МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
Кафедра радиофизики и радиоэлектроники

УТВЕРЖДАЮ
Декан _____ Буднев Н.М.
"19" июня 2017 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля): Б1.В.ДВ.1.2 Радиофизические исследования ионосферы

Направление подготовки: 03.03.03 Радиофизика

Тип образовательной программы: академический бакалавриат

Направленность (профиль): Радиоэлектронные устройства, методы обработки сигналов и автоматизации

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Согласовано с УМК физического факультета
Протокол №8 от «19» июня 2017г.

Председатель _____ Буднев Н.М.

Рекомендовано кафедрой:
Протокол № 10
От «14» июня 2017г.

И.О.Зав. кафедрой _____ Колесник С.Н.
(ФИО, подпись)

Иркутск 2017 г.

Содержание

1. Цели и задачи дисциплины (модуля) 3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП 3
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля): 3
4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы 3
5. Содержание дисциплины (модуля) 4
5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля) ..... ***Ошибка! Закладка не определена.***
5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами 4
5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей)и виды занятий 4
6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ 5
6.1. План самостоятельной работы студентов 6
6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов 6
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии) 6
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля): 7
а) основная литература 7
б) дополнительная литература 7
в) программное обеспечение 7
г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы_ Интернет-источники 7
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля): 8
10. Образовательные технологии: 8
11. Оценочные средства (ОС): 8
Лист согласования, дополнений и изменений 16
ПРИЛОЖЕНИЕ: ФОС 18

1. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Программа модуля разработана в соответствии с основной образовательной программой по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика, по профилю подготовки «Радиоэлектронные устройства, методы обработки сигналов и автоматизации» предназначена для обеспечения курса «Радиофизические исследования ионосферы», изучаемого студентами в течение третьего семестра.

Основная ***цель*** курса – дать студентам основные представления об экспериментальных методах дистанционного зондирования природных сред и в частности ионосферы, современной диагностической аппаратуре, способах обработки данных и изображений; способствовать развитию их интеллекта, творческих способностей, критического мышления и эрудиции в ходе проведения исследований, анализа явлений, восприятия и интерпретации получаемой информации.

Для достижения данной цели поставлены ***задачи***:

- изучить теоретические основы экспериментальных методов в физике ионосферы;
- познакомиться с современной диагностической аппаратурой;
- изучить теоретические и практические основы методов обработки данных;
- изучить проблемы в диагностических задачах физики ионосферы.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Радиофизические исследования ионосферы» относится к вариативной части базового цикла Б1 и является дисциплиной по выбору (ДВ). Она изучается студентами в 3-м семестре после освоения большинства курсов общей физики и части курсов теоретической физики.

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование следующих **общепрофессиональных (ОПК) профессиональных компетенций (ПК)**:

- способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способностью самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии (ОПК-2)
- способностью использовать основные методы радиофизических измерений (ПК-2).

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные экспериментальные методы диагностики ионосферы.

Уметь:

- использовать методы обработки экспериментальных данных.

Владеть: иметь представление

- навыками самостоятельной обработки экспериментальных данных.
-

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Вид учебной работы	**Всего часов / зачетных единиц**	**Семестры**			
		3			
Аудиторные занятия (всего)	66/1,83	66/1,83			
В том числе:		-	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	54/1,5	54/1,5			
КСР	12/0,33	12/0,33			

Самостоятельная работа (всего)	42/1,17	42/1,17				
В том числе:	-	-	-	-	-	
Отчет по лабораторной и/или практической работе	14/0,39	14/0,39				
Подготовка к зачету	2/0,06	2/0,06				
Контактная работа (всего)	66/1,83	66/1,83				
Вид промежуточной аттестации (зачет с оценкой)		За О				
Общая трудоемкость часы	108	108				
зачетные единицы	3	3				

5. Содержание дисциплины (модуля)

1. *МЕТОД ВЕРТИКАЛЬНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ИОНОСФЕРЫ*
   - *1.1. Современные средства вертикального зондирования ионосферы.*
   - *1.2. Методы обработки данных вертикального зондирования ионосферы.*
   - *1.3. Программные комплексы обработки данных вертикального зондирования ионосферы.*
2. *КОГЕРЕНТНОЕ И НЕКОГЕРЕНТНОЕ РАССЕЯНИЕ РАДИОВОЛН*
   - *2.1. Иркутский радар некогерентного рассеяния.*
   - *2.2. Получение профиля электронной концентрации по данным Иркутского радара НР .*
   - *2.3. Когерентные радары для зондирования ионосферы.*
3. *ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ (ГНСС) ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ИОНОСФЕРЫ*
   - *3.1. ГНСС: состав, структура и основные характеристики.*
   - *3.2. Радиоинтерферометрические методы обработки данных ГНСС.*
   - *3.3. Методы определения полного электронного содержания (ПЭС).*
   - *3.4. Методика анализа фазовых сбоев ГНСС.*

