8. Фотонные кристаллы (1D, 2D, 3D), особенности спектров пропускания и отражения.

Классические вопросы электродинамики:

1. История создания уравнений Максвелла;
2. Электродинамика и принцип относительности;
3. Электромагнитная масса;
4. Электрический заряд и его свойства;
5. Современные представления о магнитном заряде;
6. Внутреннее устройство диэлектриков;
7. Электростатическая энергия ядра;
8. Магнитное поле в веществе;
9. Магнитоплазменные эффекты;
9. Природа ферромагнетизма;
10. Поглощение света свободными носителями заряда;
11. Эффект Черенкова-Вавилова;
12. Гиротропные среды;
13. Киральные электромагнитные среды.

Рекомендации по текущему контролю качества усвоения знаний и проведению аттестации

Для текущего контроля качества усвоения знаний по дисциплине рекомендуется использовать творческие задания по разделам дисциплины, устные дискуссии, защиту реферативных работ, коллоквиумы и контрольные работы. Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины. В случае неявки на контрольное мероприятие по уважи-

тельной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время. Для студентов, получивших неудовлетворительные оценки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно.

Контрольная работа и коллоквиум проводятся в письменной форме по 2 раза в семестр. Каждая из письменных работ включает в себя несколько задач. На выполнение как контрольных работ, отводится до 90 мин, коллоквиумов — до 45 минут. Каждая задача оценивается в соответствии с ее сложностью (максимальная сумма баллов за все задачи в контрольной (коллоквиуме) равна 10). Количество баллов за каждую решенную задачу выставляется в зависимости от правильности, полноты и оригинальности ее решения. Нерешенная или решенная полностью неправильно задача оценивается в 0 баллов. Оценка за контрольную (коллоквиум) рассчитывается как сумма баллов, полученных за каждую задачу.

Оценка текущей успеваемости рассчитывается как среднее оценок за каждый из письменных видов работ и оценки за защиту реферата. При оценке текущей успеваемости 4 балла и более студенты допускаются к зачету (экзамену). При оценке ниже 4 баллов решением кафедры студенты не допускаются к зачету(экзамену), и им назначается срок выполнения контрольных работ и/или коллоквиумов.

Итоговая аттестация по учебной дисциплине проводится в форме зачета и экзамена. Экзаменационная оценка и оценка текущей успеваемости служат для определения рейтинговой оценки по дисциплине, которая рассчитывается как средневзвешенная оценка текущей успеваемости и экзаменационной оценки. Весовой коэффициент для оценки текущей успеваемости — 0,3; для экзаменационной оценки — 0,7.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Квантовая механика	Кафедра теоретической физики и астрофизики	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте (протокол №10 от 23.05.2016)
Термодинамика и статистическая физика	Кафедра теоретической физики и астрофизики	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте (протокол №10 от 23.05.2016)
Физика конденсированных сред	Кафедра теоретической физики и астрофизики	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте (протокол №10 от 23.05.2016)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО
на 2017/2018 учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры теоретической физики и астрофизики

(протокол № ____ от _____ 2017 г.)

Заведующий кафедрой
д.ф.-м.н., профессор

_____ И.Д. Феранчук

УТВЕРЖДАЮ
Декан физического факультета
д.ф.-м.н., профессор

_____ В.М. Анищик