Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Московской области
«Университет «Дубна»
(государственный университет «Дубна»)

Филиал «Протвино»
Кафедра «Техническая Физика»

УТВЕРЖДАЮ
Директор
_____ /Евсиков А.А./
подпись *Фамилия И.О.*
«30» 06 2019 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Электродинамика
наименование дисциплины (модуля)

Направление подготовки (специальность)
03.03.02 Физика
код и наименование направления подготовки (специальности)

Уровень высшего образования
бакалавриат
бакалавриат, магистратура, специалитет

Направленность (профиль) программы (специализация)
«Медицинская физика»

Форма обучения
очная
очная, очно-заочная, заочная

Протвино, 2019

Преподаватель (преподаватели):
Масликов А.А., доцент, к.ф.-м.н., кафедра Математики и естественных наук

Фамилия И.О., должность, ученая степень, ученое звание, кафедра; подпись

Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) высшего образования
03.03.02 Физика

(код и наименование направления подготовки (специальности))

Программа рассмотрена на заседании кафедры технической физики

Протокол заседания № 3 от « 28 » июня 2019 г.

И.о. зав. кафедрой технической физики _____ Соколов А.А.
(подпись)

Эксперт _____
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание, место работы, должность; подпись, заверенная по месту работы)

Оглавление

1 Цели и задачи освоения дисциплины (модуля) 4
2 Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины (модуля)4
3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП..... 4
4 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)..... 4
5 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся 6
6 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий 6
7 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю) 12
8 Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения 12
9 Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)..... 13
10 Ресурсное обеспечение..... 18
11 Язык преподавания..... 20

1 Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью курса является систематическое изложение основных понятий и методов классической теоретической электродинамики вакуума; применение полученных знаний для решения конкретных задач с физическим содержанием; развитие навыков самостоятельной работы с литературой по данному предмету. Курс должен способствовать подготовке будущих специалистов в области медицинской физики на современном уровне.

Данный курс должен способствовать формированию у студента целостного представления о сложных электромагнитных процессах и явлениях, в основе которых лежит ковариантная формулировка основных законов электродинамики, действующих в однородной среде.

Задачами курса являются:

1) усвоить фундаментальную базу теоретических знаний по электродинамике сплошных сред;

2) получить систему практических навыков использования этих знаний для постановки математической задачи описания любого явления или процесса, связанного с законами электромагнетизма, и последовательного решения этой задачи.

2 Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины (модуля)

Объектами профессиональной деятельности в рамках изучаемой дисциплины (модуля) являются:

– физические системы различного масштаба и уровней организации, процессы их функционирования;

– физические, инженерно-физические, биофизические, химико-физические, медико-физические, природоохранительные технологии;

– физическая экспертиза и мониторинг.

3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.Б.12.3 «Электродинамика» относится к базовой части модуля Б1.Б.12.3 «Теоретическая физика».

Курс «Электродинамика» базируется на курсах «Электричество и магнетизм», «Оптика», «Векторный и тензорный анализ», «Теория функций комплексного переменного», «Теоретическая механика», «Уравнения математической физики». Входящие компетенции: ОПК-2, ОПК-3, ПК-4.

Также в ходе изучения дисциплины «Электродинамика» предполагается освоение компетенции ОПК-3 овладение способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.

После освоения дисциплины «Электродинамика» студент будет подготовлен к изучению дисциплин «Квантовая теория», «Атомная физика», «Ускорители заряженных частиц», работе над выпускной квалификационной работой и последующей научно-исследовательской и прикладной деятельности в качестве инженера-физика.

4 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Раздел заполняется в соответствии с картами компетенций.

