



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»

(ДВФУ)

ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ (ШКОЛА)

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП

Директор департамента ДТФИТ ИНТиПМ

д.п.н., проф. Т.Н. Гнитецкая
(подпись) (ФИО)



д.ф.-м.н., проф. К. В. Нефедев
(подпись) (И.О. Фамилия)

Научный руководитель ОП

«20» сентября 2023 г.

д.ф.-м.н., проф. Л. Л. Афремов
(подпись) (ФИО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Квантовая теория поля

Специальность 03.05.02 Фундаментальная и прикладная физика
Специализация Фундаментальная физика и информатика

(Совместно с ИАПУ ДВО РАН, ТОИ ДВО РАН)

Форма подготовки: очная

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 03.05.02 Фундаментальная и прикладная физика, утвержденного приказом Минобрнауки России от 1 марта 2018 г. N 158 (с изменениями и дополнениями). Рабочая программа обсуждена на заседании департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий, протокол № 1 от «20» сентября 2023 г.

Директор департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий д.ф.-м.н., проф. К.В. Нефедев
Составитель: доцент, к.ф.-м.н. Д.В. Шульга.

Владивосток
2023

Оборотная сторона титульного листа РПД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

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

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

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

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

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

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

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

Аннотация дисциплины

Квантовая теория поля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачётных единицы и 180 академических часов. Является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений, профессионального блока дисциплин, модуль фундаментальной физики, изучается в 10 семестре и завершается экзаменом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 34 часов, практических – 32 часов, лабораторных – 36 часов, а также выделен 51 час на самостоятельную работу студента и 27 часов на контроль.

Язык реализации: русский.

Цель изучения дисциплины – приобретение систематизированных знаний по основам квантовой теории поля.

Задачи:

1. Изучение основных принципов квантовой теории поля;
2. Освоение математического аппарата квантовой теории поля;
3. Изучение основных понятий и уравнений квантовой теории поля;
4. Приобретение навыков решения задач по квантовой теории поля.

Дисциплина «Квантовая теория поля» логически связана с содержанием следующих дисциплин «Дифференциальные и интегральные уравнения, вариационное исчисление», «Элементы функционального анализа», «Квантовая механика», «Физика фундаментальных взаимодействий» и других.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции (элементы компетенций):

| Наименование категории (группы) компетенций | Код и наименование компетенции (результат освоения) | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине) |
|---|---|--|--|
|---|---|--|--|

| | | | |
|--|---|---|--|
| | <p>ПК-9 Способен вести научно-исследовательскую деятельность в области фундаментальных наук с использованием научной инфраструктуры, соответствующей современным технологическим требованиям</p> | <p>ПК-9.1 Организация и осуществление научно-исследовательской деятельности в области физики, направленной на развитие междисциплинарных и прикладных исследований</p> | <p>Знает теоретические основы фундаментальной физики, экспериментальное и математическое обоснование теорий и моделей физики; Знает нормы и правила при работе со спектральным оборудованием</p> <p>Умеет получать фундаментальные научные результаты, опираясь на собственную логику развития науки; Умеет проводить расчетные исследования на сертифицированных кодах в рамках поставленной задачи, оценивать погрешность результатов измерений</p> <p>Владеет навыками проведения фундаментальных и поисковых научных исследований в интересах обороны страны и безопасности государства; Владеет навыками проведения экспериментальных измерений на установках и стендах, сопоставления расчетных и экспериментальных данных</p> |
|--|---|---|--|

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

Цель изучения дисциплины – приобретение систематизированных знаний по основам квантовой теории поля.

Задачи:

5. изучение основных принципов квантовой теории поля;
6. освоение математического аппарата квантовой теории поля;
7. изучение основных понятий и уравнений квантовой теории поля;
8. приобретение навыков решения задач по квантовой теории поля.

