



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

Огнев А.В.



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента
общей и экспериментальной
физики

Короченцев В.В.

«12» февраля 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Введение в физику высоких энергий

Направление подготовки 03.04.02 «Физика»

(Прикладная физика (совместно с НИЦ "Курчатовский институт" и ИАПУ ДВО РАН))

Форма подготовки очная

курс 2 семестр 3

лекции – 16 час.

практические занятия - 0 час.

лабораторные работы – 16 час.

в том числе с использованием МАО лек. 0 /пр. 0 /лаб. 16 час.

всего часов аудиторной нагрузки 32 час.

в том числе с использованием МАО 16 час.

самостоятельная работа 76 час.

в том числе на подготовку к экзамену - 0 час.

контрольные работы (количество) – не предусмотрены

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены

зачет 3 семестр

экзамен не предусмотрен

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки по направлению подготовки 03.04.02 Физика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07 августа 2020 г. № 914.

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента общей и экспериментальной физики ШЕН ДВФУ, протокол № 3 от «05» февраля 2021 г.

Директор департамента: к.х.н., доцент, Короченцев В.В.

Составитель: доцент Огнев А.В.

Владивосток
2021

Оборотная сторона титульного листа РПД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от « ____ » _____ 200 г. № ____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от « ____ » _____ 200 г. № ____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель: формирование современных представлений о структуре материи, включая свойства и структуру атомных ядер и физических явлений, в которых ядра играют основную роль, представление о фундаментальных взаимодействиях и элементарных частицах.

Задачи:

1. изучение методов исследования в физике элементарных частиц, свойств различных классов элементарных частиц, происходящих с ними высокоэнергетических процессов и физических механизмов, лежащие в их основе;

2. ознакомление с законами сохранения, играющими ключевую роль в выявлении возможных процессов в физике элементарных частиц с участием конкретных частиц и определении характеристик взаимодействующих частиц;

3. расширение фундаментальной базы физических знаний, на основе которой в дальнейшем можно развивать более глубокое и детализированное изучение прикладной физики.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируется профессиональная компетенция.

Профессиональная компетенция выпускников и индикаторы ее достижения:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Организационно-управленческий	ПК-5 Способен планировать и организовывать исследования в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научные семинары	ПК-5.1 выбирает инструменты для организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научных семинаров и коллоквиумов ПК-5.2 анализирует и применяет способы планирования, и организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-5.1 выбирает инструменты для организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научных семинаров и коллоквиумов	Знает основные инструменты для организации исследований в области прикладной физики
	Умеет применять необходимые инструменты для организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научных семинаров и коллоквиумов
	Владеет основными инструментами для организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научных семинаров и коллоквиумов
ПК-5.2 анализирует и применяет способы планирования, и	Знает основные способы планирования, и организации исследований

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий	Умеет выбирать способы планирования исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий
	Владеет навыками организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий

1. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы 108 академических часов, в том числе 32 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и 76 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам).

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Лб	Лабораторные занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная

	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Контроль из часов на СР	
1	Раздел 1. Развитие физики высоких энергий	3	8	8			38	Зачет	
2	Раздел 2. Наблюдение, регистрация и производство элементарных частиц. Эксперименты в физике высоких энергий. Методы исследования в физике ядра и частиц	3	8	8			38		
	Итого:		16	16			76		

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание темы
1	Раздел 1. Развитие физики высоких энергий	Введение. Эволюция представлений о частицах, образующих первооснову вещества. Классы частиц. Элементарные частицы – переносчики взаимодействия. Виды фундаментальных взаимодействий. Элементарные частицы вещества: лептоны и адроны. Открытие электрона, протона, фотона. Электромагнитные взаимодействия. Квантовая электродинамика. Диаграммы Фейнмана. Открытие нейтрона, пиона, каонов. Сильновзаимодействующие частицы. Кварковая модель. Квантовая хромодинамика. Асимптотическая свобода. Открытие нейтрино, глюона. Слабые взаимодействия. Теория Ферми. Несохранение четности.
2	Раздел 2. Наблюдение, регистрация и производство элементарных частиц. Эксперименты в физике высоких энергий. Методы исследования в физике ядра и частиц	Экспериментальные доказательства существования кварков и глюонов. Стандартная модель. Экспериментальные доказательства существования W и Z бозонов. Взаимодействие частиц с веществом. Методы детектирования частиц. Детекторы элементарных частиц. Основные системы детектирования: трековые системы, калориметры, системы идентификации. Методы обработки данных. Основные шаги обработки: калибровка, реконструкция, отбор событий, статистический анализ. Систематические ошибки. Программные средства для обработки данных. Эксперименты на коллайдерах. Эксперименты на коллайдерах-фабриках. Астрофизика и физика частиц. Космические лучи.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование темы занятия	Содержание лабораторной работы
1	Раздел 1. Развитие физики высоких энергий	Лабораторная работа №1 Поиски неделимых структурных элементов. Состав и свойства атомных ядер. Частицы и античастицы. Первичная классификация элементарных частиц. Применение законов сохранения лептонного, барионного, электрического зарядов в реакциях и распадах элементарных частиц. Лабораторная работа № 2 Методы экспериментального получения частиц. Вторичные пучки. Характеристика процесса взаимодействия. Наблюдение частиц. Регистрация элементарных частиц. Обработка данных: калибровка, реконструкция, отбор событий, статистический анализ, объяснение экспериментальных результатов.
2	Раздел 2. Наблюдение, регистрация и производство элементарных частиц.	Лабораторная работа № 3 Производство новых частиц. Резонансы. Аддитивные и мультипликативные законы сохранения. Анализ реакций и распадов элементарных частиц на основании законов сохранения.