Формируемые компетенции ***(код компетенции, уровень (этап) освоения)*** *(последний – при наличии в карте компетенции)*	**Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций**
ОПК-3 -- способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	*Знать*: базовые разделы общей и теоретической физики: основные понятия, модели, законы и теории; теоретические и методологические основы общей и теоретической физики и способы их использования при решении конкретных физических задач. *Уметь*: решать типовые учебные задачи по основным разделам общей и теоретической физики; применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач, грамотно работать с научной литературой с использованием новых информационных технологий; применять полученные теоретические знания для самостоятельного освоения специальных разделов общей и теоретической физики, необходимых в профессиональной деятельности; определять необходимость привлечения дополнительных знаний из специальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач; применять знания базовых дисциплин по общей и теоретической физике для анализа и обработки результатов физических экспериментов. *Владеть*: навыками самостоятельной работы с учебной литературой по базовым разделам общей и теоретической физики; основной терминологией и понятийным аппаратом базовых разделов общей и теоретической физики; навыками решения базовых задач по общей и теоретической физике; основными методами научных исследований; навыками проведения физического (лабораторного) эксперимента; навыками использования теоретических основ базовых разделов общей и теоретической физики при решении конкретных физических задач.

*) результат обучения сформулирован на основании требований профессиональных стандартов:

– «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам» № 32 (приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 4 марта 2014 г. № 121н)

5 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Объем дисциплины (модуля) составляет 4 зачетные единицы, всего 144 часа, из которых:

68 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем[1]:

34 часа – лекционные занятия;

34 часа – практические занятия.

_____ часов – мероприятия текущего контроля успеваемости[2];

27 часов – мероприятия промежуточной аттестации[4] (экзамен),

1 час — курсовая работа,

48 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

6 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

1 Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

2 В скобках необходимо сделать уточнение, если мероприятия текущего контроля успеваемости и (или) промежуточной аттестации (например, зачет, дифференцированный зачет) проводятся в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля) Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе:											
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них[3]									**Самостоятельная работа обучающегося, часы,** из них		
		Лекционные занятия	Семинарские занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	…	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.)*	**Всего**	Выполнение домашних заданий	Подготовка курсовой работы и т.п.	**Всего**
VI семестр													
1.Принцип относительности. Преобразования Лоренца. Интервал. Световой конус. Собственное время. Сокращение масштабов. Релятивистская кинематика и динамика, четырехмерный формализм. Преобразование скоростей. Четырехмерные скорость и ускорение. Действие и лагранжиан свободной релятивистской частицы. Вектор 4-импульса частицы. Релятивистское уравнение Гамильтона-Якоби. Теорема Нетер и законы сохранения.		2		2						4			
2.Уравнения Максвелла в вакууме. Сохранение заряда, энергии, импульса, момента импульса. Потенциалы электромагнитного поля. Действие и лагранжиан заряда в электромагнитном поле. Уравнение Гамильтона-Якоби частицы в электромагнитном поле. Тензор напряженностей электромагнитного поля. Уравнение движения за-		2		2						4			

3 Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

ряда. Преобразования Лоренца для поля. Инварианты поля. Первая пара уравнений Максвелла.													
3.Действие и лагранжиан для электромагнитного поля. Четырехмерный вектор тока. Вторая пара уравнений Максвелла. Уравнение непрерывности. Калибровочная инвариантность. Полная система уравнений Максвелла в дифференциальной и интегральной формах. Плотность и поток энергии электромагнитного поля. Теорема Пойнтинга.		2		2						4			
4.Тензор энергии-импульса электромагнитного поля. Физический смысл компонент ТЭИ. Максвелловский тензор напряжений. Ковариантная запись уравнений и законов сохранения для электромагнитного поля и для частиц. Движение частицы в однородном электрическом поле. Движение частицы в однородном магнитном поле. Нерелятивистское движение частицы в перпендикулярных постоянных и однородных электрическом и магнитном полях. Релятивистское движение частицы в параллельных однородных электрическом и магнитном полях.		2		2						4			
5.Энергия электростатического поля. Классический радиус электрона. Поле равномерно движущегося заряда. Нерелятивистский предел. Энергия системы зарядов во внешнем электростатическом поле. Потенциалы и поля вдали от системы движущихся		2		2						4			

