

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский  
государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Физический факультет

---

Кафедра физики элементарных частиц

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### **Избранные главы современной физики**

направление подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия

**Курс 2-3, семестр 3-6**

профиль

**Физика плазмы**

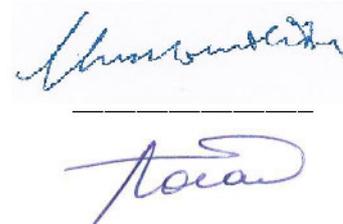
Форма обучения: **очная**

Разработчик:

д.ф.-м.н. А.И. Мильштейн

Заведующий кафедрой ФЭЧ ФФ

д.ф.-м.н. И.Б. Логашенко



Two handwritten signatures in blue ink. The top signature is cursive and appears to be 'А.И. Мильштейн'. The bottom signature is also cursive and appears to be 'И.Б. Логашенко'. A horizontal line is drawn below the top signature.

Новосибирск 2020

## Содержание

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Избранные главы современной физики» ...	3
1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	5
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	6
3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося .....	6
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	7
5. Перечень учебной литературы .....	13
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся	13
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	14
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	14
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	14
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.....	15

**Аннотация**  
**к рабочей программе дисциплины «Избранные главы современной физики»**  
Направление: **03.06.01 Физика и астрономия**  
Направленность (профиль): **Физика плазмы**

Дисциплина «Избранные главы современной физики» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия» профиль подготовки «Физика плазмы» по очной форме обучения на русском языке. Дисциплина «Избранные главы современной физики» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки в рамках программ бакалавриата и магистратуры, и не требует знаний по другим дисциплинам подготовки для аспирантов. Курс входит в набор вариативных дисциплин, направленных на подготовку к сдаче экзаменов кандидатского минимума и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации), для аспирантов, обучающихся по профилю подготовки «Физика плазмы».

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

**Знания:**

УК-1.1. Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.

УК-5.1. Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.

ОПК-1.1. Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.

ПК-1.1. Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

ПК-2.1. Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

**Умения:**

УК-1.2. Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.

УК-5.2. Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития.

ОПК-1.2. Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.

ПК-1.2. Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

ПК-2.2. Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

**Навыки:**

УК-5.3. Владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.

ОПК-1.3. Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.

Перечень основных разделов дисциплины: Общие вопросы и проблемы классической динамики, специальной теории относительности, классической электродинамики, релятивистской квантовой механики, проблемы ядерной физики, феноменологии сильных и слабых взаимодействий; Стандартная модель элементарных частиц и ее расширение. Основы единой теории сильных, слабых и электромагнитных взаимодействий и современные методы теоретического анализа.

Дисциплина ставит перед собой две основные задачи. Первой задачей является подготовка аспирантов указанной специальности к сдаче кандидатского экзамена по широкому кругу вопросов. Второй задачей является детальное обсуждение некоторых вопросов, которые не входят в стандартную университетскую программу, но знание и правильное понимание которых очень важно для работы исследователей. Обучение предполагается проводить не на основе повторения университетского курса, а на основе обсуждения нетривиальных и интересных физических проблем, решение которых потребует напоминания основ теории. Это позволит подготовиться к сдаче кандидатских экзаменов, а также повысить интерес к исследовательской работе. В первой части курса обсуждались вопросы, связанные с классической динамикой, специальной теорией относительности, классической электродинамикой, релятивистской квантовой механикой, проблемы ядерной физики, феноменология сильных и слабых взаимодействий. Вторая часть курса посвящена Стандартной модели элементарных частиц и ее расширениям. Излагаются основы единой теории сильных, слабых и электромагнитных взаимодействий и современные методы теоретического анализа, позволяющие делать простые оценки для всего многообразия процессов и явлений физики элементарных частиц. Знание представленного материала важно, как для теоретиков и вычислителей, так и для экспериментаторов.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекционные занятия, практические занятия, доклады обучающихся по тематике, связанной с выполнением их научной работы, самостоятельная подготовка обучающихся, зачет.

Общий объем дисциплины – 6 зачетных единицы (216 часов).

