



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



Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля): Б1.В.ДВ.7.1 Экспериментальные методы в гелиофизике

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 № 3

от «28» мая 2016 г.

Зам.председателя к.ф.-м.н., доцент

В.В. Чумак Чумак

Рекомендовано кафедрой:

общей и космической физики

Протокол № 6

от «15» мая 2016 г.

Зав.кафедрой д.ф.-м.н., профессор

В.Л. Паперный Паперный

Иркутск 2016 г.

Содержание

1. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП:	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):	4
4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы	4
5. Содержание дисциплины (модуля)	5
5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля).....	5
5.2. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями)	6
5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий	6
6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	6
6.1. План самостоятельной работы студентов	7
6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	8
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	8
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):	9
<i>а) основная литература</i>	9
<i>б) дополнительная литература</i>	9
<i>в) программное обеспечение</i>	10
<i>г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы</i>	10
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины:	11
10. Образовательные технологии:	11
11. Оценочные средства (ОС):	12
Лист согласования, дополнений и изменений	16
ПРИЛОЖЕНИЕ: ФОС	17

1. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Фотометрия и поляриметрия являются важнейшими методами астрономических исследований. Многоцветная фотометрия позволяет узнать распределение энергии в спектрах астрономических объектов и получить представление об их физических характеристиках – температуре, светимости, массе. Исследование различных типов фотометрической переменности звезд и галактик необходимо для понимания происходящих в них процессов. В последние два десятилетия благодаря новым современным приемникам (ПЗС) возможности фотометрии сильно увеличились. ПЗС-приёмники обладают недостатками. Некоторые из них связаны с проблемами технологии изготовления матриц и астрономы перед ними бессильны. С другими недостатками можно бороться, улучшая методику наблюдений и их обработки.

Часть лабораторных и практических занятий проводится с использованием учебного оборудования компании *National Instruments* (NI). Основной особенностью конструктивного решения фирмы NI является построение большого набора практикумов по различным дисциплинам на единой платформе: универсальной лабораторной станции NI ELVIS. Программным обеспечением для реализации проектов на основе этой платформы является среда визуального программирования *NI LabVIEW*. Среда позволяет проводить обучение в практическом, интерактивном режиме в таких областях, как контрольно-измерительные оборудование, схемотехника, электроника, электротехника, системы управления, средства коммуникации и др.

Программа ставит **цель** познакомить будущих специалистов с основами техники фотометрических измерений.

Задачи курса:

- познакомить студента с общими характеристиками фотометрических приёмников;
- снабдить студентов знаниями о принципах действия приборов с зарядовой связью;
- познакомить с принципами работы фотоэлектронного умножителя;
- выработать у студентов навыки работы с оборудованием компании *National Instruments* при проведении различных экспериментальных исследований.

Знания и умения, приобретённые при изучении этого предмета, будут востребованы при выполнении курсовых и дипломных работ и в процессе будущей профессиональной деятельности.

Лабораторный комплекс данного практикума позволяет научить студентов работать с различными приёмниками излучения. В рамках лабораторных работ студенты осваивают оптические методы измерения различных астрофизических параметров небесных тел.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП:

Дисциплина «Экспериментальные методы в гелиофизике» относится к вариативной части базового цикла Б1 и является дисциплиной по выбору (ДВ).

Входные знания, умения и компетенции студентов, необходимые для изучения дисциплины, определяются их базовыми знаниями, полученными на младших курсах бакалавриата при изучении следующих дисциплин: «Методы математической физики», «Теоретическая физика», «Оптика», «Физика солнечной системы», «Методы математической физики».

Данная дисциплина поддерживается специальным практикумом по физике (Б1.В.ОД.7), который проводится в течении 7-го семестра.