Дисциплина «Квантовая теория поля» логически связана с содержанием следующих дисциплин «Дифференциальные и интегральные уравнения, вариационное исчисление», «Элементы функционального анализа», «Квантовая механика», «Физика фундаментальных взаимодействий» и других.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции (элементы компетенций):

| Наименование категории (группы) компетенций | Код и наименование компетенции (результат освоения) | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине) |
|---|---|---|---|
| | ПК-9 Способен вести научно-исследовательскую деятельность в области фундаментальных наук с использованием научной инфраструктуры, соответствующей современным технологическим требованиям | ПК-9.1 Организация и осуществление научно-исследовательской деятельности в области физики, направленной на развитие междисциплинарных и прикладных исследований | Знает теоретические основы фундаментальной физики, экспериментальное и математическое обоснование теорий и моделей физики; Знает нормы и правила при работе со спектральным оборудованием Умеет получать фундаментальные научные результаты, опираясь на собственную логику развития науки; Умеет проводить расчетные исследования на сертифицированных кодах в рамках поставленной задачи, оценивать погрешность результатов измерений Владеет навыками проведения |

| | | | |
|--|--|--|---|
| | | | фундаментальных и поисковых научных исследований в интересах обороны страны и безопасности государства; Владеет навыками проведения экспериментальных измерений на установках и стендах, сопоставления расчетных и экспериментальных данных |
|--|--|--|---|

II. ТРУДОЁМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачётных единицы и 180 академических часов. Является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений, профессионального блока дисциплин, модуль фундаментальной физики, изучается в 10 семестре и завершается экзаменом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 34 часов, практических – 32 часов, лабораторных – 36 часов, а также выделен 51 час на самостоятельную работу студента и 27 часов на контроль.

III. 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 | |
| 1 | Раздел 1. Введение. | 10 | 3 | 3 | 3 | - | 4 | 2 | |
| 2 | Раздел 2. Гармонический осциллятор. | | 3 | 3 | 3 | | 4 | 2 | |
| 3 | Раздел 3. Связанные | | 3 | 3 | 3 | | 4 | 2 | |

| | | | | | | | | | |
|----|---|--|----|----|----|---|----|----|---------|
| | осцилляторы. | | | | | | | | |
| 4 | Раздел 4. Поля. | | 3 | 3 | 3 | | 5 | 2 | |
| 5 | Раздел 5. Наблюдаемые. | | 3 | 3 | 3 | | 5 | 2 | |
| 6 | Раздел 6. Состояния. | | 3 | 3 | 3 | | 5 | 2 | |
| 7 | Раздел 7. Взаимодействия, допускающие точные решения. | | 3 | 3 | 3 | | 5 | 3 | |
| 8 | Раздел 8. Статический источник. | | 3 | 3 | 3 | | 5 | 3 | |
| 9 | Раздел 9. Рождение частиц. | | 3 | 4 | 3 | | 5 | 3 | |
| 10 | Раздел 10. Классическая теория с билинейным взаимодействием | | 3 | 4 | 3 | | 5 | 3 | |
| 11 | Раздел 11. Квантовая теория поля с билинейным взаимодействием | | 4 | 4 | 2 | | 5 | 3 | |
| 12 | Итого: | | 34 | 36 | 32 | - | 52 | 27 | Экзамен |

IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Раздел 1. Введение

Тема 1. Соотношение между квантовой и классической теориями поля

Принцип соответствия. Квантовые возбуждения как частицы.

Тема 2. Колеблущаяся цепочка атомов

Уравнение движения цепочки. Гамильтониан цепочки. Решение уравнения в нормальных координатах.

Тема 3. Непрерывная колеблущаяся цепочка

Предельный переход к непрерывному случаю. Дифференциальное уравнение в частных производных.

Раздел 2. Гармонический осциллятор

Тема 1. Собственные значения

Операторы рождения и уничтожения. Спектр собственных значений энергии. Основное состояние.