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

Код	Компетенции, формируемые в рамках дисциплины
<b>УК-1. Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</b>	
УК-1.1	Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.
УК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.
<b>УК-5. Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития</b>	
УК-5.1	Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.
УК-5.2	Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития, владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования.
УК-5.3	Обладать знаниями, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.
<b>ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</b>	
ОПК-1.1	Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.
ОПК-1.2	Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.
ОПК-1.3	Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.
<b>ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.</b>	
ПК-1.1	Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
ПК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
<b>ПК-2. Способность к решению научных и практических задач в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.</b>	
ПК-2.1	Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
ПК-2.2	Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Избранные главы современной физики» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия» профиль подготовки «Физика плазмы» по очной форме обучения на русском языке. Дисциплина «Избранные главы современной физики» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки в рамках программ бакалавриата и магистратуры, и не требует знаний по другим дисциплинам подготовки для аспирантов. Курс входит в набор вариативных дисциплин, направленных на подготовку к сдаче экзаменов кандидатского минимума и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации), для аспирантов, обучающихся по профилю подготовки «Физика плазмы».

**Перечень основных разделов дисциплины:** Общие вопросы и проблемы классической динамики, специальной теории относительности, классической электродинамики, релятивистской квантовой механики, проблемы ядерной физики, феноменологии сильных и слабых взаимодействий; Стандартная модель элементарных частиц и ее расширение. Основы единой теории сильных, слабых и электромагнитных взаимодействий и современные методы теоретического анализа.

Дисциплина ставит перед собой две основные задачи. Первой задачей является подготовка аспирантов указанной специальности к сдаче кандидатского экзамена по широкому кругу вопросов. Второй задачей является детальное обсуждение некоторых вопросов, которые не входят в стандартную университетскую программу, но знание и правильное понимание которых очень важно для работы исследователей. Обучение предполагается проводить не на основе повторения университетского курса, а на основе обсуждения нетривиальных и интересных физических проблем, решение которых потребует напоминания основ теории. Это позволит подготовиться к сдаче кандидатских экзаменов, а также повысить интерес к исследовательской работе. В первой части курса обсуждались вопросы, связанные с классической динамикой, специальной теорией относительности, классической электродинамикой, релятивистской квантовой механикой, проблемы ядерной физики, феноменология сильных и слабых взаимодействий. Вторая часть курса посвящена Стандартной модели элементарных частиц и ее расширениям. Излагаются основы единой теории сильных, слабых и электромагнитных взаимодействий и современные методы теоретического анализа, позволяющие делать простые оценки для всего многообразия процессов и явлений физики элементарных частиц. Знание представленного материала важно, как для теоретиков и вычислителей, так и для экспериментаторов.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекционные занятия, практические занятия, доклады обучающихся по тематике, связанной с выполнением их научной работы, самостоятельная подготовка обучающихся, зачет.

Общий объем дисциплины – 6 зачетных единицы (216 часов).

Дисциплины (практики), для изучения которых необходимо освоение дисциплины Избранные главы современной физики:

Кандидатский экзамен по модулю Физика плазмы

## 3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)					Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Индивидуальная работа с преподавателем			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Кандидатский экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	36	14	14			6			2		
4	72	32	32			6			2		
5	36	14	14			6			2		
6	72	32	32			6			2		
ИТОГО	216	92	92			24			8		
<p>Всего 216 часов /6 зачетных единиц из них: - контактная работа 192 часов - в интерактивных формах 92 часов</p>											
Компетенции: УК-1, УК-5, ОПК-1, ПК-1, ПК-2											

#### 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Консультации перед экзаменом (в часах)	Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы			Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	Сам. работа во время промежуточной аттестации			
				Лекции	Практические занятия	Индивидуальная работа с преподавателем / Консультации в период занятий					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
<b>3 семестр</b>											
1.	Преобразования Лоренца для векторов и тензоров, преобразование Лоренца для электромагнитного поля, инварианты электромагнитного поля относительно преобразований Лоренца	1	1	1							