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин (вписываются разработчиком)								
1.	Физика колебательных и волновых процессов	2.2	3.2							
2.	Измерительные вычислительные системы	1.1	1.2	2.2	3.4					

5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей)и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					
			Лекц.	Практ. зан.	Семин	Лаб. зан.	СРС	Всего
1.	Раздел 1	Метод вертикального зондирования ионосферы				18	14	32
2.	Раздел 2	Когерентное и некогерентное рассеяние радиоволн				18	14	32

3.	Раздел 3	Использование глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) для диагностики состояния ионосферы				18	14	32

6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1.	Раздел 1.	1. Обработка ионограммы вертикального зондирования 2. Получение суточного хода критической частоты слоя F2. 3. Анализ ионограмм вертикального зондирования в спокойных и возмущенных условиях	32	Отчет по лабораторным работам	ОПК-1 ОПК-2 ПК-2
2.	Раздел 2.	1. Моделирование спектров сигнала некогерентного рассеяния 2. Обработка данных когерентного радара SuperDARN	32	Отчет по лабораторным работам	
3.	Раздел 3.	1. Анализ точности навигации GPS/ГЛОНАСС 2. Наблюдаемость спутников навигационных систем 3. Мощность навигационного сигнала 4. Фазовые и групповые измерения ПЭС 5. Анализ фазовых сбоев ПЭС	32	Отчет по лабораторным работам	

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1.	Все темы	- изучение теоретической части. - оформление отчета - подготовка к защите	- Оформить отчет по лаб.работе. - защитить работу преподавателю	Вся рекомендуемая литература	39
2.	Подготовка к зачету				3

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной финансовой ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Самостоятельная работа реализуется:

1) Непосредственно в процессе занятий, при выполнении лабораторных работ.
2) В контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
3) В библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре при выполнении студентом учебных задач.

Границы между этими видами работ достаточно размыты, а сами виды самостоятельной работы пересекаются. Таким образом, самостоятельной работа студентов может быть как в аудитории, так и вне ее.

7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)

Курсовые работы не предусмотрены.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):

а) основная литература

1) Паперный В.Л. Оптические методы в астрофизических исследованиях: учеб. пособие / В.Л. Паперный, А.А. Черных. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2014 . - 145 с. : ил. ; 20 см. - Библиогр. в конце разд. - ISBN 978-5-9624-1101-9. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ.

2) Мониторинг природной среды аэрокосмическими средствами [Текст] : учеб. пособие / В. А. Малинников [и др.]. - Москва : Изд-во МИИГАиК, 2009. - 142 с. ; есть. - Режим доступа: ЭБС "Руконт". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-91188-015-6

3) Отклик ионосферы на гелио- и геофизические возмущающие факторы по данным GPS : монография / Ю. В. Ясюкевич [и др.] ; рец.: А. П. Потехин, В. И. Сажин ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т солнечно-земной физики, Иркут. гос. ун-т. - Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2013. - 259 с. – ISBN 978-5-9624-0879-8 Режим доступа: Электронная библиотека «Труды ученых ИГУ». – Неогранич. доступ.

б) *дополнительная литература* Сверено с ЭБ ИГУ

1. Ерухимов Л.М. Ионосфера Земли как космическая плазменная лаборатория // Соросовский образовательный журнал, 1998, №4, с. 71-77. http://window.edu.ru/resource/843/20843.

2. Рожанский В.А. Эволюция плазменных облаков в ионосфере // Соросовский образовательный журнал, 2001, №9, с. 109-114. http://window.edu.ru/resource/853/20853.

3. Хаин, В. Е. Планета Земля. От ядра до ионосферы [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студ., обуч. по напр. 020300 "Геология" / В. Е. Хаин, Н. В. Короновский. - 2-е изд. - ЭВК. - М. : Университет, 2008. - 245 с. - Режим доступа: Электронный читальный зал "Библиотех". - ISBN 978-5-98227-537-0

в) *программное обеспечение*

- стандартные средства Windows для доступа в Интернет и чтения электронных версий статей и монографий: Microsoft Office, Acrobat Reader.
- авторское программное обеспечение для расчета полного электронного содержания по данным навигационных приемников в формате Rinex.
- свободнораспространяемое программное обеспечение для обработки данных ионозондов SAO explorer (http://umlcar.uml.edu/SAO-X/SAO-X.html).
- авторское программное обеспечение для расчета вертикального полного электронного содержания.

