

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

ПРИНЯТО

решением Ученого совета

САО РАН № 354

от « 27 » апреля 2017 г.



УТВЕРЖДАЮ

Директор САО РАН

В.В. Власюк

2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по специальной дисциплине

НАИМЕНОВАНИЕ:

«ОПТИЧЕСКИЕ НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ
В АСТРОФИЗИКЕ »

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

108 ч. 3 з.е.

Из них:

Лекций

20 ч.

Лабораторных работ

16 ч.

Практических занятий

34 ч.

Самостоятельной работы

38 ч.

п. Нижний Архыз
2017

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 2007 г. № 274 и дополнительной программы кандидатского экзамена, принятой на заседании Ученого совета и утвержденной директором САО РАН.

Автор: к.ф.-м.н., старший научный сотрудник лаборатории исследований звездного магнетизма Г.Г. Валявин.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Основной задачей САО РАН является проведение широкого спектра астрофизических наблюдений в радио- и оптическом диапазонах длин волн. В оптическом диапазоне доминирующими являются наблюдения на телескопах БТА и Цейсс-1000. Используемые при этом наблюдательные методы охватывают большую часть традиционных методов оптических наблюдений мировой астрофизики. Поэтому, изучение базовых принципов, на которых работают оптические инструменты САО РАН, является принципиально важным в формировании профессиональных навыков будущих специалистов-астрофизиков.

Изучив курс, аспирант получит представление о современных методах наблюдений в области оптической астрофизики и работе с наблюдательными данными, которые обеспечивают эти методы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина «Оптические наблюдательные методы в астрофизике» Б.1.В.ДВ.15 относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока 1 «Дисциплины».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина, являются базовые дисциплины бакалавриата, магистратуры и специалитета, обязательные дисциплины вариативной части Блока 1 - Б1.В.ОД.3 «Спектроскопия звезд и звездная эволюция», Б1.В.ОД.4 «Компьютерная обработка результатов измерений», Б1.В.ОД.5 «Астрономические светоприемники», Б1.В.ОД.6 «Физика массивных звезд».

Дисциплина «Оптические наблюдательные методы в астрофизике» логически, содержательно и методически связана с последующими блоками учебного плана – 3 «Научные исследования», 4 «Государственная итоговая аттестация» - Б3.1, Б3.2, 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-3	готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;
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-1	способность свободно владеть разделами астрофизики, необходимыми для проведения фундаментальных и прикладных научных исследований;
ПК-3	способность использовать знания современных проблем и новейших достижений астрофизики в своей научно-исследовательской деятельности.

3.2 СТРУКТУРА И КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ КОМПЕТЕНЦИЙ

Аспирант должен знать:

- современные методы получения астрофизических наблюдательных данных в оптическом диапазоне (УК-1, ОПК-1, ПК-1);
- методы редукции и анализа данных наблюдений (УК-1, ОПК-1, ПК-1);
- оптические схемы инструментов, с помощью которых проводятся астрофизические наблюдения в оптическом диапазоне и базовые принципы их проектирования (УК-1, ОПК-1, ПК-1).

Аспирант должен уметь:

- анализировать и проектировать идеальные оптические схемы астрофизических инструментов (УК-1, УК-5, ОПК-1, ПК-1, ПК-3);
- использовать методики редукции и анализа наблюдательных данных (УК-1, УК-5, ОПК-1, ПК-1, ПК-3).

Аспирант должен владеть:

- базовыми навыками проектирования идеальных оптических схем астрофизических приборов (УК-1, ПК-1);
- навыками использования современного компьютерного инструментария для работы с астрономическими наблюдательными данными (УК-3, УК-5, ОПК-1, ПК-3);
- методологией редукции и анализа наблюдательных данных (ОПК-1, ПК-1, ПК-3).

