




**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

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  
« 17 » апреля 2024 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

Наименование дисциплины (модуля): Б1.В.02.03 Специальный практикум по гелиофизике

Направление подготовки: 03.03.02 Физика

Тип образовательной программы: академический бакалавриат

Направленность (профиль) подготовки: Солнечно-земная физика

Квалификация выпускника: бакалавр

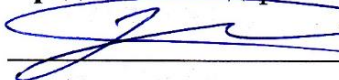
Форма обучения: очная

Согласовано с УМК:

физического факультета

Протокол № 42 от «15» апреля 2024 г.

Председатель: д.ф.-м.н., профессор

 Н.М. Буднев

Рекомендовано кафедрой:

общей и космической физики

Протокол № 8

от «22» марта 2024 г.

Зав.кафедрой д.ф.-м.н., профессор

 Паперный В.Л.

Иркутск 2024 г.

## Содержание

<b>1. Цели и задачи дисциплины (модуля)</b> .....	3
<b>2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП</b> .....	3
<b>3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):</b> .....	4
<b>4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы</b> .....	4
<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) .....	5
5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий .....	6
<b>6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ</b> .....	6
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> .....	11
 <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).

В оптической астрополюметрии активно используется эффект Поккельса, 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.

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 строение и активности Солнца и солнечно-подобных звезд;

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

В рамках практических 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.

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).

В результате прохождения данного практикума студент будет:

**Знать:**

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

**Уметь:**

- находить в Интернете сайты с описаниями различных инструментов и данные их наблюдений Солнца
- проводить измерения с помощью современного исследовательского оборудования;
- обеспечивать сохранение получаемых данных;
- обрабатывать полученные в ходе исследования данные.

**Владеть:**

- простейшими методами обработки данных (в частности, изображений Солнца).
- методикой расчёта спектральных характеристик;
- техникой измерения светимости небесного тела
- навыками конспектирования научных источников (монографий, статей, тезисов).

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

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
		7			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	68	68			
В том числе:	-	-	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	68	68			
КСР					
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	68	68			
В том числе:	-	-	-	-	-
Проведение эксперимента в ходе лабораторной работы	8	8			
Обработка экспериментальных данных	10	10			
Оформление отчет по лабораторной работе	10	10			
Подготовка к защите отчета по ЛР	40	40			
Вид промежуточной аттестации ( <u>зачет</u> , экзамен)	8	зачет			
<b>Контактная работа (всего)</b>	76	76			
Общая трудоемкость	часы	144	144		
	зачетные единицы	4	4		

## 5. Содержание дисциплины (модуля)

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

#### Раздел 1. Солнце.

1.1. Солнце как звезда. Внутреннее строение. Вращение Солнца. Глобальное магнитное поле Солнца. Цикл солнечной активности. Активные области на Солнце. Солнечные пятна. Крупномасштабные магнитно-плазменные структуры в атмосфере Солнца.

1.2. Солнечная атмосфера. Фотосфера. Хромосфера. Переходная зона. Корона. Электромагнитное излучение Солнца в различных диапазонах длин волн

1.3. Солнечные вспышки. Магнитное пересоединение. Механизмы солнечных вспышек. Проявления солнечных вспышек: ускорение заряженных частиц, движения плазмы, нагрев плазмы

#### 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 Поггеля

3.1. Влияние электрического поля на показатель преломления вещества.

3.2. Эффект Керра.

3.3. Эффект Поггеля.

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	Солнце.				12	12	24
2	Раздел 2	Фотоэлектронный умножитель				18	18	36
3	Раздел 3,4	Методика обработки наблюдений				14	14	28
4	Раздел 5	Космическая погода				12	12	24
5	Раздел 6	Электрооптический эффект Поккельса				12	12	24

### 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	Работа с изображениями Солнца в различных спектральных диапазонах. Научиться работать с сайтами, позволяющими получать изображения Солнца в различных спектральных диапазонах. Научиться выделять на этих изображениях различные структуры солнечной атмосферы (активные области, корональные дыры, волокна, факельные площадки и др.). Научиться обнаруживать вспышки и определять их качественные и количественные характеристики.	12	Опрос, Практическое задание	ПК-1
2	Раздел 2	Измерение спектральных характеристик ФЭУ	18	Отчет по лаб. раб., собеседование	
	Раздел 5	Эффект Зеемана	14	Отчет по лаб. раб., собеседование	

				ие	
	Раздел 5	Космическая погода: Ознакомиться с основными сайтами, на которых приводятся прогнозы характеристик космической погоды	12	Отчет по лаб.раб., собеседован ие	
	Раздел 6	Электрооптический эффект Погкельса	12	Отчет по лаб.раб., собеседован ие	

