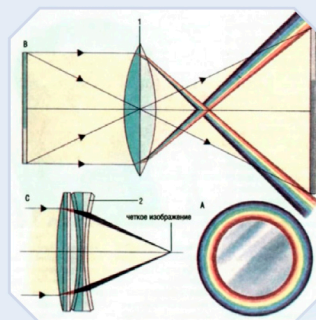
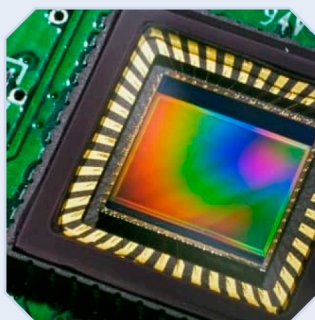
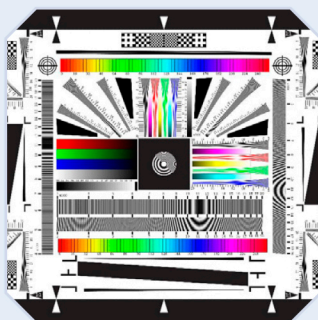
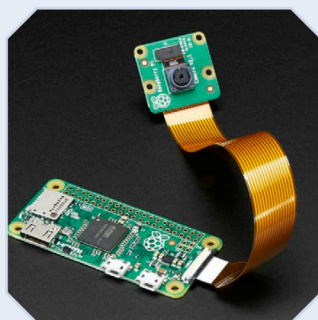
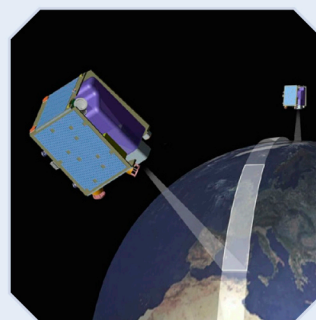
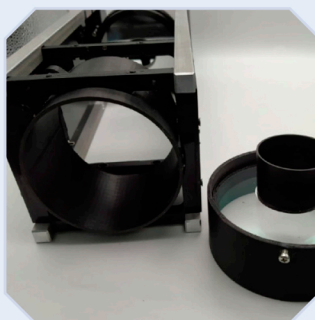
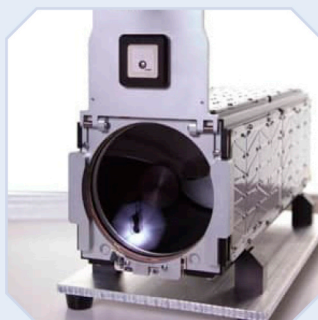




Комплексное решение
для школьного курса
по космонавтике

Космическая оптика

Учебное пособие. Под редакцией К.Ю. Якушиной, апрель 2021 г.



Москва
«Образование Будущего»
2021

ДАННОЕ ПОСОБИЕ РАССМАТРИВАЕТ ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ В КОСМОСЕ, А ТАКЖЕ ЯВЛЯЕТСЯ РУКОВОДСТВОМ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО КУРСА ПО СПУТНИКОСТРОЕНИЮ НА ОСНОВЕ КОНСТРУКТОРА INTROSAT.

КУРС ПОЗВОЛЯЕТ РАСШИРИТЬ ШКОЛЬНЫЕ ЗНАНИЯ ОБ ОПТИКЕ, ИЗУЧИТЬ АСПЕКТЫ РАБОТЫ, ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПОСТРОЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЛЯ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, ОЗНАКОМИТЬСЯ С ОСНОВАМИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ И НАУЧИТЬСЯ БАЗОВОМУ ПРОГРАММИРОВАНИЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРОВ И СЕРВЕРОВ СИСТЕМЫ UNIX.

В РАМКАХ ЗАНЯТИЙ УЧАЩИМСЯ ПРЕДЛАГАЕТСЯ ПРОЙТИ РЯД ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, КАЖДЫЙ МОДУЛЬ КОТОРЫХ ЗАВЕРШАЕТСЯ ПРАКТИКОЙ. В РАМКАХ ПРАКТИКИ КУРС ПРЕДЛАГАЕТ СБОРКУ ТЕЛЕСКОПА ОПТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ КЕПЛЕРА, КОНСТРУКТОРА СПУТНИКА ФОРМ-ФАКТОРА CUBESAT 3U+ И ЮСТИРОВОЧНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ НАСТРОЙКИ ТЕЛЕСКОПА. ТАКЖЕ К КУРСУ ПРИЛАГАЕТСЯ ПОСОБИЕ ПО ПОЛЕВЫМ ЗАНЯТИЯМ С НАБЛЮДЕНИЕМ ПЛАНЕТ И КРАТКИЙ ЭКСКУРС В АСТРОНОМИЮ.

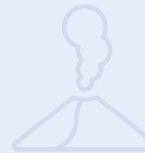
Рекомендации

Рекомендуемый размер группы: от 3 до 5 учащихся.

Уровень подготовки: с 8-го по 11-й классы, возможна адаптация курса для 7-го класса и младше.