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):

Процесс изучения данной дисциплины направлен на формирование следующих **обще профессиональных (ОПК) профессиональных компетенций (ПК)**:

- способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей (ОПК-2);
- 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, используемые для диагностики характеристик небесных тел;
- устройство и принцип действия фотоэлектронного умножителя;
- устройство и принцип действия ПЗС-камеры;

Уметь:

- проводить измерения с помощью современного исследовательского оборудования;
- обеспечивать сохранение получаемых данных;
- обрабатывать полученные в ходе исследования данные.

Владеть:

- методикой расчёта спектральных характеристик ФЭУ;
- техникой измерения светимости небесного тела с помощью ПЗС-камеры.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
		7			
Аудиторные занятия (всего)	60/1.67	60			
В том числе:	-	-	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	54/1.5	54			
КСР	6/0.17	6			
Самостоятельная работа (всего)	48/1.33	48			
В том числе:	-	-	-	-	-
Проведение эксперимента в ходе лабораторной работы	14/0.39	14			
Обработка экспериментальных данных	14/0.39	14			

Оформление отчет по лабораторной работе	12/0.33	12			
Подготовка к защите отчета по ЛР	8/.22	8			
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)		зачет			
Контактная работа (всего)	65/1.81	65			
Общая трудоемкость	часы	108	108		
	зачетные единицы	3	3		

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)

Раздел 1. Спектроскопические методы исследования

- 1.1. Основные понятия спектрального анализа
- 1.2. Дифракционная решетка как спектральный прибор

Раздел 2. Интерферометр Фабри-Перо

- 2.1 Принцип действия интерферометра
- 2.2. Спектральные характеристики интерферометра Фабри-Перо
- 2.3. Обработка интерференционных спектров

Раздел 3. Фотозлектронный умножитель

- 3.1. Устройство и основные узлы фотозлектронного умножителя (ФЭУ)
 - 3.1.1. Фотокатод
 - 3.1.2. Катодная камера
 - 3.1.3. Динодная камера
 - 3.1.4. Анодный блок
- 3.2. Принципы работы ФЭУ
 - 3.2.1. Форма сигнала на выходе ФЭУ
 - 3.2.2. Режим счёта одноэлектронных импульсов.
 - 3.2.3. Режим постоянного тока.
 - 3.2.4. Режим счёта многоэлектронных импульсов.
- 3.3. Характеристики ФЭУ
 - 3.3.1. Спектральная характеристика ФЭУ
 - 3.3.2. Коэффициент усиления
 - 3.3.3. Темновой ток, шум, обнаружительная способность
- 3.4. Открытые электронные умножители (ВЭУ) и микроканальные умножительные пластины (МКП)
- 3.6. Эмиссия электронов из твердых тел
 - 2.6.1. Термоэлектронная эмиссия
 - 2.6.2. Фотозлектронная эмиссия
 - 2.6.3. Вторичноэлектронная эмиссия (ВЭЭ)
 - 2.6.4. Автоэлектронная эмиссия

Раздел 4. Прибор с зарядовой связью (ПЗС)

- 4.1 Приёмники ПЗС. Общие понятия
- 4.2 Устройство астрофотометра

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

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин
1.	НИР	Раздел 3, раздел 4

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

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					
			Лекц.	Практ. зан.	Сем.	Лаб. зан.	СРС	Всего
1.	Раздел 1	Основные понятия спектрального анализа					6	6
	Раздел 1	Дифракционная решетка как спектральный прибор				6	6	12
2	Раздел 2	Обработка интерференционных спектров				16	12	28
3	Раздел 3	Исследование характеристик фотоэлектронного умножителя				16	12	28
4	Раздел 4	Исследование характеристик ПЗС-камеры				16	12	28

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	Дифракционная решетка как спектральный прибор	6	Отчет по лаб. раб., собеседование	ОПК2 ПК1
2	Раздел 2	Обработка интерференционных спектров	16	Отчет по лаб. раб., собеседование	ОПК2 ПК1

