

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 «ИСТОРИЯ АСТРОНОМИЧЕСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ»

Научная специальность 1.3.1. ФИЗИКА КОСМОСА, АСТРОНОМИЯ

Объем занятий: Итого 36 ч. 2/3нед.

Из них:

Лекций 16 ч.

Практических занятий 10 ч.

Самостоятельной работы 10 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**

Астрономическая спектроскопия развивается с середины XIX века. Лабораторная (экспериментальная) спектроскопия исторически появилась как следствие первых астрономических спектроскопических наблюдений. Набор условий формирования астрономических спектров гораздо шире набора условий, которые можно было воспроизвести в лабораториях. Развитие астрономической и лабораторной спектроскопии привело к формулировке новых физических моделей (от модели атома до модели звездной атмосферы и модели расширяющейся Вселенной). Определенные исторические этапы астрономической спектроскопии наложили отпечаток на историю становления и развития современной физики. Таким образом, астрономическая спектроскопия является системообразующей дисциплиной, с которой желательно ознакомиться для получения всестороннего натурфилософского образования. Отдельным вопросам истории астрономических спектроскопических исследований посвящены сотни разрозненных публикаций и десятков монографий, причем всё это опубликовано в зарубежных изданиях. Из русскоязычной литературы можно выделить избранные главы в монографии О.Струве, В.Зебергс «Астрономия XX века», М., Мир, 1968, и обзор О.А.Мельникова «К истории развития спектроскопии в России и в СССР», ИАИ, вып. III, с.9-258, М., ГИТТЛ, 1957.

При подготовке специалистов высшей квалификации следует предоставить им возможность пройти (по выбору) курс «История астрономической спектроскопии», где соответствующий материал представлен в объеме, превышающим нормативы университетских программ подготовки астрофизиков. Изложены основные этапы развития астрономической спектроскопии, вплоть до завершения эпохи фотографической регистрации спектров. Основания на изложение материала по этому направлению у автора следующие: кроме 50-летнего практического опыта, автор являлся руководителем или консультантом нескольких кандидатских и докторских диссертаций, где, в частности, содержатся соответствующие главы или разделы, причем одна из диссертаций защищена непосредственно по специальности 07.00.10 — история науки и техники. При разработке курса использованы также методические материалы, подготовленные автором на базовой кафедре инфокоммуникационных технологий в астрофизике и астроприборостроении Санкт-Петербургского НИУ ИТМО. Используются также избранные материалы выпускных квалификационных работ (магистратура и аспирантура), подготовленных под руководством автора в Северо-Кавказском Федеральном Университете.

Дисциплина «История астрономической спектроскопии» – 2.1.8. (Ф) относится к факультативным дисциплинам образовательного компонента.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «История астрономической спектроскопии», являются базовые дисциплины бакалавриата, магистратуры и специалитета, и элективные дисциплины 2.1.5. «Спектроскопия звезд и звездная эволюция», 2.1.6. «Компьютерная обработка результатов измерений», 2.1.7. «Астрономические светоприемники».