Базовые знания, которые помогут лучше усвоить курс:

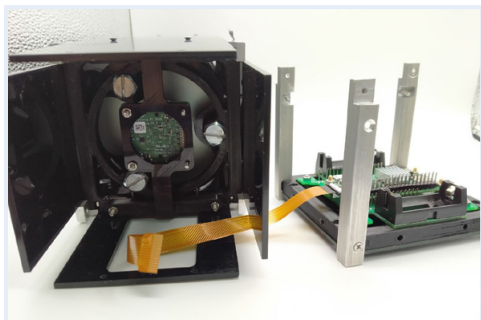
- основные понятия линейной оптики
- основы работы с системами на ОС UNIX (Raspberry Pi, Linux)
- базовые знания в области астрономии
- понимание основ программирования на языке BASH



СОДЕРЖАНИЕ

Часть I. Введение	4	Часть V. Бортовой компьютер	29
Дистанционное зондирование Земли	4	Сборка электроники	29
Как приблизить звёзды?	5	Raspberry Pi	30
Свет как электромагнитная волна	6	Операционная система компьютера	30
Геометрическая оптика	7	Установка системы	30
Спектральный анализ	8	Подключение через ssh	31
Часть II. Рефракторы	10	Удаленное подключение к RPi	32
Классификация телескопов	10	Kitty	32
Телескоп Кеплера	10	Защита данных	33
Расчет системы	13	Статический ip	34
Сборка телескопа	14	Обмен данными	34
Наблюдение в телескоп	15	Настройка доступа	35
Часть III. Рефлекторы	16	Часть VI. Фотокамеры	37
Зеркальные и зеркально-линзовые телескопы	16	Пиксели матрицы	37
Максутов-Кассегрен	17	Выбор камеры	39
Конструкционные и оптические элементы	17	Подготовка веб-камеры	40
Часть IV. Качество изображения и юстировка	21	Часть VII. Программное обеспечение камер	41
К чему приводит волновая природа света	21	Веб-камера	41
Виды аберраций	22	BASH	41
Оценка качества изображения и юстировка	25	fswebcam	42
Коллиматор	26	Motion	43
Юстировка с искусственной звездой	27	Raspberry High Quality Camera Module	43
		Приложение 1	46
		Организация наблюдения	46
		Удаленное управление в полевых условиях	47
		Уход за оптикой	47
		Что дальше? Расширения!	48

пройти этапы с подключением и настройкой камеры. Затем еще раз сфотографируйте телескоп, уже с помощью снимков с камеры. После этого ваша система будет полностью готова к работе.



Для полноценной работы модуль электроники устанавливается внутрь конструктора в пазы основных рельс и крепится винтами M2.5.

RASPBERRY PI

В большинстве случаев для наблюдения звезд того, что вы уже знаете о телескопах, достаточно. Но не для спутников ДЗЗ. Главная проблема космической оптики – то, что вы не можете просто взять ее в руки и посмотреть в окуляр. Для этого придется использовать камеру. И даже этого мало: ведь фотоснимки и данные с камеры, необходимо как-то получить. Для этого нужен передатчик, а чтобы телескоп, камера и передатчик правильно взаимодействовали, нужен бортовой компьютер. Конечно же, в настоящем спутнике присутствует куда больше систем, но о них вы уже знаете из основного набора и других дополнительных модулей конструктора IntroSat.

Для начала разберемся с нашим бортовым компьютером. В базовом наборе мы используем микроконтроллер STM32. Для работы с камерой он мало подходит. Основная задача микроконтроллера – работа в реальном времени. Он обладает малой оперативной памятью и более примитивной архитектурой. Именно поэтому вы программируете STM32 и Arduino на языках C и C++: эти языки работают на более низком уровне, что обеспечивает куда большую скорость.

Raspberry Pi – это микрокомпьютер. Он обладает очень широким функционалом при своих скромных размерах. К нему вы можете подключить камеру, хранилище данных, разнообразные датчики, экран. Кроме того, в RPi Zero W, который вы будете использовать в рамках данного курса (RPi – сокращенное название Raspberry Pi),

имеется встроенный модуль Wi-Fi. А то, что микрокомпьютер управляется операционной системой семейства UNIX, превращает его в удобную платформу для развертки сервера для передачи данных на удаленное хранилище.

Все это позволяет вам вести съемку на расстоянии, как если бы ваш телескоп был в космосе, а вы – в ЦУП (Центре управления полетами).

ОПЕРАЦИОННАЯ СИСТЕМА КОМПЬЮТЕРА

Для работы вам подойдет любая операционная система. Работа в Windows более наглядная, но требует дополнительных инструментов. И наоборот, на Linux вам придется дольше привыкать к принципам работы ОС, но впоследствии будет проще. На сегодняшний день функционал Windows 10 значительно расширился. Многие возможности терминала UNIX появились в оболочке Windows PowerShell. Кроме того, вы можете использовать гибридную систему. Существует два варианта.

Самый простой, но не самый удобный – использовать флэшку с установленной на нее системой Linux. Этот вариант подходит для любой версии Windows и не требует сложных операций.

Более удобный способ – поставить на ваш компьютер подсистему Linux, WSL. Эта функция лишь в недавно появилась в Windows 10 и не работает на старых операционных системах. Она позволяет пользоваться полноценной сборкой Linux с запущенной Windows.

Прочитать, как это делается вы можете здесь:



УСТАНОВКА СИСТЕМЫ

Для начала работы вам нужно установить на вашу плату Raspberry операционную систему. RPi позволяет использовать любую сборку Linux и ему подобных систем. Мы

**Подробнее о заказе услуг и
получения доступа к
полной версии:**

8 800 550 04 92

info@orbicraft.ru