зарядов. Мультипольные разложения потенциалов. Дипольный и квадрупольный моменты системы зарядов. Квазистационарное магнитное поле. Закон Био-Савара. Магнитный момент системы зарядов.													
6.Граничные задачи электростатики. Решение уравнения Пуассона при различных симметриях и граничных условиях. Решения уравнений для потенциалов. Функция Грина уравнения Даламбера. Запаздывающие потенциалы. Опережающие потенциалы.		2		2						4			
7. Постоянное электромагнитное поле. Электростатическая энергия зарядов. Релятивистское движение в кулоновом поле. Электромагнитные волны в вакууме. Волновое уравнение. Монохроматическая плоская волна. Спектральное разложение. Поляризованный свет. Разложение электростатического поля. Собственные колебания поля.		2		2						4			
8 .Поле движущихся зарядов. Запаздывающие потенциалы. Потенциалы Лиенара-Вихерта. Спектральное разложение запаздывающих потенциалов. Функция Лагранжа с точностью до членов второго порядка. Излучение электромагнитных волн. Дипольное излучение. Дипольное излучение при столкновениях. Тормозное излучение малых частот. Квадрупольное и магнитодипольное излучение. Излучение быстро движущегося заряда. Торможение излучением в релятивистском случае.		3		3						6			
9. Усреднение уравнений Максвелла в		2		2						4			

среде. Поляризация и намагниченность среды, векторы индукции и напряженностей полей (векторы индукции и напряженности электрического и магнитного поля). Граничные условия. Электростатика проводников. Граничные условия на поверхности проводника. Энергия электростатического поля системы проводников. Ёмкостные коэффициенты. Незаряженный проводник во внешнем электрическом поле. Силы, действующие на заряженный или незаряженный проводник во внешнем электрическом поле.													
10.Электростатическое поле в диэлектрических средах. Граничные условия. Диэлектрическая проницаемость (ее вывод для газа, для диэлектрической эмульсии). Энергия диэлектрика во внешнем электрическом поле. Термодинамические потенциалы диэлектрика. Пондеромоторные силы в изотропном диэлектрике. Формула Гельмгольца. Электрострикция изотропных диэлектриков. Электрическое поле и пондеромоторные силы в анизотропных диэлектриках. Тензор диэлектрической проницаемости. Пироэлектрические среды. Сегнетоэлектрики и их доменная структура. Постоянный ток в проводящей среде.		6		6						12			
11. Постоянное магнитное поле. Магнитостатика. Усредненные уравнения Максвелла в магнетиках. Токи намагничивания. Граничные условия на границе магнетика. Постоянное магнитное		4		4						8			

поле в магнетиках. Скалярный магнитный потенциал. Вектор-потенциал и магнитное поле системы линейных токов. Система токов во внешнем магнитном поле. Самоиндукция линейных проводников. Энергия магнетика во внешнем магнитном поле и пондеромоторные силы в магнетике. Ферромагнетизм. Ферромагнетик вблизи точки Кюри и кривая намагничения ферромагнетика. Магнитострикция ферромагнетиков. Доменная структура ферромагнетиков и движение доменных стенок.													
12. Сверхпроводимость. Квазистационарное электромагнитное поле. Уравнения квазистационарного поля в проводящей среде. Глубина проникновения поля в проводник. Скин эффект. Квазистационарное электромагнитное поле в равномерно и неравномерно движущемся проводнике (электромагнитная индукция). Магнитная гидродинамика. Движение жидкости в магнитном поле. Магнитогидродинамические волны. Турбулентное динамо.		4		4						8			
13. Высокочастотное электромагнитное поле в веществе. Уравнения Максвелла в движущихся средах. Дисперсия диэлектрической проницаемости. Формулы Крамерса-Кронига. Дисперсия магнитной проницаемости. Уравнения электромагнитных волн. Электромагнитные волны с большой частотой в прозрачных средах. Электромагнитные волны в анизотропных средах. Магнитооптические эф-		4		4						8		48	48