3.3 ПЛАНИРУЕМЫЕ УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Уровни сформированности	Индикаторы	Дескрипторы	
		«зачтено»	«не зачтено»
Базовый	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - современные методы получения астрофизических наблюдательных данных в оптическом диапазоне. - методы редукции и анализа данных наблюдений - оптические схемы инструментов, с помощью которых проводятся астрофизические наблюдения в оптическом диапазоне и базовые принципы их проектирования. 	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - современные методы получения астрофизических наблюдательных данных в оптическом диапазоне. - методы редукции и анализа данных наблюдений - оптические схемы инструментов, с помощью которых проводятся астрофизические наблюдения в оптическом диапазоне и базовые принципы их проектирования. 	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - современные методы получения астрофизических наблюдательных данных в оптическом диапазоне.

	Умеет: - анализировать и проектировать идеальные оптические схемы астрофизических инструментов - использовать методики редукиции и анализа наблюдательных данных.	Умеет: - анализировать и проектировать идеальные оптические схемы астрофизических инструментов - использовать методики редукиции и анализа наблюдательных данных.	Умеет: - анализировать и проектировать идеальные оптические схемы астрофизических инструментов.
	Владеет: - базовыми навыками проектирования идеальных оптических схем астрофизических приборов - навыками использования современного компьютерного инструментария для работы с астрономическими наблюдательными данными - методологией редукиции и анализа наблюдательных данных.	Владеет: - базовыми навыками проектирования идеальных оптических схем астрофизических приборов - навыками использования современного компьютерного инструментария для работы с астрономическими наблюдательными данными - методологией редукиции и анализа наблюдательных данных.	Владеет: - базовыми навыками проектирования идеальных оптических схем астрофизических приборов

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы 108 часов.

№ 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.	Введение. Шкала звездных величин. Глаз как оптический инструмент. Глазомерные оценки блеска звезд. Оптические телескопы	2			2	
2.	Исторический обзор приемников излучения. Современное состояние. Приемники, используемые в САО РАН	2				
3.	Основы фотометрии. Фотометрические системы. Фотометры	2	4	4	6	текущий зачет

4.	Основы спектроскопии. Призмённые, дифракционные и комбинированные спектрографы. Эшелле-спектроскопия. Эшелле-спектрографы. Базовые понятия Фурье-спектроскопии	4	8	8	8	текущий зачет
5.	Спектрофотометрия	2	2		2	текущий зачет
6.	Основы поляриметрии, широкополосная поляриметрия, спектрополяриметрия	4	4	4	4	текущий зачет
7.	Интерферометрические методы, методы адаптивной оптики	2				
8.	Введение в систему проектирования оптических систем ZEMAX		4		4	текущий зачет
9.	Введение в систему редукции и анализа данных астрофизических наблюдений MIDAS		4		4	текущий зачет
10.	Введение в систему редукции и анализа данных астрофизических наблюдений IRAF		4		4	текущий зачет
11.	Введение в систему анализа спектральных данных астрофизических наблюдений DECH. Заключение	2	4		4	текущий зачет итоговый зачет
Баланс времени:		20 ч	34 ч	16 ч	38 ч	108 ч

5. НАИМЕНОВАНИЕ И ФОРМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Наименование работы	Кол-во часов	Форма проведения
1.	Тема 3. Основы фотометрии	4	разноуровневые индивидуальные задания с наблюдениями на 1 – м телескопе
2.	Тема 4. Основы спектроскопии	8	разноуровневые индивидуальные задания с наблюдениями на 1 – м телескопе
3.	Тема 6. Основы поляриметрии	4	разноуровневые индивидуальные задания с наблюдениями на 1 – м телескопе
Баланс времени:		16 ч	

6. НАИМЕНОВАНИЕ И ФОРМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Наименование работы	Кол-во часов	Форма проведения
1.	Тема.3. Основы фотометрии	4	разноуровневые индивидуальные задания в аудитории, опрос
2.	Тема 4. Основы спектроскопии	8	разноуровневые индивидуальные задания в аудитории
3.	Тема 5. Спектрофотометрия	2	разноуровневые индивидуальные задания в аудитории, опрос
4.	Тема 6. Основы поляриметрии.	4	разноуровневые индивидуальные задания в аудитории, опрос
5.	Тема.8. Введение в систему проектирования оптических систем ZEMAX	4	Разноуровневые индивидуальные задания в аудитории, опрос
6.	Тема.9: Введение в систему редукиции и анализа данных астрофизических наблюдений MIDAS	4	Разноуровневые индивидуальные задания в аудитории, опрос
7.	Тема.10: Введение в систему редукиции и анализа данных астрофизических наблюдений IRAF	4	Разноуровневые индивидуальные задания в аудитории, опрос
8.	Тема 11. Введение в систему анализа спектральных данных астрофизических наблюдений DECH. Заключение.	4	Разноуровневые индивидуальные задания в аудитории, опрос, итоговый зачет
Баланс времени:		34 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 – быстрый опрос на лекциях.