	Эксперименты в физике высоких энергий. Методы исследования в физике ядра и частиц	Лабораторная работа № 4 Реакции и распады элементарных частиц. Использование законов сохранения в реакциях и распадах элементарных частиц: решение задач. Анализ реакций и распадов элементарных частиц с использованием кварковой модели.
--	--	---

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	в течение семестра	Работа с основной и дополнительной литературой, интернет-источниками. Подготовка к лабораторным занятиям.	66 час.	УО-1 Собеседование ПР-6 Лабораторная работа
2	2-12 недели семестра	Подготовка реферата	10 час.	ПР-4 Реферат
	ИТОГО		76 часов	

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студентов является неотъемлемой частью образовательного процесса и рассматривается как организационная форма обучения. Самостоятельная работа по дисциплине осуществляется в виде внеаудиторных форм познавательной деятельности.

Работа с литературой.

Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-библиотечных систем.

В процессе выполнения самостоятельной работы, в том числе при подготовке к лабораторным занятиям рекомендуется работать со следующими видами изданий:

- а) Научные издания, предназначенные для научной работы и

содержащие теоретические, экспериментальные сведения об исследованиях. Они могут публиковаться в форме: монографий, научных статей в журналах или в научных сборниках;

б) Учебная литература подразделяется на:

- учебные издания (учебники, учебные пособия, тексты лекций), в которых содержится наиболее полное системное изложение дисциплины или какого-то ее раздела;

- справочники, словари и энциклопедии – издания, содержащие краткие сведения научного или прикладного характера, не предназначенные для сплошного чтения. Их цель – возможность быстрого получения самых общих представлений о предмете.

Самостоятельная работа включает в себя повторение теоретического материала дисциплины, заслушиваемого и конспектируемого в ходе лекционных занятий; изучение основной и дополнительной литературы, указанной в рабочей программе дисциплины, подготовку к лабораторным занятиям, написание реферата.

Результаты самостоятельной работы отражаются в письменных работах (отчетах по лабораторным работам).

Подготовка к собеседованию (устному опросу).

Собеседование проводится в форме блиц-опроса в рамках последнего лекционного занятия каждого раздела дисциплины. При подготовке к блиц-опросу необходимо повторить теоретический материал, заслушиваемый и конспектируемый в ходе лекционных занятий по нужной теме дисциплины; изучить основную и дополнительную литературу.

Лабораторная работа.

Структура отчета по лабораторной работе

Отчеты по лабораторным работам представляются в электронной форме, подготовленные как текстовые документы в редакторе MSWord.

Отчет должен быть обобщающим документом, включать всю информацию по выполнению заданий, в том числе, построенные диаграммы, таблицы, приложения, список литературы и (или) расчеты, сопровождая необходимыми пояснениями и иллюстрациями в виде схем, экранных форм («скриншотов») и т. д.

Структурно отчет по лабораторной работе, как текстовый документ, комплектуется по следующей схеме:

✓ *Титульный лист* – обязательная компонента отчета, первая страница отчета, по принятой для лабораторных работ форме (титульный лист отчета должен размещаться в общем файле, где представлен текст отчета);

✓ *Исходные данные к выполнению заданий* – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержат указание варианта, темы и т.д.);

✓ *Основная часть* – материалы выполнения заданий, разбивается по рубрикам, соответствующих заданиям работы, с иерархической структурой: разделы – подразделы – пункты – подпункты и т. д.

