



**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.8.2 Методы обработки сигналов и изображений

Направление подготовки: 03.03.02 Физика

Тип образовательной программы: академический бакалавриат

Направленность (профиль): «Физика конденсированного состояния»

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> .....	3
<b>2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП</b> .....	3
<b>3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):</b> .....	3
<b>4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы</b> .....	4
<b>5. Содержание дисциплины (модуля)</b> .....	4
5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля) .....	4
5.2. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами.....	5
5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий .....	5
<b>6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ</b> .....	6
6.1. План самостоятельной работы студентов.....	6
6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов .....	7
<b>7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)</b> .....	7
<b>8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):</b> .....	9
а) <i>основная литература</i> .....	9
б) <i>дополнительная литература</i> .....	9
в) <i>программное обеспечение</i> .....	11
г) <i>базы данных, информационно-справочные и поисковые системы</i> .....	11
<b>9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):</b> .....	11
<b>10. Образовательные технологии:</b> .....	11
<b>11. Оценочные средства (ОС):</b> .....	12
<b>Лист согласования, дополнений и изменений</b> .....	12
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ: ФОС</b> .....	14

## 1. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Учебный курс направлен на изучение теоретических основ современных методов и важнейших алгоритмов, применяемых при компьютерной обработке результатов физического эксперимента, которые могут быть представлены в различных формах: электрические сигналы, акустические сигналы, статические и динамические изображения и др. В программе курса предусмотрена работа с натурными наблюдательными данными астрофизических обсерваторий ИСЗФ СО РАН.

**Цели:** изучение способов передачи информации и методов преобразования изображений, освоение теоретических основ и математического аппарата цифровой обработки изображений, освоение современных программных инструментов.

Ставится **задача** сформировать навыки экспериментальных исследований, построения цифровых модулей изучаемых процессов.

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

Курс обработки изображений относится к вариативной части цикла Б1.

Данная дисциплина предназначена для студентов 4 курса физического факультета и является продолжением информатики, которую студенты усваивают на младших курсах и таким образом обеспечивает непрерывность компьютерного образования.

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

Курс «Методы обработки сигналов и изображений», согласно положениям федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования при подготовке бакалавра по направлению 03.03.02 Физика, позволяет студенту приобрести следующие общепрофессиональные компетенции (ОПК):

- способностью использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией (ОПК-5);
- способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий с учётом основных требований информационной безопасности (ОПК-6)
- 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 курса “ Методы обработки сигналов и изображений ” студент будут

**знать** теоретические основы и математический аппарат цифровой обработки изображений, методы преобразования цифровых изображений – кодирование, сжатие, форматы представления графической информации.

**иметь представление** о современных компьютерных технологиях обработки изображений;

**уметь** моделировать структуры систем цифровой обработки изображений, реализовывать на типовых и специализированных программных средствах методы и алгоритмы цифровой обработки, а также оптимизировать процедуру цифровой обработки изображений при различных априорных сведениях;

**владеть** навыками обработки, базовыми алгоритмами построения 2D и 3D-изображений.

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

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
		8			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	60/1.67	60			
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции	22/0.51	22			
Практические занятия (ПЗ)	32/0.89	32			
Семинары (С)					
Лабораторные работы (ЛР)					
КСР	6/0.17	6			
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	48/1.33	48			
В том числе:			-	-	-
Решение домашних задач	24/0.67	24			
Подборка экспериментальных данных	22/0.61	22			
Подготовка к зачету	2/0.06	2			
<b>Контактная работа (всего)</b>	64/1,8	64,8			
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)					
Общая трудоемкость часы	108	108			
зачетные единицы	3	3			

#### 5. Содержание дисциплины (модуля)

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

### ОСНОВЫ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

#### 1.1. Основы кодирования и хранения изображений

Принципы кодирования изображений. Методы и форматы хранения изображений. Особенности форматов для хранения экспериментальных данных. Сжатие изображений. Кодирование цветных изображений. Теория цвета. Квантование цвета и стандарты цветового кодирования.

## 1.2. Основы работы с изображениями

Геометрические преобразования изображений. Масштабирование. Повороты. Бинаризация. Понятие гистограммы изображения. Линейное и нелинейное контрастирование. Особенности построения контуров изображения. Совмещение и наложение контуров и изображений. Модели изображений и их искажений.

## 1.3. Фильтрация шумов на изображениях

Общие понятия фильтрации изображений. Масочная фильтрация. Линейная фильтрация (применение линейных электронных фильтров к изображениям). Нелинейная фильтрация.

## 1.4. Реконструкция изображений

Постановка обратной задачи восстановления изображений. Восстановление изображений на основе обратной фильтрации. Фильтр Винера (обобщение фильтра на двумерный случай). Итерационные и алгебраические методы восстановления изображений.