2.	Функция Лагранжа релятивистской частицы в электромагнитном поле, сила Лоренца, Гамильтониан, канонический импульс, калибровочная инвариантность	2	1	1						
3.	Плотность энергии и импульса электромагнитного поля, сохранение энергии и импульса системы частица+поле при движении частицы в переменном поле.	3	1	1						
4.	Прецессия Томаса, движение магнитного момента в электромагнитном поле, уравнение Баргмана-Мишеля-Телегди	4	1	1						
5.	Проблема центра инерции в системе взаимодействующих релятивистских частиц	5	1	1						
6.	Движение в центральном поле, уравнение Гамильтона-Якоби, рассеяние релятивистской частицы в кулоновском поле, проблема падения на центр в релятивистской классической механике	6	1	1						
7.	Потенциалы движущихся зарядов, излучение электромагнитных волн частицей во внешнем поле, мультипольное разложение, поляризация излучения, параметры Стокса.	7	1	1						
8.	Сила радиационного трения. Лазер на свободных электронах.	8	1	1						
9.	Уравнения Дирака в электромагнитном поле, ток, калибровочная инвариантность, вероятностная интерпретация, преобразование Фолди-Ваутхайзена, нерелятивистское разложение, гамильтониан Брейта	9	1	1						
10.	Оператор скорости электрона в релятивистском случае, дрожание (Zitterbewegung) электрона, рассеяние в одномерном случае, парадокс Клейна	10	1	1						

11.	Релятивистские эффекты в атомах, тонкая структура, асимметричное рассеяние медленных электронов, скачек волновой функции, аномальный эффект Холла, спиновый эффект Холла	11	1	1						
12.	Флуктуации вакуума, Лэмбовский сдвиг в атоме водорода, Лэмбовский сдвиг в системе двух частиц ( или ?). Аномальный магнитный момент, его зависимость от поля.	12	1	1						
13.	Рассеяние электронов при низких энергиях, эффект Рамзауэра. Рассеяние электронов при высоких энергиях, спиновые эффекты, борновское приближение, эйкональное приближение, квазиклассическое приближение	13	1	1						
14.	Рассеяние света на атомах и ядрах, томсоновское рассеяние, рэлеевское рассеяние, комптоновское рассеяние, дельбрюковское рассеяние, резонансное рассеяние	14	1	1						
15.	Тормозное излучение электрона на атоме при высоких энергиях, длина формирования, влияние многократного рассеяния, эффект Ландау-Померанчука	15	0,5	0,5						
16.	Рождение электрон-позитронных пар фотоном в атомном поле, рождение пар однородным электромагнитным полем, механизм Швингера	16	0,5	0,5						
17.	Научные доклады обучающихся по тематикам их научных исследований	1-16	20		14		6			
1.	Зачет	17	2							2
2.	Всего по семестру		36	14	14		6			2
<b>4 семестр</b>										
1.	Нуклон-нуклонное взаимодействие при низких энергиях, изотопическая инвариантность, обобщенный принцип Паули; свойства ядерных сил, роль кулоновских сил в деформации и делении ядер; энергия связи ядер	1	3	2	1					
2.	Дейтрон, магнитный момент дейтрона, примесь d-волны. pp, pp и pp	2	3	2	1					

	рассеяние при очень низких энергиях, виртуальный уровень. Приближение нулевого радиуса									
3.	Потенциал Саксона-Вудса и трехмерный осциллятор, оболочки, магические ядра, спин-орбитальное взаимодействие, кулоновское взаимодействие, pp и pp спаривание в ядрах; магнитные моменты ядер	3	3	2	1					
4.	Изотопы, стабильность ядер, - распад, спектр - электронов и влияние массы нейтрино, правила отбора для -распада; -распад, деление ядер	4	3	2	1					
5.	Одночастичные возбуждения в ядрах, электромагнитные переходы, правила отбора; статическая деформация ядер	5	3	2	1					
6.	Вращательные спектры, колебательные спектры, гигантские дипольные резонансы; упругие и неупругие ядерные реакции	6	3	2	1					
7.	Четыре типа взаимодействий. Их пространственно-временные масштабы, константы связи. Элементарные частицы: кварки, лептоны, калибровочные бозоны	7	3	2	1					
8.	Мезоны и барионы как кварковые состояния. Квантовое число "цвет", симметрия барионной волновой функции. Кварковые ароматы. Дублет u- и d-кварков. Изотопическая симметрия. Дублет антикварков, G-сопряжение, G-четность. Пентакварки и молекулярные состояния элементарных частиц	8	3	2	1					
9.	Сохраняющиеся квантовые числа. Изомультиплеты. Следствия изотопической инвариантности. Методы получения изотопических соотношений: коэффициенты Клебша-Гордона, построение инвариантных амплитуд, "фабрика" Шмушкевича	9	3	2	1					

