

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
СПЕЦИАЛЬНАЯ АСТРОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(САО РАН)

ПРИНЯТО

решением Ученого совета

САО РАН № 322

от «16» сентября 2014 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор САО РАН,

член-корр. РАН

Ю.Ю. Балега

«16» сентября 2014 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по специальной дисциплине

НАИМЕНОВАНИЕ: «КОМПЬЮТЕРНАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ
ИЗМЕРЕНИЙ»

Направление
подготовки

03.06.01 ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ

Направленность
(профиль) подготовки

**01.03.02 АСТРОФИЗИКА И ЗВЕЗДНАЯ
АСТРОНОМИЯ**

Присваиваемая
квалификация:

**ИССЛЕДОВАТЕЛЬ.
ПРЕПОДАВАТЕЛЬ-ИССЛЕДОВАТЕЛЬ**

Объем занятий: Итого	72 ч.	2 з.е.
Из них:		
Лекций	14 ч.	
Лабораторных работ		
Практических занятий	38 ч.	
Самостоятельной работы	20 ч.	

п. Нижний Архыз
2014

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (Уровень высшего образования, Подготовка кадров высшей квалификации, Направление подготовки 03.06.01 Физика и астрономия), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 г. N 867, программы-минимум кандидатского экзамена, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 08 октября 2007г. № 274 и дополнительной программы кандидатского экзамена, принятой на заседании Ученого совета и утвержденной директором САО РАН.

Автор: к.т.н., научный сотрудник Лаборатории обеспечения наблюдений Емельянов Э.В.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Целью курса является подготовка аспиранта к самостоятельной целенаправленной научной деятельности с возможностью наиболее эффективного использования рабочего времени для обработки экспериментальных результатов. Ознакомление с возможностями современных математических пакетов для ЭВМ очень важно для начинающего специалиста: он должен иметь представление в какой программе и какими методами можно решить поставленную задачу наиболее эффективно и быстро. В разработанном курсе все лабораторные работы выполняются в среде Octave, совместимом с проприетарным пакетом Matlab. Задания можно также выполнять и при помощи любого языка программирования или в любом другом математическом пакете.

Курс базируется на знаниях, которыми должен владеть выпускник физико-математического факультета: основы теории вероятностей и комбинаторики, математический анализ, линейная алгебра, векторный и тензорный анализ. Так как некоторые методы являются относительно новыми, либо же подразумевают более глубокие познания, каждая лабораторная работа сопровождается кратким теоретическим введением, в котором в конспективной форме приведены основные знания, необходимые для выполнения данной работы.

Курс включает в себя семь разделов. Каждый из них (за исключением первого) сопровождается как лекционными, так и практическими занятиями.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина «Компьютерная обработка результатов измерений» - Б1.В.ОД.4 обязательным дисциплинам вариативной части блока 1 «Дисциплины».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Компьютерная обработка результатов измерений», являются базовые дисциплины бакалавриата, магистратуры и специалитета.

Дисциплина «Компьютерная обработка результатов измерений» логически, содержательно и методически связана с последующими блоками учебного плана – дисциплинами по выбору аспиранта вариативной части Б1.В.ДВ.1 «Интерферометрия астрономических объектов», Б1.В.ДВ.2 «Современная галактическая радиоастрономия», Б1.В.ДВ.3 «Лабораторная и астрономическая спектроскопия с высоким и средним разрешением», Б1.В.ДВ.4 «Аккреционные диски в астрофизике», Б1.В.ДВ.5 «Практическая космология Ближней Вселенной», Б1.В.ДВ.6 «Методы панорамной спектроскопии», Б1.В.ДВ.7 «Исследования звездного магнетизма», Б1.В.ДВ.8 «Гамма-всплески, массивные сверхновые и глобальное звездообразование на больших красных смещениях», Б1.В.ДВ.9 «Наблюдательные проявления релятивистских объектов в оптическом диапазоне», Б1.В.ДВ.10 «Ближние карликовые галактики: фотометрия и звездообразование», Б1.В.ДВ.11 «Использование MATLAB в астрономии», Б1.В.ДВ.13 «История астрономической спектроскопии», Б1.В.ДВ.14 «Интерферометрические методы в спектроскопии звезд», блоками 2 «Практики», 3 «Научно-исследовательская работа», 4 «Государственная итоговая аттестация» - Б2.2, Б3.1, Б4.Г.1, Б4.Д.1.

