



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВПО «ИГУ»
Кафедра общей и космической физики



Рабочая программа дисциплины (модуля)

Код дисциплины БЗ.В.ДВ.8.1.2

Наименование дисциплины (модуля) **Экспериментальные методы диагностики ионосферы** (модуль «Экспериментальные методы в геофизике и гелиофизике»)

Рекомендуется для направления (ий) подготовки специальности (ей)
011200.62 – физика, профиль «Солнечно-земная физика»

Степень (квалификация) выпускника бакалавр

Согласовано с УМК факультета (института)

Протокол № 32 от «21» 12 20 г.
Председатель [Signature]

Рекомендовано кафедрой:
общей и космической физики

Протокол № 3
От «15» 11 2013 г.

Зав.кафедрой профессор д.ф.-м.н. В.Л. Паперный

[Signature]

Иркутск 2013 г.

Содержание

1. Цели и задачи дисциплины (модуля).....	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП.....	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):	4
4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы	5
5. Содержание дисциплины (модуля)	6
5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	6
5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами	7
5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей)и виды занятий	7
6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	7
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	8
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):	8
а) основная литература.....	8
б) дополнительная литература	9
в) программное обеспечение компьютер, мультимедийный проектор, стандартные средства Windows для доступа в Интернет и чтения электронных версий статей и монографий.....	9
г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы_ Интернет-источники.....	9
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	15
10. Образовательные технологии	15

1. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Программа модуля разработана в соответствии с основной образовательной программой по направлению подготовки 011200- «Физика», по профилю подготовки «Солнечно-земная физика», и предназначена для обеспечения курса «Экспериментальные методы в солнечно-земной физике». Дисциплина включает в себя часть специального практикума по фундаментальной физике, проводящегося в течении 7-го семестра.

Основная *цель* модуля – дать студентам основные представления об экспериментальных методах исследования в физике ионосферы, о 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, сигналов и изображений;
- сформировать у студентов умения и навыки самостоятельной обработки экспериментальных данных.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина «Экспериментальные методы диагностики ионосферы» является частью модуля «Экспериментальные методы в геофизике и гелиофизике» (БЗ.В.ДВ.8.1) и относится к вариативной части математического и естественнонаучного цикла основной образовательной программы по направлению 011200.62 – Физика. Он изучается студентами в 7-м семестре после освоения большинства курсов общей физики и части курсов теоретической физики. Дисциплина включает в себя часть специального практикума по фундаментальной физике, проводящегося в течении 7-го семестра.

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):

Процесс изучения дисциплины (модуля) «Экспериментальные методы диагностики ионосферы» направлен на формирование следующих компетенций: ПК-5, ОК-1, ОК-5, ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-10, а также ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4.

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

1). Выпускник должен обладать следующими **общекультурными компетенциями (ОК):**

- способностью использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук (ОК-1);
- способностью выстраивать и реализовывать перспективные линии интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования (ОК-5).

2). Выпускник должен обладать следующими **профессиональными компетенциями (ПК):**

общепрофессиональные:

- способностью использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач (ПК-1);
 - способностью применять на практике базовые профессиональные навыки (ПК-2);
- научно-исследовательские*
- способностью эксплуатировать современную физическую аппаратуру и оборудование (ПК-3);
 - способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-4);
 - способностью применять на практике базовые общепрофессиональные знания теории и методов физических исследований (в соответствии с профилем подготовки) (ПК-5);
 - способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации (в соответствии с профилем подготовки) (ПК-6);
 - способностью понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований (ПК-8);
 - способностью понимать и излагать получаемую информацию и представлять результаты физических исследований (ПК-10)

В результате изучения дисциплины курса «Экспериментальные методы в солнечно-земной физике» студент должен:

Знать:

- основные экспериментальные методы в солнечно-земной физике, используемые для диагностики характеристик ионосферы Земли.

Уметь:

- использовать методы обработки экспериментальных данных, применяемые в солнечно-земной физике.

Владеть: иметь представление

- навыками самостоятельной обработки экспериментальных данных.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
		7			
Аудиторные занятия (всего)					
В том числе:	-	-			-
Лекции					
Практические занятия (ПЗ)					
Семинары (С)					
Лабораторные работы (ЛР)	54	54			
КСР	7	7			
Самостоятельная работа (всего)	47	47			
В том числе:	-	-			-
Курсовой проект (работа)	-				
Расчетно-графические работы	-				
Реферат (при наличии)	-				
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)		зачет			
Общая трудоемкость часы	108	108			
зачетные единицы	3	3			

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)

1. МЕТОД ВЕРТИКАЛЬНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ИОНОСФЕРЫ

1.1. Теоретические основы вертикального зондирования ионосферы.

