

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ 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**

Радиофизические методы исследования природных сред

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Квантовые устройства и радиофотоника

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

## **Содержание**

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
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 (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
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 (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) Марфин Е.А.

## **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции                                                                                                                                         |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-4             | Способность внедрять результаты прикладных научных исследований в перспективные приборы, устройства и системы, основанные на колебательно-волновых принципах функционирования |

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основы физики волновых процессов, радиофизики и электроники применительно к современным информационным технологиям.

Должен уметь:

ориентироваться в понимании современных проблем и новейших достижений радиофизики и обладать практическими навыками использования измерительной аппаратуры, в том числе для контроля состояния природной среды.

Должен владеть:

навыками творческого обобщения полученных знаний, конкретного и объективного изложения своих знаний в письменной и устной форме, применения полученных знаний в вопросах излучения и распространения волн различной физической природы в естественных средах и технических системах.

Должен демонстрировать способность и готовность:

свободного владения знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач. Применять полученные знания на практике в своей дальнейшей научно-исследовательской деятельности.

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.06.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.04.03 "Радиофизика (Квантовые устройства и радиофотоника)" 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) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 26 часа(ов), в том числе лекции - 13 часа(ов), практические занятия - 13 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 46 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  | Разделы дисциплины / модуля                                     | Семестр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) |                      |                     | Самостоятельная работа |
|----|-----------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|------------------------|
|    |                                                                 |         | Лекции                                                   | Практические занятия | Лабораторные работы |                        |
| 1. | Тема 1. Радиофизические методы в решении экологических проблем. | 3       | 2                                                        | 2                    | 0                   | 6                      |

| N  | Разделы дисциплины / модуля                                         | Семестр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) |                      |                     | Самостоятельная работа |
|----|---------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|------------------------|
|    |                                                                     |         | Лекции                                                   | Практические занятия | Лабораторные работы |                        |
| 2. | Тема 2. Методы нестационарной фильтрации в подземной гидродинамике. | 3       | 2                                                        | 2                    | 0                   | 6                      |
| 3. | Тема 3. Система термомониторинга.                                   | 3       | 1                                                        | 2                    | 0                   | 6                      |
| 4. | Тема 4. Акустические волны.                                         | 3       | 2                                                        | 2                    | 0                   | 6                      |
| 5. | Тема 5. Упругие волны в земной коре.                                | 3       | 2                                                        | 1                    | 0                   | 6                      |
| 6. | Тема 6. Метод скважинной спектральной шумометрии.                   | 3       | 2                                                        | 2                    | 0                   | 8                      |
| 7. | Тема 7. Акустическое воздействие на насыщенные пористые среды.      | 3       | 2                                                        | 2                    | 0                   | 8                      |
|    | Итого                                                               |         | 13                                                       | 13                   | 0                   | 46                     |

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Радиофизические методы в решении экологических проблем.

Экология и экологические кризисы. Виды загрязнения окружающей среды. Радиоактивное заражение и переработка радиоактивных отходов. Прикладной аспект использования уравнений явлений переноса в экологии. Параметры-индикаторы и методы из определения. Масс-спектрометрия. Глобальный мониторинг. Методы очистки воды.

##### Тема 2. Методы нестационарной фильтрации в подземной гидродинамике.

Движение жидкости и газа в пористых средах. Фильтрационные свойства продуктивных пластов. Закон Дарси. Коэффициент извлечения нефти. Приток жидкости к скважине. Метод кривых падения и восстановления давления. Метод фильтрационных волн давления. Дистанционные манометры и расходомеры. Основы технологии оптимальной выработки пласта.

##### Тема 3. Система термомониторинга.

Тепловое загрязнение атмосферы, гидросфера и литосфера. Негативные последствия теплового загрязнения. Система термомониторинга и ее основные составляющие. Методика и технические средства контроля над тепловым состоянием природных сред. Температура и методы ее измерения. Датчики температуры. Глобальное потепление.

