

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
СПЕЦИАЛЬНАЯ АСТРОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(САО РАН)

ПРИНЯТО

решением Ученого совета
САО РАН № 445
от «06» мая 2026 г.

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора САО РАН,
Г.Г. Валявин /
«18» августа 2026 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «НАБЛЮДЕНИЯ ГАЛАКТИК»

Научная специальность 1.3.1. ФИЗИКА КОСМОСА, АСТРОНОМИЯ

Объем занятий: Итого 72 ч. 1 1/3 нед.

Из них:

Лекций 24 ч.

Практических занятий 12 ч.

Самостоятельной работы 36 ч.

п. Нижний Архыз 2026

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральными государственными требованиями, утвержденными приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 года № 951, утвержденной Программой кандидатского экзамена по специальной дисциплине, соответствующей научной специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия, принятой на заседании Ученого совета САО РАН.

Авторы: доктор физ.-мат. наук, профессор РАН, заведующий лабораторией спектроскопии и фотометрии внегалактических объектов А.В. Моисеев

1. Общие положения

Исследование галактик является одним из ключевых направлений современной астрофизики космологии и занимает заметное место в научных исследованиях, проводимых в САО РАН.

В процессе изучения курса аспирант ознакомится с теоретическими основами физики галактик и методами их исследования во всем диапазоне электромагнитного спектра. В том числе, на телескопах САО РАН: БТА и РАТАН-600. Особое внимание уделяется развитию умения работать с литературными данными и способности усваивать методы и новейшие данные в исследуемой области. Поэтому заметная часть времени отводится на самостоятельную работу - домашние задания, выполнение которых контролируется в виде небольших индивидуальных опросов-собеседований, сопровождающих каждую лекцию.

Дисциплина «Наблюдения галактик» – 2.1.4. относится к элективным дисциплинам образовательного компонента.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Наблюдения галактик», являются базовые дисциплины бакалавриата, магистратуры и специалитета, и элективная дисциплина 2.1.6. «Компьютерная обработка результатов измерений».

Дисциплина «Наблюдения галактик» логически, содержательно и методически связана с последующими компонентами программы аспирантуры – 1.1. «Научная деятельность, направленная на подготовку диссертации на соискание научной степени кандидата наук к защите», 1.2. «Подготовка публикаций и (или) заявок на государственную регистрацию результатов интеллектуальной деятельности, предусмотренных абзацами первым и третьим пункта 12¹ Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. N 842», 2.2. «Практика», 3. «Итоговая аттестация».

2. Планируемые результаты освоения дисциплины, соотнесённые с планируемыми результатами освоения программы

№ п/п	Результаты освоения дисциплины	Результаты освоения программы
Аспирант должен знать:		
1.	учебную, методическую и научную литературу по тематике исследования;	РД-1, РД-2, РД-3
2.	методы работы с астрономическими базами данных; схемы доступа к открытым ресурсам астрономической периодической литературы;	РД-1, РД-2
3.	основные этапы обработки спектральных данных;	РД-2, РД-4
4.	методики анализа наблюдений;	РД-2, РД-4

5.	алгоритмы построения научного исследования;	РД-1, РД-2, РД-4
6.	формальные и этические нормы проведения научных изысканий.	РД-1
Аспирант должен уметь:		
7.	использовать современные индексируемые базы данных научных публикаций;	РД-1, РД-2
8.	эффективно использовать информационные технологии;	РД-1, РД-2
9.	анализировать и делать выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;	РД-1, РД-2
10.	самостоятельно осуществлять поиск астрономических данных.	РД-1, РД-2, РД-4
Аспирант должен владеть:		
11.	основными методами статистической обработки данных;	РД-1, РД-2, РД-3
12.	современными методами исследования астрофизических явлений и процессов;	РД-1, РД-2
13.	навыками анализа результатов астрофизических исследований;	РД-1, РД-2, РД-4
14.	методами проведения научной дискуссии;	РД-1, РД-2
15.	культурой системного научного мышления.	РД-1, РД-2

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 недели (108 часов).

