

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**

Радиофизические методы исследования природных сред Б1.В.ДВ.1

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Информационные процессы и системы

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

**Автор(ы):** Белашов В.Ю. , Петрова И.Р.

**Рецензент(ы):** Шерстюков О.Н. , Фахрутдинова Антонина Николаевна

#### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Овчинников М. Н.

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

Учебно-методическая комиссия Института физики:

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

Казань

2018

## 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) главный научный сотрудник, д.н. (профессор) Белашов В.Ю. (НИЛ исследований ближнего космоса, Институт физики), Vasilij.Belashov@kpfu.ru ; доцент, к.н. Петрова И.Р. (Кафедра радиофизики, Отделение радиофизики и информационных систем), Inna.Petrova@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  |
|------------------|--|
| ОПК-3            | Способность к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач   |
| ПК-6             | Способность составлять обзоры перспективных направлений научно-инновационных исследований, готовность к написанию и оформлению патентов в соответствии с правилами   |
| ПК-9             | Способность к ведению документации по НИР (смет, заявок на материалы, оборудование и т.п.) с учетом существующих требований и форм отчетности  |
| ОПК-4            | Способность к свободному владению профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, использованию современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки |
| ПК-2             | Способность самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиофизики (в соответствии с профилем подготовки) и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта  |
| ПК-1             | Способность использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики   |
| ПК-4             | Способность внедрять результаты прикладных научных исследований в перспективные приборы, устройства и системы, основанные на колебательно-волновых принципах функционирования  |

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

методы математической физики и численные методы интегрирования для моделей, описывающих волновые процессы в физических средах.

Должен уметь:

анализировать устойчивость решений дифференциальных уравнений в частных производных, описывающих волновые процессы в физических средах, строить фазовые портреты для соответствующих динамических систем, исследовать характер асимптотик решений.

Должен владеть:

аналитическими и численными методами интегрирования дифференциальных уравнений в частных производных в приложении к физике волновых процессов в атмосфере, гидросфере, ионосферной и магнитосферной плазме.

Должен демонстрировать способность и готовность:

выполнять анализ систем, описывающих волновые процессы в физических средах, с использованием аналитических и численных подходов.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.1 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.04.03 "Радиофизика (Информационные процессы и системы)" и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 1 курсе, в 2 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 3 зачетных(ые) единиц(ы), 108 часа(ов).

Контактная работа - 42 часа(ов), в том числе лекции - 28 часа(ов), практические занятия - 14 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 66 часа (ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет во 2 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. Волновые процессы в физических средах и соответствующие им математические модели.            | 2       | 4  | 2                    | 0                   | 8                      |
| 2. | Тема 2. Основные уравнения. Классы математических моделей.   | 2       | 4  | 2                    | 0                   | 8                      |
| 3. | Тема 3. Методы аналитического исследования нелинейных систем.  | 2       | 4  | 2                    | 0                   | 8                      |
| 4. | Тема 4. Методы численного интегрирования нелинейных систем.  | 2       | 4  | 2                    | 0                   | 8                      |
| 5. | Тема 5. Приложения нелинейной волновой теории. Волны в атмосфере, гидросфере и плазме.                         | 2       | 4  | 2                    | 0                   | 18                     |
| 6. | Тема 6. Динамика 1-, 2- и 3-мерных солитонов в средах со стохастическими флуктуациями волнового поля.          | 2       | 4  | 2                    | 0                   | 8                      |
| 7. | Тема 7. Квантовая теория рассеяния. Метод обратной задачи для уравнения КдВ. "Метод одеяния" для уравнения КП. | 2       | 4  | 2                    | 0                   | 8                      |
|    | Итого  |         | 28   | 14                   | 0                   | 66                     |

##### 4.2 Содержание дисциплины

###### Тема 1. Введение. Волновые процессы в физических средах и соответствующие им математические модели.

Динамические процессы в гидросфере, атмосфере и плазме. Классы исследуемых явлений и систем. Линейные системы. Нелинейные точно интегрируемые системы. Точно не интегрируемые системы. Свойства реальных сред: диссипация, дисперсия, нелинейность, неустойчивости. Дисперсионные соотношения. Обобщения, связанные с учетом эффектов в реальных комплексных физических средах.