фекты. Распространение в неоднородной среде (электромагнитных волн). Поглощение электромагнитных волн. Рассеяние электромагнитных волн в веществе. Рэлеевское рассеяние на малых частицах, в газах и жидкостях. Фазовая и групповая скорости в диспергирующей среде. Отражение и преломление электромагнитных волн. Поверхностный импеданс металлов. Электромагнитные флуктуации (флуктуационно-диссипативная теорема). Черенковское излучение.													
14. Элементы нелинейной электродинамики. Нелинейная поляризация вещества. Прохождение электромагнитных волн сквозь нелинейную среду. Преобразование частот. Генерация второй гармоники. Параметрическое усиление (накачка). Самофокусировка.		4		4						8			
Промежуточная аттестация <u>экзамен/курсовая работа</u> *(указывается форма проведения)***	27/1[4]	X									X		
Итого		34		34						68		48	48

4 Часы на промежуточную аттестацию (зачет, дифференцированный зачет, экзамен и др.) указываются в случае выделения их в учебном плане.

7 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Методические указания для самостоятельной работы обучающихся и прочее

№ п/п	*№ раздела дисциплины*	*Содержание самостоятельной работы*	*Трудоемкость*
2	1-14 (6 семестр)	Защита курсовой работы (ПР-6)	48

Тематика курсовых работ

1 Силы, действующие на заряженный или незаряженный проводник во внешнем электрическом поле.

2 Электростатическое поле в диэлектрических средах. Граничные условия.

3 Диэлектрик во внешнем квазиоднородном электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость (ее вывод для газа, для диэлектрической эмульсии).

4 Пондеромоторные силы в изотропном диэлектрике. Формула Гельмгольца. Электрострикция изотропных диэлектриков.

5 Электрическое поле и пондеромоторные силы в анизотропных диэлектриках. Тензор диэлектрической проницаемости.

6 Постоянный ток в проводящей среде.

7 Постоянное магнитное поле в магнетиках. Граничные условия на границе магнетика. Скалярный магнитный потенциал.

8 Вектор-потенциал и магнитное поле системы линейных токов. Система токов во внешнем магнитном поле. Самоиндукция линейных проводников.

9 Сверхпроводник в электромагнитном поле.

10 Глубина проникновения квазистационарного электромагнитного поля в проводник. Скин эффект.

11 Формулы Крамерса-Кронига. Уравнения электромагнитных волн с большой частотой в прозрачных средах. Электромагнитные волны в анизотропных средах. Распространение электромагнитных волн в неоднородной среде. Рассеяние и поглощение электромагнитных волн в веществе. Рэлеевское рассеяние на малых частицах, в газах и жидкостях.

12 Фазовая и групповая скорости в диспергирующей среде. Отражение и преломление электромагнитных волн на границе реальных сред. Поверхностный импеданс металлов. Черенковское излучение.

8 Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения

Перечень обязательных видов учебной работы студента:

- *посещение лекционных занятий;*
- *ответы на теоретические вопросы на практических занятиях;*
- *решение задач и выполнение заданий на практических занятиях;*
- *обсуждение домашних заданий и контрольных работ;*
- *сдача домашних контрольных работ;*
- *сдача курсовой работы.*

В случае использования инновационных форм проведения учебных занятий[5] приводится перечень инновационных форм проведения учебных занятий (по видам учебных занятий). *(сведения о наличии по дисциплине (модулю) инновационных форм проведения учебных занятий, о количестве часов по видам учебных занятий отражаются в учебном плане по образовательной программе)*

Инновационные формы проведения учебных занятий

Семестр	Вид учебных занятий[6]	Используемые инновационные формы проведения учебных занятий	Количество академ. часов
VI семестр	Практические занятия	Совместное обсуждение подходящей математической модели с учетом симметрий физической задачи и уравнений адекватно описывающих поставленную задачу.	7
		Всего:	7

9 Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

– Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования.

ОПК-3 - способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.

Полная карта компетенции ОПК-3 приведена в документе «Матрица формирования компетенций» по направлению бакалавриата 03.03.02 «Физика».

– Описание шкал оценивания.

При балльно-рейтинговой системе все знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в результате изучения дисциплины, оцениваются в баллах.

Оценка качества работы в рейтинговой системе является накопительной и используется для оценивания системной работы студентов в течение всего периода обучения.