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины, х краткое содержание	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)			Формы контроля успеваемости
		Лек.	Практ. зан-я	Сам. раб.	
1.	Начальный этап внегалактической астрономии. Закон Хаббла. Методы измерения расстояний до галактик.	2		3	текущий контроль
2.	Каталоги и типы галактик: история и современный подход. Морфология галактик: распределение яркости, диски, балджи, псевдобалджи.	2	2	3	текущий контроль
3.	Газ в галактиках: атомарный водород, молекулярный и ионизованный. Измерение химсостава.	2		3	текущий контроль
4.	Параметры звездного населения галактик: фотометрия и спектроскопия. Пыль в галактиках.	2	2	3	текущий контроль
5.	Кинематика и динамика галактик: дисперсия скоростей, динамическая масса, темная материя. Некруговые движения.	2		3	текущий контроль
6.	Звездообразование: индикаторы его темпа и эффективности. Воздействие на окружающий	2	2	3	текущий контроль

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины, х краткое содержание	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)			Формы контроля успеваемости
	газ. Иницированное звездообразование. Галактический ветер. Главная последовательность галактик.				
7.	Наблюдательные проявления активности галактических ядер. Унифицированная схема. Сверхмассивные чёрные дыры, методы оценки их масс.	3	2	3	текущий контроль
8.	Взаимодействия галактик, большие и малые слияния. Галактики со столкновительными и полярными кольцами, приливные карликовые галактики.	2		3	текущий контроль
9.	Группы и скопления галактик. Горячий “рентгеновский” газ. Центральные галактики скоплений. Эффект Сюняева-Зельдовича.	2	2	4	текущий контроль
10.	Обзоры галактик от рентгена до радио. Спектральные обзоры, включая 3D-спектроскопию.	2	2	4	текущий контроль
11.	Эволюция галактик. Рассогласование наблюдений и расчетов LCDM. Аккреция газа. Изменение параметров галактик с красным смещением, остановка звездообразования, обратные связи.	3		4	текущий контроль итоговый зачет
Итого:		24 ч	12 ч.	36 ч	72 ч

4. Наименование и содержание практических занятий

	Наименование работы	Кол- во часов	Форма проведения
1.	Тема 2. Каталоги и типы галактик: история и современный подход. Морфология галактик: распределение яркости, диски, балджи, псевдобалджи.	2	разноуровневые индивидуальные задания, опрос
2.	Тема 4. Параметры звездного населения галактик: фотометрия и спектроскопия. Пыль в галактиках.	2	разноуровневые индивидуальные задания, опрос
3.	Тема 6. Звездообразование: индикаторы его темпа и эффективности. Воздействие на окружающий газ. Иницированное звездообразование. Галактический ветер. Главная последовательность галактик.	2	разноуровневые индивидуальные задания, опрос
4.	Тема 7. Наблюдательные проявления активности галактических ядер. Унифицированная схема. Сверхмассивные чёрные дыры, методы оценки их масс.	2	разноуровневые индивидуальные задания, опрос

5.	Тема 9. Группы и скопления галактик. Горячий “рентгеновский” газ. Центральные галактики скоплений. Эффект Сюняева-Зельдовича.	2	разноуровневые индивидуальные задания, опрос
6.	Тема 10. Обзоры галактик от рентгена до радио. Спектральные обзоры, включая 3D-спектроскопию.	2	разноуровневые индивидуальные задания, итоговый зачет
Итого:		12 ч	

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация

5.1. Форма проведения текущего контроля успеваемости

Текущий контроль осуществляется по результатам работы на практических занятиях. Промежуточный контроль – быстрый опрос на лекциях.

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

Итоговый зачет проводится в рамках промежуточной аттестации.

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.

5.2. Форма проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в форме итогового зачета по дисциплине. Итоговый зачет по дисциплине предусмотрен в устной форме.

Оценивание знаний обучающегося происходит по результатам устного ответа на один вопрос из перечня. На подготовку к ответу отводится 30 минут. При подготовке к ответу аспиранту предоставляется право пользования программой дисциплины.

Итоговый контроль работы аспирантов проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине.

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 «незачет» выставляется в случае, если аспирант не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в изложении основного материала, не может увязывать теорию с практикой.

5.3. Вопросы к зачету

1. Закон Хаббла. Методы измерения расстояний до галактик.
2. Законы распределение яркости в галактиках.
3. Методы измерения химсостава ионизованного газа.
4. Методы изучения нейтрального газа в галактиках.
5. Измерение химсостава и массы молекулярного газа в галактиках.
6. Методы определения параметров звездного населения галактик.
7. Классификация активных галактик. Различие между сейфертовскими галактиками 1-го и 2-го типов.
8. Индикаторы темпа звездообразования и его эффективности.
9. Инициированное звездообразование. Галактический ветер.
10. Главная последовательность галактик.
11. Обзоры галактик методом 3D-спектроскопии.
12. Изменение параметров галактик с красным смещением.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Перечень основной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Засов А. В., Постнов К. А. Общая астрофизика. 2-е изд. испр. и дополн. — Фрязино: Век 2. 2011. — 576 с. ISBN 978-5-85099-188-3.;
2. Сильченко, О. К. Происхождение и эволюция галактик / под ред. В. Г. Сурдина. — Фрязино: Век 2, 2017. — 224 с. ISBN 978-5-85099-196-8. Sparke L.S., Gallagher S., Galaxies in the Universe, 2007.;
3. Решетников В.П. Р47. Поверхностная фотометрия галактик: Учеб. пособие. — СПб.: СПбГУ, 2002. - 152 с. ISBN 5-87403-029-8. Пилюгин Л. С., Ионизованный газ в галактиках: физическое состояние и химический состав, 2013.;
4. Сильченко О.К. Эмпирические сценарии эволюции галактик / Сильченко О.К. // Успехи физ. наук. — 2022. — Т. 192, № 12. — С. 1313-1338. — DOI: 10.3367/UFNr.2022.09.039239.;
5. Osterbrock D.E., Ferland G.J., Astrophysics of gaseous nebulae and active galactic nuclei, 2nd. ed. by D.E. Osterbrock and G.J. Ferland. Sausalito, CA: University Science Books, 2006.

6.2. Перечень дополнительной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины

1. Бурнашёв В.И. Фотометрия и спектрофотометрия звёзд и галактик / Бурнашёв В.И., Бурнашёва Б.А. — Симферополь: Антиква, 2016. — 379 с. , [2] л. цв. ил. ил., карт.; 21. — ISBN 978-5-9907857-2-4.;
2. Моисеев А.В. Сканирующий интерферометр Фабри-Перо на 6-м телескопе САО РАН = Scanning Fabry-Perot Interferometer of the 6-m SAO RAS Telescope / Моисеев А.В. = Moiseev A.V. // Астрофиз. бюл. = Astrophys. Bull. — 2021. — Т. 76 = Vol. 76, № 3 = N. 3. — С. 380-406 = P. 316-339. — DOI: 10.1134/S1990341321030081.
3. Сильченко О. К. Галактики в первый миллиард лет расширения Вселенной / Сильченко О.К. // Успехи физ. наук. — 2026. — Т. 195, № 2. — С. 188-198. — DOI: 10.3367/ufnr.2024.11.039810.;
4. Засов А.В. Тёмная материя в галактиках / Засов А.В., Сабурова А.С., Хоперсков А.В., Хоперсков С.А. // Успехи физ. наук. — 2017. — Т. 187, № 1. — С. 3-4. — DOI: 10.3367/UFNr.2016.03.037751.

6.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

- The AGN Black Hole Mass Database, <http://www.astro.gsu.edu/AGNmass/>
- Астрофизическая информационная система ADS - <https://ui.adsabs.harvard.edu/>
- Европейская поисковая и информационная база астрофизических и астрономических данных <http://cdsweb.u-strasbg.fr/>
- Слоановский цифровой небесный обзор SDSS - <http://www.sdss.org/>

8. Перечень информационных технологий, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, профессиональных баз данных

- Специальное программное обеспечение не требуется.

9. Материально-техническое обеспечение

- 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.

10. Особенности освоения дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких аспирантов.

Адаптированная рабочая программа входит в структуру адаптированной программы аспирантуры, которая разрабатывается под потребности конкретного обучающегося по его личному заявлению или решению комиссии по определению вида инклюзии и условий обучения сразу после зачисления такого аспиранта на 1 курс.

Порядок разработки адаптированной рабочей программы определяется локальным нормативным актом.