###### Тема 2. Основные уравнения. Классы математических моделей.

Полная система уравнений гидродинамики в обобщенных переменных. Физический смысл функций и переменных для реальных физических сред. Классы нелинейных GKP и DNLS моделей. Дисперсионные соотношения. Обобщения, связанные с учетом дисперсионных эффектов высшего порядка, диссипации и неустойчивостей.

###### Тема 3. Методы аналитического исследования нелинейных систем.

Анализ устойчивости решений на основе метода исследования трансформационных свойств гамильтониана соответствующей системы. Методы качественного и асимптотического анализа решений и классификация решений в фазовом пространстве и по характеру асимптотик.

###### Тема 4. Методы численного интегрирования нелинейных систем.

Методы численного интегрирования нелинейных неоднородных систем. Явные и неявные разностные схемы численного интегрирования. Метод стабилизирующего множителя Петвиашвили и динамический спектральный метод. Численные 2D и 3D решения уравнений класса GKP. Численные подходы к исследованию уравнений класса 3-DNLS, решения - альфвеновские солитоны.

###### Тема 5. Приложения нелинейной волновой теории. Волны в атмосфере, гидросфере и плазме.

Динамика уединенных волн и солитонов на поверхности "мелкой" жидкости: гравитационные и гравитационно-капиллярные волны, волны цунами. Уединенные волновые возмущения в атмосфере и ионосфере, генерируемые импульсными источниками (сейсмические процессы, фронты солнечного затмения и солнечного терминатора, мощные искусственные взрывы). Динамика ионно-звуковых и магнитозвуковых (БМЗ) волн в плазме (ионосфера и магнитосфера Земли, астрофизика, включая релятивистский предел). Эволюция в средах с переменной дисперсией (волны в жидкости и плазме).

#### **Тема 6. Динамика 1-, 2- и 3-мерных солитонов в средах со стохастическими флуктуациями волнового поля.**

Динамика солитонов уравнений КдВ- и КП-классов в средах со стохастическими флуктуациями волнового поля.

#### **Тема 7. Квантовая терия рассеяния. Метод обратной задачи для уравнения КдВ. "Метод одевания" для уравнения КП.**

Метод обратной задачи рассеяния (ОЗР) для уравнения КдВ и "метод одевания" для уравнения КП.

### **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"

Кафедра радиофизики КФУ - <http://radiosys.ksu.ru/>

Электронная библиотека КФУ - <http://libweb.ksu.ru/ebooks/>

Электронно-библиотечная система ZNANIUM - <http://znanium.com>

### **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 2</b> |                         |                         |                           |
|                  | <i>Текущий контроль</i> |                         |                           |

| Этап | Форма контроля    | Оцениваемые компетенции                    | Темы (разделы) дисциплины  |
|------|-------------------|--|--|
| 1    | Письменная работа | ОПК-3                                      | 1. Введение. Волновые процессы в физических средах и соответствующие им математические модели.             |
| 2    | Письменная работа | ОПК-4                                      | 2. Основные уравнения. Классы математических моделей.  |
| 3    | Письменная работа | ПК-1                                       | 3. Методы аналитического исследования нелинейных систем.   |
| 4    | Письменная работа | ПК-2                                       | 4. Методы численного интегрирования нелинейных систем.   |
| 5    | Письменная работа | ПК-4                                       | 5. Приложения нелинейной волновой теории. Волны в атмосфере, гидросфере и плазме.                          |
| 6    | Письменная работа | ПК-6                                       | 6. Динамика 1-, 2- и 3-мерных солитонов в средах со стохастическими флуктуациями волнового поля.           |
| 7    | Письменная работа | ПК-9                                       | 7. Квантовая теория рассеяния. Метод обратной задачи для уравнения КдВ. "Метод одевания" для уравнения КП. |
|      | <b>Зачет</b>      | ОПК-3, ОПК-4, ПК-1, ПК-2, ПК-4, ПК-6, ПК-9 |  |

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

| Форма контроля          | Критерии оценивания  |  |   |  | Этап |
|-------------------------|--|--|---|--|------|
|                         | Отлично  | Хорошо   | Удовл.  | Неуд.  |      |
| <b>Семестр 2</b>        |  |  |   |  |      |
| <b>Текущий контроль</b> |  |  |   |  |      |
| Письменная работа       | Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.  | Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий. | Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.  | Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий. | 1    |
|                         |  |  |   |  | 2    |
|                         |  |  |   |  | 3    |
|                         |  |  |   |  | 4    |
|                         |  |  |   |  | 5    |
|                         |  |  |   |  | 6    |
|                         |  |  |   |  | 7    |
|                         | <b>Зачтено</b>   |  | <b>Не зачтено</b>   |  |      |
| <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 2