10.	Электромагнитные характеристики адронов. Константы мезонных распадов. Формфакторы, поляризуемость. Массовые формулы	10	3	2	1					
11.	Асимптотическая свобода. Квантовая хромодинамика. Кварконий. Спектроскопия состояний. Аннигиляционные каналы распада. Определение величины константы связи	11	3	2	1					
12.	Структура упругого нуклон-нуклонного и нуклон - мезонного взаимодействия, спиновые эффекты	12	3	2	1					
13.	Электрон-позитронная аннигиляция в адроны. Модель векторной доминантности в области умеренных энергий. Глубоко неупругое рассеяние лептонов. Кварк-партоновая модель	13	3	2	1					
14.	Непертурбативные эффекты в КХД. Вакуум в КХД. Инстантоны. Невылетание цвета	14	3	2	1					
15.	Стандартная модель слабых и электромагнитных взаимодействий. Промежуточные векторные бозоны, их массы, каналы распада, ширины	15	3	2	1					
16.	Нейтральные каоны. Нарушение CP инвариантности. Матрица Кобаяши-Маскавы, осцилляции нейтрино	16	3	2	1					
17.	Научные доклады обучающихся по тематикам их научных исследований	1-16	22		16		6			
18.	Зачет	17	2							2
19.	Всего по семестру		72	32	32		6			2
<b>5 семестр</b>										
1.	Абелевы и неабелевы калибровочные теории поля, их квантование, ковариантные и нековариантные калибровки, функциональные методы в квантовой теории поля, диаграммная техника для вычисления амплитуд	1-6	6	6						
2.	Элементарные процессы квантовой электродинамики и квантовой хромодинамики в первомнеисходящем	7-10	4	4						

	приближении теории возмущений, свойства дифференциальных и полных сечений, поведение сечений при высоких энергиях								
3.	Радиационные поправки, ультрафиолетовые расходимости и перенормировки, ренорм-группа, уравнения ренорм-группы, экранировка заряда в абелевых теориях и асимптотическая свобода в неабелевых.	11-16	4	4					
4.	Научные доклады обучающихся по тематикам их научных исследований	1-16			14		6		
5.	Зачет	17	2						2
6.	Всего по семестру		36	14	14		6		2
<b>6 семестр</b>									
1.	Факторизация "жестких" и "мягких" вкладов в сечения процессов при больших энергиях. Приближенные методы вычисления сечений процессов высокого порядка теории возмущений. Партоновая модель. Уравнения эволюции партоновых распределений	1-6	16	10	6				
2.	Спонтанное нарушение симметрии, теория электро-слабых взаимодействий Глэшоу-Вайнберга-Салама, CP несохранение, процессы рождения и распада векторных бозонов и хиггсовского бозона, физика частиц с тяжелыми и сверх-тяжелыми кварками	7-11	17	11	6				
3.	Неполнота Стандартной Модели с теоретической и феноменологической точек зрения. Осцилляции нейтрино. Пути расширения Стандартной Модели. Единые модели теории сильных, слабых и электромагнитных взаимодействий.	12-16	17	11	6				
4.	Научные доклады обучающихся по тематикам их научных исследований	1-16	20		14		6		
5.	Зачет	17	2						2
6.	Всего по семестру		72	32	32		6		2
	Итого		216	92	92		24		8

Теоретический материал курса освещается в ходе лекций. В лекциях обсуждается как

необходимый математический аппарат и теоретические аспекты алгоритмов, так и реальные примеры использования обсуждаемых методов из практики наиболее известных экспериментов в мировой науке. Практикуется обсуждение проблемных вопросов, в том числе, с элементами свободной дискуссии с участием обучающихся и преподавателя. На занятиях также заслушиваются доклады обучающихся по заданным темам, сопровождающиеся уточняющими вопросами со стороны преподавателя и других обучающихся. Темы закрепляются в ходе самостоятельной работы обучающегося по решению задач с использованием рекомендованной литературы, а также в процессе научно-исследовательской деятельности. Материал всех лекций доступен в электронном виде. В ходе лекций широко используются компьютерные демонстрации.