##### Тема 4. Акустические волны.

Введение в акустику. Упругие волны. Скорость звука. Звуковая энергия. Поглощение звука. Отражение и преломление волн. Рассеяние упругих волн. Поверхностные волны. Излучение звука колеблющимися телами. Сопротивление среды. Монополь. Диполь. Гидродинамическое звукообразование. Метод электроакустических аналогий. Акустические резонаторы.

##### Тема 5. Упругие волны в земной коре.

Строение земной коры. Сейсмоакустические волны. Сейсмика нефтяных и газовых месторождений. Тонкослоистые среды. Упругие волны в насыщенных пористых средах. Теория Гассмана. Теория Био-Николаевского. Модель сферической упаковки для зернистых пород. Модели пород с пустотами. Трещиноватые породы. Поглощение и затухание сейсмических волн.

##### Тема 6. Метод скважинной спектральной шумометрии.

Активный и пассивный акустический каротаж. Аппаратура акустического каротажа. Регистрируемые параметры. Излучатели акустического зонда. Источники шумов в скважине. Проблема разделения шумов от различных источников. Метод спектральной шумометрии. Акустическая цементометрия. Сейсморазведка. Межскважинное зондирование.

##### Тема 7. Акустическое воздействие на насыщенные пористые среды.

Физические основы сейсмоакустического воздействия на продуктивный пласт. Неустойчивость Саффмана-Тейлора. Влияние упругих колебаний на вязкость жидкостей. Изменение проницаемости пористой среды в поле упругих колебаний. Ультразвуковое воздействие на течение вязкой жидкости в капиллярах. Скважинные излучатели. Выбор оптимальных частот акустического воздействия.

#### 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 №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Волновые процессы. Часть 1. Основные понятия. - [http://old.kpfu.ru/f6/k10/bin\\_files/wp1%2136.pdf](http://old.kpfu.ru/f6/k10/bin_files/wp1%2136.pdf)

Волновые процессы. Часть 7. Распространение упругих волн. - [http://old.kpfu.ru/f6/k10/bin\\_files/wp7%2154.pdf](http://old.kpfu.ru/f6/k10/bin_files/wp7%2154.pdf)

Волновые процессы. Часть 8. Акустические колебания и волны - [http://old.kpfu.ru/f6/k10/bin\\_files/wp8!46.pdf](http://old.kpfu.ru/f6/k10/bin_files/wp8!46.pdf)

Основы экологии и природопользования - [https://repository.kpfu.ru/?p\\_id=161620](https://repository.kpfu.ru/?p_id=161620)

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

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы.

Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС З++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

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

Волновые и импульсные методы исследования пластов и скважин -  
[http://old.kpfu.ru/f6/k10/bin\\_files/kushtan%21116.pdf](http://old.kpfu.ru/f6/k10/bin_files/kushtan%21116.pdf)

Скважинная шумометрия и виброакустическое воздействие на флюидонасыщенные пласти -  
[http://kpfu.ru/docs/F153068185/UMP\\_Marfin\\_Skvazhinnaya.shumometriya.pdf](http://kpfu.ru/docs/F153068185/UMP_Marfin_Skvazhinnaya.shumometriya.pdf)

Упругие волны в насыщенных пористых средах: Учебно-методическое пособие -  
[http://kpfu.ru/docs/F1210044391/UMP\\_Marfin\\_Ovchinnikov\\_Uprugie.volny.v.nasyschennyh.poristyh.sredah.pdf](http://kpfu.ru/docs/F1210044391/UMP_Marfin_Ovchinnikov_Uprugie.volny.v.nasyschennyh.poristyh.sredah.pdf)

Физика геосферы - [http://old.kpfu.ru/f6/k10/bin\\_files/kushtan%2174.pdf](http://old.kpfu.ru/f6/k10/bin_files/kushtan%2174.pdf)