1.2. Современные средства вертикального зондирования ионосферы.

1.3. Методы обработки данных вертикального зондирования ионосферы.

1.4. Программные комплексы обработки данных вертикального зондирования ионосферы.

2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ (ГНСС) ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ИОНОСФЕРЫ

2.1. ГНСС: состав, структура и основные характеристики.

2.2. Радиоинтерферометрические методы обработки данных ГНСС.

2.3. Методы определения полного электронного содержания.

2.4. Методика анализа фазовых сбоев ГНСС.

2.5. Индекс мерцаний S4, как характеристика состояния ионосферы.

2.6. Обработка данных ГНСС.

3. МЕТОД ОБРАТНОГО РАССЕЯНИЯ РАДИОВОЛН КВ И УКВ ДИАПАЗОНА В ИОНОСФЕРЕ

3.1. Мелкомасштабные неоднородности среды и их характеристики.

3.2. Радары и их применение для исследования верхней атмосферы Земли.

3.3. Методы повышения пространственного разрешения.

3.4. Радары некогерентного рассеяния.

3.5. Неустойчивости E-слоя ионосферы.

3.6. Когерентные радары КВ-диапазона.

3.7. Обработка данных обратного рассеяния радиоволн КВ и УКВ диапазона в ионосфере.

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)									
		1.1	1.2	1.3	1.4	2.2	3.1	3.2			
1.	Физика ионосферы (БЗ.В.ДВ.5.2)										
2.	Геофизика (БЗ.В.ДВ.6.2)	1.1									
3.	Методы обработки сигналов и изображений (БЗ.В.ДВ.7.2)	1.3	2.6	3.7							

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

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах						Всего
			Лек.	Практ. зан.	Семина	Лаб. зан.	СРС		
1.	Раздел 1	Метод вертикального зондирования ионосферы	24	18	42	24	18	42	
2.	Раздел 2	Использование глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) для диагностики состояния ионосферы	20	18	38	20	18	38	
3.	Раздел 3	Метод обратного рассеяния радиоволн кв и укв диапазона в ионосфере	10	11	21	10	11	21	

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 2	Работа с экспериментальными данными ГНСС. Формат Rinex. Формат JPS. Хранилища данных	8	Отчет по лаб. раб.,	ПК-1 ПК-2

		мировых и региональных сетей.		собеседование	ПК-3
2	Раздел 1	Исследование вариаций Полного электронного содержания на отдельных лучах «приемник-спутник». Фильтрация временных рядов.	10	Отчет по лаб.раб., собеседование	ПК-4 ОК-1 ОК-18 ОК-20
3	Раздел 3	Анализ скорости и направления возмущений на основе метода SADM-GPS.	8	Отчет по лаб.раб., собеседование	
4	Раздел 2	Анализ сбоев сопровождения фазы навигационного сигнала во время магнитных бурь.	10	Отчет по лаб.раб., собеседование	
5	Раздел 2	Расчет индекса мерцаний S4 на основе данных ГНСС.	10	Отчет по лаб.раб., собеседование	
6	Раздел 3	Анализ Глобального электронного содержания в ионосфере Земли.	8	Отчет по лаб.раб., собеседование	

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

Курсовые работы не предусмотрены.

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

Программой предусмотрено использование современных образовательных технологий: информационные (лекции и презентации в Power Point), проектные (мультимедийные, использование документальных видеоматериалов).

а) основная литература

- 1) Томпсон Р. Интерферометрия и синтез в радиоастрономии / А. Ричард Томпсон, Джеймс М. Моран, Джордж У. Свенсон – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 624 с. – ISBN 5-9221-0015-7
- 2) Каплан С.А. Элементарная радиоастрономия – М.: ЁЁ Медиа (Книга по требованию), 2012. – 276 с. – ISBN 978-5-458-41062-5
- 3) Альперт Я.Л. Распространение электромагнитных волн и ионосфера / Я.Л. Альперт – М: Наука – 1972. – 564 с.

- 4) Дэвис К. Радиоволны в ионосфере / К. Дэвис – М.: Мир – 1973. – 504 с.
- 5) Успенский М.В. Полярные сияния и рассеяние радиоволн / М.В. Успенский, Г.В. Старков – Л. : Наука – 1987. – 239 с.
- 6) Суни А.Л. Некогерентное рассеяние радиоволн в высокоширотной ионосфере / А.Л. Суни, В.Д. Терещенко, Е.Д. Терещенко – Апатиты: изд. КНЦ РАН – 1989. – 183 с.
- 7) Афраймович Э.Л. GPS-мониторинг верхней атмосферы Земли / Э.Л. Афраймович, Н.П.Перевалова – Иркутск: Изд-во ГУ НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН – 2006. – 480с.

