



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

УТВЕРЖДАЮ  
Декан физического факультета  
/ Н.М. Буднев  
«20» июня 2017 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

Наименование дисциплины (модуля): Б1.В.ДВ.1.1 Экспериментальные методы в геофизике

Направление подготовки: 03.03.02 Физика

Тип образовательной программы: академический бакалавриат

Направленность (профиль): Солнечно-земная физика

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

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

Зам. председателя к.ф.-м.н., доцент  
В.В Чумак

Рекомендовано кафедрой:  
общей и космической физики  
Протокол № 9  
от «1» июня 2017 г.  
Зав.кафедрой д.ф.-м.н., профессор  
Паперный В.Л.

Иркутск 2017 г.

## Содержание

<b>1. Цели и задачи дисциплины (модуля) .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля): .....</b>	<b>3</b>
<b>4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы.....</b>	<b>4</b>
<b>5. Содержание дисциплины (модуля) .....</b>	<b>4</b>
5.1. <i>Содержание разделов и тем дисциплины (модуля) .....</i>	<i>4</i>
5.2. <i>Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми</i> <i>(последующими) дисциплинами .....</i>	<i>6</i>
5.3. <i>Разделы и темы дисциплин (модулей)и виды занятий .....</i>	<i>6</i>
<b>6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ.....</b>	<b>6</b>
6.1. <i>План самостоятельной работы студентов.....</i>	<i>7</i>
6.2. <i>Методические указания по организации самостоятельной работы</i> <i>студентов.....</i>	<i>7</i>
<b>7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии) .....</b>	<b>8</b>
<b>8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля): .....</b>	<b>9</b>
а) <i>основная литература .....</i>	<i>9</i>
б) <i>дополнительная литература .....</i>	<i>9</i>
в) <i>программное обеспечение.....</i>	<i>10</i>
г) <i>базы данных, информационно-справочные и поисковые системы _ Интернет-</i> <i>источники.....</i>	<i>10</i>
<b>9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):.....</b>	<b>10</b>
<b>10. Образовательные технологии:.....</b>	<b>11</b>
<b>11. Оценочные средства (ОС):.....</b>	<b>12</b>
Лист согласования, дополнений и изменений .....	16
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ: ФОС .....</b>	<b>18</b>

## 1. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Программа модуля разработана в соответствии с основной образовательной программой по направлению подготовки 03.03.02 Физика, по профилю подготовки «Солнечно-земная физика» предназначена для обеспечения курса «Экспериментальные методы геофизике», изучаемого студентами в течение шестого семестра. Данная дисциплина включает в себя специальный практикум по физике (Б1.В.ОД.7), проводящийся в течении 6-го семестра.

Основная *цель* курса – дать студентам основные представления об экспериментальных методах в солнечно-земной физике, 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 солнечно-земной физике;
- познакомиться с современной диагностической аппаратурой;
- изучить теоретические и практические основы методов обработки данных и изображений;
- изучить проблемы в диагностических задачах солнечно-земной физики.

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

Дисциплина «Экспериментальные методы в геофизике» относится к вариативной части базового цикла Б1 и является дисциплиной по выбору (ДВ). Она изучается студентами в 6-м семестре после освоения большинства курсов общей физики и части курсов теоретической физики. Данная дисциплина включает в себя специальный практикум по физике (Б1.В.ОД.5), проводящийся в течении 6-го семестра.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):

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

- способностью получать организационно -управленческие навыки при работе в научных группах и малых коллективов исполнителей (ОПК-9);
- способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1);
- способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных теоретических физических исследований с помощью

современной приборной базы ( в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта (ПК-2).

В результате изучения дисциплины студент должен:

***Знать:***

- основные экспериментальные методы в солнечно-земной физике, используемые для диагностики характеристик Солнца, геомагнитного поля и 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			
		6			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	56/1,56	56			
В том числе:		-	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	56/1,56	56			
Лабораторные работы (ЛР)					
КСР					
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	16/0,44	16			
В том числе:	-	-	-	-	-
Отчет по лабораторной и/или практической работе	14/0,39	14			
Подготовка к зачету	2/0,06	2			
<b>Контактная работа (всего)</b>	57/1,6	57,6			
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)		зачет			
Общая трудоемкость	часы	72	72		
	зачетные единицы	2	2		

