

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. Балегга
«16» сентября 2014 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по специальной дисциплине

НАИМЕНОВАНИЕ:

«СОВРЕМЕННАЯ ГАЛАКТИЧЕСКАЯ
РАДИОАСТРОНОМИЯ»

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	30 ч.	
Лабораторных работ		
Практических занятий	10 ч.	
Самостоятельной работы	32 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: д.ф.-м.н., заведующий лабораторией радиоастрофизики САО РАН С.А. Трушкин.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Современная радиоастрономия Млечного пути включает почти все основные направления исследований Галактики методами радиоастрономии. Тематика таких исследований весьма обширна. Перечислим самые основные:

1. Распределенное радиоизлучение Галактики, происхождение и связь источниками космических лучей. Теория радиогало, галактического фонтана, происхождение и структура магнитного поля Галактики.

2. Структура межзвездного газа. Горячая, теплая и холодная компоненты МЗС. Свойства и происхождение этих компонент. Нейтральный и ионизированный водород в Галактики. Молекулярные облака. Молекулярная радиоспектроскопия.

3. Дискретные галактические радиоисточники. НП области, планетарные туманности, остатки сверхновых, пульсары. Общие свойства

4. Радиозвезды. Диаграмма Гершпрунга-Рассела для радиозвезд. Активные радиозвезды и микроквезары.

5. Механизмы радиоизлучения. Тепловое и нетепловое радиоизлучение. Циклотронное и синхротронное излучение. Мазерное радиоизлучение. Рекомбинационное радиоизлучение.

6. Применение методов РСДБ для определения фундаментальных параметров вращения Галактики с помощью определения тригонометрических параллаксов мазерных источников в Млечном пути.

При изучении курса аспирант освоит навыки работы на радиотелескопе РАТАН-600 или любом другом телескопе, принимающем излучение в сплошном спектре. Имеются ряд специальных программ обработки таких наблюдений, созданных как сотрудниками САО РАН, так и общих программ обработки радиоастрономических изображений, позволяющих получать оценки физических характеристик космического источника.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина «Современная галактическая радиоастрономия» - Б1.В.ДВ.2 относится к дисциплинам по выбору аспиранта вариативной части блока 1 «Дисциплины».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Современная галактическая радиоастрономия», являются базовые дисциплины бакалавриата, магистратуры и специалитета, дисциплина базовой части Б1.В.ОД.7 «Практическая радиоастрономия» и обязательные дисциплины вариативной части Блока - Б1.В.ОД.4 «Компьютерная обработка результатов измерений», Б1.В.ОД.5 «Астрономические светоприемники».

Дисциплина «Современная галактическая радиоастрономия» 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

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-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:

- основные методы исследования на современных радиотелескопах (УК-1, ПК-1, ПК-3);
- современные технологии регистрации радиоволн от космических источников в Галактике (УК-1, ОПК-1, ПК-1, ПК-3);
- методы теоретического анализа наблюдений — получение радиоспектров, их анализ, оценки радиосветимости, напряженности магнитного поля, и полной энергии, заключенной в релятивистских частицах источника (УК-1, ОПК-1, ПК-1);
- способы определения спектрального индекса, механизма излучения, характерных временных масштабов переменности, поиска периодичности (УК-1, ПК-1, ПК-3).

Аспирант должен уметь:

- использовать методику анализа радиоспектров — частотной зависимости плотности потока от источника (ОПК-1, ПК-1);
- использовать такие базы данных как CATS, NED, SIMBAD для проведения радиоастрономических исследований (УК-1, УК-5, ОПК-1, ПК-3, ПК-4);
- корректно обрабатывать записи калибровочных источников для определения точных электродинамических характеристик антенных систем (ОПК-1, ПК-1, ПК-2);
- определять физические характеристики космического источника — яркостную температуру, физические размеры, радиосветимость, магнитное поле (ОПК-1, ПК-1).

Аспирант должен владеть:

- навыками проведения наблюдений на радиотелескопе, например, на РАТАН-600, то есть уметь работать с эфемеридными программами, программами подготовки наблюдений (УК-1, ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-4);
- методикой анализа полученных данных, обработки записей наблюдений (УК-1, ОПК-1, ПК-2);
- основными методами определения плотностей потока из антенных температур

математическими способами оценки точности измерений радиопотоков (УК-1, ОПК-1, ПК-1, ПК-2).

3.3 ПЛАНИРУЕМЫЕ УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Уровни сформированности	Индикаторы	Дескрипторы	
		«зачтено»	«не зачтено»
Базовый	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные методы исследования на современных радиотелескопах; - современные технологии регистрации радиоволн от космических источников в Галактики; - методы теоретического анализа наблюдений — получение радиоспектров, их анализ, оценки радиосветимости, напряженности магнитного поля, и полной энергии, заключенной в релятивистских частицах источника; - способы определения спектрального индекса, механизма излучения, характерных временных масштабов переменности, поиска периодичности. 	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные методы исследования на современных радиотелескопах; - современные технологии регистрации радиоволн от космических источников в Галактики; - методы теоретического анализа наблюдений — получение радиоспектров, их анализ, оценки радиосветимости, напряженности магнитного поля, и полной энергии, заключенной в релятивистских частицах источника; - способы определения спектрального индекса, механизма излучения, характерных временных масштабов переменности, поиска периодичности. 	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные методы исследования на современных радиотелескопах;
	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать методику анализа радиоспектров — частотной зависимости плотности потока от источника; - использовать такие базы данных как CATS, NED, SIMBAD для проведения радиоастрономических исследований 	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать методику анализа радиоспектров — частотной зависимости плотности потока от источника; - использовать такие базы данных как CATS, NED, SIMBAD для проведения радиоастрономических исследований 	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать такие базы данных как CATS, NED, SIMBAD для проведения радиоастрономических исследований;