3	Раздел 3	Исследование характеристик фотоэлектронного умножителя	16	Контроль слаженности командной работы Отчет по лаб.раб., собеседование	ОПК9 ПК1 ПК2
4	Раздел 4	Исследование характеристик ПЗС-камеры	16	Контроль слаженности командной работы Отчет по лаб.раб., собеседование	ОПК9 ПК1 ПК2

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1.	Все темы	Аудиторная	Изучить теоретическую часть работы	Методическое описание, авторское пособие	4
2.	Все темы	Аудиторная	Изучить описание стенда, ход выполнения работы. Подключить приборы собрать схему. Подготовить к началу эксперимента	Методическое описание, авторское пособие	4
3.	Все темы	Аудиторная	Провести экспериментальную работу. Обработать экспериментальные данные.	[1]	16

4.		Внеаудиторная	оформление отчета; подготовка к защите	Вся рекомендуемая литература	24
----	--	---------------	--	------------------------------	----

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 и тестов, 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 оформлении отчетов лабораторных работ и подготовке к их защите.

Самостоятельная работа студентов может быть как в аудитории, так и вне ее.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов также включает в себя подготовку к устным опросам по каждому из изучаемых разделов. Также самостоятельная работа подразумевает систематический подход к обучению, в соответствии с предложенным в разделе 6.1 графиком, что, в свою очередь, способствует получению зачета по данной дисциплине.

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) Владимиров, Г.Г. Физическая электроника. Эмиссия и взаимодействие частиц с твердым телом [Электронный ресурс] / Г. Г. Владимиров. - Москва : Лань", 2013. - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-1515-1
- 3) Поплевко, В.П. Методы оптимизации в системе Matlab [Текст] : учеб. пособие / В. П. Поплевко ; рец.: В. Г. Антоник, М. А. Аргучинцева, Е. В. Аксеньюшкина ; Иркутский гос. ун-т. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2012. - 105 с. : граф. ; 20 см. - (Университетский учебник. Оптимизация, исследование операций и управление ; вып. 5). - ISBN 978-5-9624-0630-5. – (55 экз)

б) дополнительная литература

- 1) Поршнева, С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB [Текст] / С. В. Поршнева. - Москва : Лань, 2011. - 736 с. - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-1063-7
- 2) Курбатов, Л.Н. Оптоэлектроника видимого и инфракрасного диапазонов спектра [Электронный ресурс] : научное издание / Л. Н. Курбатов. - ЭВК. - М. : Изд-во МФТИ, 1999. - 321 с. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 5-89155-041-5
- 3) Онучин, А. П. Экспериментальные методы ядерной физики [Текст] : учебник / А. П. Онучин. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2010. - 221 с. ; нет. - Режим доступа: ЭБС "Рукопт". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-7782-1232-9
- 4) 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)
- 5) Кепнер, Джереми. Параллельное программирование в среде MATLAB для многоядерных и многоуровневых вычислительных машин [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д. Кепнер. - ЭВК. - М. : Изд-во МГУ, 2013. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-211-06428-7
- 6) Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW 7(30 лекций) [Текст] : Учеб. пособие для студ. вузов / П. А. Бутырин [и др.] ; Моск. энерг. ин-т. - М. : ДМК Пресс, 2005. - 264 с. : ил., табл. ; 23 см. - (National instruments). - ISBN 5-94074-084-7. – (1 экз)
- 7) Пергамент, М. И. Методы исследований в экспериментальной физике [Текст] : учеб. пособие / М. И. Пергамент. - М. : Интеллект, 2010. - 300 с. : ил. ; 21 см. - (Физтехковский учебник). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-91559-026-6. – (1 экз)
- 8) Плазменная гелиогеофизика : в 2 т. / ред.: Л. М. Зеленый, И. С. Веселовский. - М. : Физматлит, 2008. - . - 24 см.
 Т. 1. - 2008. - 670 с. : ил. - Библиогр.: с. 587-663. - Предм. указ.: с. 664-670. - ISBN 978-5-9221-1040-2. – (1 экз).
 Т. 2. - 2008. - 559 с. : ил. - Библиогр.: с. 495-553. - Предм. указ.: с. 554-559. - ISBN 978-5-9221-1041-9. – (1 экз).