Тема 2. Свойства собственных состояний

Флуктуация координаты. Неравенство нулю нулевой энергии.

Тема 3. Зависимость движения от времени

Представление Шредингера. Представление Гейзенберга.

Раздел 3. Связанные осцилляторы

Тема 1. Собственные значения гамильтониана

Переход к нормальным координатам. Собственные значения и собственные вектора. Фононы.

Тема 2. Квантовые свойства

Энергия нулевых колебаний. Флуктуации атомов.

Тема 3. Вопросы динамики

Классическое и квантовое решения уравнений.

Раздел 4. Поля

Тема 1. Непрерывно связанные осцилляторы

Аналогия между связанными осцилляторами и скалярным полем. Трехмерные условия периодичности. Расходимость нулевой энергии. Расходимость квадратичной флуктуации поля.

Тема 2. Вывод уравнений движения из лагранжиана

Принцип наименьшего действия. Гамильтониан. Уравнения движения.

Раздел 5. Наблюдаемые

Тема 1. Энергия, импульс и угловой момент

Инвариантность лагранжиана относительно преобразований и существование интегралов движения. Оператор момента импульса и разложение по плоским волнам.

Тема 2. Четность

Инвариантность относительно отражения.

Тема 3. Число частиц и плотность частиц

Релятивистский и нерелятивистский случаи.

Тема 4. Локальные наблюдаемые

Комптоновская длина волны и эффективный размер частиц в квантовой теории поля.

Раздел 6. Состояния

Тема 1. Вакуумное и одночастичное состояния

Тема 2. Двухчастичные состояния

Интерференция, флуктуация, тождественные частицы.

Тема 3. Многочастичные состояния

Флуктуация плотности частиц.

Раздел 7. Взаимодействия, допускающие точные решения

Тема 1. Уравнения поля

Поле с источником. Функция Грина. In- и out- решения уравнения.

Тема 2. Квантование

Лагранжиан взаимодействия. Перестановочные соотношения для ϕ^{in} и ϕ^{out} операторов.

Тема 3. Матрица рассеяния и волновая матрица

Определение и свойства матрицы рассеяния. Золотое правило Ферми. Сечение рассеяния.

Раздел 8. Статический источник

Тема 1. Интерпретация статического источника

Запаздывающий и опережающий пропагаторы.

Тема 2. Энергия связанной системы

Спектр собственных значений. Энергия перенормировки.

Тема 3. Связь между голыми и физическими состояниями

Флуктуация числа виртуальных частиц. Облако виртуальных частиц.

Тема 4. Флуктуации поля

Тема 5. Несколько источников

Потенциал Юкавы. Потенциалы отталкивания и притяжения.

Раздел 9. Рождение частиц

Тема 1. Общие замечания

Реальные и виртуальные частицы. Энергия передаваемая или отбираемая источником от поля.

Тема 2. Частные случаи

Точечный источник с периодической зависимостью от времени. Сферический источник. Источник, внезапно меняющий свою скорость.

Раздел 10. Классическая теория с билинейным взаимодействием

Тема 1. Связанные состояния

Детерминант Фредгольма. Нули детерминанта и связанные состояния.

Тема 2. Поведение волновой матрицы

Свойства волновой матрицы. Оператор проектирования на связанные состояния.

Тема 3. Рассеяние

Связь между падающими и уходящими волнами. Разложение по сферическим волнам.

Раздел 11. Квантовая теория поля с билинейным взаимодействием

Тема 1. Квантование и перестановочные соотношения при наличии связанного состояния

Согласованность перестановочных соотношений для локальных и асимптотических полей.

Тема 2. Рассеяние

Сечение рассеяния. Резонансное рассеяние. Фазовый сдвиг.

Тема 3. Выражение энергии через асимптотические поля

Энергия перенормировки. Соотношение между фазовым сдвигом и изменением энергии.

