



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.ОД.7.3. Специальный практикум по 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» июля 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

<b>1. Цели и задачи дисциплины (модуля)</b> .....	3
<b>2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП</b> .....	4
<b>3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):</b> .....	4
<b>4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы</b> .....	5
<b>5. Содержание дисциплины (модуля)</b> .....	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
<b>6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ</b> .....	7
6.1. План самостоятельной работы студентов .....	7
6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов .....	7
<b>7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)</b> .....	8
<b>8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):</b> .....	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
<b>9. Материально-техническое обеспечение дисциплины:</b> .....	10
<b>10. Образовательные технологии</b> .....	11
<b>11. Оценочные средства (ОС)</b> .....	12
<b>Лист согласования, дополнений и изменений</b> .....	15
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ: ФОС</b> .....	15

## 1. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Часть лабораторных занятий данного практикума 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.

В оптической астрополяметрии активно используется эффект Погкельса, который обладает огромным быстродействием (порядка  $10^{-10}$  с), благодаря чему, он находит активное применение в различных поляризационных астрофизических приборах.

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 практикума по курсу «Экспериментальные методы гелиофизике», изучаемого студентами в течение шестого семестра. Данная дисциплина опирается на курс «Экспериментальные методы гелиофизике» (Б1.В.ДВ.7.1), проводящийся в течении 7-го семестра.

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

### Задачи курса:

- выработать у студентов навыки обработки экспериментальных данных;
- познакомить студента с общими характеристиками астрофизических приборов, работающих в оптическом диапазоне;
- снабдить студентов знаниями о принципах действия таких приборов;
- 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 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 относится к вариативной части базового цикла Б1 и является обязательной дисциплиной (ОД). Она изучается студентами в 7-м семестре после освоения большинства курсов общей физики и части курсов теоретической физики. Данная дисциплина опирается на курс «Экспериментальные методы гелиофизике» (Б1.В.ДВ.7.1), проводящийся в течении 7-го семестра.

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.

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

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

- 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 прохождения данного практикума и изучения дисциплины «Экспериментальные методы в гелиофизике» студент будет:

### **Знать:**

- основные экспериментальные методы, используемые для диагностики характеристик небесных тел;

### **Уметь:**

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

### **Владеть:**

- методикой расчёта спектральных характеристик;
- техникой измерения светимости небесного тела.

#### 4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
		7			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	60/1.67	60			
В том числе:	-	-	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	54/1.5	54			
КСР	6/0.17	6			
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	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	8/0.22	8			
Вид промежуточной аттестации ( <u>зачет</u> , экзамен)		зачет			
<b>Контактная работа (всего)</b>	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. Методика обработки наблюдений

- 1.1.Современные методы звёздной фотометрии
- 1.2.Обработка изображений
- 1.3.Отношение сигнал/шум. Темновой сигнал. Типы шумов ПЗС-камеры: фотонный, темновой, шум считывания, оптическая пересветка.
- 1.4.Влияние температуры на соотношение сигнал/шум
- 1.5.Неравномерность чувствительности матрицы по полю
- 1.6.Диапазон линейности матрицы
- 1.7.Разрешающая способность. Аппаратная функция.

###### Раздел 2. Исследование Эффекта Зеемана с помощью ПЗС-камеры

- 2.1. Классическая модель эффекта Зеемана
- 2.2. Изучение эффекта Зеемана с помощью интерферометра Фабри-Перо

2.3. Наблюдение простого эффекта Зеемана

2.4. Наблюдение аномального эффекта Зеемана

### **Раздел 3. Электрооптический эффект Поккельса**

3.1. Влияние электрического поля на показатель преломления вещества.

3.2. Эффект Керра.

3.3. Эффект Поккельса.

3.4. Определение линейного электрооптического коэффициента

### **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.	Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	Раздел 1
2.	НИР	Раздел 1

### **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	Интерферометр Фабри-Перо				10	10	20
2	Раздел 2	Фотоэлектронный умножитель				12	8	20
3	Раздел 3,4	Методика обработки наблюдений				14	10	24
4	Раздел 5	Исследование Эффекта Зеемана с помощью ПЗС-камеры				10	8	18
5	Раздел 6	Электрооптический эффект Поккельса				10	10	20

## 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 4	Исследование характеристик ПЗС-камеры	14	Отчет по лаб.раб., собеседование	ПК-1 ПК-2
2	Раздел 2	Измерение спектральных характеристик ФЭУ	12	Отчет по лаб.раб., собеседование	
	Раздел 5	Эффект Зеемана	10	Отчет по лаб.раб., собеседование	
	Раздел 1	Интерферометр Фабри-Перо	10	Отчет по лаб.раб., собеседование	
	Раздел 6	Электрооптический эффект Поггеля	10	Отчет по лаб.раб., 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	42
2.	Текущие консультации				6

### 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 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) 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) Поршневу, С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB [Текст] / С. В. Поршневу. - Москва : Лань, 2011. - 736 с. - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-1063-7

*сверено с ЭБС ИГУ*

### б) дополнительная литература

- 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) Мусаев, Э. С. Оптоэлектронные устройства на полупроводниковых излучателях [Текст] : научное издание / Э.С. Мусаев. - М. : Радио и связь, 2010. - 205 с. : ил. ; 21 см. - Библиогр.: с. 189-202. - ISBN 5-256-01711-X. – (2 экз)
- 3) Кепнер, Джереми. Параллельное программирование в среде MATLAB для многоядерных и многоуровневых вычислительных машин [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д. Кепнер. - ЭБК. - М. : Изд-во МГУ, 2013. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-211-06428-7
- 4) 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)
- 5) 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)

*в) программное обеспечение*

- 1) NI LabVIEW™. Имеется коммерческая лицензия для учебных заведений (академическая лицензия со стандартной сервисной поддержкой, закупается ежегодно, 1 год).
- 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) LibreOffice 5.3.2 (freeware бессрочно).
- 5) AcquireControl ©. – Copyright Allied Vision Technologies 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.
- 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.Б.15.1 "Программирование".

**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 (WIN8 EM), пакетом LibreOffice, драйверами устройств лабораторного комплекса NI ELVIS II, драйверами для управления ПЗС-камерой.
- 5) Имеются списки заданий и методическое руководство в электронном и печатном виде, в том числе в авторском учебном пособии.

## 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.

## 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 ( $d = 3\text{мм}$ ,  $\lambda = 5460\text{Å}$  - зелёная линия ртути).
- Вычислите область свободной дисперсии интерферометра Фабри-Перо по формуле  $\Delta\lambda_0 = \frac{\lambda^2}{2d} \cdot \Delta\lambda_0$  вычислить 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  $\Delta$  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:

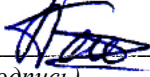
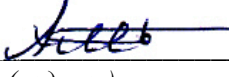
№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1.	Собеседование при защите отчета	Методика обработки наблюдений	ПК-1
2.	Собеседование при защите отчета	Интерферометр Фабри-Перо	ПК-1
3.	Собеседование при защите отчета	Исследование Эффекта Зеемана с помощью ПЗС-камеры	ПК-1, ПК-2
4.	Собеседование при защите отчета	Электрооптический эффект Поккельса	ПК-1, ПК-2

#### Примерный список вопросов 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 » мая 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.ОД.7.3. «Специальный практикум по 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