

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 № 404

от «20» июня 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор САО РАН,

_____ / Г.Г. Валявин /

« ___ » _____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «ОРБИТАЛЬНЫЕ И СТРАТОСФЕРНЫЕ
АСТРОНОМИЧЕСКИЕ СПЕКТРОГРАФЫ»

Научная специальность 1.3.1. ФИЗИКА КОСМОСА, АСТРОНОМИЯ

Объем занятий: Итого 36 ч. 2/3нед.

Из них:

Лекций 30 ч.

Практических занятий 4 ч.

Самостоятельной работы 2 ч.

п. Нижний Архыз 2022

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.

Автор: доктор физ.-мат. наук, профессор, главный научный сотрудник с возложением обязанностей заведующего лабораторией астроспектроскопии В.Е. Панчук.

1. Общие положения

К настоящему времени значительная часть наших представлений о Вселенной получена методами орбитальных и стратосферных исследований – т. е., наблюдениями при помощи инструментов, вынесенных за пределы земной атмосферы. Не владея представлениями о технике таких наблюдений, астрономам зачастую трудно сформировать адекватное представление о характеристиках соответствующих спектров, и, тем более, трудно поучаствовать в составлении соответствующих заявок и архивных запросов. Обучаться технике наблюдений таким образом, как это происходит на наземных телескопах (провел наблюдения – измерил – нашел свою ошибку – откорректировал режим наблюдений – снова провел наблюдения), в случае внеатмосферных наблюдений представляется расточительным. Для разносторонней подготовки астронома необходим дополнительный спецкурс, в котором можно получить исходные представления о конструкциях космических спутников и обсерваторий, технике наблюдений, принципах работы с архивами наблюдений, основных научных результатах. Автор курса является участником одного из космических проектов и соавтором ряда публикаций в этой области.

Дисциплина «Орбитальные и стратосферные астрономические спектрографы» – 2.1.13. (Ф) относится к факультативным дисциплинам образовательного компонента.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Орбитальные и стратосферные астрономические спектрографы», являются базовые дисциплины бакалавриата, магистратуры и специалитета, и элективная дисциплина 2.1.5. «Спектроскопия звезд и звездная эволюция».

Дисциплина «Орбитальные и стратосферные астрономические спектрографы» 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 патенты на изобретения, полезные модели, свидетельства о государственной регистрации программ для электронных вычислительных машин, баз данных», 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.	перечисленную учебно-методическую и научную литературу, включая основные ссылки;	РД-1, РД-2

2.	особенности получения спектроскопических данных на всех орбитальных миссиях, как завершенных, так и продолжающихся;	РД-1, РД-2, РД-4
3.	технические характеристики планируемых орбитальных спектроскопических проектов;	РД-1, РД-2
4.	правила использования архивных данных.	РД-1, РД-2, РД-4
Аспирант должен уметь:		
5.	использовать системы обработки астрономических данных (SIMBAD, MIDAS, IRAF, DECH);	РД-1, РД-2, РД-4
6.	использовать графический материал, получаемый в результате обработки данных, при подготовке публикуемых результатов;	РД-1, РД-2, РД-4
7.	осуществлять поиск дополнительной информации (оригинальные исследования, технические описания приборов, инструкции по использованию наблюдательных данных).	РД-1, РД-2, РД-4
Аспирант должен владеть:		
9.	пакетами обработки данных, разработанными для конкретных орбитальных экспериментов;	РД-1, РД-2, РД-4
10.	методами статистической обработки данных.	РД-1, РД-2, РД-3, РД-4

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.	Преимущества орбитальной спектроскопии. Доступность УФ и ИК – диапазонов. Низкие требования к широкощельности. Всепогодность. Доступность объектов с любыми координатами. Длительные экспозиции (не всегда). Высокое угловое разрешение. Привлечение высоких технологий. Темп анализа данных. Публичность процесса.	2			

