

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной деятельности КФУ

проф. Таюрский Д.А.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### **Программа дисциплины**

Физика низких температур Б1.В.ДВ.2

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Физика магнитных явлений

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

**Автор(ы):** Алакшин Е.М.

**Рецензент(ы):** Тагиров М.С.

#### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Тагиров М. С.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Казань

2017

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине/ модулю
  - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) старший научный сотрудник, к.н. Алакшин Е.М. (НИЛ магнитной радиоспектроскопии и квантовой электроники им. С.А. Альтшулера, Кафедра квантовой электроники и радиоспектроскопии), Egor.Alakshin@kpfu.ru

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

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-3	Способность применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей (в соответствии с профилем подготовки)
ОПК-3	Способность к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиопизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач
ПК-2	Способность самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиопизики (в соответствии с профилем подготовки) и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта

Выпускник, освоивший дисциплину:

1. должен знать:

основные физические законы, на которых базируется техника получения и измерения низких и сверхнизких температур

2. должен уметь:

объяснить основы квантово-механической теории зарядовой, массовой и спиновой (магнитной) сверхтекучести

3. должен владеть:

знаниями о специфических физических явлениях, которые происходят при низких и сверхнизких температурах

4. должен демонстрировать способность и готовность:

работать со спецлитературой и в Интернете на английском языке

**2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования**

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.2 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.04.03 "Радиопизика (Физика магнитных явлений)" и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, в 3 семестре.

**3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы), 72 часа(ов).

Контактная работа - 28 часа(ов), в том числе лекции - 28 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 44 часа (ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 3 семестре.

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

**4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине/ модулю**

N	Раздел дисциплины/ модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение в физику низких температур	3	2	0	0	2
2.	Тема 2. Явления переноса при низких температурах	3	2	0	0	4
3.	Тема 3. Сверхпроводимость (низкотемпературная и высокотемпературная)	3	2	0	0	4
4.	Тема 4. Теплопроводность твердых тел при низких и сверхнизких температурах	3	2	0	0	4
5.	Тема 5. Электроны и жидкий гелий	3	2	0	0	2
6.	Тема 6. Сверхтекучесть. Основные свойства жидкого $^4\text{He}$ и $^3\text{He}$	3	2	0	0	4
7.	Тема 7. Свойства квантовых кристаллов. Теплоемкость, теплопроводность	3	2	0	0	4
8.	Тема 8. Гиперполяризованный гелий-3. Методы получения и основные свойства	3	2	0	0	4
9.	Тема 9. Спиновая (магнитная) сверхтекучесть	3	2	0	0	4
10.	Тема 10. Бозе-эйнштейновская конденсация	3	2	0	0	4
11.	Тема 11. Эффекты Джозефсона.	3	2	0	0	4
12.	Тема 12. Лазерное охлаждение	3	2	0	0	2
13.	Тема 13. Нейтронные звезды	3	4	0	0	2
	Итого		28	0	0	44

**4.2 Содержание дисциплины**

**Тема 1. Введение в физику низких температур**

Определение температуры и классификация областей температурной шкалы. Излучение черного тела. Температура Вселенной.

**Тема 2. Явления переноса при низких температурах**

Электропроводность и теплопроводность металлов и сплавов при низких и сверхнизких температурах. Скачок Капицы.

**Тема 3. Сверхпроводимость (низкотемпературная и высокотемпературная)**

История исследований сверхпроводимости. Теория БКШ. История исследований высокотемпературной сверхпроводимости. Практическое использование сверхпроводников.

**Тема 4. Теплопроводность твердых тел при низких и сверхнизких температурах**

Механизмы теплопроводности твердых тел при низких и сверхнизких температурах. Роль фононов и электронов. Скачок Капицы на границе раздела твердое тело и жидких гелий. Магнитная связь на границе.

**Тема 5. Электроны и жидкий гелий**

Вигнеровские кристаллы и их свойства.

**Тема 6. Сверхтекучесть. Основные свойства жидкого  $^4\text{He}$  и  $^3\text{He}$**

Двухжидкостная модель Ландау. Критические скорости.