По итогам работы в семестре студент может получить максимально **70** баллов. Итоговой формой контроля являются курсовая работа и экзамен. На экзамене студент может набрать максимально **30** баллов.

5 При разработке и реализации ОПОП ВО выпускающая кафедра должна предусмотреть применение инновационных форм учебных занятий, развивающих у обучающихся навыки командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерские качества (включая, при необходимости, проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, проводимых университетом, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

6 Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

В течение семестра студент может заработать баллы за следующие виды работ:

№	Вид работы	Сумма баллов
	6-ой семестр	
1	Работа на практических занятиях	33
2	Сдача курсовой работы (ПР-6)	20
3	Аудиторные занятия (посещение)	17
	Итого:	70

Если к моменту окончания семестра студент набирает от **51** до **70** баллов, то он получает допуск к экзамену.

Если студент к моменту окончания семестра набирает от **61** до **70** баллов, то он может получить автоматическую оценку «удовлетворительно». При желании повысить свою оценку, студент имеет право отказаться от автоматической оценки и сдать экзамен.

Если студент не набрал минимального числа баллов (**51** балл), то он не получает допуск к экзамену.

Соответствие рейтинговых баллов и академических оценок

Общая сумма баллов за семестр	Итоговая оценка
86-100	Отлично
71-85	Хорошо
51-70	Допуск к экзамену
в том числе: 61-70	Возможность получения автоматической оценки «удовлетворительно»
51-60	Только допуск к экзамену
0-50 *	Неудовлетворительно (студент не допущен к экзамену)

Текущий контроль успеваемости осуществляется в процессе выполнения практических и самостоятельных работ в соответствии с ниже приведенным графиком.

График выполнения самостоятельных работ студентами в V семестре

Виды работ	Недели учебного процесса																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ПР-6		ВЗ														ЗЗ	

ВЗ – выдача задания

ЗЗ – защита задания

– Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций

Компетенция ОПК-3 способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач. [7]

код и формулировка компетенции

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) *)	**Уровень освоения компетенции****)	**КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) ШКАЛА оценивания** *(критерии берутся из соответствующих карт компетенций, шкала оценивания (4 или более шагов) устанавливается в зависимости от того, какая система оценивания (традиционная или балльно-рейтинговая) применяется)*					**ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ**
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	
З2 (ОПК-3) ***Знать:*** теоретические и методологические основы общей и теоретической физики и способы их использования при решении конкретных физических задач.	I - порого-вый	Отсутствие знаний	Не знает и не имеет общего представления о теоретических и методологических основах общей и теоретической физики.	Имеет общее представление о теоретических и методологических основах общей и теоретической физики, может предложить отдельные примеры их использования при решении задач профессиональной деятельности.	Имеет представление о взаимосвязи теоретических и методологических основ общей и теоретической физики, может предложить примеры их использования в разных областях физики	Имеет представление о взаимосвязи теоретических и методологических основ общей и теоретической физики, может предложить способ их использования при решении конкретной физической задачи.	*Устное собе-седование*
У1 (ОПК-3) ***Уметь:*** решать типовые учебные задачи по основным разделам общей и теоретической физики;	I - порого-вый	Отсутствие умений	Не умеет решать типовые задачи из базовых разделов общей и теоретической физики; применять полученную теоретиче-	Умеет решать типовые задачи из базовых разделов общей и теоретической физики, но допускает отдельные ошибки. Частично	Умеет решать комбинированные задачи из базовых разделов общей и теоретической физики. В целом успешно умеет	Умеет решать задачи повышенной сложности из базовых разделов общей и теоретической физики. Полностью сформиро-	*Выполнение прак-тического задания*

7 Данная таблица заполняется по каждой компетенции, формирование которой предусмотрено рабочей программой дисциплины (модуля), отдельно.

применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач, грамотно работать с научной литературой с использованием новых информационных технологий.			скую базу для решения конкретных практических задач, грамотно работать с научной литературой с использованием новых информационных технологий.	умеет применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач, грамотно работать с научной литературой с использованием новых информационных технологий.	применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач, грамотно работать с научной литературой с использованием новых информационных технологий	вано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач, грамотно работать с научной литературой с использованием новых информационных технологий.	
В2 (ОПК-3) ***Владеть:*** навыками использования теоретических основ базовых разделов общей и теоретической физики при решении конкретных физических задач.	I - порого-вый	Отсутствие владения	Не владеет навыками использования теоретических основ базовых разделов общей и теоретической физики при решении конкретных физических и смежных задач.	Способен предложить примеры использования теоретических представлений отдельных разделов общей и теоретической физики для решения задач профессиональной деятельности.	Владеет навыками применения теоретических моделей из базовых разделов общей и теоретической физики при интерпретации результатов в отдельно взятой области физики и смежных дисциплинах, но допускает отдельные неточности.	Владеет навыками применения теоретических моделей из базовых разделов общей и теоретической физики при планировании работ в профессиональной сфере деятельности и грамотной интерпретации полученных результатов.	*Выполнение прак-тического задания*

– Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Список вопросов к экзамену

1. Принцип относительности. Преобразования Лоренца Интервал. Световой конус. Собственное время. Сокращение масштабов.
2. Преобразование скоростей. Четырехмерные скорость и ускорение.
3. Действие и лагранжиан свободной релятивистской частицы. Вектор 4-импульса частицы. Релятивистское уравнение Гамильтона-Якоби.
4. 4-потенциал электромагнитного поля. Действие и лагранжиан заряда в электромагнитном поле. Уравнение Гамильтона-Якоби частицы в электромагнитном поле.
5. Тензор электромагнитного поля. Уравнение движения заряда. Преобразования Лоренца для поля. Инварианты поля.
6. Первая пара уравнений Максвелла. Действие и лагранжиан для электромагнитного поля. Четырехмерный вектор тока.
7. Вторая пара уравнений Максвелла. Уравнение непрерывности. Калибровочная инвариантность.
8. Полная система уравнений Максвелла в дифференциальной и интегральной формах. Плотность и поток энергии электромагнитного поля.
9. Тензор энергии-импульса физической системы с заданной плотностью лагранжиана. Физический смысл компонент ТЭИ.
10. Тензор энергии импульса электромагнитного поля. Теорема Пойнтинга. Максвелловский тензор напряжений.
11. Движение частицы в однородном электрическом поле.
12. Энергия электростатического поля. Классический радиус электрона.
13. Поле равномерно движущегося заряда. Нерелятивистский предел.
14. Энергия системы зарядов во внешнем электростатическом поле.
15. Потенциалы и поля вдали от системы движущихся зарядов. Дипольный и квадрупольный моменты системы зарядов.
16. Квазистационарное магнитное поле. Закон Био-Савара. Магнитный момент системы зарядов.
17. Движение частицы в однородном магнитном поле.
18. Нерелятивистское движение частицы в перпендикулярных постоянных и однородных электрическом и магнитном полях.
19. Релятивистское движение частицы в параллельных однородных электрическом и магнитном полях.
20. Граничные задачи электростатики. Решение уравнения Пуассона.
21. Электростатическая энергия зарядов. Релятивистское движение в кулоновом поле.
22. Волновое уравнение. Монохроматическая плоская волна. Спектральное разложение.
23. Поляризованный свет. Разложение электростатического поля. Собственные колебания поля.
24. Запаздывающие потенциалы. Потенциалы Лиенара-Вихерта. Спектральное разложение запаздывающих потенциалов. Функция Лагранжа с точностью до членов второго порядка.
25. Дипольное излучение. Дипольное излучение при столкновениях. Тормозное излучение малых частот.
26. Квадрупольное и магнито-дипольное излучение. Излучение быстро движущегося заряда. Торможение излучением в релятивистском случае.
27. Электрическая поляризация однородной среды. Возможные варианты поляризации среды, вектор плотности поляризации среды.
28. Потенциальная энергия системы зарядов, находящихся во внешнем электрическом поле. Скалярный потенциал системы зарядов.
29. Потенциальная энергия системы зарядов, находящихся во внешнем магнитном поле.

