



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.ОД.7.2 Специальный практикум по методам обработки сигналов

Направление подготовки: 03.03.02 Физика

Тип образовательной программы: академический бакалавриат

Направленность (профиль): Солнечно-земная физика

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

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

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

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

1. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	3
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.....	5
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
а) <i>основная литература</i>	9
б) <i>дополнительная литература</i>	9
в) <i>программное обеспечение</i>	10
г) <i>базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, Интернет-источники</i>	10
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	11
10. Образовательные технологии	11
11. Оценочные средства (ОС)	12
Лист согласования, дополнений и изменений	16
ПРИЛОЖЕНИЕ: ФОС	18

1. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Программа модуля разработана в соответствии с основной образовательной программой по направлению подготовки 03.03.02- Физика, по профилю подготовки «Солнечно-земная физика» предназначена для поддержки натурными, лабораторными, работами курса «Методы обработки сигналов» (Б1.В.ОД.12), изучаемого студентами в течение шестого семестра.

Цели: изучение способов получения и формирования типовых цифровых сигналов, формирование базовых навыков передачи сигналов по каналам связи, методов преобразования (кодирования-декодирования), изучение практических основ обработки одно- и многомерных сигналов, освоение современных программно-аппаратных сред и инструментов работы с сигналами.

Ставится **задача** сформировать практические навыки экспериментальных исследований, работы с аналого-цифровыми устройствами анализа и обработки сигналов, построения цифровых (программно-аппаратных) моделей изучаемых процессов.

Лабораторные занятия проводятся с использованием современного учебного оборудования - программно-аппаратного комплекса *National Instruments* (NI) на основе универсальных лабораторных станции NI ELVIS. Программным обеспечением для реализации лабораторных проектов на основе этой платформы является среда визуального программирования *LabVIEW*. Данные средства позволяют проводить обучение в практическом, интерактивном режиме в таких областях, как контрольно-измерительные оборудование, схемотехника и электроника, системы управления и передачи информации и др.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина относится к вариативной части базового цикла Б1 и является обязательной дисциплиной (ОД). Она изучается студентами в 6-м семестре после освоения большинства курсов общей физики и части курсов теоретической физики. Данная дисциплина опирается на курс «Методы обработки сигналов» (Б1.В.ОД.12), проводящийся в течении 6-го семестра.

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 изучения дисциплины студент должен:

знать теоретические основы и математический аппарат цифровой обработки сигналов, представимых в различных формах (электрические сигналы, акустические сигналы и др.), эффективные способы формирования, обнаружения, различения и оценки параметров сигналов с учетом свойств среды (канала передачи информации) и шумов (помех).

иметь представление о современных программно-аппаратных средах цифровой обработки сигналов;

уметь выявлять существенные количественные закономерности физических явлений,

реализовывать с помощью типовых специализированных инструментов методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов, уметь оптимизировать подходы при изменяющихся априорных сведениях и условиях;

владеть практическими навыками обработки цифровых сигналов, базовыми методами работы с данными измерений и навыками их систематизации и анализа.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
		6			
Аудиторные занятия (всего)	60/1,67	60			
В том числе:		-	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)					
Лабораторные работы (ЛР)	56/1,56	56			

КСР	4/0,11	4			
Самостоятельная работа (всего)	48/1,33	48			
В том числе:	-	-	-	-	-
Отчет по лабораторной и/или практической работе	44/1,22	44			
Подготовка к зачету	2/0,06	2			
Текущие консультации	2/0,06	2			
Контактная работа (всего)	64,8/1,8	63			
Вид промежуточной аттестации (<u>зачет</u> , экзамен)		зачет			
Общая трудоемкость часы	108	108			
	3	3			
зачетные единицы					

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)

Раздел 1. Основные определения. Типы сигналов и помех.

Раздел 2. Линейные цепи с постоянными параметрами.

Раздел 3. Цепи с переменными параметрами. Нелинейные цепи.

Раздел 4. Дискретизация сигналов. Цифровые сигналы.

Раздел 5. Современные инструменты цифровой обработки сигналов.

Раздел 6. Спектральный анализ. Исследование тестовых сигналов.