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

Дисциплина преподаётся на четвертом курсе обучения бакалавров, поэтому обеспечиваемых (последующих) дисциплин не имеется.

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

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					
			Лек.	Практ. зан.	Семина	Лаб. зан.	СРС	Всего
1.	Раздел 1.1	Основы кодирования и хранения изображений	8	8			12	28
2.	Раздел 1.2	Преобразования изображений	6	6			8	20
3.	Раздел 1.2	Основы работы с контурами изображений	2	6			10	18
5.	Раздел 1.3	Фильтрация изображений	4	6			8	18
6.	Раздел 1.4	Восстановление изображений	2	6			8	16

## 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 1.1	Основы кодирования и хранения изображений	8	Проект, дискуссия *	ОПК5 ОПК6 ПК2
2.	Раздел 1.2	Преобразования изображений	6	Проект, дискуссия *	
3.	Раздел 1.2	Основы работы с контурами изображений	6	Проект, дискуссия *	
4.	Раздел 1.3	Фильтрация изображений	6	Проект, дискуссия *	
5.	Раздел 1.4	Восстановление изображений	6	Проект, дискуссия *	

\* - студенты должны показать преподавателю законченную, правильно функционирующую программу, окончательное изображение и оформленный по всем правилам отчет.

### 6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1.	Кодирование и декодирование изображений	Самостоятельное решение задач по данной теме на практических занятиях	Написать программу сохранения, считывания и отображения вашего изображения. Написать отчет.	[1,2]	10
2.	Методы препариров. изображений и измерений на изображениях	Самостоятельное решение задач по данной теме на практических занятиях	Написать программу обработки изображения. Написать отчет.	[1,2,3]	8
3	Методы геометр.преобразований и совмещения изображений	Самостоятельное решение задач по данной теме на практических занятиях	Написать программу обработки изображения. Написать отчет.	[1,2,3]	8
4.	Фильтрация и восстановление изображений	Самостоятельное решение задач по данной теме на практических занятиях	Написать программу обработки изображения. Написать отчет.	[1,2,3]	8

5.	ВСЕ ТЕМЫ	Подготовка к зачету	Повторить все разделы курса	Основная литература: 1 - 3	12
6.	Все темы	Текущие консультации			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.

Теоретические знания, полученные студентами на практических занятиях и при самостоятельном изучении курса по литературным источникам, закрепляются при выполнении практических работ.

При выполнении практических заданий обращается особое внимание на выработку у студентов умения грамотно выполнять и оформлять документацию, умения пользоваться научно-технической справочной литературой. Каждый студент должен подготовиться к защите своего отчета, разобравшись с теорией исследуемого явления.

Текущая работа над учебными материалами включает в себя систематизацию теоретического материала каждой практической работы, заполнения пропущенных мест, уточнения схем и выделения главных мыслей основного содержания работы. Для этого используются имеющиеся учебно-методические материалы и другая рекомендованная литература.

Границы между разными видами самостоятельных работ достаточно размыты, а сами виды работы пересекаются. Таким образом, самостоятельная работа студентов может быть как в аудитории, так и вне ее.

Закрепление всего изученного материала осуществляется на контрольной работе. Преподаватель помогает разобраться с проблемными вопросами и задачами (по мере их поступления) в ходе текущих консультаций.

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

Возможна организация курсовых и дипломных работ для студентов, обучающихся по профилю «Физика конденсированного состояния», с использованием обеспечивающего

дисциплину оборудования. Темы таких работ зависят от текущих задач научной деятельности кафедры.



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

### а) основная литература

1. Воробьев С.Н. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] : учеб. для студ. учрежд. высш. проф. образования по направл. подгот. 210700 "Инфокоммуникац. технологии и системы связи" / С. Н. Воробьев. - ЭВК. - М. : Академия, 2013. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - 20 доступов. - ISBN 978-5-7695-9560-8
2. Черных, А.А. Цифровая обработка сигналов на основе платы Emona SIGEx [Электронный ресурс] / А. А. Черных, Ю. В. Ясюкевич, В. Л. Паперный. - ЭВК. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2014. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - Ч. 1. - 2014.
3. Оппенгейм, А. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] : издание 3-е, исправленное / А. Оппенгейм. - Москва : Техносфера, 2012. - 1048 с. - Режим доступа: ЭБС "Айбукс". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-94836-329-5