Тема 4. Виртуальные частицы

Распределение виртуальных частиц. Аналогия с гармоническим осциллятором. Поляризация вакуума.

V. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

- Занятие 1. Линейная цепочка. Классическое и квантовое описание. (обсуждение в группах)**
- Занятие 2. Уравнение Клейна-Гордона. Коммутационные соотношения для операторов рождения и уничтожения. (решение задач с обсуждением)**
- Занятие 3. Уравнение Клейна-Гордона. Операторы поля в сферическом представлении. (обсуждение в группах)**
- Занятие 4. Уравнение Клейна-Гордона. Коммутационные соотношения между полевыми операторами и генераторами преобразований. (решение задач с обсуждением)**
- Занятие 5. Уравнение Клейна-Гордона. Пропагатор Фейнмана. (обсуждение в группах)**
- Занятие 6. Уравнение Дирака. Симметризованная плотность лагранжиана. (решение задач с обсуждением)**
- Занятие 7. Уравнение Дирака. Оператор импульса. (обсуждение в группах)**
- Занятие 8. Уравнение Дирака. Спиральные состояния. (решение задач с обсуждением)**
- Занятие 9. Уравнения Максвелла. Лагранжиан. (обсуждение в группах)**
- Занятие 10. Уравнения Максвелла. Связанные уравнения Максвелла и Дирака. (решение задач с обсуждением)**
- Занятие 11. Калибровочные преобразования фотонного поля. (обсуждение в группах)**
- Занятие 12. Пропагатор Фейнмана фотонного поля в различных калибровках. (решение задач с обсуждением)**
- Занятие 13. Общие коммутационные соотношения для электромагнитного поля. (обсуждение в группах)**
- Занятие 14. Электрон-электронное рассеяние. (решение задач с обсуждением)**
- Занятие 15. Комптоновское рассеяние. (обсуждение в группах)**
- Занятие 16. Диаграммы Фейнмана для теории ϕ^4 . (решение задач с обсуждением)**

VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

| № п/п | Контролируемые разделы / темы дисциплины | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Результаты обучения | Оценочные средства | |
|-------|--|--|---------------------|--------------------|--------------------------|
| | | | | текущий контроль | промежуточная аттестация |
| | | | | | |

| | | | | | |
|---|--------------|---|---|---|------|
| 1 | Разделы 1-11 | <p>ПК-9.1 Организация и осуществление научно-исследовательской деятельности в области физики, направленной на развитие междисциплинарных и прикладных исследований</p> | <p>Знает теоретические основы фундаментальной физики, экспериментальное и математическое обоснование теорий и моделей физики; Знает нормы и правила при работе со спектральным оборудованием</p> <p>Умеет получать фундаментальные научные результаты, опираясь на собственную логику развития науки; Умеет проводить расчетные исследования на сертифицированных кодах в рамках поставленной задачи, оценивать погрешность результатов измерений</p> <p>Владеет навыками проведения фундаментальных и поисковых научных исследований в интересах обороны страны и безопасности государства; Владеет навыками проведения экспериментальных измерений на установках и стендах, сопоставления расчетных и экспериментальных данных</p> | <p>УО-1 ПР-2 ПР-6</p> | |
| | Экзамен | | | | УО-1 |

VII. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Самостоятельная работа определяется как индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства педагога, но по его заданиям и под его контролем. Самостоятельная работа – это познавательная учебная деятельность, когда последовательность мышления студента, его умственных и практических операций и действий зависит и определяется самим студентом.

Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней, что в итоге приводит к развитию навыка самостоятельного планирования и реализации деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение необходимыми компетенциями по своему направлению подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности.

Формы самостоятельной работы студентов:

- работа с основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами;
- самостоятельное ознакомление с лекционным материалом, представленным на электронных носителях, в библиотеке образовательного учреждения;
- подготовка к экзамену.