сверено с ЖБ ИГУ

в) программное обеспечение

- 1) NI LabVIEW™. Имеется соответствующая коммерческая лицензия. Версия программы автоматически обновляется через сеть Интернет.
- 2) NI ELVISmx Software for NI ELVIS II & NI myDAQ NI. – National Instruments. – версия периодически бесплатно автоматически обновляется с сайта производителя через сеть Интернет. Изначально прилагается вместе с драйверами к оборудованию NI ELVIS II & NI myDAQ – (проприетарное программное обеспечение, не требующая заключения коммерческого договора)
- 3) Microsoft Word и Microsoft Excel в составе пакета MS Office. Лицензия на новые версии периодически обновляется Центром новых информационных технологий ИГУ по всему университету.
- 4) OpenOffice 4.1.3 (в качестве запасного варианта при переходе с одной лицензии MS Office на другую). - Условия использования по ссылке:
<https://www.openoffice.org/licenses/PDL.html>. – бессрочно.
- 5) AcquireControl ©. – Copyright Allied Vision Technnologies GmbH. – программа управления камерой Prosilica GT 2000 NIR. – лицензия FREEWARE. – бесплатное автоматическое обновление до новых версий через Интернет с сайта производителя. –
<https://www.alliedvision.com/en/products/software/acquirecontrol.html>
- 6) GNU Octave, version 4.0.0 © 2015. – FREEWARE. – программа математической обработки данных, поддерживающая формат файлов «.m». – свободное программное обеспечение с открытым кодом. – бессрочно
- 7) SciDAVis 1.D013. – FREEWARE. – программа обработки данных и представления их в графической форме. – бессрочно

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- 1) [www.ni.com\russia](http://www.ni.com/russia)
- 2) <http://www.labview.ru/>
- 3) <http://library.isu.ru/ru>
- 4) • ЭЧЗ «Библиотех» <https://isu.bibliotech.ru/>
- 5) • ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
- 6) • ЭБС «Руконт» <http://rucont.ru>
- 7) • ЭБС «Айбукс» <http://ibooks.ru>
- 8) В системе образовательного портала ИГУ (<http://educa.isu.ru/>) размещены методические материалы и задания по дисциплине Б1.В.ДВ.7.1 «Экспериментальные методы в гелиофизике».

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

- 1) Лабораторный стенд по исследованию характеристик ФЭУ с компьютером и соответствующим программным обеспечением.
- 2) Лабораторный стенд по исследованию характеристик ПЗС-камеры с компьютером и соответствующим программным обеспечением.
- 3) Лабораторный комплекс NI ELVIS II.
- 4) Ноутбуки Lenovo B590 (4 шт.), с установленной на них поставщиком операционной системой Windows 8, пакетом LibreOffice, драйверами устройств лабораторного комплекса NI ELVIS II, драйверами для управления ПЗС-камерой, LabVIEW (академическая лицензия со стандартной сервисной поддержкой, на 1 год).
- 5) Имеются списки заданий и методическое руководство в электронном и печатном виде, в том числе в авторском учебном пособии.

Кроме того, на факультете имеется компьютеризированная аудитория, предназначенная для самостоятельной работы, с неограниченным доступом в Интернет.

10. Образовательные технологии:

Новые знания студенты получают самостоятельно из методических описаний. Практическим навыкам они обучаются при выполнении лабораторных работ под руководством преподавателя.

В ходе лабораторных работ студент готовит отчет, включающий в себе следующие элементы: описание эксперимента, схема, таблицы экспериментальных данных, осциллограммы (в виде скриншотов), ответы на контрольные вопросы.