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины, их краткое содержание	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)			Формы контроля успеваемости
	<p>Недостатки орбитальной спектроскопии. Условия разработки аппаратуры. Невозможность наземных испытаний в адекватных условиях. Особые условия эксплуатации прибора. Высокая стоимость (регистрируемого фотона). Короткое (по сравнению с наземными телескопами) время жизни. Высокий темп анализа данных. Высокие требования к уровню эксплуатации. Высокая степень публичности процесса.</p>				
2.	<p>Ракетная спектроскопия в УФ-диапазоне. Спектрофотометры на ракетах Aerobee, 1960-1965. R=57-1500. Спектроскопия с электронографической регистрацией, Aerobee, 1967. R=300-500. 1984 - 40см телескоп на ракете, эшелле спектрограф, R=60000, МАМА (мультианодный микроканальный массив 24x1024 элементов), регистрация до 7 соседних порядков. IMAPS, 1985, без питающей оптики, эшелле спектрограф, две поверхности, эффективная площадь 250см², R=130000, ЭОП+ПЗС (320x256 элементов).</p>	2			
3.	<p>Обсерватория ОАО-2. 1968. Два спектрометра эффективной площадью по 265см², сканирование плоскими решетками, R=15-150, 1000-2000АА и 2000-4000АА. Спектроскопия с аэростатов 1972, UCL+QUB, высота 40 км. Стабилизация вторичными зеркалами. 2740-2870АА, R=27000, диссектор и фото.</p>	2			
4.	<p>Спутник TD-1. Трехканальный спектрофотометр. Перемещение звезды в поле зрения (через поле спектрофотометра и фотометра) приводит к перемещению спектра поперек щелей. Обзор и сканирование вращением аппарата. 1350-2550АА, R=100.</p>	2			
5.	<p>Обсерватория ОАО-3. Copernicus (1972-1981), 80см телескоп, встроенный</p>	2			

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины, их краткое содержание	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)			Формы контроля успеваемости
	сканирующий спектрометр Пашена-Рунге, R=30000, 710-3275AA, 4 ФЭУ. ОРИОН-2 КА Союз-13, (1973). Менисковый касегрен D=22см, F=1м, 4-градусная призма, R=250-100, 2000-800A, фотопленка. Каталог УФ-спектров 900 слабых (до m=13) звезд.				
6.	Спутник ИЕ. 1978-1996, 45см телескоп, эшелле спектрометр, R=10000, 1150-3200AA . Два SEC-видикона. Примеры изображений спектров высокого и низкого разрешения. Архив. Обсерватория АСТРОН. 1983-1992, 80см телескоп «Спика», сканирующий роуландовский спектрометр, R=7000, 4 ФЭУ. WUPPE 1990, 1995	2			
7.	Годдардовский спектрограф GHRS HST. 1990-1997, апертуры LSA (2л) и SSA (0.25л), два комплекта оптики на два диапазона, R=2000, 25000, 80000. 1050-3300AA . 2 Digicon'a, 512 каналов. Спектрограф STIS HST. 1997-2004, R=50, 500-1000, 5000-10000, 23000-35000, 105000. MAMA - 1150-3100AA, CCD – 3050-10000AA. Спектрограф COS HST.	2		2	
8.	Эксперимент HUT. ASTRO, Columbia, 1990 (8 суток), 1995 (14 суток). Вместе с экспериментами UIT и WUPPE. D=90см. Роуландовский спектрометр, 600штр/мм, 825-1850AA, R=400. Спутник экстремального ультрафиолета EUVE. 1992-2001, 70-760A, R=275, часть апертуры для спектроскопии. Эксперимент ORFEUS. Две миссии, 1993 (5 суток) и 1996 (14 суток). Платформа ORFEUS-SPAS на КА Columbia. IMAPS. Приемники MCP+WSA. MCP – большое число трубок из слабо проводящего стекла, коэффициент вторичной электронной эмиссии >1. Снижение шумов при увеличении усиления. Сочетание с клино-полосным анодом	2			

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины, их краткое содержание	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)			Формы контроля успеваемости
	(WSA) – кодировка на выходе.				
9.	Эксперимент TUES. 1993, 1996, 1м F:2.4 телескоп, R=10000 с апертурой 10 угл.сек., 900-1400AA, приемник MCP-WSA, 40x40мм. Эксперимент BEFS. 1993, 1996, D=1м, F:2.4, роуландовский спектрометр, 4 тороидальные решетки, одновременная регистрация в 4-х поддиапазонах, 390-1200AA, R=7000. Два приемника MCP. Сегментирование апертуры.	2			
10.	Спутник далекого ультрафиолета FUSE. 1999, 905-1187AA, R=30000 Спутник GALEX. 2003, D=0.5см, 1344-2831AA, R=300-80, первая гризма для FUV и UV диапазонов, первый дихроичный делитель диапазонов, приемники – MCP диаметром 65мм.	2			
11.	Спектральная аппаратура проекта ВКО-УФ.	2			
12.	ИК-проекты: IRAS, WIRE, Spitzer, Hershel.	2			
13.	Миссии Kepler, GAIA, COROT, TPF.	2			
14.	Архитектура наземных комплексов. Принципы организации и планирования орбитальных наблюдений.	2			
15.	Федеральная космическая программа России.	2			
16.	Практические занятия: Работа с архивами IUE и HST		4		текущий контроль итоговый зачет
Итого:		30 ч	4 ч	2 ч	36 ч