#### Текущий контроль

#### 1. Письменная работа

#### Тема 1

Динамические процессы в гидросфере, атмосфере и плазме. Классы исследуемых явлений и систем. Линейные системы. Нелинейные точно интегрируемые системы. Точно не интегрируемые системы. Свойства реальных сред: диссипация, дисперсия, нелинейность, неустойчивости. Дисперсионные соотношения. Обобщения, связанные с учетом эффектов в реальных комплексных физических средах.

## **2. Письменная работа**

Тема 2

Вывод из полной системы основных уравнений гидродинамики уравнений классов КдВ и КП

## **3. Письменная работа**

Тема 3

Метод анализа устойчивости решений по Ляпунову на основе исследования трансформационных свойств гамильтониана соответствующей системы. Методы качественного и асимптотического анализа решений и классификация решений в фазовом пространстве и по характеру асимптотик.

## **4. Письменная работа**

Тема 4

Явные и неявные разностные схемы высокого порядка точности для уравнений классов КдВ и КП

## **5. Письменная работа**

Тема 5

Динамика уединенных волн и солитонов на поверхности "мелкой" жидкости: гравитационные и гравитационно-капиллярные волны, волны цунами. Уединенные волновые возмущения в атмосфере и ионосфере, генерируемые импульсными источниками (сейсмические процессы, фронты солнечного затмения и солнечного терминатора, мощные искусственные взрывы). Динамика ионно-звуковых и магнитозвуковых (БМЗ) волн в плазме (ионосфера и магнитосфера Земли, астрофизика, включая релятивистский предел). Эволюция в средах с переменной дисперсией (волны в жидкости и плазме).

## **6. Письменная работа**

Тема 6

Результаты численных экспериментов по моделированию распространения солитонов при наличии в среде стохастических флуктуаций волнового поля

## **7. Письменная работа**

Тема 7

Изложение основ квантовой теории рассеяния и метода аналитического интегрирования уравнений КдВ и КП

## **Зачет**

Вопросы к зачету:

Динамические процессы в гидросфере, атмосфере и плазме.

Классы исследуемых явлений и систем. Линейные системы.

Нелинейные точно интегрируемые системы. Точно не интегрируемые системы.

Свойства реальных сред: диссипация, дисперсия, нелинейность, неустойчивости.

Дисперсионные соотношения. Обобщения, связанные с учетом эффектов в реальных комплексных физических средах.

Полная система уравнений гидродинамики в обобщенных переменных.

Физический смысл функций и переменных для реальных физических сред.

Классы нелинейных GKP и DNLS моделей. Дисперсионные соотношения.

Обобщения, связанные с учетом дисперсионных эффектов высшего порядка, диссипации и неустойчивостей.

Анализ устойчивости решений на основе метода исследования трансформационных свойств гамильтониана соответствующей системы.

Методы качественного и асимптотического анализа решений и классификация решений в фазовом пространстве и по характеру асимптотик.

Методы численного интегрирования нелинейных неоднородных систем.

Явные и неявные разностные схемы численного интегрирования.

Метод стабилизирующего множителя Петвиашвили и динамический спектральный метод.

Численные 2D и 3D решения уравнений класса GKP.

Численные подходы к исследованию уравнений класса 3-DNLS, решения - альфвеновские солитоны.

Динамика уединенных волн и солитонов на поверхности "мелкой" жидкости: гравитационные и гравитационно-капиллярные волны, волны цунами.

Уединенные волновые возмущения в атмосфере и ионосфере, генерируемые импульсными источниками (сейсмические процессы, фронты солнечного затмения и солнечного терминатора, мощные искусственные взрывы).

Динамика ионно-звуковых и магнитозвуковых (БМЗ) волн в плазме (ионосфера и магнитосфера Земли, астрофизика, включая релятивистский предел).

Эволюция в средах с переменной дисперсией (волны в жидкости и плазме).

Динамика солитонов уравнений КдВ- и КП-классов в средах со стохастическими флуктуациями волнового поля.