**5. Содержание дисциплины (модуля)**

**5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)**

1. *МЕТОДЫ И ТЕХНИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СОЛНЦА В ОПТИЧЕСКОМ ДИАПАЗОНЕ*

- 1.1. Цели и задача оптических наблюдений Солнца.
- 1.2. Солнечный спектр.
- 1.3. Основы поляризационной оптики.
- 1.4. Средства для регистрации оптических сигналов в наблюдательной астрономии.
- 1.5. Исследование движений в солнечной атмосфере.
- 1.6. Исследования магнитных полей на Солнце.
- 1.7. Экспериментальное определение вида фазовой пластинки и определение направления ее осей.
- 1.8. Редукция временных рядов с использованием специальных и стандартных программ, получение спектров мощности лучевых скоростей и магнитных полей
- 1.9. Знакомство с устройством большого солнечного вакуумного телескопа, горизонтального солнечного телескопа, коронографа, телескопа оперативных прогнозов.
2. **СОЛНЕЧНЫЕ РАДИОТЕЛЕСКОПЫ**
  - 2.1. Радиоизлучение Солнца.
  - 2.2. Солнечные радиометры и спектрополя-риметры.
  - 2.3. Солнечные радиоинтерферометры.
  - 2.4. Зачем нужны радионаблюдения Солнца солнечно-земной физике?
  - 2.5. Методы калибровок солнечных радиотелескопов, обработка данных солнечных радиоинтерферометров – построение изображений.
3. **ИССЛЕДОВАНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ**
  - 3.1. Общая теория геомагнитного поля
  - 3.2. Современные методы и средства изучения магнитного поля.
4. **МЕТОД ВЕРТИКАЛЬНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ИОНОСФЕРЫ**
  - 4.1. Теоретические основы вертикального зондирования ионосферы.
  - 4.2. Современные средства вертикального зондирования ионосферы.
  - 4.3. Методы обработки данных вертикального зондирования ионосферы.
  - 4.4. Программные комплексы обработки данных вертикального зондирования ионосферы.
5. **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ (ГНСС) ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ИОНОСФЕРЫ**
  - 5.1. ГНСС: состав, структура и основные характеристики.
  - 5.2. Радиоинтерферометрические методы обработки данных ГНСС.
  - 5.3. Методы определения полного электронного содержания.
  - 5.4. Методика анализа фазовых сбоев ГНСС.

5.5. Индекс мерцаний  $S_4$ , как характеристика состояния ионосферы.

5.6. Обработка данных 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)									
		1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.1	2.2	2.3	2.4
1.	<b>Физика Солнца</b>										
2.	<b>Физика ионосферы и физика магнитосферы</b>	3.1	3.2	4.1- 4.4	5.1- 5.6						
3.	<b>Экспериментальные методы в гелиофизике</b>	1.1- 1.9	2.1- 2.5								

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

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					СРС	Всего
			Лекц.	Практ. зан.	Семина	Лаб. зан.			
1.	Раздел 1	Методы и техника экспериментальных исследований солнца в оптическом диапазоне		12			4	16	
2.	Раздел 2	Солнечные радиотелескопы		12			2	14	
3.	Раздел 3	Исследования магнитного поля земли		10			2	12	
4.	Раздел 4	Метод вертикального зондирования ионосферы		12			4	16	
5.	Раздел 5	Использование ГНСС		10			2	12	

## 6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудовое время (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1.	Раздел 1.	1. Экспериментальное определение вида фазовой пластинки и	12	собеседование	ПК-1

		направления ее осей. 2. Редукция временных рядов. 3. Знакомство с устройством телескопов.			ПК-2 ОПК-9
2.	Раздел 2.	Методы калибровок солнечных радиотелескопов, обработка данных солнечных радио-интерферо-метров – построение изображений.	12	Решение задач, собеседование	
3.	Раздел 3.	Современные методы и средства изучения магнитного поля.	10	Решение задач	
4.	Раздел 4	Метод вертикального зондирования ионосферы	12	Решение задач, собеседование	
5.	Раздел 5	Использование глобальных навигационных спутниковых систем для диагностики состояния ионосферы	10	Решение задач, собеседование	

### 6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1.	Все темы	- изучение теоретической части лаб. Работы - оформление отчета - подготовка к защите	- Оформить отчет по лаб.работе. - защитить работу преподавателю	Вся рекомендуемая литература	14
2.	Подготовка к зачету				2

### 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 аудиторных 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 и творческих задач.