Раздел 7. Цифровые фильтры: построение и применение

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

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин (вписываются разработчиком)										
		1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.1	2.2	2.3	2.4	
1.	Методы обработки изображений											
2.	Физика Солнца	1.1- 1.9	2.1- 2.5									

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

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					Всего
			Лекц.	Практ. зан.	Семина	Лаб. зан.	СРС	
1.	Раздел 1	Основные определения. Типы сигналов и помех.				8	2	10
2.	Раздел 2	Линейные цепи с постоянными параметрами.				8	4	12
3.	Раздел 3	Цепи с переменными параметрами. Нелинейные цепи.				8	8	16
4.	Раздел 4	Дискретизация сигналов. Цифровые сигналы.				8	8	16
5.	Раздел 5	Современные инструменты цифровой обработки сигналов.				8	8	16
6.	Раздел 6	Спектральный анализ. Исследование тестовых сигналов.				8	8	16
7	Раздел 7	Цифровые фильтры: построение и применение				8	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	Лабораторная работа 1 (ознакомительная). Инструктаж по технике безопасности. Порядок включения базовой станции NI ELVIS II. Программный модуль виртуальных приборов.. Лабораторная работа 2 Основные устройства NI ELVIS II. Работа с цифровым мультиметром, осциллографом, функциональным генератором.	8	Собеседование	ПК-1 ПК-2
2.	Раздел 2	Лабораторная работа 3 Переходные процессы в цепях с источником постоянной и переменной ЭДС	8	Решение задач, собеседов	

				ание	
3.	Раздел 3	Лабораторная работа 4 Исследование отклика электрической цепи на различные типы тестовых сигналов	8	Решение задач, собеседование	
4.	Раздел 4	Лабораторная работа 5 Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование. Дискретизация и восстановление сигналов. Лабораторная работа 6 Кодирование сигналов. Модуляция. Виды модуляции. Передача модулированных сигналов по каналам связи.	8	Решение задач, собеседование	
5.	Раздел 5	Лабораторная работа 7 Интегрирование, свертка, корреляция. Лабораторная работа 8 Свертка как инструмент фильтрации. Простейшие фильтры.	8	Решение задач, собеседование	
6.	Раздел 6	Лабораторная работа 9 Спектральный анализ типовых сигналов сигналов. Генерация и исследование шума.	8	Решение задач, собеседование	
7.	Раздел 7	Лабораторная работа 10 Цифровые фильтры: практическое применение. Фильтрация зашумленных сигналов.	8	Решение задач, собеседование	ПК-1 ПК-2

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1.	Все темы	- изучение теоретической части практических заданий; - оформление отчета; - подготовка к защите	- Оформить отчет по лаб.работе; - ответить на контрольные вопросы; - защитить работу преподавателю	Вся рекомендованная литература	44
2.	Все темы	Подготовка к зачету		Вся рекомендованная литература	2
3.	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 способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных дисциплин, способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта. Немаловажное значение имеет наличие у выпускников способностей самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию и т.д.. Формирование таких умений 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 (СРС) 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 выполнении индивидуальных заданий и т.д.
- 3) В библиотеке, дома, на кафедре при выполнении студентом учебных и творческих задач.

Таким образом, структурно СРС можно разделить на две части: организуемая преподавателем и самостоятельная работа, которую студент организует по своему усмотрению, без непосредственного контроля со стороны преподавателя (подготовка к лабораторным и практическим занятиям, зачетам и т.п.)

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

Курсовые работы не предусмотрены.

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

а) основная литература

1. 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
2. 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
3. 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.
4. Магазинникова, А.Л. Основы цифровой обработки сигналов [Электронный ресурс] / А. Л. Магазинникова. - Москва : Лань", 2016. - Режим доступа: ЭБС "Издательство Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-2175-6

сверено с ЭБС ИГУ

б) дополнительная литература

- 1) Умняшкин, С. В. Теоретические основы цифровой обработки и представления сигналов [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. В. Умняшкин. - Москва : Техносфера, 2012. - 368 с. - Режим доступа: ЭБС "Айбукс". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-94836-318-9
- 2) Джиган, В.И. Адаптивная фильтрация сигналов: теория и алгоритмы [Текст] : научное издание / В. И. Джиган. - М. : Техносфера, 2013. - 527 с. : ил. ; 25 см. - (Мир цифровой обработки). - Библиогр.: с. 505-520. - Предм. указ.: с. 521-527. - ISBN 978-5-94836-342-4. - (1 экз.)
- 3) Дворкович, В.П. Оконные функции для гармонического анализа сигналов [Текст] : научное издание / В. П. Дворкович, А. В. Дворкович. - М. : Техносфера, 2014. - 105 с. : цв. ил. ; 21 см. - (Мир цифровой обработки). - Библиогр.: с. 104-105. - ISBN 978-5-94836-373-8. - (1 экз.)
- 4) 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.)
- 5) 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