Дисциплина «История астрономической спектроскопии» 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
<b>Аспирант должен знать:</b>		
1.	перечисленную учебно-методическую и научную литературу, включая основные ссылки;	РД-1, РД-2
2.	особенности получения спектроскопических данных, составивших основу известных спектроскопических каталогов и списков;	РД-2, РД-4
3.	технические характеристики наиболее продуктивных спектрографов первой половины XX века;	РД-1, РД-2
4.	основные отечественные спектроскопические разработки.	РД-1, РД-2
<b>Аспирант должен уметь:</b>		
5.	осуществлять поиск неочифрованной технической литературы;	РД-2, РД-4
6.	осуществлять поиск дополнительной информации (оригинальные исследования, технические описания приборов, инструкции по использованию наблюдательных данных);	РД-1, РД-2, РД-4
7.	уметь восстанавливать технические характеристики приборов по описаниям исследований отдельных астрофизических объектов.	РД-2, РД-4
<b>Аспирант должен владеть:</b>		
8.	методами подготовки обзоров и web-презентаций по истории астроприборостроения;	РД-1, РД-2
9.	методами оценки основных параметров спектральной аппаратуры по опубликованным характеристикам спектров.	РД-1, РД-2, 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.	Первые эксперименты по разложению солнечного света (XVII век, Я.Марци, затем И.Ньютон, 1666). Основные законы оптики в применении к спектроскопии. Роль оптических технологий в становлении астроспектроскопии. Обнаружение излучения за красной (В.Гершель, 1780) и фиолетовой (Риттер, 1801) границами оптического диапазона.	2		1	
2.	Начало астроспектроскопического приборостроения (Волластон, 1802), обнаружение первых спектральных линий. Дифракционные решетки Фраунгофера (с 1814). Метод объективной призмы (Фраунгофер, 1817-1823). Визуальные спектроскопы Секки и Хэггинса. Обращение абсорбционного спектра в эмиссионный (Секки). Обнаружение (Брюстер, 1832) и интерпретация (Жансен, 1862) теллурического спектра.	2		1	
3.	Эксперименты Бунзена и Кирхгофа (с 1859).	2		1	
4.	Первые шаги документальной спектроскопии (дагерротипия солнечного спектра, 1842-1845). Фотографирование спектров звезд (Хэггинс и Миллер, с 1863). Фотографический спектр Солнца, (Г.Дрепер, 1873). Инфракрасный спектр Солнца, (Г.Дрепер, 1881). Карта и таблицы спектра Солнца (Г.А.Роуланд, 1897).	2		1	
5.	Призменные камеры. Массовая спектроскопия звезд. Гарвардский спектральный обзор.	2		2	
6.	Призменные подвесные спектрографы (Фогеля, Миллса, Белопольского, Брюса) на крупнейших рефракторах (Подсдам,	2		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
	Лик, Пулково, Йеркс). Адаптация визуальных рефракторов под спектроскопические работы.				
7.	Маунт Вилсон - первая обсерватория, специализированная для спектроскопических работ в лаборатории. Второе рождение стационарного фокуса. Рефлекторы 1.5 и 2.5 метра.	2		2	
8.	Небулярные спектрографы (Йеркс, Мак Дональд). Работы О.Струве.	2			
9.	Спектрографы рефлекторов 1.8м (Виктория) и 2.2м (Техас) – пик совершенствования призмной спектроскопии.		2		текущий контроль
10.	Работы Роуланда и Вуда. Вогнутые дифракционные решетки. Дифракционные решетки с профилированным штрихом. Спектрограф фокуса кудэ 2.5м телескопа Маунт Вилсон.		2		текущий контроль
11.	Отечественная спектроскопия первой половины XX века (Симеиз, Пулково). Становление оптико-механической промышленности СССР.		1		текущий контроль
12.	Предельные характеристики фотографической спектроскопии. Спектральное разрешение и широкощельность. Боуэн: спектроскопическое оснащение 5-метрофого рефлектора Хэйла.		1		текущий контроль
13.	Первые фотоэлектрические сканирующие системы.		2		текущий контроль
14.	Этапы развития техники астрономической спектроскопии и соответствующие важнейшие исследования.		2		текущий контроль итоговый зачет
<b>Итого:</b>		<b>16 ч</b>	<b>10 ч</b>	<b>10 ч</b>	<b>36 ч</b>

#### 4. Наименование и содержание практических занятий

№ п/п	Наименование работы	Кол-во часов	Форма проведения
1.	Тема 9. Спектрографы рефлекторов 1.8м (Виктория) и 2.2м (Техас) - пик	2	разноуровневые индивидуальные задания,

	совершенствования призмной спектроскопии.		опрос
2.	Тема 10. Работы Роуланда и Вуда. Вогнутые дифракционные решетки. Дифракционные решетки с профилированным штрихом. Спектрограф фокуса кудэ 2.5м телескопа Маунт Вилсон.	2	разноуровневые индивидуальные задания, опрос
3.	Тема 11. Отечественная спектроскопия первой половины XX века (Симеиз, Пулково). Становление оптико-механической промышленности СССР.	1	разноуровневые индивидуальные задания, опрос
4.	Тема 12. Предельные характеристики фотографической спектроскопии. Спектральное разрешение и широкощельность. Боуэн: спектроскопическое оснащение 5-метрофого рефлектора Хэйла.	1	разноуровневые индивидуальные задания, опрос
5.	Тема 13. Первые фотоэлектрические сканирующие системы.	2	разноуровневые индивидуальные задания, опрос
6.	Тема 14. Этапы развития техники астрономической спектроскопии и соответствующие важнейшие исследования.	2	разноуровневые индивидуальные задания, опрос итоговый зачет
<b>Итого:</b>		<b>10 ч</b>	

## 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. Первые эксперименты по разложению солнечного света (XVII век, Я.Марци, затем И.Ньютон, 1666). Основные законы оптики в применении к спектроскопии. Роль оптических технологий в становлении астроспектроскопии. Обнаружение излучения за красной (В.Гершель, 1780) и фиолетовой (Риттер, 1801) границами оптического диапазона.
2. Начало астроспектроскопического приборостроения (Волластон, 1802), обнаружение первых спектральных линий. Дифракционные решетки Фраунгофера (с 1814). Метод объективной призмы (Фраунгофер, 1817-1823). Визуальные спектроскопы Секки и Хэггинса. Обращение абсорбционного спектра в эмиссионный (Секки). Обнаружение (Брюстер, 1832) и интерпретация (Жансен, 1862) теллурического спектра.
3. Эксперименты Бунзена и Кирхгофа (с 1859).
4. Первые шаги документальной спектроскопии (дагерротипия солнечного спектра, 1842-1845). Фотографирование спектров звезд (Хэггинс и Миллер, с 1863). Фотографический спектр Солнца, (Г.Дрепер, 1873). Инфракрасный спектр Солнца, (Г.Дрепер, 1881). Карта и таблицы спектра Солнца (Г.А.Роуланд, 1897).
5. Призменные камеры. Массовая спектроскопия звезд. Гарвардский спектральный обзор.
6. Призменные подвесные спектрографы (Фогеля, Миллса, Белопольского, Брюса) на крупнейших рефракторах (Подсдам, Лик, Пулково, Йеркс). Адаптация визуальных рефракторов под спектроскопические работы.
7. Маунт Вилсон - первая обсерватория, специализированная для спектроскопических работ в лаборатории. Второе рождение стационарного фокуса. Рефлекторы 1.5 и 2.5 метра.
8. Небулярные спектрографы (Йеркс, Мак Дональд). Работы О.Струве.
9. Спектрографы рефлекторов 1.8м (Виктория) и 2.2м (Техас) - пик совершенствования призменной спектроскопии.
10. Работы Роуланда и Вуда. Вогнутые дифракционные решетки. Дифракционные решетки с профилированным штрихом. Спектрограф фокуса кудэ 2.5м телескопа Маунт Вилсон.
11. Отечественная спектроскопия первой половины XX века (Симеиз, Пулково). Становление оптико-механической промышленности СССР.
12. Предельные характеристики фотографической спектроскопии. Спектральное разрешение и широкощельность. Боуэн: спектроскопическое оснащение 5-метрофого рефлектора Хэйла.
13. Первые фотоэлектрические сканирующие системы.
14. Этапы развития техники астрономической спектроскопии и соответствующие важнейшие исследования.

### **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **6.1. Перечень основной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Б.А.Воронцов-Вельяминов. Курс практической астрофизики. ГИТТЛ, М.-Л., 1940, с.199-277.
2. Э.Стремгрен и Б.Стремгрен. Астрономия. ГИТТЛ, М.-Л., 1941, с.30-35, с.348-358, с.551-557.
3. А.Берри. Краткая история астрономии. ГИТТЛ, М.-Л., 1946, с.331-337, с.347.
4. А.А.Белопольский. Астрономические труды. ГИТТЛ М., 1954. (Отдел первый, с.61-142).
5. О.А.Мельников «К истории развития спектроскопии в России и в СССР», Историко-астрономические исследования, вып. III, с.9-258, М., ГИТТЛ, 1957.
6. Методы астрономии. Под ред. В.А.Хилтнера. М., Мир, 1967. Главы 2, 3, 4, 5, 13.

7. О.Струве, В.Зебергс «Астрономия XX века», М., Мир, 1968, 548с.
8. В.Е.Панчук, В.Г. Ключкова, 30 лет работы БТА: спектроскопия высокого разрешения. В сб. «САО РАН 40 лет». Нижний Архыз, 2006, с.32-67.
9. Федор Александрович Бредихин. Сб., сост. С.В.Касаткина и М.Е.Сачков. М., Планета, 2013, с.73-145.
10. Иллюстрации к лекциям В.Е.Панчука «Спектрографы», <http://panchuk.narod.ru/>
11. В.Е.Панчук. Техника наблюдений звёзд с высоким спектральным разрешением. Земля и Вселенная. 2017. №1. с.38-49.
12. В.Е.Панчук, В.Г.Ключкова. 40 лет спектроскопии высокого разрешения на БТА. Юбилейный сборник «САО РАН – 50 лет», Н.Архыз, 2018, с.49-70.

## **6.2. Перечень дополнительной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины**

1. Г.А.Шайн. Избранные труды. Киев. Наукова думка. 2012. 629с.
2. В.Сибрук. Роберт Вуд. Современный чародей физической лаборатории. ГИФМЛ. М., 1960, 323с.
3. Д.Я.Мартынов. Полвека у телескопа. Изд. МГУ, 2012, 439с.
4. А.Н.Зайдель, Г.В.Островская, Ю.И.Островский. Техника и практика спектроскопии. Наука, ФМ, М., 1972, 375с.
5. Т.А.Якшина. «История отечественной базы астрофизических исследований в оптическом диапазоне», Канд. дисс. Ставрополь, 2010. 331с. (Научный руководитель В.Е.Панчук).
6. В.Г.Ключкова. В.Е.Панчук. Т.А.Якшина. Оптические телескопы в истории отечественной астрономии. Земля и Вселенная. 2013. №5. с.76-89.

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

- Иллюстрации к лекциям В.Е.Панчука «Спектрографы», <http://panchuk.narod.ru/>
- 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/>
- Звездный 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 лаборатории астроспектроскопии 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.