**Тема 7. Свойства квантовых кристаллов. Теплоемкость, теплопроводность**

Необыкновенные свойства квантовых кристаллов, их теплопроводность и теплоемкость.

**Тема 8. Гиперполяризованный гелий-3. Методы получения и основные свойства**

Равновесное и неравновесное термодинамическое состояние квантовой жидкости -  $\text{He-3}$ .

**Тема 9. Спиновая (магнитная) сверхтекучесть**

Магнитная сверхтекучесть и ее основные свойства.

**Тема 10. Бозе-эйнштейновская конденсация**

Бозе-Эйнштейновская конденсация атомов - новое состояние конденсированной материи.

**Тема 11. Эффекты Джозефсона.**

Виды слабых связей. Эффект близости. Стационарный эффект Джозефсона. Нестационарный эффект Джозефсона.

**Тема 12. Лазерное охлаждение**

Доплеровское охлаждение. Лазерное антистоксово охлаждение твердых тел.

**Тема 13. Нейтронные звезды**

Источники энергии звёзд. Строение звезды. Эволюция звёзд в зависимости от массы. Излучение пульсара. Нуклонная сверхтекучесть. Квантовые вихри.

**5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года N301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации N14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Положение от 24 декабря 2015 г. ♦ 0.1.1.67-06/265/15 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение N 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение N 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент N 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент N 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент N 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

**6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

**6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения**

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 3</b>			
	<i>Текущий контроль</i>		

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
1	Научный доклад	ПК-3	1. Введение в физику низких температур 2. Явления переноса при низких температурах 3. Сверхпроводимость (низкотемпературная и высокотемпературная) 4. Теплопроводность твердых тел при низких и сверхнизких температурах 5. Электроны и жидкий гелий 6. Сверхтекучесть. Основные свойства жидкого $^4\text{He}$ и $^3\text{He}$ 7. Свойства квантовых кристаллов. Теплоемкость, теплопроводность 8. Гиперполяризованный гелий-3. Методы получения и основные свойства 9. Спиновая (магнитная) сверхтекучесть 10. Бозе-эйнштейновская конденсация 11. Эффекты Джозефсона. 12. Лазерное охлаждение 13. Нейтронные звезды
	<b>Зачет</b>	ОПК-3, ПК-2, ПК-3	

**6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Этап	Форма контроля	Критерии оценивания			
		Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.
<b>Семестр 3</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
1	Научный доклад	Тема полностью раскрыта. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам.	Тема в основном раскрыта. Продемонстрирован средний уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Тема частично раскрыта. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом по теме работы. Используются источники, структура работы и применённые методы частично соответствуют поставленным задачам.	Тема не раскрыта. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом по теме работы. Используются источники, структура работы и применённые методы не соответствуют поставленным задачам.
		Зачтено		Не зачтено	
	<b>Зачет</b>	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Семестр 3**

**Текущий контроль**

**1. Научный доклад**

Тема 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13

Студент готовит научный доклад по выбранной теме в виде презентации PPT. Темы не повторяются.

Преподаватель оценивает во-первых, правильность презентационной формы, глубину раскрытия материала, адекватность выводов и актуальность ссылок на используемую литературу.

**Зачет**

Вопросы к зачету

1. Методы получения и измерения низких температур.
2. Теплопроводность твердых тел при низких и сверхнизких температурах.
3. Сверхтекучесть. Основные свойства жидкого  $^4\text{He}$  и  $^3\text{He}$ .
4. Рефрижераторы растворения.
5. Эффект Померанчука.
6. Гиперполяризованный гелий-3. Методы получения и основные свойства
7. Адиабатическое размагничивание.
8. Кондо эффект. Эффекты Холла. Закон для хаоса. Излучение черного тела. Температура Вселенной.
9. Эффекты Джозефсона.
10. Вигнеровские кристаллы. Магнитный механизм переноса энергии. Двухжидкостная модель. Критические скорости Распространение звуковых колебаний в жидком гелии. Эффект Джозефсона в жидком гелии.
11. Нейтронные звезды. Сверхтекучесть водорода.
12. Бозе-эйнштейновская конденсация магнонов.