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы_ Интернет-источники

- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU, более 10 полнотекстовых версий научных журналов по тематике курса
- Информационная система доступа к российским физическим журналам и обзорам ВИНИТИ (http://www.viniti.ru)
- Отдел физики околоземного космического пространства ИСЗФ СО РАН (http://dep1.iszf.irk.ru)
- Center for Atmospheric Research website (http://ulcar.uml.edu)
- Информационно-аналитический центр контроля ГЛОНАСС и GPS (http://glonass-iac.ru)
- Группа GPS мониторинга ИСЗФ СО РАН (http://gps.iszf.irk.ru)
- Introduction to Radio Astronomy http://web.njit.edu/~gary/728/lecture1.html
- Информация и данные магнитных станций сети Intermagnet (http://intermag.org)

- Магнитное поле Земли (Национальный фонд подготовик кадров) (http://kosm1.86schhmr-gornoprawdinsk2.edusite.ru/p1aa1.html)
- Архив научных журналов JSTOR (http://www.jstor.org)

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):

Набор авторских презентаций (подборок слайдов и видеофрагментов) по ключевым темам курса, также набор заданий, упражнений и задач.

Мультимедийный проектор Sanyo PROxtaX multiverse projector

Ноутбук Toshiba Europe GMBH Satellite A200-1CR/ Dual Core T2080 1730 MHz/ 1024Mb/120 Gb

Ноутбук Asus 15.4" F5RL / Core 2 Duo T5550 1830 Mhz/2048Mb/160Gb

Ноутбук Samsung NP-Q210-FA05RU/ Intel Core 2 Duo/2048 Mb DDR2/160 Gb/

Ноутбук Samsung 14" NP300V4A-A06RU/Inter Core i3 2350M (2.3Ghz)/4096Mb/500Gb/

Ноутбук Samsung 15.6" NP300V5A-S19RU/ Intel Core i3-2350M/4Gb/500/

Ноутбук Samsung 15.6" NP300E5C-U04RU 15.6"/Interl Core i3 2370M(2.4Ghz)/6144Mb/750Gb

Ионозонд DPS-4

Приемник NovAtel GPStation-6 с вынесенной антенной Javad RingAnt-G3T

Приемник Javad Delta-G3T с антенной Javad GrAnt-G3T

Программное обеспечение Microsoft Office с корпоративной лицензией ИСЗФ СО РАН.

10. Образовательные технологии:

Основными видами самостоятельной работы студентов по курсу дисциплины являются:

- самостоятельная работа над учебными материалами с использованием конспектов и рекомендуемой литературы;
- решение задач;
- обработка экспериментальных данных;
- групповые и индивидуальные консультации;
- подготовка к зачету.

На практических занятиях излагаются основные, имеющие принципиальное значение и наиболее трудные для понимания и усвоения теоретические и практические вопросы.

Теоретические знания, полученные студентами на занятиях и при самостоятельном изучении курса по литературным источникам, закрепляются при выполнении контрольной работы.

При выполнении контрольной работы обращается особое внимание на выработку у студентов умения пользоваться научно-технической литературой, грамотно выполнять и оформлять документацию.

Текущая работа над учебными материалами представляет собой главный вид самостоятельной работы студентов. Она включает обработку конспектов занятий путем систематизации материала, заполнения пропущенных мест, уточнения схем и выделения главных мыслей основного содержания. Для этого используются имеющиеся учебно-методические материалы и другая рекомендованная литература.

Программой предусмотрено использование современных образовательных технологий.

11. Оценочные средства (ОС)

Фонд оценочных средств (ФОС) представлен в приложении.

11.1. Оценочные средства для входного контроля

Для изучения данного курса студент должен знать основы физики и информатики, уметь пользоваться стандартными поисковыми сервисами сети Интернет. Входной контроль знаний не проводится.

11.2. Оценочные средства текущего контроля

Вопросы и упражнения к разделу 1

1) В чем заключается метод вертикального зондирования.
2) Что такое ионозонд?
3) Что такое ионозонд DPS? В чем его отличие от других ионозондов.
4) В чем отличия ЛЧМ-ионозондов?
5) В чем отличие метода вертикального зондирования от метода наклонного зондирования?
6) Что такое действующая высота?
7) Что такое F-spread на ионограммах?
8) Почему на ионограммах наблюдается два близких следа?
9) Какие основные слои ионосферы можно выделить в данных вертикального зондирования?
10) Какой слой ионосферы имеет максимальную ионизацию?