- 1) NI LabVIEW. Имеется соответствующая коммерческая лицензия.
- 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 2007 (версия 12.0.4518.1014, номер продукта 89409-708-7331644-65664) в составе пакета MS Office. Лицензия на новые версии периодически обновляется Центром новых информационных технологий ИГУ по всему университету.
- 4) ПО для работы с данными: GDL (Gnu Data Language), Python (freeware, бессрочно).
- 5) Microsoft Windows 7 Профессиональная SP1 (код продукта 00371-838-5610583-85989 и 55041-008-1638604-86979)
- 6) Браузер Google Chrome 58.0.3029.110 (проприетарное программное обеспечение, бессрочно).
- 7) Adobe Acrobat Reader (проприетарное программное обеспечение, автоматическое обновление, бессрочно).

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, Интернет-источники

- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU, более 10 полнотекстовых версий научных журналов по тематике курса
- Информационная система доступа к российским физическим журналам и обзорам ВИНТИ (<http://www.viniti.ru>)
- Библиотека Смитсоновской астрофизической обсерватории (НАСА) полнотекстовых версий научных журналов, в том числе по тематике курса (http://adsabs.harvard.edu/abstract_service.html)
- База данных наблюдений инструментов гелио-геофизического комплекса

ИСЗФ СО РАН

(<http://en.iszf.irk.ru/Observations>)

- Архив научных журналов JSTOR (<http://www.jstor.org>)

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Набор заданий, упражнений и задач по ключевым темам курса. Для проведения занятий по дисциплине используется аудитория, оснащенная всем необходимым измерительным оборудованием. Лабораторные стенды укомплектованы учебными программно-аппаратными комплексами фирмы *National Instruments* (NI) на основе универсальных лабораторных станции NI ELVIS. Основной особенностью конструктивного решения фирмы NI является построение большого набора образовательных практикумов по различным дисциплинам на единой платформе, позволяющей набирать практические навыки самостоятельных экспериментальных исследований, закрепляя теоретические знания.

- 1) Лабораторный комплекс NI ELVIS II с расширительной макетной платой (6 шт).
- 2) Вычислительные станции (ПК) (6 шт., Intel Atom CPU D2500 и D2550 1.86x2GHz, мониторы Samsung S19B300N и S19C150N), с установленной на них операционной системой Windows с доступом в интернет, с драйверами устройств лабораторного комплекса NI ELVIS II.
- 3) Расширительные платы Emona FOTEх (ETT-211, 3 шт).
- 4) Макетные платы NI ELVIS II SERIES Prototyping Board (6 штук).

10. Образовательные технологии

Основными видами самостоятельной работы студентов по курсу дисциплины являются:

- выполнение контрольной работы;
- самостоятельная работа над учебными материалами с использованием рекомендуемой литературы, с использованием баз данных в сети Интернет;
- решение физических задач как составных частей лабораторной работы;
- групповые и индивидуальные консультации;
- подготовка к зачету и обсуждению..

При выполнении работ лабораторных занятий обращается особое внимание на выработку у студентов умения пользоваться научно-технической литературой, грамотно

оформлять и анализировать полученные результаты..

Текущая работа над учебными материалами представляет собой главный вид самостоятельной работы студентов. Для этого используются имеющиеся технические средства, учебно-методические материалы и другая рекомендованная литература.

Программой предусмотрено использование современных образовательных технологий: информационные (цифровые материалы, базы данных в сети интернет), проектные (мультимедиа).

Особенности работы с инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья. Большая часть используемого в лабораторной аудитории оборудования является переносным и может быть перенесена или перевезена 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 физики и информатики, уметь пользоваться стандартными поисковыми сервисами сети Интернет. Входной контроль знаний не проводится.

11.2. Оценочные средства текущего контроля

Текущий контроль успеваемости осуществляется по следующим критериям оценивания уровня приобретенных компетенций:

1. Пороговый уровень:

(**знание**) дает определения основных понятий;

- воспроизводит основные физические факты, идеи;
- распознает физические объекты;
- знает основные методы решения типовых задач и умеет их применять на практике в ходе решения лабораторных работ.

(умение) умеет работать со справочной литературой;

- использует приборы, указанные в описании лабораторной (или практической) работы;
- умеет представлять (оформлять) результаты своей работы.

(владение) владеет терминологией предметной области знания;

- способен корректно представить полученные знания в математической форме.