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

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Этап	Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Количество баллов
<b>Семестр 3</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
1	Научный доклад	Обучающиеся самостоятельно пишут работу на заданную тему и сдают преподавателю в письменном виде. В работе производится обзор материала в определённой тематической области либо предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, изложение материала, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения. В случае публичной защиты оцениваются также ораторские способности.	50
			Всего 50
	<b>Зачет</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.	50

### 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

#### 7.1 Основная литература:

1. Новиков, И.И. Термодинамика. [Электронный ресурс] : учеб. пособие - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2009. - 592 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/286>
2. Байков, Ю.А. Физика конденсированного состояния. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.А. Байков, В.М. Кузнецов. ? Электрон. дан. ? М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. ? 296 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/70766>
3. Белинский, А.В. Квантовые измерения. [Электронный ресурс] : учеб. пособие ? Электрон. дан. ? М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. ? 185 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/66337>

#### 7.2. Дополнительная литература:

1. О.В.Лоунасмаа. Принципы и методы получения температур ниже 1К. М.:Мир, 1977
2. Г.К.Уайт. Экспериментальная техника в физике низких температур. М.:Изд-во физико-мат. Литературы, 1961.

3. Розанов, Л. Н.. Вакуумная техника: учебник для вузов по спец. 'Электронное машиностроение'/Л.Н. Розанов.- Изд. 3-е, перераб. и доп.-М.: Высшая школа,2007.-391 с.
4. Шешин, Е. П. Вакуумные технологии : учеб. пособие / Е. П. Шешин. - Долгопрудный : Интеллект, 2009. - 501 с.
5. Петрушкин, С.В. Лазерное охлаждение твердых тел. [Электронный ресурс] : моногр. / С.В. Петрушкин, В.В. Самарцев. ? Электрон. дан. ? М. : Физматлит, 2005. ? 224 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2700>

#### **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

BEC - [http://en.wikipedia.org/wiki/Bose?Einstein\\_condensate](http://en.wikipedia.org/wiki/Bose%E2%80%90Einstein_condensate)  
HTSC - [http://en.wikipedia.org/wiki/High-temperature\\_superconductivity](http://en.wikipedia.org/wiki/High-temperature_superconductivity)  
Superconductivity - [http://en.wikipedia.org/wiki/High-temperature\\_superconductivity](http://en.wikipedia.org/wiki/High-temperature_superconductivity)  
Superglass - <http://www.phys.ens.fr/~zamponi/archivio/talks/2009-02-24-firenze.pdf>

#### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

После получения темы научного доклада студенту необходимо получить у преподавателя необходимые источники на электронных носителях (флешках), ознакомиться с их содержанием и только после этого приступить к самостоятельной работе по поиску новой и актуальных данных по теме научного доклада. Здесь необходимо отметить, что большая часть информации содержится на англоязычных сайтах. Это означает, что требуется мобилизация практического владения английским языком. Все самостоятельно переведенные тексты должны быть собраны в отдельные файлы и систематизированы в дальнейшем.

Презентация научных докладов готовится в редакторе Power Point. Структура презентации состоит из:

Титульного листа, где указано

- Казанский (Приволжский) Федеральный Университет, Институт физики
- Кафедра квантовой электроники и радиоспектроскопии
- Тема научного доклада
- ФИО докладчика
- Казань, 2016

После этого дается краткий исторический экскурс по данной теме, приводятся рисунки для объяснения принципа действия прибора или комплекта аппаратуры, необходимо описание физических основ метода или прибора.

В конце доклада необходимо сделать выводы и привести актуальные ссылки на литературу и интернет ресурсы.

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Освоение дисциплины "Физика низких температур" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Освоение дисциплины "Физика низких температур" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:



Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 03.04.03 "Радиофизика" и магистерской программе Физика магнитных явлений .