3. КОМПЕТЕНЦИИ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 НАИМЕНОВАНИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ

Индекс	Расшифровка
УК-1	-способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;
УК-5	-способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития;
ОПК-1	-способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;
ПК-3	-способность использовать знания современных проблем и новейших достижений астрофизики в своей научно-исследовательской деятельности;
ПК-4	-способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области астрофизики и решать их с применением новой аппаратуры, оборудования, информационно-коммуникационных и цифровых технологий с учетом новейшего отечественного и зарубежного опыта;

3.2 СТРУКТУРА И КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ КОМПЕТЕНЦИЙ

Аспирант должен знать:

- наиболее распространённые численные методы решения систем уравнений, полиномиальных и дифференциальных уравнений (УК-1, ПК-3);
- основные методы очистки одно- и двумерных сигналов от шумов (ПК-3).

Аспирант должен уметь:

- вычислять основные характеристики случайных величин (ПК-3);
- находить корреляционные зависимости (ПК-3, ПК-4);
- получать спектрограммы сигналов и обрабатывать их (ПК-3, ПК-4).

Аспирант должен владеть:

- одним или несколькими математическими пакетами и/или языками программирования на уровне, достаточном для проведения базовых манипуляций с научными изображениями (УК-5, ОПК-1, ПК-4).

3.3 ПЛАНИРУЕМЫЕ УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Уровни сформированности	Индикаторы	Дескрипторы	
		«зачтено»	«не зачтено»
	Знает: -наиболее распространённые численные методы	Знает: -наиболее распространённые численные методы	Знает: - простейшие матричные операции; - метод Ньютона решения

Базовый	решения систем уравнений, полиномиальных и дифференциальных уравнений; - основные методы очистки одно- и двумерных сигналов от шумов.	решения систем уравнений, полиномиальных и дифференциальных уравнений; - основные методы очистки одно- и двумерных сигналов от шумов.	систем линейных уравнений; - методы линейной фильтрации сигналов.
	Умеет: - вычислять основные характеристики случайных величин; - находить корреляционные зависимости; - получать спектрограммы сигналов и обрабатывать их.	Умеет: - вычислять основные характеристики случайных величин; - находить корреляционные зависимости; - получать спектрограммы сигналов и обрабатывать их.	Умеет: - определять математическое ожидание случайной величины; - вычислять коэффициент корреляции двух числовых рядов.
	Владеет: - одним или несколькими математическими пакетами и/или языками программирования на уровне, достаточном для проведения базовых манипуляций с научными изображениями.	Владеет: - одним или несколькими математическими пакетами и/или языками программирования на уровне, достаточном для проведения базовых манипуляций с научными изображениями.	Владеет: - базовыми навыками работы в пакетах Octave/Matlab.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы 72 часа.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины, их краткое содержание	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости
		Лекции	Практ. занятия	Лаб. занятия	Самостоят. работа	
1.	Общие сведения об измерениях. Виды сигналов. Обзор методов анализа сигналов	2			1	
2.	Статистика и вероятность. Случайные величины и распределения	2	4		1	текущий зачет
3.	Теория физических измерений. Систематические и случайные погрешности	2	4		2	текущий зачет
4.	Теория оценок	2	8		2	текущий зачет

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины, их краткое содержание	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля
5.	Системы линейных уравнений. Степенные уравнения. Дифференциальные уравнения	2	4		4	текущий зачет
6.	Анализ временных рядов. Фурье и вейвлет-анализ	2	8		4	текущий зачет
7.	Обработка изображений	2	10		6	текущий зачет, итоговый зачет
Баланс времени:		14 ч	38 ч		20 ч	72 ч