Границы между этими видами работ достаточно размыты, а сами виды самостоятельной работы пересекаются. Таким образом, самостоятельная 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 "Рукопт". - 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 ЭБС ИГУ*

- 1) Алтынцев, А.Т. Введение в радиоастрономию солнца [Текст] : научное издание / А. Т. Алтынцев, Л. К. Кашапова ; рец.: В. М. Богод, А. Б. Струминский ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т солнечно-земной физики, Иркутский гос. ун-т. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2014. - 203 с. : цв. ил. ; 20 см. - (Солнечно-земная физика). - Библиогр.: с. 180-203. - ISBN 978-5-9624-1055-5. – (3 экз)
- 2) 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
- 3) Пергамент, М. И. Методы исследований в экспериментальной физике [Текст] : учеб. пособие / М. И. Пергамент. - М. : Интеллект, 2010. - 300 с. : ил. ; 21 см. - (Физтеховский учебник). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-91559-026-6. – (1 экз)
- 4) Богданов, М. Р. Применения GPS/ГЛОНАСС [Текст] : учеб. пособие / М. Р. Богданов. - Долгопрудный : Интеллект, 2012. - 134 с. : ил. ; 20 см. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-91559-109-6. – (1 экз)
- 5) Сажин, В.И. Компьютерное моделирование распространения радиоволн в регулярной ионосфере [Текст] : учеб. пособие / В. И. Сажин ; Иркутский гос. ун-т, Физ. фак. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2010. - 91 с. . – (12 экз.)
- 6) Отклик ионосферы на гелио- и геофизические возмущающие факторы по данным GPS [Текст] : научное издание / Ю. В. Ясюкевич [и др.] ; рец.: А. П. Потехин, В. И. Сажин ; РАН, Сиб. отд-ние, Ин-т солнечно-земной физики, Иркут. гос. ун-т. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. - 259 с. ; 21 см. - (Солнечно-земная физика). - Библиогр.: с. 241-255. - ISBN 978-5-9624-0879-8. – (2 экз.)
- 7) Тарасов, Л. В. Земной магнетизм [Текст] : учебное пособие / Л. В. Тарасов. - Долгопрудный : Интеллект, 2012. - 183 с. : [4] вкл. л. ил., ил. - ISBN 978-5-91559-118-8. – (1 экз.)
- 8) Яковлев, О. И. Спутниковый мониторинг Земли. Радиозатменный мониторинг атмосферы и ионосферы [Текст] : научное издание / О. И. Яковлев, А. Г. Павельев, С. С. Матюгов. - М. : Либроком, 2010. - 206 с. – (1 экз.)

*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 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/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 разделам 1-3

- 1) Каков химический состав Солнца?
- 2) Почему Солнце светит?
- 3) Что такое солнечная активность?
- 4) Существует мнение, что во время повышенной солнечной активности опасно загорать. Верно ли это? Поясните свой ответ.
- 5) В чем состоит феномен цикличности солнечной активности?
- 6) Каковы основные слои солнечной атмосферы? Укажите их свойства.
- 7) Что такое число Вольфа?
- 8) Что такое солнечная постоянная?
- 9) Какова взаимосвязь радиоастрономии с всеволновой астрономией, астрофизикой и радиофизикой?
- 10) Как влияет атмосфера Земли на радиоастрономические наблюдения?
- 11) Что такое чувствительность радиотелескопа?

#### Вопросы и упражнения к разделам 4-6

- 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 по разделам 1-3

- Определить число Вольфа по предложенному снимку фотосферы Солнца
- Вычислите угловой  $\mu'$  и линейный  $\mu$  масштабы фотографии Солнца по формулам (3.2), приняв  $d' = 32'$ ,  $d = 696 \cdot 10^3$  км.
- Радиотелескоп диаметром около полукилометра работает в диапазоне сантиметровых волн водородного спектра (21 см). Оценить его разрешающую способность. Сравнить ее с разрешающей способностью оптического телескопа с трехметровым зеркалом.
- Максимум энергии излучения солнца приходится на длину волны 470 нм. Считая, что Солнце излучает как абсолютно черное тело, определить температуру фотосферы.