Метод обратной задачи рассеяния (ОЗР) для уравнения КдВ и "метод одевания" для уравнения КП.

## **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".

| Форма контроля          | Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций  | Этап   | Количество баллов |
|-------------------------|--|--------|-------------------|
| <b>Семестр 2</b>        |  |        |                   |
| <b>Текущий контроль</b> |  |        |                   |
| Письменная работа       | Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.  | 1      | 5 5 10 5 5 10 10  |
|                         |  | 2      |                   |
|                         |  | 3      |                   |
|                         |  | 4      |                   |
|                         |  | 5      |                   |
|                         |  | 6      |                   |
|                         |  | 7      |                   |
|                         |  | 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. Мирошниченко Л. И. Физика Солнца и солнечно-земных связей : учебное пособие // Л. И. Мирошниченко; Под ред. М. И. Панасюка. ? М. : Университетская книга, 2011. ? 174 с.
2. С.И.Акасофу, С.Чепмен. Солнечно-земная физика. Часть 1. М.: ?Мир?. 1974. 384 с.
3. С.И.Акасофу, С.Чепмен. Солнечно-земная физика. Часть 2. М.: ?Мир?. 1975. 512 с.
4. В. Н. Киселев, А. Д. Кузнецов. Методы зондирования окружающей среды (атмосферы). Учебник РГГМУ. 2004.- 430с.
5. Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений '. -М.: 'Техносфера' 2010. -560с.

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Экологический мониторинг природных сред: Учебное пособие/В.М.Калинин, Н.Е.Рязанова - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 203 с.: 60x90 1/16 (Переплёт) ISBN 978-5-16-010638-0
2. Колесниченко, А.В. Турбулентность и самоорганизация. Проблемы моделирования космических и природных сред / А.В. Колесниченко, М.Я. Маров. - 2-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 632 с
3. Солнечно-земная физика Т. 1, Вып. 1, 2015 - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 122 с.
4. Метеорологические и геофизические исследования / гл. ред. Г.В. Алексеев. - М.: Paulsen, 2011. - 352 с.
5. Иванов В.А. Орбитальное функционирование связанных космических объектов: Учебное пособие / В.А. Иванов, С.А. Купреев, В.С. Ручинский. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 320 с

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

Кафедра радиофизики КФУ - <http://radiosys.ksu.ru/>

OK-1 - <http://www.fgosvpo.ru/uploadfiles/fgos/28/20111115114254.pdf>

Федеральный государственный образовательный стандарт - <http://www.fgosvpo.ru/uploadfiles/fgos/28/20111115114254.pdf>

Электронная библиотека КФУ - <http://libweb.ksu.ru/ebooks/>

Электронно-библиотечная система ZNANIUM - <http://znanium.com>

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

1. При организации самостоятельной работы студентам необходимо внимательно изучать материалы лекций, потому что теоретические вопросы курса излагаются на лекциях.

2. Обучающиеся должны посещать лекции и активно участвовать в обсуждении рассматриваемых тем, задавать вопросы и отвечать на вопросы преподавателя в процессе лекции.

3. Для эффективной подготовки к практическим занятиям студентам необходимо регулярно посещать лекции, потому что на лекциях разбираются примеры решения практических задач. Эти примеры будут весьма полезны обучающимся во время выполнения практических работ.

4. Посещение практических занятий и выполнение всех заданий является категорически обязательным для получения студентами необходимых навыков и компетенций.

5. При подготовке к промежуточным тестам и контрольным работам студентам необходимо внимательно изучить материалы лекций и рекомендованную литературу.

6. При работе с литературой необходимо

а) внимательно ознакомиться с теоретической частью

б) разобрать примеры, описанные в литературе

в) проработать разобранные примеры, рекомендованные преподавателем

В настоящих методических рекомендациях считаю необходимым акцентировать следующие моменты:

1. Эффективное изучение курса требует от студентов регулярных самостоятельных занятий

2. Наиболее важным для освоения данного курса является изучение практических примеров, которые в достаточном количестве разбираются на лекциях

3. Приобретение самостоятельных навыков решения геофизических задач является обязательным условием формирования квалифицированного специалиста.

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

Освоение дисциплины "Радиофизические методы исследования природных сред" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

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.

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

Освоение дисциплины "Радиофизические методы исследования природных сред" 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 Информационные процессы и системы .