5. НАИМЕНОВАНИЕ И ФОРМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

6. НАИМЕНОВАНИЕ И ФОРМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Наименование работы	Кол-во часов	Форма проведения
1.	Тема 2. Статистика и вероятность. Случайные величины и распределения	4	разноуровневые индивидуальные задания, опрос
2.	Тема 3. Теория физических измерений. Систематические и случайные погрешности	4	разноуровневые индивидуальные задания, опрос
3.	Тема 4. Теория оценок	8	разноуровневые индивидуальные задания, опрос
4.	Тема 5. Системы линейных уравнений. Степенные уравнения. Дифференциальные уравнения	4	разноуровневые индивидуальные задания, опрос
5.	Тема 6. Анализ временных рядов. Фурье и вейвлет-анализ	8	разноуровневые индивидуальные задания, опрос
6.	Тема 7. Обработка изображений	10	разноуровневые индивидуальные задания, опрос итоговый зачет
Баланс времени:		38 ч	

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ АСПИРАНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

На первом этапе необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, в которой рассмотрено содержание тем дисциплины лекционного курса, лабораторных и практических занятий и самостоятельной работы. Для успешного освоения дисциплины, необходимо самостоятельно детально изучить представленные темы по рекомендуемым источникам информации, представленным в п.9 рабочей программы.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

Текущий контроль осуществляется по результатам работы на практических занятиях. Промежуточный контроль – отчеты о выполненных заданиях по каждой теме, отчеты по самостоятельной работе.

Итоговым контролем является итоговый зачет по дисциплине.

Итоговый зачет проводится на завершающем практическом занятии.

.

8.2 ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющий оценить уровень сформированности компетенций, представлен следующими компонентами:

Код оцениваемой компетенции	Этап формирования компетенции (№ темы)	Тип контроля	Вид контроля	Компонент фонда оценочных средств	Кол-во эл-тов, шт.
УК-1 УК-5 ОПК-1 ПК-3 ПК-4	Темы 2-7	текущий	электронный	практическая работа	5
	Темы 1-7	текущий	электронный	индивидуальные задания	7
	Темы 1-7	итоговый зачет	устный	вопросы к зачету	45

8.3 КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

При сдаче итогового зачета по дисциплине отметка «зачет» выставляется, если аспирант демонстрирует знание основного материала, излагает его, применяет теоретические положения при решении практических задач.

Отметка «не зачет» выставляется в случае, если аспирант не знает значительной

части программного материала, допускает существенные ошибки в изложении основного материала, не может увязывать теорию с практикой.

8.4 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИТОГОВОГО ЗАЧЕТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Физические измерения. Представление результатов измерения.
2. Виды сигналов. Преобразование сигналов из одного вида в другой.
3. Случайные величины. Вероятность. Плотность вероятности.
4. Характеристики случайных величин: математическое ожидание, медиана, мода. Свойства этих характеристик.
5. Теоремы Чебышёва и Бернулли. Закон больших чисел.
6. Моменты случайных величин и их свойства.
7. Основные свойства равномерного распределения.
8. Основные свойства биномиального распределения.
9. Основные свойства распределения Пуассона.
10. Основные свойства нормального распределения.
11. Основные свойства показательного распределения.
12. Ковариация и корреляция.
13. Корреляционная функция и ее применение.
14. Основные характеристики белого шума. Математический и физический белый шум.
15. Виды погрешностей результатов измерения. Определение количества значащих цифр в представлении результата измерения.
16. Методика вычисления погрешности результата косвенных измерений.
17. Метод наименьших квадратов. Получение аппроксимирующей формулы для линейной функции.
18. Теорема Ляпунова и правило «трех сигм».
19. Распределение «хи квадрат» и его применение.
20. Распределение Стьюдента и его применение.
21. Основные положения теории оценок.
22. Численные и аналитические методы решения систем линейных уравнений.
23. Численные и аналитические методы решения степенных уравнений.
24. Основные методы численного интегрирования.
25. Основные методы численного дифференцирования.
26. Обзор численных методов решения дифференциальных уравнений.
27. Метод Рунге-Кутты решения дифференциальных уравнений.
28. Основные методы интерполирования функции.
29. Преобразования Лапласа.
30. Z-преобразования.
31. Преобразования Фурье.
32. Преобразования Адамара.
33. Фурье-анализ.
34. Вейвлеты и их свойства.
35. Вейвлет-анализ.
36. Цифровые изображения и их свойства.
37. Преобразования изображений в пространственной области.
38. Преобразования гистограммы изображения.
39. Преобразования изображений в частотной области.
40. Фурье-фильтрация изображений.
41. Методы фильтрации шумов на изображениях.
42. Методы восстановления изображений.