Студенты выполняют работы небольшими группами, обсуждая последовательность действий, и вместе анализируют полученные результаты. Последовательность выполнения работы задается следующим образом:

- 1) Малая группа (3 человека) выбирает в составе своей группы руководителя, задача которого распределить обязанности и спланировать выполнение лабораторной работы от подготовки оборудования до защиты отчета.
- 2) Студенты знакомятся с теоретическим материалом.
- 3) Знакомство с перечнем приборов и принадлежностей. Собираение электрической схемы (если нужно), подключение приборов и компьютера.
- 4) Выполнение эксперимента согласно ходу работы, указанному в методичке.
- 5) Написание программы для обработки экспериментальных данных (возможно требуется время или выполнение отдельного задания для усвоения основных

принципов программирования в используемом программном пакете)

- 6) Обработка экспериментальных данных. Внесение соответствующих таблиц, графиков, диаграмм в отчет.
- 7) Подготовка и оформление отчета по лабораторной работе. Ответы на контрольные вопросы в методичке. Четкое формулирование выводов по работе.
- 8) Подготовка к защите отчета (с учетом изучения теоретического материала).
- 9) Защита отчета.

Особенности работы с инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья. Большая используемого в практикуме оборудования является переносным и может быть перенесено или перевезено в специально подготовленную аудиторию для проведения занятий со студентами указанной категории. На сайте (в электронном виде) университета выложены методические материалы по данной дисциплине, к которым можно получить доступ удаленно.

11. Оценочные средства (ОС):

Форма текущего контроля: собеседование во время лабораторных работ, проверка отчетов. Для допуска к зачёту требуется полностью выполнить все лабораторные, сдать отчеты и обсудить с преподавателем полученные результаты по каждой работе (в том числе ответить на контрольные вопросы), получив при этом отметку о сдаче.

Вид промежуточной аттестации: – зачет.

Фонд оценочных средств (ФОС) представлен в приложении.

11.1. Оценочные средства для входного контроля

Для изучения данного курса студент должен знать основы информатики, уметь пользоваться компьютером на продвинутом уровне, прослушать подробную технику безопасности при работе со сложным цифровым оборудованием.

11.2. Оценочные средства текущего контроля

Примерные вопросы для текущего контроля:

- 1) Почему
- 2) Что происходит с фотоном, вызвавшим фотоэффект?
- 3) Влияет ли глубина проникновения света в фотокатод на распределение фотоэлектронов по энергиям?
- 4) Как зависит фототок от частоты и интенсивности падающего тока?
- 5) В чём состоит главное отличие фотоэлектронных умножителей от обычных фотоэлементов?

- 6) Что такое вторичная электронная эмиссия и как определяется коэффициент этого явления?
- 7) Можно ли в качестве металла для эмиттера использовать такие, у которых коэффициент вторичной эмиссии меньше единицы?
- 8) Почему для измерения слабых световых потоков применяют не просто фотоэлементы, а именно фотоэлектронные умножители?
- 9) Сколько эмиттеров должен иметь ФЭУ, чтобы обеспечить усиление первичного тока в 1000 раз, если коэффициент вторичной эмиссии равен 2?
- 10) Как изменится вольт-амперная характеристика ФЭУ, если интенсивность света увеличить?
- 11) Чем определяются значения погрешности в спектральном разрешении неизвестного пика?
- 12) Как найти площадь спектральной линии?
- 13) Чем определяются электрические параметры ПЗС?
- 14) Чем определяются спектральные характеристики ПЗС?
- 15) На чём основаны физические принципы работы ПЗС приборов?