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-3 УК-5 ОПК-1 ПК-1	Темы 3,4,5,6,8,9, 10,11	текущий	Разноуровневые индивидуальные задания	практическая работа	8
ПК-3	Темы 1-11	итоговый зачет	устный	вопросы к зачету	12

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. Основные оптические наблюдательные методы, используемые в астрофизике.
2. Основные фотометрические системы.
3. Абсолютная и дифференциальная фотометрии.
4. Основные спектроскопические методы.
5. Параметры Стокса, физический смысл каждого параметра.
6. Проведение абсолютных измерений распределения энергии в спектрах звезд.
7. Принцип работы метода спеклинтерферометрии.
8. Принцип работы адаптивных оптических систем.

9. Методики обработки фотометрических данных, полученных в визуальном и инфракрасном диапазонах длин волн, их различия.
10. Инструментальная функция (PSF) в контекстах спектральных и фотометрических наблюдений.
11. Основные виды aberrаций оптических систем.
12. Ключевые оптические поверхности, которые формирует световой пучок в оптических системах.

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 лабораторные и практические работы по дисциплине. При наличии задолженностей по лабораторным и 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. Мартынов Д.Я., Курс практической астрофизики, М.: Наука, 1977
2. Уокер Г., Астрономические наблюдения, М.: Мир, 1990
3. Ландсберг, Г.С., Оптика, М.: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003
4. Матвеев А.Н., Оптика, М.: Высш. шк., 1985

9.1.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ермолаева Е.В., Зверев В.А., Филатов А.А. Адаптивная оптика, С.-Петербург, Издательство ИТМО, 2012
2. Горда С.Ю., Современные астрономические спектрометры и методы обработки спектрограмм, Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 91 с.
3. Максудов Д. Д., Астрономическая оптика, Л.: Наука, 1979
4. Страйжис В., Многоцветная фотометрия звезд, Москва, 2012
5. Афанасьев В.Л., Амирханян В.Р. Методика поляриметрических наблюдений слабых объектов на 6-м телескопе БТА // Астрофиз. Бюл. - 2012. – Т. 67, №4. – С.455-469
6. Афанасьев В.Л., Гажур Э.Б., Желенков С.Р., Моисеев А.В. SCORPIO: редуктор светосилы первичного фокуса БТА // Астрофиз.Бюлл. – Т. 58. – с.90-117