VIII. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(печатные и электронные издания)

1. Е., Борчердс Квантовая теория поля / Ричард Борчердс Е. ; перевод А. Я. Мальцев. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 93 с. — ISBN 978-5-4344-0619-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-91936&theme=FEFU>

2. Вергелес, С. Н. Теоретическая физика. Квантовая электродинамика : учебник для вузов / С. Н. Вергелес. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва :

Издательство Юрайт, 2020. — 262 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01663-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=Urait:Urait-452208&theme=FEFU>

3. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика т. 4 . Релятивистская квантовая теория : ч. 2 / Е. М. Лифшиц, Л. П. Питаевский / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. Москва: Наука, 1971 – 288 с.

URL: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:689645&theme=FEFU>

Дополнительная литература (электронные и печатные издания)

1. Кушниренко, А.Н. Введение в квантовую теорию поля : учебное пособие для физических специальностей вузов / А. Н. Кушниренко. Москва: Высшая школа, 1983 – 319 с.

URL: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:407397&theme=FEFU>

2. Вайнберг, С. Квантовая теория поля т. 1 . Общая теория / С. Вайнберг ; пер. с англ. Я. А. Уржумова [и др.]. Москва: Физматлит, 2003 – 648с.

URL: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:4098&theme=FEFU>

3. Боголюбов, Н.Н. Статистическая физика и квантовая теория поля / под ред. Н. Н. Боголюбова. Москва: Наука, 1973 – 456 с.

URL: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:665789&theme=FEFU>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://arxiv.org/archive/hep-th>
2. <http://pdg.lbl.gov/>
3. <http://plato.stanford.edu/entries/quantum-field-theory/>
4. https://www.encyclopediaofmath.org/index.php/Quantum_field_theory
5. http://femto.com.ua/articles/part_1/1562.html

IX. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Успешное освоение дисциплины предполагает активную работу студентов на всех занятиях аудиторной формы: лекциях и практиках, выполнении аттестационных мероприятий. В процессе изучения дисциплины студенту необходимо ориентироваться на проработку лекционного

материала, подготовку к практическим занятиям, выполнение контрольных и творческих работ.

Освоение дисциплины предполагает рейтинговую систему оценки знаний студентов и предусматривает со стороны преподавателя текущий контроль за посещением студентами лекций, подготовкой и выполнением всех практических заданий, выполнением всех видов самостоятельной работы.

Промежуточной аттестацией по дисциплине является *экзамен*.

Студент считается аттестованным по дисциплине при условии выполнения всех видов текущего контроля и самостоятельной работы, предусмотренных учебной программой.

Шкала оценивания сформированности образовательных результатов по дисциплине представлена в фонде оценочных средств (ФОС).

Х. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться в следующих помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением, расположенных по адресу 690022, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10:

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

| Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы |
|---|---|
| Учебные аудитории для проведения учебных занятий: | |
| 690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10, этаж 5, 66,47 кв.м., № помещения 3221 | Лекционная аудитория оборудована маркерной доской, Мультимедийное оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA - 1 шт. Парты и стулья (L561a) |
| 690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10, этаж 4, 75,75 кв.м., № помещения 2249 | Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий. Компьютерный класс (L450) 20 компьютеров (системный блок модель - 30AGCT01WW P3+монитором АОС 28» L12868POU). |
| Помещения для самостоятельной работы: | |
| 690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. | Аудитории для самостоятельной работы студентов. Помещения для самостоятельной работы обучающихся |

| | |
|---|--|
| <p>Аякс, 10, этаж 10, 1016,2 кв.м., № помещения 477</p> | <p>оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ДВФУ.</p> <p>Комплекты учебной мебели (столы и стулья). Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 115 шт.</p> <p>Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C).</p> <p>Полноцветный копир-принтер-сканер Xerox WorkCentre 7530 (WC7530CPS). Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля (A1007 (A1042))</p> |
|---|--|

Для проведения учебных занятий по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступно следующее лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ.

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.