*сверено с ЭБС ИГУ*

### б) дополнительная литература

- 1) Гонсалес, Рафаэл С. Цифровая обработка изображений [Текст] : научное издание / Р. С. Гонсалес, Р. Вудс ; пер. с англ.: Л. И. Рубанова, П. А. Чочиа. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Техносфера, 2012. - 1103 с. : ил., цв. ил. ; 25 см. - (Мир цифровой обработки). - Библиогр.: с. 61-64-. - Предм. указ.: с. 1081-1103. - Пер. изд. : Digital Image Processing / Rafael Gazalaez, Richard E. Woods. - 2008. - ISBN 978-5-94836-331-8. - (1экз.)
- 2) Сергиенко, А.Б. Цифровая обработка сигналов [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов / А. Сергиенко. - 3-е изд. - СПб. : БХВ - Петербург, 2011. - 756 с. : ил. ; 24 см. - (Учебная литература для вузов). - Предм. указ.: с. 736-756. - ISBN 978-5-9775-0606-9. - (1экз.)
- 3) Методы компьютерной обработки изображений : учеб.пособие для студ.,обуч.по специальности"Прикладная математика" / Под ред.В.А.Сойфера. - М. : Физматлит, 2001. - 780 с. : ил. ; 24см. - ISBN 5922101803. - (8 экз.)
- 4) Марпл.-мл, С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения [Текст] / С.Л. Марпл; Пер. с англ. О.И. Хабарова, Г.А.Сидоровой; Под ред. И.С. Рыжака. - М. : Мир, 1990. - 584 с. : ил ; 22 см. - Библиогр. в конце глав. -Библиогр.: с. 569. - Пер. изд. : Digital spectral analysis / Marple S.Lawrens. - N.J. - ISBN 5-03-001191-9. - (2 экз.)
- 5) Цифровое преобразование изображений [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. "Радиотехника" / Р. Е. Быков [и др.] ; ред. Р. Е. Быков. - 2-е изд., стер. - М. : Горячая линия-Телеком, 2012. - 228 с. : ил. ; 20 см. - Библиогр.: с. 221-225. - ISBN 978-5-9912-0220-6. - (1 экз.)
- 6) Красильников, Н.Н. Цифровая обработка изображений [Текст] / Н.Н. Красильников ; Н.Н.Красильников. - М. : Вуз.кн., 2001. - 320 с. : ил. ; 20см. - ISBN 5895221467. - (1 экз.)
- 7) Цифровое преобразование изображений [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. "Радиотехника" / Р. Е. Быков [и др.] ; ред. Р. Е. Быков. - 2-е изд., стер. - М. : Горячая линия-Телеком, 2012. - 228 с. : ил. ; 20 см. - Библиогр.: с. 221-225. - ISBN 978-5-9912-0220-6. - (1 экз.)
- 8) Томпсон, А. Ричард. Интерферометрия и синтез в радиоастрономии [Текст] : научное издание / А.Р. Томпсон ; Д.М. Моран, Д.У. Свенсон. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Физматлит, 2003. - 624 с. : ил ; 24 см. - ISBN 5-9221-0015-7. - (3 экз.)

- 9) Попов, О.Б. Компьютерный практикум по цифровой обработке аудиосигналов [Текст] : учеб. пособие / О.Б. Попов. - М. : Горячая линия - Телеком, 2010. - 176 с. : ил. ; 21 см. - (Учебное пособие для вузов). - Библиогр.: с. 174-175. - ISBN 978-5-9912-0131-5. – (2 экз.)

### в) программное обеспечение

- язык анализа и визуализации данных GDL и его пакеты расширения

### г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- в системе образовательного портала ИГУ (<http://educa.isu.ru/>) размещены методические материалы и задания по дисциплине Б1.В.ОД.13 «Методы обработки изображений»;

- Журнал "Цифровая обработка сигналов" <http://www.dspsa.ru/>

- • ЭЧЗ «Библиотех» <https://isu.bibliotech.ru/>
- • ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
- • ЭБС «Руконт» <http://rucont.ru>
- • ЭБС «Айбукс» <http://ibooks.ru>

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Практические занятия проводятся в специальном дисплейном классе с современной компьютерной техникой. Методическим оформлением курса является использование современных образовательных технологий: информационных (лекции и презентации в Power Point), проектных (мультимедиа, видео, документальные фильмы), дистанционных. Внедрение глобальной компьютерной сети в образовательный процесс позволяет обеспечить доступность Интернет-ресурсов.

Оборудование: специальный дисплейный класс (на 15 мест) с локальной сетью и доступом в Интернет. Материалы: на каждый компьютер установлен пакет для программирования на языке GDL(устанавливается вместе с системой Linux), с сайта Годаровского космического центра (<https://idlastro.gsfc.nasa.gov/>) скачиваются дополнительные библиотеки программ.

## 10. Образовательные технологии

В программе определена четкая последовательность изучения учебного материала. Предусмотрено использование современных образовательных технологий: информационные (лекции и презентации в Power Point), проектные (мультимедиа, документальное видео).