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

| <b>Вид работ</b>       | <b>Методические рекомендации</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| лекции                 | <p>Лекции имеют целью дать систематизированные основы научных знаний об волнах различной физической природы, законах их распространения в различных средах, методах решения акустических задач.</p> <p>При изучении и проработке теоретического материала для студентов необходимо:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;</li> <li>- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в учебной программе литературные и интернет источники;</li> <li>- ответить на контрольные вопросы по темам и разделам дисциплины.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| практические занятия   | <p>Практические занятия проводятся с целью углубления и закрепления знаний, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы над учебной и научной литературой.</p> <p>При подготовке к практическим занятиям студентам необходимо:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- изучить, повторить теоретический материал по заданной теме;</li> <li>- изучить материалы лабораторной работы по заданной теме, уделяя особое внимание расчетным формулам;</li> <li>- при выполнении расчетных заданий, изучить, повторить типовые задания, выполняемые в аудитории.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| самостоятельная работа | <p>Методические указания по организации внеаудиторной самостоятельной работы на занятии способствуют организации последовательного изучения материала, вынесенного на самостоятельное освоение в соответствии с программой учебной дисциплины и имеет такую структуру как:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- тема;</li> <li>- вопросы и содержание материала для самостоятельного изучения;</li> <li>- форма выполнения задания;</li> <li>- алгоритм выполнения и оформления самостоятельной работы;</li> <li>- критерии оценки самостоятельной работы;</li> <li>- рекомендуемые источники информации (литература основная, дополнительная, нормативная, ресурсы Интернет и др.).</li> </ul> <p>Самостоятельная работа как вид деятельности студента многогранна. В качестве форм самостоятельной работы при изучении дисциплины "Радиофизические методы исследования природных сред" предлагаются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с научной и учебной литературой;</li> <li>- подготовка доклада к практическому занятию;</li> <li>- более глубокое изучение с вопросами, изучаемыми на практических занятиях;</li> <li>- подготовка к тестированию и зачету;</li> </ul> <p>Задачи самостоятельной работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обретение навыков самостоятельной научно-исследовательской работы на основании анализа текстов литературных источников и применения различных методов исследования;</li> <li>- выработка умения самостоятельно и критически подходить к изучаемому материалу.</li> </ul> <p>Технология самостоятельной работы должна обеспечивать овладение знаниями, закрепление и систематизацию знаний, формирование умений и навыков. Апробированная технология характеризуется алгоритмом, который включает следующие логически связанные действия студента:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- чтение текста (учебника, пособия, конспекта лекций);</li> <li>- конспектирование текста;</li> <li>- решение задач и упражнений;</li> <li>- подготовка к деловым играм;</li> <li>- ответы на контрольные вопросы;</li> <li>- составление планов и тезисов ответа.</li> </ul> |

| Вид работ | Методические рекомендации                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| зачет     | <p>Готовиться к зачету необходимо последовательно, с учетом контрольных вопросов, разработанных преподавателем кафедры. Сначала следует определить место каждого контрольного вопроса в соответствующем разделе темы учебной программы, а затем внимательно прочитать и осмыслить рекомендованные научные работы, соответствующие разделы рекомендованных учебников. При этом полезно делать краткие выписки и заметки. Работу над темой можно считать завершенной, если вы сможете ответить на все контрольные вопросы и дать определение понятий по изучаемой теме.</p> <p>Для обеспечения полноты ответа на контрольные вопросы и лучшего запоминания теоретического материала рекомендуется составлять план ответа на контрольный вопрос. Это позволит сэкономить время для подготовки непосредственно перед зачетом за счет обращения не к литературе, а к своим записям.</p> <p>При подготовке необходимо выявлять наиболее сложные, дискуссионные вопросы, с тем, чтобы обсудить их с преподавателем на обзорных лекциях и консультациях. Нельзя ограничивать подготовку к зачету простым повторением изученного материала. Необходимо углубить и расширить ранее приобретенные знания за счет новых идей и положений.</p> <p>Результат по сдаче зачета объявляется студентам, вносится в экзаменационную ведомость. Незачет проставляется только в ведомости. После чего студент освобождается от дальнейшего присутствия на зачете.</p> <p>При получении незачета повторная сдача осуществляется в другие дни, установленные деканатом.</p> <p>Положительная оценка ?зачтено? выставляются, если студент усвоил учебный материал, исчерпывающе, логически, грамотно изложив его, показал знания специальной литературы, не допускал существенных неточностей, а также правильно применял понятийный аппарат.</p> |

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

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

#### **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 счет 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 "Квантовые устройства и радиофотоника".