7. Афанасьев В.Л., Додонов С.Н., Амирханян В.Р., Моисеев А.В. Спектрограф низкого и среднего разрешения АДАМ для 1.6-м телескопа АЗТ-33ИК // *Астрофиз. Бюлл.* – 2016. – Т. 71, №4. – с.514-525
8. Афанасьев В.Л., Моисеев А.В. Универсальный редуктор светосилы 6-м телескопа БТА SCORPIO // *Письма в Астрономический журнал.* - 2005.-Т. 32, №3. – С. 214-225
9. Афанасьев В.Л., Моисеев А.В. Универсальный редуктор светосилы SCORPIO, Руководство пользователя», Нижний Архыз, 2012
10. Афанасьева И.В. Исследование искажения статистики отсчетов при наблюдениях с ПЗС посредством фактора Фано // *Астрофиз. Бюлл.* - 2014. – Т. 71, №3. – с.396
11. Афанасьева И.В. Система управления и сбора данных для высокоскоростных широкоформатных ПЗС-систем // *Астрофиз. Бюлл.* - 2015. – Т. 70, №2. – с.244-251
12. Бескин Г.М., Карпов С.В., Бирюков А.В., Бондарь С.Ф., Иванов Е.А., Каткова Е.В., Орехова Н.В., Перков А.В., Сасюк В.В. Широкоугольный оптический мониторинг с помощью многоканального телескопа высокого временного разрешения Мини-МегаТОРТОРА (ММТ) // *Астрофиз. Бюлл.* - 2017. – Т. 72, №1. – с.89-102
13. Валявин Г.Г., Бычков В.Д., Юшкин М.В. и др. Эшельный спектрограф высокого спектрального разрешения с оптоволоконным входом для БТА. I. Оптическая схема, размещение, система контроля // *Астрофиз. Бюлл.* - 2014. - Т.69,№2. – с.239-255
14. Драбек С.В., Комаров В.В., Потанин С.А., Саввин А.Д., Москвитин А.С, Спиридонова О.И. Исследование качества оптической системы телескопа Цейсс-1000 с помощью датчика волнового фронта Шака-Гартмана // *Астрофиз. Бюлл.* - 2017. – Т. 72, №2. – с.227-238
15. Емельянов Э.В. Анализ температурных режимов элементов 6-м телескопа БТА и объема башни // *Астрофиз. Бюлл.* - 2015. – Т. 70, №3. – с.384-394
16. Ключкова В.Г., Панчук В.Е., Романенко В.П., Найденов И.Д. Поляриметрия и спектроскопия звезд. Приборы и методы // *Астрофиз. Бюлл.* – Т. 58. – с.132-144
17. Ключкова В.Г., Панчук В.Е., Юшкин М.В. УФ-спектроскопия звезд на БТА // *Ультрафиолетовая Вселенная-II: По материалам Всерос. конф., 19-20 мая, 2008, Москва, Россия / Ред. Б.М. Шустов и др. – М., 2008. – с. 46-59.*
18. Кукушкин Д.Е., Сазоненко Д.А, Бахолдин А.В., Юшкин М.В., Бычков В.Д. Спектрограф высокого спектрального разрешения с оптоволоконным входом для 6-м телескопа САО РАН. Поляризационный модуль // *Астрофиз. Бюлл.* – 2016. – Т.71 №2. – с.270-278
19. Максимов А.Ф., Балега Ю.Ю., Дьяченко В.В., Малоголовец Е.В., Растегаев Д.А., Семерников Е.А. Спекл-интерферометр 6-м телескопа САО РАН на основе EMCCD: характеристики и первые результаты // *Астрофиз. Бюлл.* – 2009. – Т. 64, № 3. – с. 308-321
20. Моисеев А.В., Егоров О.В. Обработка ПЗС-наблюдений со сканирующим интерферометром Фабри-Перо // *Астрофиз. Бюлл.* – 2002 – Т. 54. – с.74-88; *astro-ph/0211104*
21. Моисеев А.В., Егоров О.В. Обработка ПЗС-наблюдений со сканирующим интерферометром Фабри-Перо. II. Дополнительные процедуры // *Астрофиз. Бюлл.* – 2008. – Т. 63, № 2. – с. 193-204.
22. Моисеев А.В. Обработка ПЗС-наблюдений со сканирующим интерферометром Фабри-Перо. III. Уточнение шкалы длин волн // *Астрофиз. Бюлл.* - 2015. – Т. 70, №4. – с.524-531
23. Муслимов Э.Р., Павлычева Н.К., Валявин Г.Г., Фабрика С.Н. Голографический спектрограф умеренного спектрального разрешения // *Астрофиз. Бюлл.* - 2016. – Т. 71, №3. – с.386-396
24. Панчук В.Е., Ключкова В.Г., Юшкин М.В., Якопов М.В. Спектроскопия звезд в наземном ультрафиолете. I. Техника наблюдений // *Астрофиз. Бюлл.* – 2009. – Т. 64, № 4. – с. 411-420
25. Панчук В.Е., Чунтонов Г.А., Найденов И.Д. Основной звездный спектрограф БТА. Опыт исследования, реконструкция и эксплуатация // *Астрофиз. Бюлл.* – 2014. – Т.69, №3. – с. 360-376

26. Панчук В.Е., Чунтонов Г.А., Найденов И.Д. Основной звездный спектрограф БТА. Опыт исследования, реконструкции и эксплуатации // *Астрофиз. Бюлл.* – 2014. – Т. 69, №3. – с.360-377
27. Панчук В.Е., Юшкин М.В., Ключкова В.Г., Якопов Г.В., Верич Ю.Б. Проект спектрографа высокого разрешения для 1-метрового телескопа САО // *Астрофиз. Бюлл.* – 2015. – Т. 70, №2. – с.237-244
28. Плохотниченко В.Л., Бескин Г.М., де Бур В.Г., Карпов С.В., Бадьин Д.А., Любецкая З.В., Любецкий А.П., Павлова В.В. Многомодовый панорамный фотоспектрополяриметр высокого временного разрешения // *Астрофиз. Бюлл.* – 2009. – Т. 64, № 3. – с. 322-331
29. Удовицкий Р.Ю., Сотникова Ю.В., Мингалиев М.Г., Цыбулев П.Г., Жеканис Г.В., Нижельский Н.А. Автоматизированная система обработки наблюдательных данных на радиотелескопе РАТАН-600 // *Астрофиз. Бюлл.* – 2016. – Т. 71, №4. – с.532-542
30. Чунтонов Г.А. Дихроичный анализатор круговой поляризации ОЗСП БТА // *Астрофиз. Бюлл.* – 2016. – Т. 71, №4. – с.525-532
31. Юшкин М.В., Фатхуллин Т.А., Панчук В.Е. Математическая модель орбитальных и наземных спектрографов скрещенной дисперсии // *Астрофиз. Бюлл.* – 2016. – Т. 71, №3. – с.372-386

9.1.3 МЕТОДИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Chrisphin Karthick. M., *Astronomer's Data Reduction Guide: Image processing through IRAF commands* Paperback – January 10, 2012
2. Трефилова Т.Ю., Шишаков К.В. Методическое пособие для изучения ZEMAX, используемого при выполнении лабораторных работ по курсу «Оптические устройства в радиотехнике» (для студентов 4 курса по спец. «Радиотехника»), Электронное издательство ИжГТУ, 2006, УДК 621.373.115

9.2 ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. Руководство пользователя MIDAS (том А):
<http://www.eso.org/sci/software/esomidas/doc/user/98NOV/vola/>
2. Руководство пользователя MIDAS (том В):
<http://www.eso.org/sci/software/esomidas/doc/user/98NOV/volb/>
3. Руководство пользователя IRAF:
<http://iraf.noao.edu/docs/spectra.html>
4. Руководство пользователя IRAF по обработке эшелле-спектров:
http://astro.ins.urfu.ru/sites/default/files/Eshelle_manual_1.0.pdf
5. Руководство пользователя ZEMAX:
http://optdesign.narod.ru/zemax/zemax_rus.pdf
6. ОЗСП - основной звездный спектрограф с ПЗС в фокусе Нэсмит-2
<http://www.sao.ru/hq/lizm/mss/ru/>
7. НЭС - эшелле-спектрометр высокого разрешения с ПЗС в фокусе Нэсмит-2
<http://www.sao.ru/hq/ssl/NES.html>
8. SCORPIO - многорежимный фокальный редуктор первичного фокуса
<http://www.sao.ru/hq/lsvfo/devices/scorpio/scorpio.htm>
9. SCORPIO-2 - универсальный спектрограф в первичном фокусе
http://www.sao.ru/hq/lsvfo/devices/scorpio-2/index_rus.html
10. МРРР - многоцветный панорамный фотометр-поляриметр с высоким временным разрешением в первичном фокусе
http://www.sao.ru/hq/ra/instruments/MPPP/index_rus.html

9.3 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Система обработки изображений и анализа данных MIDAS
<http://www.eso.org/sci/software/esomidass/>
2. Система обработки и анализа астрофизических данных IRAF
<http://iraf.noao.edu/>
3. Программа для моделирования, анализа и проектирования оптических систем Zemax
<http://www.zemax.com/>

9.4 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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