

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. Балэга

2014 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по специальной дисциплине

НАИМЕНОВАНИЕ: «ПРАКТИЧЕСКАЯ КОСМОЛОГИЯ БЛИЖНЕЙ  
ВСЕЛЕННОЙ»

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	24 ч.	
Лабораторных работ		
Практических занятий	24 ч.	
Самостоятельной работы	24 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.ф.-м.н., старший научный сотрудник лаборатории внегалактической астрофизики и космологии М.Е. Шарина

## **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

С помощью данного курса будущие исследователи знакомятся с областью современной астрофизики, изучающей строение и эволюцию ближней Вселенной в пределах примерно 20 Мпк, способами определения физических и химических характеристик галактик и представителей их населений: звезд и звездных скоплений. В результате прослушивания лекций и выполнения практических работ аспиранты становятся специалистами в области спектроскопии и фотометрии внегалактических объектов, учатся определять их структурные, фотометрические, эволюционные и химические параметры с помощью специальных разработанных для этого методов и программного обеспечения. Начинающие исследователи учатся самостоятельно анализировать полученные результаты и зависимости между ними с помощью имеющихся в литературе и собственных разрабатываемых в процессе занятий подходов и методов.

Выработка понимания сложившейся в современной астрофизике методики определения расстояний является одной из основных задач современной системы астрономического образования. Данная методика разрабатывается в лаборатории внегалактической астрофизики и космологии в САО РАН начиная с 1986 года и была с успехом применена для сотен галактик в пределах 10 Мпк.

С созданием новых крупных оптических телескопов, с применением адаптивной оптики, а также запуском космических телескопов, пределы применения изучаемых методик будут расти. Фотометрические и спектральные методы будут с успехом применяться для изучения структуры и эволюции Вселенной во все более и более широких масштабах до всё больших расстояний. Спецкурс знакомит начинающего ученого с основными понятиями и методами исследования, применяемыми в данной области. Работа с цифровыми изображениями происходит с помощью современных специально разработанных для этого пакетов астрономических программ. Во время практических занятий аспирант работает с реальными астрономическими изображениями, полученными на 6-м телескопе РАН и других крупных телескопах мира.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП АСПИРАНТУРЫ**

Дисциплина «Практическая космология Ближней Вселенной» - Б1.В.ДВ.5 относится к дисциплинам по выбору аспиранта вариативной части блока 1 «Дисциплины».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Практическая космология Ближней Вселенной», являются базовые дисциплины бакалавриата, магистратуры и специалитета, обязательные дисциплины вариативной части Блока 1 - Б1.В.ОД.2 «Ближняя Вселенная», Б1.В.ОД.4 «Компьютерная обработка результатов измерений», Б1.В.ОД.5 «Астрономические светоприемники».

Дисциплина «Практическая космология Ближней Вселенной» логически, содержательно и методически связана с последующими блоками учебного плана – 3 «Научно-исследовательская работа», 4 «Государственная итоговая аттестация» - Б3.1, Б4.Г.1, Б4.Д.1.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **3.1 НАИМЕНОВАНИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ**

<b>Индекс</b>	<b>Расшифровка</b>
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-2	-способность обеспечивать наблюдения на современных телескопах по научным программам отечественных и зарубежных исследователей;
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:**

- фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной физики (УК-1, ПК-1);
- порядки численных величин, характерных для различных разделов физики (ПК-1);
- современные проблемы физики, астрономии, астрофизики, космологии, математики (УК-1, ПК-1, ПК-3);
- механизмы изучения и явлений, наблюдаемых при помощи телескопов разных диапазонов длин волн (ПК-1, ПК-3);
- экспериментальные основы оптической и радиоастрономии (ПК-1).

### **Аспирант должен уметь:**

- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач (УК-3, УК-5, ОПК-1, ПК-4);
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента (УК-1, ПК-1);
- производить численные оценки по порядку величины (ПК-1);
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах (УК-1, ОПК-1, ПК-1, ПК-3);
- видеть физическое содержание в наблюдаемых в космическом пространстве явлениях (УК-1, ОПК-1, ПК-4);
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики (УК-1, УК-3, ОПК-1, ПК-4);
- получать значения измеряемых величин астрофизических объектов и правильно оценить степень их достоверности (ПК-1, ПК-2);
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов (ОПК-1, ПК-4).