30. Потенциал магнитного поля, создаваемого системой зарядов.
31. Вектор Герца и его связь со скалярным потенциалом электрического поля поляризованной среды.
32. Магнитный аналог вектора Герца и его связь с векторным потенциалом магнитного поля поляризованной среды.
33. Уравнение непрерывности для плотности токов связанных зарядов.
34. Тензор поляризации среды и его связь с четырехмерным вектором плотности тока связанных зарядов.
35. Тензор поляризационных потенциалов и его связь с потенциалами поляризационных токов связанных зарядов.
36. Компонентный состав тензора магнитной индукции и тензора напряженностей полей. Их связь с векторами электрической и магнитной поляризации среды.
37. Связь диэлектрической проницаемости среды с определением вектора электрической индукции. Значения диэлектрической проницаемости среды для типичных диэлектриков.
38. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики.
39. Ковариантные уравнения Максвелла в однородной и изотропной среде.
40. Плотность энергии –импульса электромагнитного поля в среде.
41. Вектор Пойнтинга в среде.
42. Волновое уравнение в среде. Условие Лоренца в среде.
43. Напряженности полей в приближении длинных волн. Эйкональное приближение.
44. Плотность электрической и магнитной энергии поля в приближении геометрической оптики. Связь плотности энергии в этом приближении с вектором Пойнтинга.
45. Уравнение луча. Зависимость радиуса кривизны траектории луча от показателя преломления среды.
46. Вектор поляризации и диэлектрическая проницаемость в газах.
47. Физический смысл мнимой части комплексного показателя преломления.
48. Дисперсионные кривые в газах.
49. Особенности дисперсии в проводящей среде. Предельные случаи идеальных диэлектриков и металлов.
50. Скин-эффект. Зависимость глубины скин-слоя для проводника от частоты электромагнитной волны. Техническое использование скин-эффекта.
51. Конус Маха. Формирование фронта плоской волны излучения Вавилова-Черенкова. Раствора конуса Маха.
52. Многовременной формализм при сверхсветовом движении заряда в среде.
53. Условие возникновения излучения Вавилова-Черенкова. Спектральная формула Франка-Тамма.

– Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с «Положением балльно-рейтинговой системе оценки и текущем контроле успеваемости студентов», а также «Положением о промежуточной аттестации» университета «Дубна».

10 Ресурсное обеспечение

- **Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

Основная учебная литература

1. Каликинский И. И. Электродинамика [Электронный ресурс]: Учебное пособие / И.И. Каликинский. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 159 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Магистратура). (переплет) ISBN 978-5-16-006771-1 // ЭБС

"Znanium.com". - URL: http://znanium.com/bookread2.php?book=406832 (дата обращения: 23.05.2019) Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
2. Кураев А. А. Электродинамика и распространение радиоволн [Электронный ресурс]: Учебное пособие / А.А. Кураев, Т.Л. Попкова, А.К. Синицын. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 424 с.: ил.; - (Высшее образование: Бакалавриат). (п) ISBN 978-5-16-006211-2 // ЭБС "Znanium.com". - http://znanium.com/bookread2.php?book=367972 (дата обращения: 23.05.2019) Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
3. Будагян И. Ф. Электродинамика [Электронный ресурс]: Учебное пособие / И.Ф. Будагян, В.Ф. Дубровин, А.С. Сигов. - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 304 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Магистратура). (переплет) ISBN 978-5-98281-329-9. // ЭБС "Znanium.com". - http://znanium.com/bookread2.php?book=391337 (дата обращения: 23.05.2019) Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