4. Наименование и содержание практических занятий

№ п/п	Наименование работы	Кол-во часов	Форма проведения
1.	Тема 16. Работа с архивами IUE и HST.	4	разноуровневые индивидуальные задания, итоговый зачет
Итого:		4 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. Преимущества орбитальной спектроскопии. Недостатки орбитальной спектроскопии.
2. Ракетная спектроскопия в УФ-диапазоне.
3. Обсерватория ОАО-2. 1968. Спектроскопия с аэростатов 1972.
4. Спутник TD-1.
5. Обсерватория ОАО-3. Copernicus (1972-1981). ОРИОН-2.
6. Спутник IUE. Обсерватория АСТРОН. WUPPE 1990, 1995.
7. Годдардовский спектрограф. Спектрограф STIS HST. Спектрограф COS HST.
8. Эксперимент HUT. Спутник экстремального ультрафиолета EUVE. Эксперимент ORFEUS. Приемники MCP+WSA.
9. Эксперимент TUES. Эксперимент BEFS.
10. Спутник далекого ультрафиолета FUSE. Спутник GALEX.
11. Спектральная аппаратура проекта ВКО-УФ.
12. ИК-проекты: IRAS, WIRE, Spitzer, Hershel.
13. Миссии Kepler, GAIA, COROT, TPF.
14. Архитектура наземных комплексов. Принципы организации и планирования орбитальных наблюдений.
15. Федеральная космическая программа России.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Перечень основной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Космическая физика. Под ред. Д.П. ле Гэлли и А.Розена. М., Мир, 1966, 739с.
2. Космическая оптика. Под ред. В.К.Аблекова. М., Машиностроение, 1980, 536с.
3. Современные телескопы. Под ред. Дж.Бербиджа и А.Хьюит. М., Мир, 1984, с.149-306.

4. М.Эклз, Э.Сим, К.Триттон. Детекторы слабого излучения в астрономии. "Мир", М., 1986, 200с.
5. Астрофизические исследования на космической станции «Астрон». Под ред. А.А.Боярчука. 1994, 416с.
6. Ультрафиолетовая Вселенная. Под ред. Б.М.Шустова и Д.З.Вибе. М., Геос, 2001, 220с.
7. Ультрафиолетовая Вселенная. II. Под ред. Б.М.Шустова М.Е.Сачкова и Е.Ю.Кильпио. М., Янус-К, 2008, 344с.
8. В.Е.Панчук, Б.М.Шустов, М.В.Юшкин. Ультрафиолетовая спектроскопия астрофизических объектов. Оптический журнал. 2006. т.73, с.49-59.
9. Panchuk Vladimir, Yushkin Maxim, Fatkhullin Timur, Sachkov Mikhail. Optical layouts of the WSO-UV spectrographs. Astrophysics and Space Science. 2014. Vol.354, Iss.1, pp.163-168.

6.2. Перечень дополнительной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины

1. Harris A.W., Sonneborn G. 1987. How to Use IUE Data, in Exploring the Universe with the IUE Satellite (Y.Kondo, ed.), p.729. 2. MAST - archive.stsci.edu
2. И.В.Скоков, Д.А.Журавлев, В.П.Журавлева. Проектирование дифракционных спектрографов. "Машиностроение", М., 1991, 128с.
3. Вестник НПО им. С.А.Лавочкина, 2014, вып.5 (26).
4. М.В.Ушкин, Т.А.Фатхуллин, В.Е.Панчук. Mathematical model of orbital and ground-based cross-dispersion spectrographs. Astrophysical Bulletin, 2016. Vol.71, Iss.3, pp.343-356.

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

- Сайт В.Панчука <http://astrotelescope.narod.ru/orbitlinks.html>
- Сеть Астронет: <http://www.astronet.ru/db/msg/1169494/index.html#Contents>
- База данных по внегалактическим объектам: <http://ned.ipac.caltech.edu/>
- Астрофизическая информационная система ADS - <https://ui.adsabs.harvard.edu/>
- База данных объектов за пределами Солн. с-мы SIMBAD <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/>
- Звёздный каталог VIZIER - <http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR>
- Цифровой обзор неба DSS - <http://archive.eso.org/dss/dss>
- 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.