#### Самостоятельная работа обучающихся

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Самостоятельная подготовка к лекционным и практическим занятиям с использованием учебной литературы. Подготовка доклада по избранной теме. Поиск литературных источников, работа с научным текстом, анализ литературных данных. Подготовка к практическим занятиям. Решение практических заданий.	24

### **5. Перечень учебной литературы**

#### 5.1 Основная литература

1. Л. Д. Ландау, Е.М. Лифшиц; Теоретическая физика: учебное пособие для студентов физических специальностей университетов: в 10 т. / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц; под ред. Л.П. Питаевского Москва: Физматлит, 200 -22 см. ISBN 5-9221-0053-X Т.3: Квантовая механика. Нерелятивистская теория Изд. 6-е, испр 2008800 с.: ил. ISBN 978-5-9221-0530-9.
2. В. В. Батыгин, И. Н. Топтыгин; Сборник задач по электродинамике: [учебное пособие для вузов] / В.В. Батыгин, И.Н. Топтыгин; под ред. М.М. Бредова 3-е изд., испр Москва: Регуляр. и хаотич. динамика, 2002639 с.: ил.; 21 см. ISBN 5-93972-155-9.
3. В.М. Галицкий, Б.М. Карнаков, В.И. Коган; Задачи по квантовой механике: [Учеб. пособие для физ. спец. вузов] / В.М. Галицкий, Б.М. Карнаков, В.И. Коган 2-е изд., перераб. и доп. М.: Наука, 1992879 с. : ил. ISBN 5020143650

#### 5.2 Дополнительная литература

4. В.Б. Берестецкий, Е.М. Лившиц, Л.П. Питаевский. Теоретическая физика: [Учеб. пособие для физ. спец. ун-тов]: В 10 т. Т.4. Квантовая электродинамика / В.Б. Берестецкий, Е.М. Лифшиц, Л.П. Питаевский. / Л.Д. Ландау, Е.М. Лившиц; Под ред. Л.П. Питаевского 4-е изд., испр. М.: Физматлит, 2001719 с.: ил. ; 22 см. ISBN 5-9221-0053-X
5. Окунь Л.Б. Лептоны и кварки / Л.Б. Окунь 2-е изд., перераб. и доп. М.: Наука, 1990345 с. : ил. ISBN 5-020140279.

### **6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся**

Размещение учебных материалов: Адрес страницы аспирантуры ИЯФ СО РАН <http://www.inp.nsk.su/obrazovanie/aspirantura>.

Обучающийся в аспирантуре должен уметь самостоятельно осуществлять научный поиск литературы, необходимой при подготовке доклада по избранной теме.

Обучающиеся полностью обеспечены необходимой научной литературой за счет фондов библиотеки НГУ (<http://libra.nsu.ru/>). Обучающимся, проходящим практику в Институтах СО РАН, предоставляется доступ к информационным ресурсам на тех же

основаниях, что и научным сотрудникам этих институтов на основании договоров о прохождении практической подготовки.

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

Освоение дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет;

Взаимодействие обучающегося с преподавателем (синхронное и (или) асинхронное) осуществляется через личный кабинет студента в ЭИОС.

### 5.3 Современные профессиональные базы данных:

1. Полнотекстовые журналы Springer Journals за 1997-2020 г., электронные книги (2005-2020 гг.), коллекция научных биомедицинских и биологических протоколов SpringerProtocols, коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга SpringerMaterials, реферативная БД по чистой и прикладной математике zbMATH.
2. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (ЭБД РГБ).
3. Полнотекстовые электронные ресурсы Freedom Collection издательства Elsevier (Нидерланды) (23 предметные коллекции).
4. Электронные ресурсы Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.), Journal Citation Reports + ESI.
5. Электронные БД JSTOR (США). 15 предметных коллекций: Arts & Sciences I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, Life Sciences, Health & General Science, Mathematics & Statistics, Ecology & Botany, Language & Literature, Business I, II).
6. БД Scopus (Elsevier).