43. Аффинные преобразования изображений.
44. Вейвлет-преобразования изображений.
45. Основные методы распознавания образов.

8.5 МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Текущий и итоговый контроль работы аспирантов проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине.

Перед итоговым зачетом по дисциплине аспиранту необходимо полностью выполнить практические работы по дисциплине. При наличии задолженностей по практическим работам аспирант к итоговому зачету не допускается. Итоговый зачет по дисциплине предусмотрен в устной форме. На подготовку к ответу отводится 30 минут. При подготовке к ответу аспиранту предоставляется право пользования программой дисциплины.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

9.1.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Основы теории вероятностей и математической статистики: учебник. / Балдин К.В., Башлыков В.Н., Рукусуев А.В. - М.: Флинта: МПСИ, 2010, 487с.
Новейшие методы обработки изображений. / Потапов А.А. и др. - М.: Физматлит, 2008, 496с.
2. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB.- М.: Техносфера, 2006 - 616с.
3. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. Учеб. пособие для вузов.- Изд. 7-е, стер.- М.: Высш. шк., 2001.- 479с.
4. Говорухин В., Цибулин В. Компьютер в математическом исследовании. Учебный курс.- СПб.: Питер, 2001.- 624с.
5. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов.- СПб.: Питер, 2005.- 604с.
6. Чен К., Джиглин П., Ирвинг А. MATLAB в математических исследованиях: Пер. с англ. - М.: Мир, 2001.- 346с.

9.1.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. - М.: Высш. шк., 1987.- 630с.
2. Кнут Д.Э. Все про TeX./ Пер. с англ. М. В. Лисиной.- Протвино: АО RDTeX, 1993.- 592с.: ил.

3. Львовский С.М. Набор и верстка в системе LaTeX.- 3-е изд., испр. и доп.- М.: МЦНМО, 2003.- 448с.
4. Pan G.W. Wavelets in electromagnetic and device modeling.-John Wiley & Sons, Inc., Hobocen, New Jersey, 2003.- 531p.

9.1.3 МЕТОДИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА

9.2 ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. Сеть Астронет: <http://www.astronet.ru/db/msg/1169494/index.html#Contents>
2. База данных по внегалактическим объектам: <http://ned.ipac.caltech.edu/>
3. Астрофизическая информационная система ADS - <http://adswww.harvard.edu/>
4. База данных объектов за пределами Солн. с-мы SIMBAD <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/>
5. Звёздный каталог VIZIER - <http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR>
6. Цифровой обзор неба DSS - <http://archive.eso.org/dss/dss>
7. Слоановский цифровой небесный обзор SDSS - <http://www.sdss.org/>

9.3 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Операционная система: GNU/Linux (LTS дистрибутив Debian, Scientific Linux или же rolling дистрибутив Gentoo, Slackware).
2. Пакет символьных вычислений Maxima.
3. Комплексный математический пакет Octave.
4. Специализированный пакет обработки астрономических изображений MIDAS.
5. Библиотеки для построения графиков gnuplot, MathGL.
6. Макропакет для оформления научных результатов LaTeX.

9.4 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

- экран;
- мультимедийный проектор;
- компьютер;
- выход в Интернет и интранет САО РАН в лабораторных корпусах;
- сервер общего доступа для обработки и хранения данных;
- текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки САО РАН;
- оборудование научно-исследовательских лабораторий САО РАН.