#### Пример задания для самостоятельной работы по разделам 4-5

**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.	Собеседование по завершении темы 1	Экспериментальное определение вида фазовой пластинки и направления ее осей. Знакомство с устройством телескопов	ПК-1, ОПК-9
3.	Собеседование по завершении темы 2	Методы калибровок солнечных радиотелескопов, обработка данных солнечных радиоинтерферометров – построение изображений	ОПК-9, ПК-1, ПК-2
4.	Собеседование по завершении темы 4	Метод вертикального зондирования ионосферы	ПК-1, ОПК-9
5.	Собеседование по завершении темы 5	Методы определения полного электронного содержания.	ПК-1, ОПК-9
6.	Опрос	Все разделы	ПК-1

Примерный список вопросов к зачету по разделам 1-3:


- 1) История зарождения радиоастрономии. Первые открытия в радиоастрономии.
- 2) Взаимосвязь радиоастрономии с всеволновой астрономией, астрофизикой и радиофизикой.
- 3) Типы антенн, применяющихся в радиоастрономии.
- 4) Основные типы радиометров в радиоастрономии.
- 5) Диаграмма направленности антенны. Параметры антенны, связанные с диаграммой направленности.
- 6) Связь диаграммы направленности антенны с распределением комплексной амплитуды электрического поля по апертуре.
- 7) Радиояркость температура небосвода.
- 8) Антенная температура.
- 9) Спектроскопия вспышек и определение физических условий в них.
- 10) Антенна как фильтр пространственных частот. Пространственная частотная характеристика и ее связь с распределением комплексной амплитуды электрического поля по апертуре. Угловое разрешение.

- 11) Радиотелескоп и радиоизображение. Два способа получения изображения в радиоастрономии.
- 12) Двухэлементный аддитивный и мультипликативный интерферометр.
- 13) Вектор Джонса. Параметры Стокса. Сфера Пуанкаре.
- 14) Поляриметрические наблюдения в радиоастрономии.
- 15) Матрица Мюллера радиотелескопа. Инструментальная поляризация.
- 16) Шумовая температура радиотелескопа и ее составляющие.
- 17) Чувствительность радиотелескопа.
- 18) Влияние атмосферы Земли на радиоастрономические наблюдения.
- 19) Радиоизлучение спокойного Солнца.
- 20) Радиоизлучение активного Солнца.
- 21) Радиоизлучение звёзд.
- 22) Современные проблемы физики Солнца

Примерный список вопросов к зачёту по разделам 4-5.

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


**Разработчик:**

  
 \_\_\_\_\_  
 (подпись)

доцент к.ф.-м.н.  
 (занимаемая должность)

Ю.В., Ясюкевич  
 (инициалы, фамилия)

**Эксперт:**

  
 \_\_\_\_\_  
 (подпись)

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

К.Г., Ратовский  
 (инициалы, фамилия)

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и космической физики ИГУ  
«01» июня 2017 г.

Протокол № 9, зав. кафедрой  В.Л. Паперный

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

**Лист согласования, дополнений и изменений  
на 2016/2017 учебный год**

К рабочей программе дисциплины Б1.В.ДВ.1.1 «Экспериментальные методы в геофизике» по направлению подготовки бакалавров 03.03.02 Физика (профиль «Солнечно-земная физика»)

1. В соответствии с приказом Минобрнауки России №1455 от 07.12.2015 г. о переименовании федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Иркутский государственный университет» (ФГБОУ ВПО «ИГУ») в федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ИГУ») читать наименование вуза в новой редакции.
2. В рабочую программу дисциплины вносятся следующие дополнения:  
Нет дополнений.
3. В рабочую программу дисциплины вносятся следующие изменения:  
Заменено наименование университета на новое.

Зав. кафедрой:  
общей и космической  
физики



---

В.Л. Паперный

Протокол № 6  
от «15» мая 2016 г.



**Лист согласования, дополнений и изменений  
на 2017/2018 учебный год**

К рабочей программе дисциплины Б1.В.ДВ.1.1 «Экспериментальные методы в геофизике» по направлению подготовки бакалавров 03.03.02 Физика (профиль «Солнечно-земная физика»)

1. В рабочую программу дисциплины вносятся следующие дополнения:  
Нет дополнений.

2. В рабочую программу дисциплины вносятся следующие изменения:  
Скорректировано количество часов согласно утверждённому Учёным советом университета (протокол от 28.04.2017) учебному плану по направлению 03.03.02 Физика (профиль Солнечно-земная физика).

Зав. кафедрой:  
общей и космической  
физики

  
\_\_\_\_\_

В.Л. Паперный

Протокол № 9  
от « 1 » июня 2017 г.