

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.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по специальной дисциплине

НАИМЕНОВАНИЕ: «ИСТОРИЯ АСТРОНОМИЧЕСКОЙ
СПЕКТРОСКОПИИ»

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	36 ч.	1 з.е.
Из них:		
Лекций	16 ч.	
Лабораторных работ		
Практических занятий	10 ч.	
Самостоятельной работы	10 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., главный научный сотрудник САО РАН, проф. по специальности 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.Зеберге «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 45-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.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина «История астрономической спектроскопии» - Б1.В.ДВ.13 относится к дисциплинам по выбору аспиранта вариативной части блока 1 «Дисциплины».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «История астрономической спектроскопии», являются базовые дисциплины бакалавриата, магистратуры и специалитета, обязательные дисциплины вариативной части Блока 1 - Б1.В.ОД.3 «Спектроскопия звезд и звездная эволюция», Б1.В.ОД.4 «Компьютерная обработка результатов измерений», Б1.В.ОД.5 «Астрономические светоприемники».

Дисциплина «История астрономической спектроскопии» 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-3	-готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;
УК-5	-способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития;
ОПК-2	-готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования;
ПК-1	-способность свободно владеть разделами астрофизики, необходимыми для проведения фундаментальных и прикладных научных исследований;

3.2 СТРУКТУРА И КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ КОМПЕТЕНЦИЙ

Аспирант должен знать:

- перечисленную учебно-методическую и научную литературу, включая основные ссылки (УК-1, ОПК-2, ПК-1);
- особенности получения спектроскопических данных, составивших основу известных спектроскопических каталогов и списков (УК-1, ПК-1);
- технические характеристики наиболее продуктивных спектрографов первой половины XX века (ПК-1);
- основные отечественные спектроскопические разработки (УК-1, УК-5, ПК-1).

Аспирант должен уметь:

- осуществлять поиск неопубликованной технической литературы (УК-1);
- осуществлять поиск дополнительной информации (оригинальные исследования, технические описания приборов, инструкции по использованию наблюдательных данных) (УК-1, УК-3);
- уметь восстанавливать технические характеристики приборов по описаниям исследований отдельных астрофизических объектов (УК-1, ПК-1).

Аспирант должен владеть:

- методами подготовки обзоров и web-презентаций по истории астроприборостроения (УК-1, ОПК-2);
- методами оценки основных параметров спектральной аппаратуры по опубликованным характеристикам спектров (ПК-1).

3.3 ПЛАНИРУЕМЫЕ УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Уровни сформированности	Индикаторы	Дескрипторы	
		«зачтено»	«не зачтено»
	<i>Знает:</i> - перечисленную учебно-	<i>Знает:</i> - перечисленную учебно-	<i>Знает:</i> - перечисленную учебно-

Базовый	<p>методическую и научную литературу, включая основные ссылки;</p> <p>- особенности получения спектроскопических данных, составивших основу известных спектроскопических каталогов и списков;</p> <p>- технические характеристики наиболее продуктивных спектрографов первой половины XX века;</p> <p>- основные отечественные спектроскопические разработки.</p>	<p>методическую и научную литературу, включая основные ссылки;</p> <p>- особенности получения спектроскопических данных, составивших основу известных спектроскопических каталогов и списков;</p> <p>- технические характеристики наиболее продуктивных спектрографов первой половины XX века;</p> <p>- основные отечественные спектроскопические разработки.</p>	<p>методическую и научную литературу, включая основные ссылки.</p>
	<p>Умеет:</p> <p>- осуществлять поиск неоцифрованной технической литературы;</p> <p>- осуществлять поиск дополнительной информации (оригинальные исследования, технические описания приборов, инструкции по использованию наблюдательных данных);</p> <p>- уметь восстанавливать технические характеристики приборов по описаниям исследований отдельных астрофизических объектов.</p>	<p>Умеет:</p> <p>- осуществлять поиск неоцифрованной технической литературы;</p> <p>- осуществлять поиск дополнительной информации (оригинальные исследования, технические описания приборов, инструкции по использованию наблюдательных данных);</p> <p>- уметь восстанавливать технические характеристики приборов по описаниям исследований отдельных астрофизических объектов.</p>	<p>Умеет:</p> <p>- осуществлять поиск неоцифрованной технической литературы;</p> <p>- осуществлять поиск дополнительной информации (оригинальные исследования, технические описания приборов, инструкции по использованию наблюдательных данных).</p>
	<p>Владеет:</p> <p>- методами подготовки обзоров и web-презентаций по истории астроприборостроения;</p> <p>- методами оценки основных параметров спектральной аппаратуры по опубликованным характеристикам спектров.</p>	<p>Владеет:</p> <p>- методами подготовки обзоров и web-презентаций по истории астроприборостроения;</p> <p>- методами оценки основных параметров спектральной аппаратуры по опубликованным характеристикам спектров.</p>	<p>Владеет:</p> <p>- методами подготовки обзоров и web-презентаций по истории астроприборостроения.</p>

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 1 зачетную единицу 36 часов.

№ 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
		Лекции	Практ. занятия	Лаб. занятия	Самостоят. работа	
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, Лик, Пулково, Йеркс). Адаптация визуальных рефракторов под спектроскопические	2			2	

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины, их краткое содержание	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля
	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 зачет
10.	Работы Роуланда и Вуда. Вогнутые дифракционные решетки. Дифракционные решетки с профилированным штрихом. Спектрограф фокуса кудэ 2.5м телескопа Маунт Вилсон.		2			текущий зачет
11.	Отечественная спектроскопия первой половины XX века (Симеиз, Пулково). Становление оптико-механической промышленности СССР.		1			текущий зачет
12.	Предельные характеристики фотографической спектроскопии. Спектральное разрешение и широкощельность. Боуэн: спектроскопическое оснащение 5-метрового рефлектора Хэйла.		1			текущий зачет
13.	Первые фотоэлектрические сканирующие системы.		2			текущий зачет
14.	Этапы развития техники астрономической спектроскопии и соответствующие важнейшие исследования.		2			итоговый зачет
Баланс времени:		16 ч	10 ч		10 ч	36 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 9. Спектрографы рефлекторов 1.8м (Виктория) и 2.2м (Техас) - пик совершенствования призмной спектроскопии.	2	разноуровневые индивидуальные задания
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
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-3 УК-5	Темы 9-14	текущий зачет	электронный	практическая работа	5
ОПК-2 ПК-1	Темы 1-9	итоговый зачет	устный	вопросы к зачету	14

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. 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. Призмённые камеры. Массовая спектроскопия звезд. Гарвардский спектральный обзор.
 6. Призмённые 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 призмённой 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.

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. 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. Т.А.Якшина «История отечественной базы астрофизических исследований в оптическом диапазоне», Канд. дисс. Ставрополь, 2010. 331с.
10. Федор Александрович Бредихин. Сб., сост. С.В.Касаткина и М.Е.Сачков. М., Планета, 2013, с.73-145.
11. Иллюстрации к лекциям В.Е.Панчука «Спектрографы», <http://panchuk.narod.ru/>

9.1.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

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.

9.1.3 МЕТОДИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А.Н.Зайдель, Г.В.Островская, Ю.И.Островский. Техника и практика спектроскопии. Наука, ФМ, М., 1972, 375с.

9.2 ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. Иллюстрации к лекциям В.Е.Панчука «Спектрографы», <http://panchuk.narod.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

Специальное программное обеспечение не требуется.

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.