### 7.2. Информационные справочные системы

Не используются

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

## **10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине**

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине и индикаторов их достижения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы по дисциплине представлен в разделе 1.

### **10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине**

#### **Текущий контроль успеваемости:**

Текущий контроль включает контроль посещаемости обучающимися еженедельных занятий, оценку их активности в ходе дискуссий и заключается в презентации аспирантом доклада по одному из разделов программы курса.

#### **Промежуточная аттестация:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Избранные главы современной физики» проводится по итогам завершения программы дисциплины в виде зачета, по результатам которого выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Оценка «зачтено» может быть выставлена по результатам текущего контроля, если в ходе представления самостоятельно подготовленного доклада и ответов на вопросы обучающийся продемонстрировал уровень сформированности компетенций не ниже порогового. Оценка «зачтено» является положительным результатом прохождения промежуточной аттестации. На зачете для дополнительной проверки сформированности отдельных компетенций обучающемуся могут быть заданы вопросы по пройденному материалу.

### **Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине Избранные главы современной физики**

Таблица 10.1

Код компетенции	Результат обучения по дисциплине	Оценочное средство
<b>УК-1.</b>	<b>Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</b>	Работа на занятиях Представление доклада Зачет
УК-1.1	Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.	
УК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к	

	профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.	
<b>УК-5 Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития</b>		Работа на занятиях Представление доклада Зачет
УК-5.1	Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.	
УК-5.2	Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития.	
УК-5.3	Владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.	
<b>ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</b>		Работа на занятиях Представление доклада Зачет
ОПК-1.1	Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.	
ОПК-1.2	Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.	
ОПК-1.3	Владеть способностью составлять и оформлять научно-техническую документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.	
<b>ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.</b>		Работа на занятиях Представление доклада Зачет
ПК-1.1	Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	
ПК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	
<b>ПК-2. Способность к решению научных и практических задач в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.</b>		Работа на занятиях Представление доклада Зачет
ПК-2.1	Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	
ПК-2.2	Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (не зачтено)	Пороговый уровень (зачтено)	Базовый уровень (зачтено)	Продвинутый уровень (зачтено)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	УК 1.1 УК 5.1 ОПК 1.1 ПК 1.1 ПК 2.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	УК 1.2 УК 5.2 ОПК 1.2 ПК 1.2 ПК 2.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.
Наличие навыков (владение опытом)	УК 5.3 ОПК 1.3	Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины. Нет навыков в решении стандартных задач. Наличие	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. Продемонстрированы знания по

		грубых ошибок.			решению нестандартных задач.
--	--	----------------	--	--	------------------------------

***Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения***

**Вопросы для зачета.**

1. Преобразования Лоренца для векторов и тензоров, преобразование Лоренца для электромагнитного поля, инварианты электромагнитного поля относительно преобразований Лоренца
2. Функция Лагранжа релятивистской частицы в электромагнитном поле, сила Лоренца, Гамильтониан, канонический импульс, калибровочная инвариантность.
3. Плотность энергии и импульса электромагнитного поля, сохранение энергии и импульса системы частица+поле при движении частицы в переменном поле. 4. Прецессия Томаса, движение магнитного момента в электромагнитном поле, уравнение Баргмана-Мишеля-Телегди.
5. Проблема центра инерции в системе взаимодействующих релятивистских частиц
6. Движение в центральном поле, уравнение Гамильтона-Якоби, рассеяние релятивистской частицы в кулоновском поле, проблема падения на центр в релятивистской классической механике.
7. Потенциалы движущихся зарядов, излучение электромагнитных волн частицей во внешнем поле, мультипольное разложение, поляризация излучения, параметры Стокса.
8. Сила радиационного трения. Лазер на свободных электронах.
9. Уравнения Дирака в электромагнитном поле, ток, калибровочная инвариантность, вероятностная интерпретация, преобразование Фолди-Ваутхайзена, нерелятивистское разложение, гамильтониан Брейта
10. Оператор скорости электрона в релятивистском случае, дрожание (Zitterbewegung) электрона, рассеяние в одномерном случае, парадокс Клейна
11. Релятивистские эффекты в атомах, тонкая структура, асимметричное рассеяние медленных электронов, скачек волновой функции, аномальный эффект Холла, спиновый эффект Холла.
12. Флуктуации вакуума, Лэмбовский сдвиг в атоме водорода, Лэмбовский сдвиг в системе двух частиц ( или ?). Аномальный магнитный момент, его зависимость от поля.
13. Рассеяние электронов при низких энергиях, эффект Рамзауэра. Рассеяние электронов при высоких энергиях, спиновые эффекты, борновское приближение, эйкональное приближение, квазиклассическое приближение
14. Рассеяние света на атомах и ядрах, томсоновское рассеяние, рэлеевское рассеяние, комптоновское рассеяние, дельбрюковское рассеяние, резонансное рассеяние
15. Тормозное излучение электрона на атоме при высоких энергиях, длина формирования, влияние многократного рассеяния, эффект Ландау-Померанчука
16. Рождение электрон-позитронных пар фотоном в атомном поле, рождение пар однородным электромагнитным полем, механизм Швингера
17. Нуклон-нуклонное взаимодействие при низких энергиях, изотопическая инвариантность, обобщенный принцип Паули; свойства ядерных сил, роль кулоновских сил в деформации и делении ядер; энергия связи ядер.
18. Дейтрон, магнитный момент дейтрона, примесь d-волны. np, pp и nn рассеяние при очень низких энергиях, виртуальный уровень. Приближение нулевого радиуса
19. Потенциал Саксона-Вудса и трехмерный осциллятор, оболочки, магические ядра,

- спин-орбитальное взаимодействие, кулоновское взаимодействие, pp и np спаривание в ядрах; магнитные моменты ядер.
20. Изотопы, стабильность ядер, - распад, спектр -электронов и влияние массы нейтрино, правила отбора для -распада; -распад, деление ядер.
  21. Одночастичные возбуждения в ядрах, электромагнитные переходы, правила отбора; статическая деформация ядер.
  22. Вращательные спектры, колебательные спектры, гигантские дипольные резонансы; упругие и неупругие ядерные реакции.
  23. Четыре типа взаимодействий. Их пространственно-временные масштабы, константы связи. Элементарные частицы: кварки, лептоны, калибровочные бозоны.
  24. Мезоны и барионы как кварковые состояния. Квантовое число "цвет", симметрия барионной волновой функции. Кварковые ароматы. Дублет u- и d-кварков. Изотопическая симметрия. Дублет антикварков, G-сопряжение, G-четность. Пентакварки и молекулярные состояния элементарных частиц.
  25. Сохраняющиеся квантовые числа. Изомультиплеты. Следствия изотопической инвариантности. Методы получения изотопических соотношений: коэффициенты Клебша-Гордона, построение инвариантных амплитуд, "фабрика" Шмушкевича.
  26. Электромагнитные характеристики адронов. Константы мезонных распадов. Формфакторы, поляризуемость. Массовые формулы.
  27. Асимптотическая свобода. Квантовая хромодинамика. Кварконий. Спектроскопия состояний. Аннигиляционные каналы распада. Определение величины константы связи.
  28. Структура упругого нуклон-нуклонного и нуклон - мезонного взаимодействия, спиновые эффекты.
  29. Электрон-позитронная аннигиляция в адроны. Модель векторной доминантности в области умеренных энергий. Глубоко неупругое рассеяние лептонов. Кварк-партоновая модель.
  30. Непертурбативные эффекты в КХД. Вакуум в КХД. Инстантоны. Невылетание цвета.
  31. Стандартная модель слабых и электромагнитных взаимодействий. Промежуточные векторные бозоны, их массы, каналы распада, ширины.
  32. Нейтральные каоны. Нарушение CP инвариантности. Матрица Кобаяши-Маскавы, осцилляции нейтрино.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.