**Приложение 2**  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
**Б1.В.ДВ.06.02 Радиофизические методы исследования природных сред**

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Квантовые устройства и радиофотоника

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

**Основная литература:**

1. Паршаков А. Н. Физика линейных и нелинейных волновых процессов в избранных задачах. Электромагнитные и акустические волны: Учебное пособие. - Долгопрудный: Интеллект, 2014. - 144 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=484936>
2. Набатов В.В. Эртуганова Э.А. Обработка и интерпретация результатов геофизических исследований и неразрушающего контроля: учебное пособие. [Электронный ресурс]: учеб. пособие. - М.: МИСИС, 2016. - 86 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/93676>
3. Другов Ю. С. Газохроматографическая идентификация загрязнений воздуха, воды, почвы и биосред: руководство / Ю. С. Другов, И. Г. Зенкевич, А. А. Родин. [Электронный ресурс] - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 755 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/135488>
4. Савельев И. В. Сборник вопросов и задач по общей физике : учебное пособие. [Электронный ресурс] - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 292 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/125441>

**Дополнительная литература:**

1. Майер В.В. Вараксина Е.И. Звук и ультразвук в учебных исследованиях: Учебное пособие. - Долгопрудный: Интеллект, 2012. - 336 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=478820>
2. Голик В.И. Основы научных исследований в горном деле: Учебное пособие. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 119 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=406190>
3. Капитонов А.М., Васильев В.Г. Физические свойства горных пород западной части Сибирской платформы [Электронный ресурс]. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2011. - 424 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=441169>
4. Булыгин В.С., Кремлев М.Г., Прут Э.В. Избранные задачи студенческих олимпиад МФТИ по курсу общей физики: Учебное пособие. - Долгопрудный: Интеллект, 2015. - 312 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=527646>
5. Дубнищев Ю.Н. Колебания и волны. [Электронный ресурс]: учеб. пособие. - СПб.: Лань, 2011. - 384 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/683>
6. Аббасов И.Б. Рассеяние нелинейно взаимодействующих акустических волн: сфера, цилиндр, сфериод. [Электронный ресурс]. - М.: Физматлит, 2007. - 160 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2715>
7. Багдоев А.Г., Ерофеев В.И., Шекоян А.В. Линейные и нелинейные волны в диспергирующих сплошных средах. [Электронный ресурс]: учеб. пособие. - М.: Физматлит, 2009. - 320 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2665>
8. Физика Земли: учебник / В.С. Захаров, В.Б. Смирнов. - М.: ИНФРА-М, 2019. - 328 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/1007036>
9. Радиационно-экологический мониторинг окружающей среды : методическое пособие по практикуму к курсу 'Радиационная экология' / Казан. гос. ун-т, Фак. географии и экологии ; [сост.: к.ф.-м.н., доц. О. Р. Бадрутдинов, к.б.н., Р. С. Тюменев] .? Казань : Изд-во Казанского государственного университета, 2009. - 40 с.
10. Данилов-Данильян В.И. Экологическая энциклопедия. В 6-и т. Т. 3. И-М / Ред. коллегия В.И. Данилов-Данильян, К.С. Лосев. - М.: Энциклопедия, 2010. - 448 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=542775>
11. Трухин В.И. Общая и экологическая геофизика. [Электронный ресурс]: учеб. / В.И. Трухин, К.В. Показеев, В.Е. Куницын. - Электрон. дан. - М.: Физматлит, 2005. - 576 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2348>

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.06.02 Радиофизические методы исследования  
природных сред

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая  
перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Квантовые устройства и радиофотоника

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.