2. Базовый уровень:

(знание) понимает связи между различными физическими величинами;

- имеет представление о физических моделях исследуемых процессов;
- аргументирует выбор метода решения задачи; самостоятельно составляет план решения задачи;
- графически иллюстрирует задачу.

(умение) самостоятельно подбирает и готовит для эксперимента необходимое оборудование (кабели, разъемы, измерительные приборы и т.д.);

- применяет усвоенные методы решения задач в незнакомых ситуациях;
- умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания.

(владение) критически осмысливает полученные знания;

- способен корректно представить (оформить) полученные знания в математической форме;
- компетентен в различных ситуациях; (работа в группе, работа в междисциплинарной команде);
- владеет разными способами представления физической информации (результатов измерений).

1. Высокий уровень

(знание) фактически и теоретически знает материал курса в пределах области исследования с пониманием границ применимости усвоенных навыков

(знания глубокие, всесторонние);

(умение) творчески подходит к решению поставленных задач (как теоретических, так и практических); демонстрирует навыки импровизации для оптимального

достижения результата;

- умеет абстрагировать проблемы, с которыми сталкивается при решении различных задач.

(**владение**) может самостоятельно оценивать результаты своей работы;

- способен совершенствовать ход выполнения работы, исходя из собственной оценки результатов;
- соблюдает нормы литературного языка, преобладает научный стиль изложения.
- демонстрирует признаки сформированности компетенции ПК-1, ПК-2.

Пример задания для самостоятельной работы:

Модуляция-демодуляция простейших сигналов

Необходимо смоделировать систему передачи информации по радиоканалу, которая состоит из передатчика сигнала, канала связи с аддитивным белым гауссовым шумом, приемника сигнала. Передатчик включает в себя источник сообщения и модулятор радиосигнала, а приемник - входной полосовой фильтр, демодулятор радиосигнала, ФНЧ.

Отобразить графики временных и спектральных функций на выходе каждого блока.

Параметры системы передачи приведены ниже:

Источник сигнала - гармонический сигнал по закону синуса в третьей степени с частотой 130 Гц. Вид модуляции - фазовая модуляция с индексом модуляции 4. Несущая частота 3 кГц. Отношение сигнал/шум 9 дБ. Частота дискретизации 8 кГц.

Дальнейшие задания к данному курсу представлены в методических пособиях (см.8.3) и ФОС дисциплины.

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	ПК-1 ПК-2

Примерный список вопросов к зачету:

1. Цели и задачи физического эксперимента;
2. Современные системы интеграции измерительного оборудования с компьютером;

3. Основные принципы и методы проведения измерений;
4. Влияние измерительных приборов на результаты эксперимента;
5. Классификация сигналов;
6. Основные характеристики сигнала;
7. Переходные процессы в электрических цепях;
8. Аналоговая реализация цифровых элементов;
9. Теорема Парсеваля. Дискретные и интегральные представления сигналов;
10. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование. Теорема Котельникова; Частота Найквиста;
11. Спектр дискретного сигнала. Субдискретизация сигнала;
12. Дискретный белый шум;
13. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ);
14. Эффект Гиббса. Метод Уэлча;
15. Восстановление непрерывного сигнала с помощью ДПФ;
16. Основы работы АЛУ;
17. Усиление сигнала. Операционные усилители: основные параметры;
18. Корреляционная и взаимная корреляционные функции;
19. Корреляционный прием.
20. Амплитудная модуляция. Фазовая и частотная модуляция;
21. Демодуляция;
22. Фильтры первого и второго порядка;
23. Понятие свертки. Обращение свертки;
24. Линейная цифровая обработка сигналов с помощью фильтров;
25. Оптимальный фильтр Винера.

Разработчики:



 (подпись)

доцент ИГУ, к.ф.-м.н.

 (занимаемая должность)

А.А. Кочанов

 (инициалы, фамилия)

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

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


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

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

К рабочей программе дисциплины Б1.В.ОД.7.2 «Специальный практикум по методам обработки сигналов» по направлению подготовки бакалавров 03.03.02 Физика (профиль «Солнечно-земная физика»)

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

Зав. кафедрой:
общей и космической
физики



В.Л. Паперный

Протокол № 6
от «15» мая 2016 г.

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

К рабочей программе дисциплины Б1.В.ОД.7.2 «Специальный практикум по методам обработки сигналов» по направлению подготовки бакалавров 03.03.02 Физика (профиль «Солнечно-земная физика»)

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

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

Зав. кафедрой:
общей и космической
физики



В.Л. Паперный

Протокол № 9
от « 1 » июня 2017 г.