б) *дополнительная литература*

- 1) Солнечная и солнечно-земная физика. Иллюстрированный словарь терминов / Пер. с англ. Под ред. Бруцека А. и Дюрана – М.: Мир – 1980 – 254 с.
- 2) Гинзбург В.Л. Распространение электромагнитных волн в плазме / В.Л. Гинзбург – М: ЁЁ Медиа, 2012. – 276 с. – ISBN 978-5-458-35861-3.
- 3) Брюнелли Б.Е. Некогерентное рассеяние радиоволн / Б.Е. Брюнелли, Е.Д. Терещенко, Г.Н. Ткачев, Л.В. Ковалевская – Апатиты – 1980. – 166 с.
- 4) ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / Под ред. А.И. Перова, В.Н. Харисова. – М.: Радиотехника – 2010. – 800 с.
- 5) Нечаев С.А. Руководство для стационарных геомагнитных наблюдений / С.А. Нечаев – Иркутск: Изд-во. Института географии СО РАН – 2006. – 140 с.

в) *программное обеспечение* компьютер, мультимедийный проектор, стандартные средства Windows для доступа в Интернет и чтения электронных версий статей и монографий.

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 ВИНТИ (<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 подготовок кадров) (<http://kosm1.86schhmr-gornoprawdinsk2.edusite.ru/plaa1.html>)
- Архив научных журналов JSTOR (<http://www.jstor.org>)

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):

Набор авторских презентаций (подборок слайдов и видеотрегментов) по ключевым темам курса, также набор заданий, упражнений и задач. Имеется специализированная лаборатория для проведения практических занятий. Часть лабораторных работ проводится с использованием приёмника спутниковых сигналов ГНСС. Кроме того, студентам предоставляется возможность познакомиться с современными научными комплексами, расположенными на территории Иркутской области (в том числе и Тункинской долине, и на Байкале).

10. Образовательные технологии:

В программе определена последовательность изучения учебного материала, а содержание представлено в виде двенадцати тем – разделов, отражающих *целостность* курса и *внутренние связи* учебного материала в курсе.

Основными видами самостоятельной работы студентов по курсу дисциплины являются:

- выполнение лабораторных работ;
- выполнение контрольной работы;
- самостоятельная работа над учебными материалами с использованием конспектов лекций и рекомендуемой литературы;
- групповые и индивидуальные консультации;
- подготовка к зачёту.

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

Текущая работа над отчётами по лабораторным работам представляет собой главный вид самостоятельной работы студентов.

Программой предусмотрено использование современных образовательных технологий: информационные (презентации в Power Point), проектные (мультимедиа, документальное видео).

11. Оценочные средства (ОС):

11.1. Оценочные средства для входного контроля

Входной контроль знаний не проводится.

Для изучения данного курса студент должен знать основы физики и информатики.

11.2. Оценочные средства текущего контроля

Вопросы и упражнения к разделу

- 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 радионтерферометрические методы?
- 12) В чем особенности метода SADM-GPS?
- 13) В чем заключается метод D1?
- 14) Что представляют собой корреляционный метод?
- 15) Чем могут быть вызваны фазовые сбои ГНСС?
- 16) Что показывает индекс S4? Как он определяется?
- 17) Каковы характерные времена накопления 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 недостатки использования ГНСС для исследований ионосферы?

Пример задания для самостоятельной работы

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

Примерный список вопросов к зачёту:

- 1) ГНСС: состав и структура.
- 2) Особенности радиочастотного плана ГНСС GPS и ГЛОНАСС.
- 3) Факторы, влияющие на устойчивость функционирования и точность координатных определений ГНСС.
- 4) Фильтрация временных рядов.
- 5) Групповые и фазовые измерения ПЭС.
- 6) Метод SADM-GPS.
- 7) Метод D1.
- 8) Глобальное электронное содержание.
- 9) Индекс S4.
- 10) Построение пространственной картины вариаций ПЭС.

Разработчики:


(подпись)

в.н.с. к.ф.-м.н.
(занимаемая должность)

К.Г., Ратовский
(инициалы, фамилия)

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и космической физики ИГУ
«К» 11 2013 г.

Протокол № 3 Зав.кафедрой  В.Л. Паперный