Рекомендуется в основной части отчета заголовки рубрик (подрубрик) давать исходя из формулировок заданий, в форме отглагольных существительных;

✓ *Выводы* – обязательная компонента отчета, содержит обобщающие выводы по работе (какие задачи решены, оценка результатов, что освоено при выполнении работы);

✓ *Список литературы* – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит список источников, использованных при выполнении работы, включая электронные источники (список нумерованный, в соответствии с правилами описания библиографии);

✓ *Приложения* – необязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит дополнительные материалы к основной части отчета.

Оформление отчета по лабораторной работе

Необходимо обратить внимание на следующие аспекты в оформлении отчетов работ:

- набор текста;
- структурирование работы;
- оформление заголовков всех видов (рубрик-подрубрик-пунктов-подпунктов, рисунков, таблиц, приложений);
- оформление перечислений (списков с нумерацией или маркировкой);
- оформление таблиц;
- оформление иллюстраций (графики, рисунки, фотографии, схемы, «скриншоты»);
- набор и оформление математических выражений (формул);
- оформление списков литературы (библиографических описаний) и ссылок на источники, цитирования.

Набор текста

Набор текста осуществляется на компьютере, в соответствии со следующими требованиями:

- ✓ печать – на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (размер 210 на 297 мм.);
- ✓ интервал межстрочный – полуторный;
- ✓ шрифт – TimesNewRoman;
- ✓ размер шрифта – 14 пт., в том числе в заголовках (в таблицах допускается 10-12 пт.);
- ✓ выравнивание текста – «по ширине»;
- ✓ поля страницы – левое - 25-30 мм., правое - 10 мм., верхнее и нижнее - 20 мм.;
- ✓ нумерация страниц – в правом нижнем углу страницы (для страниц с книжной ориентацией), сквозная, от титульного листа до последней страницы, арабскими цифрами (первой страницей считается титульный лист, на котором номер не ставится, на следующей странице проставляется цифра «2» и т. д.).
- ✓ режим автоматического переноса слов, за исключением титульного листа и заголовков всех уровней (перенос слов для отдельного абзаца блокируется

средствами MSWord с помощью команды «Формат» – абзац при выборе опции «запретить автоматический перенос слов»).

Если рисунок или таблица размещены на листе формата больше А4, их следует учитывать, как одну страницу. Номер страницы в этих случаях допускается не проставлять.

Список литературы и все *приложения* включаются в общую сквозную нумерацию страниц работы.

Подготовка реферата.

Цель реферата состоит в развитии навыков самостоятельного творческого мышления и краткого изложения в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

Написание реферата позволяет студенту научиться четко и грамотно формулировать мысли, использовать основные категории анализа, структурировать информацию, иллюстрировать понятия соответствующими примерами, максимально верно передать мнения авторов, на основе работ которых студент пишет свой реферат, аргументировать свои выводы.

Требования к содержанию и структуре реферата

Реферат должен быть написан каждым студентом самостоятельно. Студент должен использовать только те литературные источники (научные статьи, монографии, пособия и т.д.), которые имеют прямое отношение к избранной им теме. Не допускаются отстраненные рассуждения, не связанные с анализируемой проблемой. Оглавление должно четко отражать основное содержание работы и обеспечивать последовательность изложения. Студенту необходимо строго придерживаться логики изложения – начинать с определения и анализа понятий, перейти к постановке проблемы, проанализировать пути ее решения и сделать соответствующие выводы. Работа должна быть достаточно краткой, но раскрывающей все вопросы содержания и тему.

Структура реферата:

- титульный лист;
- оглавление;
- введение (где студент формулирует проблему, подлежащую анализу и исследованию);
- основной текст (где последовательно раскрывается избранная тема);
- заключение (где студент формулирует выводы, сделанные на основе основного текста работы);
- список использованных источников (10-15 наименований).

В список использованных источников вносятся не только источники, на которые студент ссылается при подготовке реферата, но и иные, которые были изучены им при подготовке реферата.

Оформление реферата осуществляется в соответствии с Требованиями к оформлению письменных работ, выполняемых студентами и слушателями ДВФУ.

Требования к представлению реферата

Реферат пишется студентами в течение 2-12 недель обучения, и сдается преподавателю, ведущему дисциплину.

При оценке реферата учитываются соответствие содержания выбранной теме, четкость структуры работы, умение работать с научной литературой, нормативными и техническими документами, логически мыслить, владеть профессиональной терминологией, грамотность оформления.

По результатам проверки реферата студенту выставляется определенное количество баллов.

5. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования индикаторов компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Раздел 1. Развитие физики высоких энергий Раздел 1. Развитие физики высоких энергий	ПК-5.1	знает	Собеседование (УО-1)	Зачет
			ПК-5.2		
			владеет	Лабораторная работа 1-2 (ПР-6)	

2	Раздел 2. Наблюдение, регистрация и производство элементарных частиц. Эксперименты в физике высоких энергий. Методы исследования в физике ядра и частиц	ПК-5.1 ПК-5.2	знает	Собеседование (УО-1) Реферат (ПР-4) Лабораторная работа 3-4 (ПР-6)	Зачет
			умеет		
			владеет		

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе ФОС.

6. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Ермаков, А. И. Квантовая механика и квантовая химия : учебник и практикум для академического бакалавриата / А. И. Ермаков. — Москва : Издательство Юрайт, 2017. — 555 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03128-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/402514>

2. Иродов, И.Е. Квантовая физика. Основные законы: учебное пособие для вузов /И.Е. Иродов.— Изд-во: Бином. Лаборатория знаний, 2010.— 256 с. ЭК НБ ДВФУ: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:668077&theme=FEFU>

3. Капитонов, И. М. Введение в физику ядра и частиц : учебник / И. М. Капитонов. — 4-е изд. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. — 512 с. — ISBN 978-5-9221-1250-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2189> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Михайлов, М. А. Ядерная физика и физика элементарных частиц. Часть 1 : учебное пособие / М. А. Михайлов. — Москва : Прометей, 2011. — 94 с. — ISBN 978-5-4263-0048-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/8306.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

5. Михайлов, М. А. Ядерная физика и физика элементарных частиц. Часть 2. Элементарные частицы : учебное пособие / М. А. Михайлов. — Москва : Прометей, 2013. — 28 с. — ISBN 978-5-7042-2471-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/58212.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

6. Окунь, Л. Б. Элементарное введение в физику элементарных частиц : учебное пособие / Л. Б. Окунь. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 128 с. — ISBN 978-5-9221-1070-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2274> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Азоркина, О.Д. Квантовая физика: сборник задач. Учебное пособие для вузов: для бакалавров /О.Д. Азоркина.– Томск: Изд-во ТГПУ, 2013.– 43 с.

2. Пинский, А.А. Основы физики: учебник. В 2т. Т. 2. Колебания и волны. Квантовая физика. Физика ядра и элементарных частиц /А.А. Пинский, Б.М. Яворский. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. –551 с.

3. Пинский, А. А. Физика : учебник / А.А. Пинский, Г.Ю. Граковский ; под общ. ред. Ю.И. Дика, Н.С. Пурышевой. — 4-е изд., испр. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2021. — 560 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-00091-739-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1150311> – Режим доступа: по подписке.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://arxiv.org/> – open access to e-prints in Physics, Mathematics, Computer Science, Quantitative Biology, Quantitative Finance and Statistics (открытый доступ к препринтам по физике, математике, компьютерным и другим наукам)

2. <http://publish.aps.org/> – Journals of the American Physical Society (APS)

3. <http://inspirehep.net/help/easy-search> – the High Energy Physics information system (информационная система физики высоких энергий)

4. <http://www.elementy.ru/> – сайт «Элементы большой науки»

5. <http://www.dxdy.ru/> – научный форум

6. <http://www.math-net.ru/> – общероссийский математический сайт

7. <http://www.femto.com.ua/index1.html> – энциклопедия физики и техники

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине, а также для проведения простых расчетов и построения графиков может использоваться стандартное программное обеспечение компьютерных учебных классов (Windows, Microsoft Office).

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Студент в процессе обучения должен не только освоить учебную программу, но и приобрести навыки самостоятельной работы. Студент должен уметь планировать и выполнять свою работу.

При организации учебной деятельности на занятиях широко используются как традиционные, так и современные электронные носители информации, а также возможности информационных и коммуникационных образовательных технологий.

Лекционные и лабораторные занятия проводятся в учебной группе.

Со стороны преподавателя студентам оказывается помощь в формировании навыков работы с литературой, анализа литературных источников.

Следует учитывать, что основной объем информации студент должен усвоить в ходе систематической самостоятельной работы с материалами, размещенными как на электронных, так и на традиционных носителях.

Для углубленного изучения материала курса дисциплины рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу.