### 6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1.	Все темы	- изучение теоретической части работы - оформление практической части - подготовка к защите	- оформить отчет. - защитить работу преподавателю	Вся рекомендуемая литература	60
2.	Текущие консультации				8

### 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 практических 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) Леви, К.Г. Гелиогеодинамика. Природные аспекты глобальных солнечных минимумов : в 3 т. / К. Г. Леви. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2012 - . - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9624-0718-0
- 2) Гусейханов, М. К. Основы астрофизики / М. К. Гусейханов. - Москва : Лань", 2017. - URL: <https://e.lanbook.com/book/93593>. - ЭБС "Лань". - неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-2176-3
- 3) Язев, Сергей Артурович. Феномен комплексов активности на Солнце : научное издание / С. А. Язев. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2014. - Режим доступа: ЭБС Book on Lime. - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9624-1089-0
- 4) 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.

*б) дополнительная литература*

- 1) 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
- 2) Курбатов, Л.Н. Оптоэлектроника видимого и инфракрасного диапазонов спектра [Электронный ресурс] : научное издание / Л. Н. Курбатов. - ЭБК. - М. : Изд-во МФТИ, 1999. - 321 с. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 5-89155-041-5

*в) программное обеспечение*

- 1) 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)
- 2) Microsoft Word и Microsoft Excel в составе пакета MS Office. Лицензия на новые версии периодически обновляется Центром новых информационных технологий ИГУ по всему университету.
- 3) LibreOffice 5.3.2 (freeware бессрочно).
- 4) 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>
- 5) GNU Octave, version 4.0.0 © 2015. – FREEWARE. – программа математической обработки данных, поддерживающая формат файлов «.m». – свободное программное обеспечение с открытым кодом.
- 6) 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) <https://sdo.gsfc.nasa.gov/data/>
- 3) [https://tesis.xras.ru/active\\_areas.html](https://tesis.xras.ru/active_areas.html)
- 4) <http://library.isu.ru/ru>
- 5) • ЭЧЗ «Библиотех» <https://isu.bibliotech.ru/>
- 6) • ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
- 7) • ЭБС «Рукопт» <http://rucont.ru>
- 8) • ЭБС «Айбукс» <http://ibooks.ru>
- 9) В системе образовательного портала ИГУ (<http://educa.isu.ru/>) размещены методические материалы и задания по данной дисциплине.

**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

- 1) Лабораторный комплекс NI ELVIS II.
- 2) 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.

- 3) 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 практических работ студент готовит отчет, включающий в себе следующие элементы: постановка задачи, исходные материалы, таблицы экспериментальных данных, расчётные графики, осциллограммы или снимки (в виде скриншотов), ответы на контрольные вопросы.

## 11. Оценочные средства (ОС)

Форма текущего контроля: собеседование во время практических работ, проверка отчетов. Для допуска к зачёту требуется полностью выполнить все практические задания, 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. Строение и основные характеристики солнечной атмосферы.
2. Солнечная корона – внешняя часть солнечной атмосферы. Свойства, вариации со временем.
3. Солнечные вспышки. Свойства, механизмы генерации.
4. Корональные выбросы массы. Свойства, механизмы генерации.
5. Что такое гелиосфера?
6. Какие структурные элементы можно выделить в гелиосфере?
7. Что такое солнечный ветер?
9. Опишите отличия быстрого солнечного ветра от медленного.
9. Опишите характерную структуру межпланетного магнитного поля.

10. Дайте определение корональному выбросу масс. Опишите это явление.
11. Расскажите об ударных волнах в гелиосфере.
12. Какую информацию об активности в гелиосфере можно получить через наблюдения короны Солнца в линиях крайнего ультрафиолета?
13. Какую информацию о гелиосфере и явлениях в ней можно получить с помощью наблюдений?
14. Какие гелиосферные явления и как проявляются в радиодиапазоне?
15. Какие косвенные методы получения информации о гелиосфере вы знаете?
16. Что такое геомагнитные возмущения?
17. Какие типы геомагнитных возмущений вы знаете?
18. В чем заключаются причины геомагнитных возмущений??
19. Расскажите об известных вам методах прогноза космической погоды.

Пример заданий к практическим занятиям:

1. **Задание 1. Исследование солнечных пятен.**
  - Нарисовать оптическую схему установки.
  - Определить ежедневные значения числа Вольфа  $W$   
 $W = 10f + g$ , где  $f$  - число групп пятен на диске Солнца,  $g$  - общее число пятен (включая поры и отдельные ядра внутри общей полутени пятна) на видимом диске Солнца.
  - Обработать данные о пятнах на Солнце за период с 1 мая 2024 по 15 июня 2024 по снимкам сайта SDO.
  - Построить график изменения  $W$  в течение 1 мая – 15 июня 2024
  - Дать описание, как развивались солнечные пятна во времени и пространстве в исследуемый период на основании динамики ежедневных значений чисел Вольфа
2. **Задание 2. Исследование рентгеновских вспышек:**
  - Дать описание классификации рентгеновских вспышек (С, М, X)
  - Построить таблицу вспышек с использованием данных сайта ТЕСИС ([https://tesis.xras.ru/active\\_areas.html](https://tesis.xras.ru/active_areas.html))
  - Построить диаграмму распределение вспышек за данный период по мощности, указав столбиками число вспышек разных классов.
  - Выделить на странице "магнитные бури онлайн" сайта ТЕСИС периоды (даты) магнитных бурь.
  - Дать описание вспышечной активности на Солнце в исследуемый период, сопоставить магнитные бури на Земле с динамикой вспышек на Солнце.
3. **Задание 3.** Изучить статьи из журнала "Солнечно-земная физика", 2020, том 6, вып.3? сделать презентации по инструментам (доклад - 10 минут). Использовать материалы статей.

Подготовить доклад на тему:

- комплекс гелиогеофизических инструментов нового поколения
- проект крупного солнечного телескопа с диаметром 3 метра
- многоволновый сибирский радиогелиограф

- всеатмосферный радар НР-МСТ
- современный нагревный стенд для исследования атмосферы средних широт
- декаметровые радары ИСЗФ СО РАН
- мезостратосферный лидар для гелиогеофизического комплекса
- научные задачи оптических инструментов национального гелиогеофизического комплекса

### 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.	Доклад	Астрофизические инструменты	ПК-1

#### 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?

#### **Пример тестовых заданий для проверки сформированности компетенций, указанных выше п.3:**

- 1) *Что происходит с фотоном, вызвавшим фотоэффект?*
  - а) поглощается электроном;
  - б) поглощается атомом;
  - в) передает часть своей энергии электрону;

- г) передает часть своей энергии иону;
- 2) Влияет ли глубина проникновения света в фотокатод на распределение фотоэлектронов по энергиям?
- а) влияет, т.к. свет может освободить электроны не только с поверхности металла, но и из некоторой глубины;
- б) не влияет, т.к. электроны освобождаются только с поверхности катода.
- 3) Как зависит фототок от частоты и интенсивности падающего тока?
- а) никак не зависит;
- б) прямо пропорционально;
- в) обратно пропорционально;
- г) экспоненциальная зависимость;
- 4) Телескоп имеет диаметр объектива  $D=1$  м. Какова его разрешающая способность согласно критерию Рэлея (для длины волны 550 нм)?
- а)  $6.7 \cdot 10^{-7}$  рад
- б) 1.22 нм
- в) 6.7 нм
- г)  $5.5 \cdot 10^{-7}$  рад
- 5) Зачем в фотометрии небесных тел требуется предварительно снимать темный участок неба?
- а) чтобы исключить фон;
- б) чтобы откалибровать телескоп;
- в) чтобы исключить искусственные объекты;
- 6) Чем определяется коэффициент вторичной электронной эмиссии?
- а) только числом выбитых электронов;
- б) только числом падающих первичных электронов;
- в) отношением числа выбитых электронов к числу падающих первичных электронов;
- 7) Из-за чего меняется цвет воздушной плазмы при увеличении давления остаточных газов при их напуске в разрядный промежуток?
- а) из-за перегрева плазмы при повышении концентрации;
- б) из-за нарушения локального термодинамического равновесия;
- в) из-за изменения соотношения концентраций газов воздушной смеси.
- 8) Верно ли утверждение, что локальное термодинамическое равновесие может существовать в системе только в том случае, если процессами излучения можно пренебречь и плазма является столкновительной?
- а) верно;
- б) неверно;
- 9) Вторичная электронная эмиссия – это испускание электронов под действием
- а) нагревания;
- б) электромагнитного излучения;
- в) внешнего электрического поля;
- 12) Спонтанное испускание фотона веществом
- а) требует внешнего воздействия магнитным полем
- б) требует внешнего воздействия электрическим полем
- в) не зависит от внешних воздействий
- 13) Изменение показателя преломления кристалла при проявлении эффекта Поккельса пропорционально ( $E$  – напряженность электрического поля)
- а)  $E$
- б)  $E^2$
- в)  $E^{1/2}$
- 14) Полуволновое напряжение управления электрооптического модулятора – это напряжение, при котором
- а) пропускание модулятора максимально
- б) сдвиг фаз между лучами составляет половину длины волны
- в) интенсивность проходящего излучения увеличивается вдвое

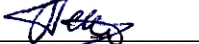
**Разработчики:**

профессор, д.ф.-м.н.  
(занимаемая должность)

С.А., Язев  
(инициалы, фамилия)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и космической физики ИГУ  
« 22 » марта 2024\_\_г.

Протокол № 8, зав. кафедрой  В.Л. Паперный

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