Вопросы и упражнения к разделу 2

1) Чем обусловлено некогерентное рассеяние (НР)?
2) Какие антенные системы могут использоваться для НР?
3) Какие рабочие частоты используют радары НР?
4) Какие параметры позволяет восстанавливать радар НР?
5) Сколько на сегодняшний день имеется радаров НР в России и мире?
6) Почему число радаров НР в мире достаточно мало?
7) Каков рабочий диапазон по высоте радаров НР? Что накладывает органичение на высоту?
8) Какие рабочие частоты используют радары SuperDARN?
9) Каково основное назначение радаров SuperDARN?
10) Какова длина излучаемого сигнала в SuperDARN?

Вопросы и упражнения к разделу 3

1) Укажите состав ГНСС.
2) Какое минимальное число спутников необходимо для того, чтобы определять координаты приемника?
3) Чем обусловлен выбор высоты орбиты ГНСС?
4) Каков период обращения спутников GPS и ГЛОНАСС?
5) Чем отличается радиочастотный план навигационных систем GPS и ГЛОНАСС?
6) Какие измерения параметров радиосигнала могут осуществляться в приемнике ГНСС?
7) Какие основные факторы, влияющие на точность позиционирования ГНСС?
8) Что представляет собой полное электронное содержание (ПЭС)?
9) Сколько существует вариантов расчета ПЭС? Назовите их.
10) Какие методы расчета ПЭС больше подходят для исследования волновых возмущений в ионосфере?
11) Что собой представляют радиоинтерферометрические методы?
12) В чем особенности метода SADM-GPS?
13) В чем заключается метод D1?
14) Что представляют собой корреляционный метод?
15) Чем могут быть вызываны фазовые сбои ГНСС?

16) Что показывает индекс S4? Как он определяется?
17) Каковы характерные времена накопленя данных для расчета S4?
18) Что такое Rinex? Какие его варианты существуют?
19) Каков стандартный формат данных навигационного приемника?
20) Как много станций ГНСС имеется в свободном доступе на сегодняшний день?
21) Как много спутников может регистрировать приемник одновременно
22) Что такое подионосферная точка, подспутниковая точка?
23) В чем заключается метод "Скользящего среднего"?
24) Какие артефакты вносит движение спутника при анализе вариаций ПЭС?
25) Каковы характерные пространственно-временные масштабы неоднородностей в ионосфере, которые можно регистрировать на отдельных лучах "приемник-спутник"?
26) Каковы основные неодностатки использования ГНСС для исследований ионосферы?

Пример задания для самостоятельной работы по разделу 1

Задание 1. Ознакомьтесь с современным состоянием сети ионозондов вертикального зондирования.

- Найдите в сети Интернет информацию о существующих сетях и архивах данных.
- Познакомьтесь, какие совершенствования осуществляют с оборудованием для вертикального зондирования.

Пример задания для самостоятельной работы по разделу 2

Задание 1. Ознакомьтесь с принципами работы современных радаров НР.

- Найдите в сети Интернет информацию о разрабатываемых радарах; изучите основные нововведения.
- Ответье на вопрос, в чем отличия антенных систем различных радаров.

Пример задания для самостоятельной работы по разделу 3

Задание 1. Ознакомьтесь с особенностями обработки сигнала в аппаратуре приемника.

- Найдите в сети Интернет информацию о текущем состоянии группировки GPS и ГЛОНАСС.
- Разберитесь, в каком направлении в настоящее время осуществляется развитие ГНСС.

Задание 2. На основе последних статей в периодических журналах изучите новые методы исследования ГНСС для зондирования ионосферы.

- Найдите в сети Интернет хранилища данных ГНСС.
- Выведите формулу для вычисления полного электронного содержания на основе групповых и фазовых измерений используя формулу Эпплтона—Хартри.

11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1.	Защита лабораторных работ по завершении темы 1	Все разделы	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2
2.	Защита лабораторных работ по завершении	Все разделы	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2

	темы 2		
3.	Защита лабораторных работ по завершении темы 3	Все разделы	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2

Примерный список вопросов к зачету:

1) Принципы некогерентного рассеяния радиоволн.
2) Характерная форма профиля электронной концентрации.
3) Принципы вертикального зондирования.
4) Особенности обработки ионограмм вертикального зондирования.
5) Особенности регистрируемых ионограмм во время магнитных бурь.
6) Особенности радиочастотного плана ГНСС GPS и ГЛОНАСС.
7) Факторы, влияющие на устойчивость функционирования и точность координатных определений ГНСС.
8) Фильтрация временных рядов.
9) Групповые и фазовые измерения ПЭС.
10) Метод SADM-GPS.

Разработчик:

_____	доцент к.ф.-м.н.	Ю.В. Ясюкевич
(подпись)	*(занимаемая должность)*	*(инициалы, фамилия)*

Программа рассмотрена на заседании кафедры радиофизики и радиоэлектроники от «14» июня 2017г.

Протокол № 10, И.О. зав. кафедрой _____ С.Н. Колесник

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.