Литературные источники доступны обучаемым в научной библиотеке (НБ) ДВФУ, а также в электронных библиотечных системах (ЭБС), с доступом по гиперссылкам — ЭБС издательства "Лань" (<http://e.lanbook.com/>), ЭБС Znanium.com НИЦ "ИНФРА-М" (<http://znanium.com/>), ЭБС IPRbooks (<http://iprbookshop.ru/>) и другие ЭБС, используемые в ДВФУ <https://www.dvfu.ru/library/electronic-resources/>

Формами текущего контроля результатов работы студентов по дисциплине являются собеседование (блиц-опрос), лабораторные работы, реферат.

Итоговый контроль по дисциплине осуществляется в форме зачета в конце 3 семестра.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

ДФУ располагает соответствующей материально-технической базой, включая современную вычислительную технику, объединенную в локальную вычислительную сеть, имеющую выход в Интернет.

Используются специализированные компьютерные классы, оснащенные современным оборудованием. Материальная база соответствует действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивает проведение всех видов занятий (лабораторной, практической, дисциплинарной и междисциплинарной подготовки) и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L 502. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 30) Оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA – 1 шт. Доска аудиторная.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012.
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. А (Лит. П), Этаж 10, каб. А1017. Аудитория для самостоятельной работы	Оборудование: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт.)	IBM SPSS Statistics Premium Campus Edition. Поставщик ЗАО Прогностические решения. Договор ЭА-442-15 от 18.01.2016 г., лот 5. Срок действия договора с 30.06.2016 г. Лицензия - бессрочно. SolidWorks Campus 500. Поставщик Солид Воркс Р. Договор 15-04-101 от 23.12.2015 г. Срок действия договора с

		<p>15.03.2016 г. Лицензия - бессрочно. АСКОН Компас 3D v17. Поставщик Нави-ком. Договор 15-03-53 от 20.12.2015 г. Срок действия договора с 31.12.2015 г. Лицензия - бессрочно. MathCad Education Universety Edition. Поставщик Софт Лайн Трейд. Договор 15-03-49 от 02.12.2015 г. Срок действия договора с 30.11.2015 г. Лицензия - бессрочно. Windows Edu Per Device 10 Education. Поставщик Microsoft. Договор № ЭА-261-18 от 30.06.2018 г. Под-писка. Срок действия договора с 30.06.2018 г. Лицензия - 30.06.2020 г. Office Professional Plus 2019. Поставщик Microsoft. Договор № ЭА-261-18 от 30.06.2018 г. Подписка. Срок действия договора с 30.06.2018 г. Лицензия - бессрочно. Autocad 2018. Поставщик Autodesk. Договор № 110002048940 от 27.10.2018 г. Сетевая, конкурентная. Срок действия договора с 27.10.2018 г. Лицензия - 27.10.2021 г. Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012.</p>
--	--	---

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

9. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-5.1 выбирает инструменты для организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научных семинаров и коллоквиумов	Знает основные инструменты для организации исследований в области прикладной физики
	Умеет применять необходимые инструменты для организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научных семинаров и коллоквиумов
	Владеет основными инструментами для организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научных семинаров и коллоквиумов

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-5.2 анализирует и применяет способы планирования, и организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий	Знает основные способы планирования, и организации исследований
	Умеет выбирать способы планирования исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий
	Владеет навыками организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования индикаторов компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Раздел 1. Развитие физики высоких энергий Раздел 1. Развитие физики высоких энергий	ПК-5.1 ПК-5.2	знает	Собеседование (УО-1)	Зачет
			умеет		
			владеет	Лабораторная работа 1-2 (ПР-6)	
2	Раздел 2. Наблюдение, регистрация и производство элементарных частиц. Эксперименты в физике высоких энергий. Методы исследования в физике ядра и частиц	ПК-5.1 ПК-5.2	знает	Собеседование (УО-1)	Зачет
			умеет		
			владеет	Реферат (ПР-4) Лабораторная работа 3-4 (ПР-6)	

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

– учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);

– степень усвоения теоретических знаний;

– результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине.

Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях ведётся на основе

журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

Для текущего контроля используется проверка отчетов по каждому лабораторному занятию.

Для дисциплины используются следующие оценочные средства:

1. Собеседование (УО-1).
2. Лабораторная работа (ПР-6).
3. Реферат (ПР-4).

Собеседование (УО-1) - средство контроля, организованное как специальная беседа (блиц-опрос) преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенным темам.

Собеседование проводится в форме блиц-опроса в рамках последнего лекционного занятия по каждому разделу дисциплины. При подготовке к блиц-опросу необходимо повторить теоретический материал, заслушиваемый и конспектируемый в ходе лекционных занятий по теме дисциплины; изучить основную и дополнительную литературу.