Реализуются следующие формы учебной деятельности:

- **лекции**, нацеленные на получение необходимой информации, и ее использование при решении практических задач;
- **практические занятия**, направленные на активизацию познавательной деятельности студентов и приобретения ими навыков решения практических и проблемных задач;
- **консультации** – еженедельно для всех желающих студентов;
- **самостоятельная внеаудиторная работа** направлена на приобретение навыков самостоятельного решения задач по дисциплине;

- **текущий контроль** за деятельностью студентов осуществляется в основном практических занятиях при дискуссии о результатах практических работ.

## 11. Оценочные средства (ОС)

Фонд оценочных средств (ФОС) представлен в приложении.

### 11.1. Оценочные средства для входного контроля

Входной контроль не осуществляется.

### 11.2. Оценочные средства текущего контроля

#### **Задания и вопросы для компьютерного практикума**

1. Кодирование и декодирование изображений  
Необходимо написать программу, которая совершает следующие действия:  
а) находит и считывает файл в формате gif (bmp), выводит на экран по размеру изображения; б) сохраняет изображение в своем формате (придумать свой заголовок формата, который должен содержать размер массива с изображением, типы переменных, отсутствие, присутствие цветовой палитры. Создать программу, которая считывает изображение из файла вашего формата и выводит на экран.
2. Методы препарирования изображений и измерений на изображениях  
Необходимо написать программу, которая совершает следующие действия: а) Считывает изображение из файла и выводит на экран; б) Позволяет в интерактивном режиме отмечать две точки на изображении и получать скан отрезка, который соединяет эти две точки (значения всех элементов массива, которые попадают на отрезок). Отметить второй такой отрезок. Вывести полученные значения в виде графика на экран. Значения двух сканов должны быть нанесены на один график. В качестве маркера разных сканов можно выбрать или цвет, или разные типы линий или разные значки для пометки точек графиков. Сохранить созданный график в любом стандартном графическом формате.
3. Методы геометрических преобразований и совмещения изображений  
Дается два изображения Солнца (магнитограмма и изображение фотосферы). Необходимо написать программу, которая совершает следующие действия: а) считывает изображение фотосферы и магнитограмму из файла и выводит на экран; б) Из магнитограммы интерактивно вырезается область изображения, и она в виде контуров накладывается на изображение фотосферы; в) Результат выводится на экран. Считается, что оба изображения центрированы и размер диска Солнца в пикселях обоих изображений одинаковый.
4. Фильтрация и восстановление изображений. Сравнить изображения восстановленные методом CEAN и методом наименьшей энтропии и оценить ошибки методов.

### 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	Все темы	ОПК-5, ОПК-6, ПК-2
2.	Подготовка к зачету	Все разделы	ОПК-5, ОПК-6

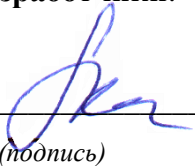
Для допуска к зачету студент должен выполнить все практические задания.

Примерный список вопросов к зачету (в каждом билете по два вопроса):

- Принципы кодирования изображений. Методы и форматы хранения изображений.

- Особенности форматов для хранения экспериментальных данных. Сжатие изображений. Алгоритм Райса
- Кодирование цветных изображений. Теория цвета.
- Квантование цвета и стандарты цветового кодирования.
- Геометрические преобразования изображений.
- Масштабирование. Повороты.
- Бинаризация. Алгоритм Отцу.
- Понятие гистограммы изображения. Линейное и нелинейное контрастирование.
- Особенности построения контуров изображения. Совмещение и наложение контуров и изображений.
- Модели изображений и их искажений.
- Общие понятия фильтрации изображений.
- Масочная фильтрация.
- Линейная фильтрация (применение линейных электронных фильтров к изображениям).
- Нелинейная фильтрация.
- Постановка обратной задачи восстановления изображений.
- Восстановление изображений на основе обратной фильтрации.
- Фильтр Винера (обобщение фильтра на двумерный случай).
- Итерационные и алгебраические методы восстановления изображений

**Разработчики:**



(подпись)

доцент, к.ф.-м.н.

(занимаемая должность)

Л.К. Кашапова

(инициалы, фамилия)

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и космической физики ИГУ  
«01» июля 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.8.2 «Методы обработки сигналов и изображений» по направлению подготовки бакалавров 03.03.02 Физика (профиль «Физика конденсированного состояния»)

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.8.2 «Методы обработки сигналов и изображений» по направлению подготовки бакалавров 03.03.02 Физика (профиль «Физика конденсированного состояния»)


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 «Физика конденсированного состояния»).

Зав. кафедрой:  
общей и космической  
физики



---

В.Л. Паперный

Протокол № 9  
от « 1 » июня 2017 г.