Дополнительная учебная литература

1. Гринев, А. Ю. Основы электродинамики с Matlab [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Ю. Гринев, Е. В. Ильин. - М.: Логос, 2012. - 176 с. - ISBN 978-5-98704-700-2. // ЭБС "Znanium.com". - URL: http://znanium.com/bookread2.php?book=468451 (дата обращения: 23.05.2019) Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
2. Кузнецов, С.И. Физика. Основы электродинамики. Электромагнитные колебания и волны: Учебное пособие / С.И. Кузнецов. - 4-е изд., испр. и доп. - М.: Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 231 с.: 60x90 1/16. (переплет) ISBN 978-5-9558-0332-6 // ЭБС "Znanium.com". - URL: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=424601 (дата обращения: 23.05.2019) Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
3. Лабораторный практикум: Электродинамика [Электронный ресурс]: / Александров В.Н., Семаш В.Д. - М.:МПГУ, 2014. - 92 с.: ISBN 978-5-4263-0147-4 // ЭБС "Znanium.com". - URL: http://znanium.com/bookread2.php?book=754618 (дата обращения: 23.05.2019) Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
4. Муромцев, Д.Ю. Электродинамика и распространение радиоволн. [Электронный ресурс] : Учебные пособия / Д.Ю. Муромцев, Ю.Т. Зырянов, П.А. Федюнин, О.А. Белоусов. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2014. — 448 с. — // ЭБС "Лань". - URL: http:// https://e.lanbook.com/reader/book/50680/#2 (дата обращения: 23.05.2019) Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

- **Периодические издания**

1. Журнал экспериментальной и теоретической физики / Учредитель: РАН, Институт физических проблем им. П.Л. Капицы РАН. Гл. ред. академик Андреев А.Ф., ИФП РАН. М.: Академиздатцентр «Наука». - Журнал основан в 1873 году. Полные тексты статей доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: http://elibrary.ru/title_about.asp?id=8682 и на сайте журнала http://www.jetp.ac.ru/
2. Медицинская физика / Учредитель: Ассоциация медицинских физиков России; гл. ред. д. ф.-м. н., проф. В.А. Костылев. – М.: Ассоциация медицинских физиков России. – Журнал основан в 1995 году. Полные тексты статей доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=10064
3. Ядерная физика / Учредитель: РАН, Издательство «Наука» , Гл. ред.: Ю.Г. Абов. – М.: Академиздатцентр «Наука».- Журнал основан в 1965 году. Полные тексты статей доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1549086

- **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

Электронно-библиотечные системы и базы данных

1. ЭБС «Znanium.com»: http://znanium.com/
2. ЭБС «Лань»: https://e.lanbook.com/
3. ЭБС «Юрайт»: https://biblio-online.ru/
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: http://biblioclub.ru/
5. Научная электронная библиотека (РУНЭБ) «eLIBRARY.RU»: http://elibrary.ru
6. Национальная электронная библиотека (НЭБ): http://нэб.рф/
7. Базы данных российских журналов компании «East View»: https://dlib.eastview.com/

Научные поисковые системы

1. Google Scholar - поисковая система по научной литературе. Включает статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций https://scholar.google.ru/
2. SciGuide - навигатор по зарубежным научным электронным ресурсам открытого доступа. http://www.prometeus.nsc.ru/sciguide/page0601.ssi
3. WorldWideScience.org - глобальная научная поисковая система, которая осуществляет поиск информации по национальным и международным научным базам данных и порталам. http://worldwidescience.org/
4. ArXiv.org - научно-поисковая система, специализируется в областях: компьютерных наук, астрофизики, физики, математики, квантовой биологии. http://arxiv.org/

Профессиональные ресурсы сети «Интернет»

1. Федеральная информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»: http://window.edu.ru/

- **Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы**

Для проведения практических занятий могут использоваться мультимедиа-материалы (презентации, слайды, учебные видеофильмы и т.д.), в связи, с чем требуется оборудование зала видеопроектором, компьютером или ноутбуком, а также аудиоаппаратурой. Для выполнения заданий самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечиваются литературой, а также в определённом порядке могут получать доступ к информационным ресурсам Интернета.

Дисциплина обеспечена необходимым программным обеспечением, которое находится в свободном доступе (программы OpenOffice и MAXIMA, свободная лицензия, код доступа не требуется).

- **Описание материально-технической базы**

Компьютерный класс .

11 Язык преподавания

Русский