Примерные вопросы для собеседований (блиц-опросов)

1. Классы приборов, используемых для регистрации частиц
2. Классификация экспериментальных методов наблюдения частиц
3. Что такое «элементарные частицы»?
4. Что такое «истинно элементарная частица»?
5. На какие классы разбивают все элементарные частицы?
6. Понятие античастицы
7. Определение лептонов
8. Определение адронов
9. Каковы различия между протоном и нейтроном?
10. Структура барионов и мезонов

11. Понятие кварков
12. Основные физические величины, сохраняющиеся в реакциях и распадах
13. Какие законы сохранения не выполняются в слабых взаимодействиях?
14. Перечислить виды фундаментальных взаимодействий
15. Характерный радиус действия для всех видов фундаментальных взаимодействий
16. Какая симметрия связана с квантовым числом «изоспин»?

Требования к представлению и оцениванию материалов (результатов):

Ответы должны отличаться достаточным объемом знаний, глубиной и полнотой раскрытия темы, логической последовательностью, четкостью выражения мыслей и обоснованностью выводов, характеризующих знание понятийно-терминологического аппарата, умение им пользоваться при ответе.

Критерии оценки:

Уровень освоения	Критерии оценки результатов обучения	Количество баллов / оценка
Повышенный	Ответ показывает прочные знания основных понятий изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия вопроса; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, делать выводы, давать аргументированные ответы, приводить примеры; логичность и последовательность ответа. Студент ответил на все основные и дополнительные вопросы, заданные преподавателем по теме раздела.	100 – 86 Зачтено
Базовый	Ответ, обнаруживающий прочные знания основных понятий изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия вопроса; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, делать выводы давать аргументированные ответы, приводить примеры; логичность и последовательность ответа. Студент ответил на все основные вопросы, но не смог ответить на дополнительные вопросы, заданные преподавателем по теме раздела.	85-76 Зачтено
Пороговый	Ответ, свидетельствующий в основном о знании понятий изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия вопроса; знании основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа,	75-61 Зачтено

	недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры. Студент ответил на часть основных или дополнительных вопросов, заданных преподавателем по теме раздела.	
Уровень не достигнут	Ответ, обнаруживающий незнание понятий изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием вопроса; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа; неумением давать аргументированные ответы, отсутствием логичности и последовательности. Студент не ответил на вопросы, заданные преподавателем по теме раздела, либо допустил множество ошибок в ответе.	60-0 Не зачтено

Лабораторная работа (ПР-6) – средство для закрепления и практического освоения материала по определенной теме.

Цель лабораторных работ – выработка у учащихся профессиональных умений применять полученные знания для решения практических задач в области магнитных явлений и материалов, умений и навыков пользоваться физическими подходами и методами для осуществления профессиональной деятельности.

Во всех лабораториях существуют особые правила поведения студентов, которые необходимо неукоснительно соблюдать – правила техники безопасности. За знание правил техники безопасности и обязательство их выполнять каждый студент должен расписаться в соответствующем журнале.

Домашнюю подготовку к работе рекомендуется вести следующим образом. Прочитать имеющееся описание работы и отметить возникшие вопросы и неясности. Затем прочитать соответствующие разделы по учебникам или конспектам лекций. После этого снова вернуться и к описанию, подробно проработать его и особенно часть, посвященную практике, составить и записать примерный план проведения эксперимента.

Обработка результатов и оформление отчета проводится в течение недели после выполнения работы. Студент, не сдавший отчета в срок, к следующей работе не допускается.

Требования к представлению и оцениванию материалов (результатов):

Выполнение лабораторной работы осуществляется студентом самостоятельно в часы лабораторных занятий.

При оценке работы студента преподаватель учитывает все этапы работы студента над отчетом. Если отчет не был принят преподавателем и возвращен для доработки, то все исправления вносятся в тот же экземпляр отчета.

При оценке учитывается правильность выполнения отчета. Выставляется дифференцированный зачет.

Критерии оценки:

Уровень освоения	Критерии оценки результатов обучения	Количество баллов / оценка
Повышенный	Студент показал прочные знания основных понятий и их взаимосвязей, сущности явлений, рассматриваемых в работе, и умение их объяснить, знание методов, используемых в работе, методики обработки результатов. Показано хорошее понимание профессиональной значимости изучаемых вопросов. При выполнении экспериментальной части работы и оформлении отчета студент показал умение работать с приборами и владение навыками представления и обработки результатов, умение делать выводы по результатам работы. Отчет по работе оформлен аккуратно, в соответствии с требованиями, структурирован, не содержит ошибок; правильно и полно сформулирован вывод по работе.	100 – 86 Зачтено (отлично)
Базовый	Студент показал знания основных понятий и их взаимосвязей, сущности явлений, рассматриваемых в работе, и умение их объяснить, знание методов, используемых в работе, методики обработки результатов. Показано хорошее понимание профессиональной значимости изучаемых вопросов. При выполнении экспериментальной части работы и оформлении отчета студент показал умение работать с приборами и владение навыками представления и обработки результатов, умение делать выводы по результатам работы. Отчет по работе оформлен аккуратно, в основном – в соответствии с требованиями, структурирован; правильно и полно сформулирован вывод по работе. Допускаются не более 2-х недочетов в оформлении отчета.	85-76 Зачтено (хорошо)
Пороговый	Студент показал базовые знания основных понятий и их взаимосвязей, сущности явлений, рассматриваемых в работе, и умение их объяснить, демонстрирует, в целом, знание	75-61 Зачтено

	методов, используемых в работе, методики обработки результатов. При выполнении экспериментальной части работы и оформлении отчета студент в целом показал умение работать с приборами и владение навыками представления и обработки результатов, умение делать выводы по результатам работы. Отчет по работе оформлен аккуратно, в основном в соответствии с требованиями, не содержит грубых ошибок, вывод по работе сформулирован.	(удовлетворительно)
Уровень не достигнут	Студент не выполнил лабораторную работу, либо показал незнание основных понятий, сущности явлений, рассматриваемых в работе, демонстрирует плохое знание или незнание методов, методики обработки результатов. Слабо сформировано или не сформировано умение работать с приборами, отсутствуют выводы по результатам работы. Отчет не соответствует требованиям, не сделан или сделан с грубыми ошибками.	60-0 Не зачтено (неудовлетворительно)

Реферат (ПР-4) - продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

Написание реферата позволяет студенту научиться четко и грамотно формулировать мысли, использовать основные категории анализа, структурировать информацию, иллюстрировать понятия соответствующими примерами, максимально верно передать мнения авторов, на основе работ которых студент пишет свой реферат, аргументировать свои выводы.

Тематика рефератов

1. Шкала расстояний и энергий. Система единиц.
2. Точечные частицы: кварки, лептоны, бозоны - переносчики взаимодействия.
3. Составные частицы: мезоны и барионы. Квантовые числа мезонов в кварковой модели.
4. Поколения кварков и лептонов.
5. Виды взаимодействия - электромагнитное, слабое, сильное. Диаграммы Фейнмана.
6. Квантовая электродинамика. Особая роль векторных мезонов. Цвет кварков.
7. Конфайнмент.

8. Важнейшие достижения ФВЭ последних лет.
9. Основные направления исследования в ФВЭ: хиггсовские частицы, распад протона, масса нейтрино, CP-нарушение, проблема солнечных нейтрино
10. Ускорительные эксперименты. Крупнейшие лаборатории мира по физике высоких энергий (CERN, Фермилаб, КЕК)
11. Пассивные эксперименты, космические лучи, радиоактивные источники
12. Коллайдеры и детекторы
13. Координатные системы детекторов. Спектрометрия импульсов заряженных частиц.
14. Вершинные и микровершинные детекторы.
15. Сцинтилляционные и черенковские счетчики, фотоприемники
16. Идентификаторы на основе черенковских счетчиков, RICH, аэрогель.
17. Калориметры на основе тяжелых сцинтилляторов NaJ, CsJ, BGO и криогенных жидкостей Ar, Xe, Kr.
18. Система регистрации мюонов в детекторах
19. Проведение эксперимента. Интегральная светимость. Триггеры. Запись и обработка данных. Статистическая и систематическая ошибки.
20. Компьютеры в проведении эксперимента и обработке данных.
21. Мониторы светимости.
22. Эксперименты на коллайдерах в последние годы
23. Программа развития экспериментов

Требования к представлению и оцениванию материалов (результатов):

Реферат пишется студентами в сроки, устанавливаемые преподавателем по реализуемой дисциплине, и сдается преподавателю, ведущему дисциплину.

При оценке реферата учитываются соответствие содержания выбранной теме, четкость структуры работы, умение работать с научной литературой, нормативными и техническими документами, логически мыслить, владеть профессиональной терминологией, грамотность оформления.

По результатам проверки реферата студенту выставляется определенное количество баллов.