	<p>исследований; - корректно обрабатывать записи калибровочных источников для определения точных электродинамических характеристик антенных систем; - определять физические характеристики космического источника — яркостную температуру, физические размеры, радиосветимость, магнитное поле.</p>	<p>исследований; - корректно обрабатывать записи калибровочных источников для определения точных электродинамических характеристик антенных систем; - определять физические характеристики космического источника — яркостную температуру, физические размеры, радиосветимость, магнитное поле.</p>	
	<p>Владеет: - навыками проведения наблюдений на радиотелескопе, например, на РАТАН-600, то есть уметь работать с эфемеридными программами, программами подготовки наблюдений; - методикой анализа полученных данных, обработки записей наблюдений; - основными методами определения плотностей потока из антенных температур математическими способами оценки точности измерений радиопотоков.</p>	<p>Владеет: - навыками проведения наблюдений на радиотелескопе, например, на РАТАН-600, то есть уметь работать с эфемеридными программами, программами подготовки наблюдений; - методикой анализа полученных данных, обработки записей наблюдений; - основными методами определения плотностей потока из антенных температур математическими способами оценки точности измерений радиопотоков.</p>	<p>Владеет: - навыками проведения наблюдений на радиотелескопе, например, на РАТАН-600, то есть уметь работать с эфемеридными программами, программами подготовки наблюдений;</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
		Лек-ции	Практ. занятия	Лаб. занятия	Самостоят. работа	
1.	Распределенное галактическое радиоизлучение. История открытия и современные измерения (WMAP, PLANCK)	3			2	
2.	Межзвездная среда, состав, методы исследований.	3			2	
3.	Дискретные галактические радиоисточники	2			4	
4.	НП области и планетарные туманности.	2				
5.	Остатки сверхновых (ОСН). Типы и эволюция ОСН.	3	5		4	текущий зачет
6.	Радиопульсары.	2			2	
7.	Нейтральный водород.	2			2	
8.	Рекомбинационные радиолнии.	2			4	
9.	Мазерное радиоизлучение.	2				
10.	Молекулярная радиоспектроскопия.	3			2	
11.	Радиозвезды. Диаграмма Герцшпрунга-Рессела для радиозвезд.	2			2	
12.	Механизмы радиоизлучения.	3			2	
13.	Микроквazarы.	3	5		4	ИТОГОВЫЙ зачет
Баланс времени:		30 ч	10 ч		32 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 5. Остатки сверхновых (ОСН). Типы и эволюция ОСН.	5	разноуровневые индивидуальные задания, текущий зачет
2.	Тема 13. Микроквazarы.	5	разноуровневые индивидуальные задания, итоговый зачет
Баланс времени:		10 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 (текущий зачет). 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-5 ОПК-1 ПК-1	Темы 5,13	текущий зачет	электронный	практическая работа	2
ПК-2 ПК-3 ПК-4	Темы 1-13	итоговый зачет	устный	вопросы к зачету	10

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. Каковы основные механизмы космического радиоизлучения?
2. Что такое остатки сверхновых и как они эволюционируют?
3. В каких спектральных переходах возможен мазерный механизм?
4. Каковы условия формирования структуры МЗС?
5. Какова статистика дискретных радиоисточников?
6. Какие методы поиска и обнаружения пульсаров?
7. Что такое микроквазары и чем они похожи на внегалактические источники?
8. Как образуются рекомбинационные радиолинии? Назовите основные химические элементы, от которых обнаружено РРИ?
9. Какова причина укрупнения спектрального индекса распределенного фона МП по мере удаления от его плоскости?
10. Каковы основные типы радиозвезд и причина их повышенного радиоизлучения.

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. Уилсон Т.Л. и др. «Инструменты и методы радиоастрономии», Физматлит, 2012
2. «Галактическая и внегалактическая радиоастрономия», под редакцией Верскера Г.Л. и Келлермана К.И., первое издание, 1974 и второе издание, 1988
3. Краус Д. «Радиоастрономия», Сов. Радио, первое издание, 1973 и второе издание, 1983.
4. Гинзбург В.Л., Сыроватский С.И. «Происхождение космических лучей», М., Изд-во АН СССР, 1963.
5. Н. Г. Бочкарев «Основы физики межзвездной среды», М.: URSS, издание 2-е, 2010
6. И. Ф. Малов «Механизмы космического излучения», учебное пособие, М.: URSS, 2010

9.1.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Худсон Д. «Статистика для физиков», МИР, 1972.
2. Пахольчик А. «Радиоастрофизика», МИР, 1973.
3. Rybicki G.B., Lightman A.P., Radiative Processes in Astrophysics, Wiley-VCH, 2004
4. Tucker W.H. Radiation Processes in Astrophysics (MIT, Cambridge, MA), 1975

9.1.3 МЕТОДИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА

Трушкин С.А., Наблюдения и теория излучения радиозвезд, цикл лекций, Нижний Архыз

9.2 ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

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

9.3 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Программа расчета эфемерид космических радиоисточников – ephrat.
2. Программа пересчета координат – epoch.
3. fgr - пакет обработки записей наблюдений на РАТАН-600 из пакета FADPS.
4. Пакеты подготовки наблюдений на РАТАН-600 - csmake и otmake.

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.