**Аспирант должен владеть:**

- навыками освоения большого объема информации (УК-1);
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете (УК-1, УК-5, ОПК-1);
- культурой постановки и моделирования астрофизических задач (УК-1, ОПК-1);
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными (ОПК-1);
- навыками математической статистики и гармонического анализа (ПК-1);
- навыками анализа систематических ошибок в наблюдениях, связанных со свойствами телескопов и методов обработки (ПК-2).

### 3.3 ПЛАНИРУЕМЫЕ УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Уровни сформированности	Индикаторы	Дескрипторы	
		«зачтено»	«не зачтено»
Базовый	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной физики;</li> <li>- порядки численных величин, характерных для различных разделов физики;</li> <li>- современные проблемы физики, астрономии, астрофизики, космологии, математики;</li> <li>- механизмы изучения и явлений, наблюдаемых при помощи телескопов разных диапазонов длин волн;</li> <li>- экспериментальные основы оптической и радиоастрономии.</li> </ul>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной физики;</li> <li>- порядки численных величин, характерных для различных разделов физики;</li> <li>- современные проблемы физики, астрономии, астрофизики, космологии, математики;</li> <li>- механизмы изучения и явлений, наблюдаемых при помощи телескопов разных диапазонов длин волн;</li> <li>- экспериментальные основы оптической и радиоастрономии.</li> </ul>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фундаментальные понятия, законы, классической физики;</li> <li>- порядки численных величин, характерных только для различных разделов астрономии;</li> <li>- современные проблемы астрономии, астрофизики;</li> <li>- механизмы изучения и явлений, наблюдаемых при помощи телескопов либо только в оптическом, либо в радио- диапазонах длин волн;</li> <li>- экспериментальные основы либо только оптической, либо радио-астрономии.</li> </ul>
			<p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач;</li> <li>- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;</li> <li>- производить численные оценки по порядку</li> </ul>

	<p>величины;  - делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;  - видеть физическое содержание в наблюдаемых в космическом пространстве явлениях;  - осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;  - получать наилучшие значения измеряемых величин астрофизических объектов и правильно оценить степень их достоверности;  - эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.</p>	<p>величины;  - делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;  - видеть физическое содержание в наблюдаемых в космическом пространстве явлениях;  - осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;  - получать наилучшие значения измеряемых величин астрофизических объектов и правильно оценить степень их достоверности;  - эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.</p>	<p>- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;  - видеть физическое содержание в наблюдаемых в лабораторных экспериментах явлениях;  - осваивать новые экспериментальные методики;  - получать значения измеряемых величин астрофизических объектов и оценить степень их достоверности;  - использовать компьютерную технику для достижения теоретических и прикладных результатов.</p>
	<p><b>Владеет:</b>  - навыками освоения большого объема информации;  - навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;  - культурой постановки и моделирования астрофизических задач;  - навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;  - навыками математической статистики и гармонического анализа;  - навыками анализа систематических ошибок в наблюдениях, связанных со свойствами телескопов и методов обработки.</p>	<p><b>Владеет:</b>  - навыками освоения большого объема информации;  - навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;  - культурой постановки и моделирования астрофизических задач;  - навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;  - навыками математической статистики и гармонического анализа;  - навыками анализа систематических ошибок в наблюдениях, связанных со свойствами телескопов и методов обработки.</p>	<p><b>Владеет:</b>  - навыками освоения информации;  - навыками самостоятельной работы в Интернете;  - культурой постановки астрофизических задач;  - навыками обработки результатов опыта ;  - навыками математической статистики;  - навыками анализа систематических ошибок в наблюдениях, связанных с методами обработки.</p>

#### 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.	Принципы астрономических наблюдений, выполняемых с целью получения фотометрических и спектральных данных о внегалактических объектах.	2	2		2	
2.	Методы первичной обработки и последующего анализа фотометрических и спектральных данных с применением астрономических пакетов программ (MIDAS, IRAF и др. ).	2	2		2	
3.	Поверхностная фотометрия. Моделирование профилей поверхностной яркости. Определение фотометрических и структурных свойств галактик.	4	6		6	
4.	Звездный состав галактик и звездных скоплений. Анализ диаграммы «Цвет – звездная величина». Сравнение интегральных цветов звездных скоплений с модельными.	2	2		2	
5.	Длиннощелевая спектроскопия галактик и звездных скоплений; определение их усредненного возраста и химического состава с применением модельных спектров.	4	6		6	
6.	Природа зависимостей между наблюдаемыми характеристиками галактик: соотношений фундаментальной плоскости (Талли-Фишера, Фабер-Джексона, Корменди), масса-светимость, масса-металличность, поверхностная плотность - размер.	5	3		3	
7.	Методы определения расстояний до галактик с помощью подсчетов и измерения яркости звезд и звездных скоплений в исследуемых объектах: ярчайших сверхгигантов, флуктуаций поверхностной яркости, Фабер-Джексона, функции светимости шаровых скоплений, функции светимости планетарных туманностей.	5	3		3	итоговый зачет
<b>Баланс времени:</b>		<b>24 ч</b>	<b>24 ч</b>		<b>24 ч</b>	<b>72 ч</b>

## 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 1. Принципы астрономических наблюдений, выполняемых с целью получения фотометрических и спектральных данных о внегалактических объектах.	2	разноуровневые индивидуальные задания, опрос
2.	Тема 2. Методы первичной обработки и последующего анализа фотометрических и спектральных данных с применением астрономических пакетов программ (MIDAS, IRAF и др. ).	2	разноуровневые индивидуальные задания, опрос
3.	Тема 3. Поверхностная фотометрия. Моделирование профилей поверхностной яркости. Определение фотометрических и структурных свойств галактик.	6	разноуровневые индивидуальные задания, опрос
4.	Тема 4. Звездный состав галактик и звездных скоплений. Анализ диаграммы «Цвет – звездная величина». Сравнение интегральных цветов звездных скоплений с модельными.	2	разноуровневые индивидуальные задания, опрос
5.	Тема 5. Длиннощелевая спектроскопия галактик и звездных скоплений; определение их усредненного возраста и химического состава с применением модельных спектров.	6	разноуровневые индивидуальные задания, опрос
6.	Тема 6. Природа зависимостей между наблюдаемыми характеристиками галактик: соотношений фундаментальной плоскости (Талли-Фишера, Фабер-Джексона, Корменди), масса-светимость, масса-металличность, поверхностная плотность - размер.	3	разноуровневые индивидуальные задания, опрос
7.	Тема 7. Методы определения расстояний до галактик с помощью подсчетов и измерения яркости звезд и звездных скоплений в исследуемых объектах: ярчайших сверхгигантов, флуктуаций поверхностной яркости, Фабер-Джексона, функции светимости шаровых скоплений, функции светимости планетарных туманностей.	3	разноуровневые индивидуальные задания, опрос, итоговый зачет
<b>Баланс времени:</b>		<b>24 ч</b>	



## 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 1-7	текущий зачет	электронный	практическая работа	7
ПК-2 ПК-3 ПК-4	Темы 1-11	итоговый зачет	устный	вопросы к зачету	9

### 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. Дать определения понятиям: качество звездных изображений, яркость ночного неба, воздушная масса, атмосферная экстинкция, пределы обнаружения, отношение сигнал-шум.
2. Из каких составляющих состоит сигнал от фона неба на ПЗС снимке и как вычислить уровень фона неба в процессе фотометрии?
3. От каких факторов зависят "диаметры" звездных или протяженных объектов на ПЗС снимках и как правильно выбрать апертуру фотометрии?
4. Перечислите виды фотометрических систем.
5. Что такое спектральные индексы в решении каких астрофизических задач они наиболее эффективны?
6. Дайте характеристику известных вам моделей звездных населений, применяемых для определения масс, возраста и металличности: 1) звезд в галактиках с помощью диаграммы «Цвет – звездная величина», 2) звездных скоплений с помощью интегральных цветов и спектральных индексов, 3) звезд и звездных скоплений с помощью спектров этих объектов.
7. Приведите примеры и попытайтесь объяснить природу корреляций между наблюдаемыми параметрами галактик: масса-светимость, масса-металличность, поверхностная плотность - размер, светимость - размер - дисперсия скоростей (или скорость вращения).
8. Какова природа зависимости между светимостью ярчайших голубых и красных сверхгигантов и светимостью родительской галактики?
9. Объясните методы определения расстояний до галактик с помощью 1) флуктуаций поверхностной яркости, 2) соотношений фундаментальной плоскости (Талли-Фишера, Фабер-Джексона, Корменди), функций светимости шаровых скоплений и планетарных туманностей. Каковы точности определения расстояния до галактик этими методами?

## **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. Я.Б. Зельдович, И.Д. Новиков, «Строение и эволюция Вселенной», М.: Наука, 1975.
2. Ф.Дж. Пиблс, «Структура Вселенной в больших масштабах» М.: Мир, 1983.
3. Г. Уокер, «Астрономические наблюдения». М.: Мир, 1990.
4. G.S. Da Costa, Basic Photometry Techniques, ASP Conference Ser., Vol. 23, 1992
5. М.Е. Шарина, I.D. Karachentsev, N.A. Tikhonov, Photometric distances to NGC 628 and its four companions, Astronomy and Astrophysics Supplement, 119, 499, 1996.
6. А.В. Миронов Основы астрофотометрии. Практические основы высокоточной фотометрии и спектрофотометрии звезд, Учебное пособие, М.:МГУ, 2005.
7. А. В. Миронов, Прецизионная фотометрия, МГУ-ГАИШ, М., 1997.
8. F. Bresolin, Blue Supergiants as a Tool for Extragalactic Distances Empirical Diagnostics, Stellar Candles for the Extragalactic Distance Scale, Edited by D. Alloin and W. Gieren, Lecture Notes in Physics, vol. 635, p.149-174, 2003
9. Kudritzki R.-P., Urbaneja M.A., Distances to Galaxies from the Brightest Stars in the Universe, Astrophysics and Space Science, Volume 341, Issue 1, pp.131-142, 2012
10. Сборник статей по основным проблемам астрофизики: "A Knowledgebase for Extragalactic Astronomy and Cosmology": <https://ned.ipac.caltech.edu/level5/> .

## 9.1.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

## 9.1.3 МЕТОДИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА

[М.Е.Шарина, ФОТОМЕТРИЯ РАЗРЕШЕННЫХ НА ЗВЕЗДЫ ГАЛАКТИК И ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАССТОЯНИЙ ДО НИХ](http://heritage.sai.msu.ru/ucheb/met_izd.html), методическое пособие:  
[http://heritage.sai.msu.ru/ucheb/met\\_izd.html](http://heritage.sai.msu.ru/ucheb/met_izd.html)

## 9.2 ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. База данных о галактиках Местного Объем: <http://www.sao.ru/lv/lvgdb/>
2. Астрономическая база данных: <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/>
3. База данных по изучению физики галактик: <http://leda.univ-lyon1.fr/>
4. База данных по внегалактическим объектам: <http://ned.ipac.caltech.edu/>
5. Сеть Астронет: <http://www.astronet.ru/db/msg/1169494/index.html#Contents>
6. Астрофизическая информационная система ADS - <http://adswww.harvard.edu/>
7. Звездный каталог VIZIER - <http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR>
8. Цифровой обзор неба DSS - <http://archive.eso.org/dss/dss>
9. Слоановский цифровой небесный обзор SDSS - <http://www.sdss.org/>

## 9.3 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. ОС Linux;
2. пакет программ для анализа астрономических цифровых изображений MIDAS.

## 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.