Критерии оценки:

Уровень освоения	Критерии оценки результатов обучения	Количество баллов / оценка
Повышенный	При написании реферата студент выразил свое мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Приведены данные отечественной и зарубежной литературы, статистические сведения. Студент знает и владеет навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приемами анализа теоретических и/или	100-86 Зачтено

	практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно. Требования к содержанию и структуре реферата полностью соблюдены.	
Базовый	Работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Требования к содержанию и структуре реферата соблюдаются. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы.	85-76 Зачтено
Пороговый	Студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Требования к содержанию и структуре реферата соблюдаются частично. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, и две-три ошибки в оформлении работы.	75-61 Зачтено
Уровень не достигнут	Работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст, без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Не соблюдены требования к содержанию и структуре реферата. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, и более трех ошибок в оформлении работы.	60-0 Не зачтено

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Форма отчётности по дисциплине – зачёт (3-й, осенний семестр). Студент допускается к зачёту после получения положительных оценок за лабораторные работы, реферат, выполненные в течение семестра (оценочные средства для текущего контроля). Зачёт по дисциплине проводится в форме собеседования.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка «зачтено» или «не зачтено».

Вопросы к зачету

1. Наблюдение и регистрация элементарных частиц. Классификация методов. Приборы.

2. Экспериментальное исследование частиц. Резонансы.

3. Производство частиц в экспериментах. Ускорители. Классификация.

4. Античастицы. Определение. Свойства. Примеры. Антивещество. Определение истинно нейтральной частицы.

5. Классификация элементарных частиц. Лептоны.

6. Адроны: определение, свойства, кварковое строение. Свойства кварков.

7. Изотопическая симметрия. Правило ННГ. Супермультиплеты.

8. Изотопический спин и изомультиплеты. Барионный октет. Мезонный нонет. Возбужденные состояния барионов.

9. Какому факту физически соответствует изотопическая инвариантность? С чем связана высокая степень симметричности изотопических мультиплетов?

10. Фундаментальные взаимодействия. Описать каждый вид взаимодействия, сравнить по интенсивности. Класс частиц – переносчиков взаимодействия.

11. Классификация элементарных частиц в Стандартной модели. Теории объединения взаимодействий.

12. Электромагнитное взаимодействие. Понятие электрослабого взаимодействия.

13. Особенности слабого взаимодействия. Переносчики взаимодействия.

14. Сильное взаимодействие. Теории Великого объединения.

15. Характерные времена фундаментальных взаимодействий. В качестве примера определить, какие виды взаимодействия ответственны за распады: 1) $\Delta^* \rightarrow p + \pi$ (время жизни бариона Δ^* : $\tau_{\Delta^*} = 6 \cdot 10^{-24}$ с); 2) $K^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_{\mu}$; 3) $\eta \rightarrow \gamma + \gamma$ (K^+ , π и η – мезоны). Обосновать. Выполнение каких законов сохранения необходимо проверить при записи этих распадов (конкретно для каждого случая)?

16. Сформулировать закон сохранения странности. В каких взаимодействиях он справедлив, с каким физическим объектом связан? На основе этого закона записать недостающую частицу в распаде Ω^- -бариона $\Omega^- \rightarrow \Xi^0 + x$, если барион Ξ^0 имеет массу 1315 МэВ, странность $S = -2$ и нулевой электрический заряд. Масса Ω^- -бариона равна 1672 МэВ, странность $S = -3$, электрический заряд $Q = -1$

17. Законы сохранения лептонного и барионного зарядов, странности. В качестве примера определить, исходя из законов сохранения количества лептонов различного типа L_e, L_{μ}, L_{τ} , какой из распадов мюона будет иметь место: $\mu^- \rightarrow e^- + \gamma$ или $\mu^- \rightarrow e^- + \nu_e + \nu_{\mu}$

18. Классификация законов сохранения в физике элементарных частиц. Аддитивные законы сохранения. Симметрии, лежащие в их основе.

19. Мультипликативные законы сохранения. Симметрии, лежащие в их основе. Общие и частные законы сохранения в физике элементарных частиц. Несохранение четности в слабых взаимодействиях.

20. Энергетика реакций частиц. Энергетика распадов частиц.

Критерии выставления оценки студенту на зачете

Оценка	Требования к сформированным компетенциям
«зачтено»	Студент показывает глубокое и систематическое знание программного материала и структуры конкретного вопроса. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы. Логически корректное и убедительное изложение ответа.
«не зачтено»	Незнание, либо отрывочное представление пройденного программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения по дисциплине				
Оценка	2 (не зачтено)	3 (зачтено)	4 (зачтено)	5 (зачтено)
виды оценочных средств				
Знания (виды оценочных средств: собеседование, реферат, лабораторная работа)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (виды оценочных средств: собеседование, реферат, лабораторная работа)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности)	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач