

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 /

« 28 » августа 2026 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «МНОГОРЕЖИМНЫЙ ФОКАЛЬНЫЙ РЕДУКТОР
ТЕЛЕСКОПА БТА»

Научная специальность 1.3.1. ФИЗИКА КОСМОСА, АСТРОНОМИЯ

Объем занятий: Итого 36 ч. 2/3нед.

Из них:

Лекций 16 ч.

Практических занятий 12 ч.

Самостоятельной работы 8 ч.

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 CAO РАН.

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

1. Общие положения

С 2000г. на 6-м телескопе CAO РАН ведутся наблюдения с многорежимным редуктором первичного фокуса SCORPIO. В 2010 г. «первый свет» увидела новая, улучшенная версия этого прибора – SCORPIO-2. Сейчас более половины всех наблюдений на 6-м телескопе выполняются с помощью аппаратуры в режимах: прямые снимки, длиннощелевая, бесщелевая и многощелевая спектроскопия, а также спектрополяриметрия и 3D-спектроскопия,. Поэтому необходимо, чтобы как можно больше аспирантов и молодых сотрудников CAO РАН умели как наблюдать с этой аппаратурой, так и ставить наблюдательные задачи, а затем корректно обрабатывать полученные астрономические данные.

В процессе изучения курса, аспирант ознакомится с теоретическими основами астрономической спектроскопии низкого разрешения и с ее конкретной реализацией на 6-м телескопе. Подробно рассматриваются особенности наблюдений в каждом из режимов фокального редуктора. Особое внимание уделяется методам калибровки и обработки наблюдательного материала. Поэтому заметная часть времени отводится на лабораторные занятия – реальные наблюдения на 6-м телескопе.

Дисциплина «Многорежимный фокальный редуктор телескопа БТА» – 2.1.10. относится к элективным дисциплинам образовательного компонента.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Многорежимный фокальный редуктор телескопа БТА», являются базовые дисциплины бакалавриата, магистратуры и специалитета и дисциплина базовой части 2.1.2. «Иностранный язык».

Дисциплина «Многорежимный фокальный редуктор телескопа БТА» 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», 2.1.3. «Физика космоса, астрономия», 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.	основные принципы построения астрономических спектрометров низкого разрешения;	РД-2, РД-3, РД-4

2.	устройство многорежимных фокальных редукторов SCORPIO/SCOPRIO-2;	РД-2, РД-4
3.	особенности наблюдения и калибровок в каждом из наблюдательных режимов;	РД-2, РД-4, РД-5
4.	основные принципы редукции наблюдательных данных, получаемых на приборах SCORPIO/SCOPRIO-2.	РД-2, РД-4, РД-5
Аспирант должен уметь:		
5.	выбирать параметры требуемого режима наблюдения с фокальным редуктором, исходя из конкретной астрофизической задачи;	РД-1, РД-2, РД-4, РД-5
6.	выполнять минимальный набор калибровок и проверок фокального редуктора до начала наблюдений;	РД-2, РД-4
7.	самостоятельно выполнять наблюдения заданного объекта на 6-м телескопе с фокальным редуктором в рамках общего наблюдательного сета в режим удаленного доступа.	РД-2, РД-4, РД-5
Аспирант должен владеть:		
8.	навыками в первичной редукции данных наблюдений в режимах спектроскопии и прямых снимков;	РД-1, РД-2, РД-4, РД-5
9.	навыками выполнения наблюдения на 6-м телескопе БТА с многорежимным редуктором фокуса.	РД-2, РД-4, РД-5

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2/3 недели (36 часов).

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины, их краткое содержание	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)			Формы контроля успеваемости
		Лек.	Практ. зан-я	Сам. раб.	
1.	Редуктор светосилы на большом телескопе: история вопроса. Семейство многорежимных «камер слабых объектов». Развитие спектроскопии низкого разрешения на 6-м телескопе.	2		1	
2.	Теория астрономического спектрографа. Согласование оптики телескопа и спектрографа. Квантовая эффективность. ПЗС-детекторы. Объемно-фазовые голографические решетки.	2		1	
3.	Проблемы щели спектрографа: потери	2	2	1	текущий

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины, их краткое содержание	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)			Формы контроля успеваемости
	света, неравномерность засветки, дифференциальная рефракция.				контроль
4.	Калибровка спектров низкого разрешения. Телецентризм. Проблемы инструментального контура (LSF).	2	2	1	текущий контроль
5.	Особенности наблюдений в режиме прямых снимков.	2	2	1	текущий контроль
6.	Наблюдения со сканирующим интерферометром Фабри-Перо.	2	2	1	текущий контроль
7.	Спектрополяриметрия.	2	2	1	текущий контроль
8.	Подготовка фокального редуктора к наблюдениям. Выполнение наблюдений на БТА в режиме удаленного доступа. Архив наблюдательных данных	2	2	1	текущий контроль итоговый зачет
Итого:		16 ч	12 ч	8 ч	36 ч

4. Наименование и содержание практических занятий

№ п/п	Наименование работы	Кол-во часов	Форма проведения
1.	Тема 3. Проблемы щели спектрографа: потери света, неравномерность засветки, дифференциальная рефракция.	2	разноуровневые индивидуальные задания, опрос
2.	Тема 4. Калибровка спектров низкого разрешения. Телецентризм. Проблемы инструментального контура (LSF).	2	разноуровневые индивидуальные задания, опрос
3.	Тема 5. Особенности наблюдений в режиме прямых снимков.	2	разноуровневые индивидуальные задания, опрос
4.	Тема 6. Наблюдения со сканирующим интерферометром Фабри-Перо.	2	разноуровневые индивидуальные задания, опрос
5.	Тема 7. Спектрополяриметрия.	2	разноуровневые индивидуальные задания, опрос
6.	Тема 8. Подготовка фокального редуктора к наблюдениям. Выполнение наблюдений на БТА в режиме удаленного доступа. Архив наблюдательных данных.	2	разноуровневые индивидуальные задания, итоговый зачет
Итого:		12 ч	

5. 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. Теория щелевого спектрографа. Зачем в спектрографе нужна щель и какие факторы определяют ее ширину?
2. Каковы преимущества многорежимных приборов в условиях БТА?
3. Какой набор калибровок необходим при наблюдениях в режиме щелевого спектрографа?
4. Основные этапы обработки спектральных данных низкого разрешения?
5. Каким образом происходит построение спектрального куба данных с помощью сканирующего интерферометра Фабри-Перо?
6. Каким образом измеряются параметры аппаратного контура SCORPIO в различных режимах?
7. Какие факторы влияют на точность измерения лучевых скоростей на SCORPIO?
8. Что включает в себя работа с фокальным редуктором до начала наблюдательной ночи?

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Перечень основной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. «Универсальный редуктор светосилы SCORPIO. Руководство пользователя», Афанасьев В.Л., Моисеев А.В., 2012
2. «SCORPIO: редуктор светосилы первичного фокуса БТА», Афанасьев В.Л., Гажур Э.Б., Желенков С.Р., Моисеев А.В., Бюллетень CAO, т. 58, с.90

3. «Обработка ПЗС-наблюдений со сканирующим интерферометром Фабри-Перо», Моисеев А.В., препринт САО РАН, N 166, 2002
4. «К вопросу об измерении лучевых скоростей звезд с прибором SCORPIO», Моисеев А.В., Астрофизический Бюллетень, т. 63, с. 74, 2008
5. Афанасьев В.Л., Егоров О.В., Перепелицын А.Е., «Блок IFU в фокальном редукторе SCORPIO-2 для интегральной полевой спектроскопии на 6-м телескопе БТА», 2018, Астр. Бюлл., 73, 397

6.2. Перечень дополнительной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины

1. «SCORPIO at the 6-m telescope: current state and perspectives for spectroscopy of galactic and extragalactic objects», Afanasiev V., Moiseev A., Baltic Astronomy, v. 20, p. 363, 2011
2. «Обработка ПЗС-наблюдений со сканирующим интерферометром Фабри-Перо. II Дополнительные процедуры», Моисеев А.В., Егоров О.В., Астрофизический Бюллетень, т. 63, с. 193, 2008
3. Бурнашёв В.И., Бурнашёва Б.А, "Фотометрия и спектрофотометрия звёзд и галактик", Симферополь – 2016
4. «Структура и эволюция галактик по наблюдениям их внутренней кинематики», Моисеев А.В., диссертация на соискание степени доктора физ.-мат. наук, САО РАН, 2012 http://www.sao.ru/hq/moisav/moisav/Manuscript2_compact.pdf
5. Моисеев А.В., «Сканирующий интерферометр Фабри-Перо на 6-м телескопе САО РАН», Астрофизический бюллетень, 2021, 76, 380 <https://www.sao.ru/Doc-k8/Science/Public/Bulletin/Vol76/N3/ASPB380.pdf>

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

- «Basic equations for astronomical spectroscopy with a diffraction gratings», Allington-Smith J., https://www.sao.ru/hq/ion/SCORPIO/lectures/grating_spectroscopy_theory.pdf
- SCORPIO website: <https://www.sao.ru/hq/lsvfo/devices/scorpio/scorpio.html>
- SCORPIO-2 website: http://www.sao.ru/hq/lsvfo/devices/scorpio-2/index_rus.html
- 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/>

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

Специальное программное обеспечение не требуется

8. 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.

9. 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.