Пример заданий к практическим занятиям:

1. **Задание 4. Исследование спектральных характеристик интерферометра Фабри-Перо.**
 - Нарисовать оптическую схему установки.
 - Вычислить разность хода между интерферирующими лучами и оценить максимальный порядок интерференции ($d = 3 \text{ мм}$, $\lambda = 5460 \text{ \AA}$ - зелёная линия ртути).
 - Вычислите область свободной дисперсии интерферометра Фабри-Перо по формуле $\Delta\lambda_0 = \frac{\lambda^2}{2d}$. $\Delta\lambda_0$ вычислить в ангстремах.
2. **Исследование характеристик ПЗС-матрицы:**
 - В среде MathLAB и получить матрицу ($A = [M]$) значений измеренных интенсивностей. Используя функцию графического отображения построить 3D-изображение щели. Определив из матрицы A значения первого (m) и последнего (l) столбца, в которых содержится информация. Оценив из изображения A диапазон изменения h , получите усреднённую (по длине щели) матрицу $C = \frac{\sum_{n=m}^{n=l} A^{(n)}}{1+(l-m)}$, ($C = [M]$). Используя двумерную графику, постройте график распределения интенсивности по ширине щели C_h .
 - Скорректируйте график C_h , вычтя из матрицы C величину интенсивности фоновой засветки. Определите ширину контура на половине амплитуды и запишите под графиком « $\Delta_{C100} =$ ».
 - Обработав все изображения щелей и оценив величину Δ определите аппаратную функцию g (определите какой ширине щели, т.е. какому пространственному размеру, она соответствует).
3. **Задание 3. Получение спектральных характеристик сигнала ФЭУ**

- Соберите схему, как показано на рисунке. Включите питание ФЭУ и питание станции NI ELVIS II.
- Используя пакет Signal Express, оцифруйте экспериментальные данные согласно указанным параметрам.
- С помощью созданной в среде LabVIEW программы обработайте полученные в эксперименте сигналы шума ФЭУ в зависимости от напряжения питания ФЭУ. Результаты оформить в MS Excel.
- Исследуйте спектральные характеристики сигнала с ФЭУ в зависимости от напряжение питания. Результаты оформить с помощью MS Excel.

11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:


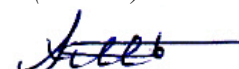
№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1.	Собеседование при защите отчета	Исследование характеристик ПЗС-камеры	ПК-1, ПК-2
2.	Собеседование при защите отчета	Измерение спектральных характеристик ФЭУ	ПК-1, ПК-2
3.	Собеседование при защите отчета	Интерферометр Фабри-Перо	ОПК-2
4.	Собеседование при защите отчета	Основные понятия спектрального анализа. Дифракционная решетка	ОПК-2, ПК-1
5.	Устный отчет студента об организации проведения лаб.эксперимента в своей команде. Визуальный контроль слаженности командной работы на занятии	Разделы 3 и 4.	ОПК-9

Примерный список вопросов и упражнений к зачёту

- Устройство МОП конденсатора и принцип его действия.
- Принцип работы приборов с зарядовой связью ПЗС фотоматрица и её архитектура.
- Шумы в ПЗС и методы их уменьшения.
- Принцип суперпозиции.
- Единичный импульс (дельта функция) и единичная функция.
- Импульсная реакция (аппаратная функция) и переходная функция.
- Связь между $\delta(x) \rightarrow \chi(x)$ и $g(x) \rightarrow h(x)$.
- АЧХ, ЧКХ и коэффициент передачи.
- Частотный метод исследования коэффициента передачи.

- Плюсы и минусы определения $g(x)$ с помощью изображения щели.
- Аппаратная функция передающей системы.
- Преимущества 2– объективной схемы передачи изображения.
- Как работает фотоэлектронный умножитель?
- Что такое эффективность регистрации детектора? От каких параметров детектора и излучения она зависит? Что такое фоточасть и фотоэффективность?

Разработчики:

 (подпись)	профессор, зав.кафедрой, д.ф.-м.н. (занимаемая должность)	<u>В.Л., Паперный</u> (инициалы, фамилия)
 (подпись)	ст. преп., к.ф.-м.н. (занимаемая должность)	<u>А.А., Черных</u> (инициалы, фамилия)

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и космической физики ИГУ
« 15 » мар 2016 г.

Протокол № 6, 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.7.1 «Экспериментальные методы в гелиофизике» 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