

1

00:00:05,240 --> 00:00:08,840

Шляхом поширення нашого зору
далеко за межі уявлення наших предків,

2

00:00:08,920 --> 00:00:13,200

ці дивні інструменти, телескопи,
відкрили шлях до глибшого

3

00:00:13,280 --> 00:00:17,240

та досконалішого розуміння природи.
- Рене Декарт, 1637

4

00:00:17,760 --> 00:00:22,560

Тисячоліттями людство зачаровано вдивлялося
в нічне небо

5

00:00:22,640 --> 00:00:28,320

не розуміючи,
що зірки нашої Галактики - Молочного Шляху
- такі самі сонця

6

00:00:28,400 --> 00:00:33,400

або мільярди схожих галактик,
що складають решту Всесвіту.

7

00:00:35,440 --> 00:00:38,800

Ми - всього лише крихітна мить
в історії Всесвіту,

8

00:00:38,880 --> 00:00:42,520

що налічує 13.7 мільярда років.

9

00:00:42,600 --> 00:00:46,080

Лише за допомогою ока, як інструмента спостереження,
в нас не було б можливості

10

00:00:46,160 --> 00:00:50,120

знайти планетні системи інших зірок,
або виявити

11

00:00:50,200 --> 00:00:55,000

існування життя десь у Всесвіті.

12

00:00:58,080 --> 00:01:00,320

Сьогодні ми наближаємося
до розуміння законів Всесвіту,

13

00:01:00,400 --> 00:01:03,560

існування життя у якому
може стати найпомітнішою

14

00:01:03,640 --> 00:01:05,960
віхою астрономічних відкриттів.

15

00:01:05,960 --> 00:01:08,960
Я - доктор Джей,
- буду вас супроводжувати
у вивченні історії телескопу -

16

00:01:09,040 --> 00:01:11,880
дивовижного інструменту,
який довів, що може бути

17

00:01:11,960 --> 00:01:15,520
справжнім порталом людства у Всесвіт.

18

00:01:17,960 --> 00:01:21,880
1. Нові обрії.

19

00:01:22,200 --> 00:01:26,960
Чотири століття тому, в 1609 році,

20

00:01:28,960 --> 00:01:32,120
людина вийшла в поле неподалік від свого будинку.

21

00:01:32,240 --> 00:01:34,640
та спрямувала свій, власноруч зроблений телескоп,
на Місяць, планети та зірки.

22

00:01:34,720 --> 00:01:39,000
Це був Галілео Галілей.

23

00:01:39,080 --> 00:01:42,600
Астрономія більше ніколи не буде колишньою.

24

00:01:44,040 --> 00:01:47,280
400 років потому,
як Галілей вперше спрямував телескоп в небо,

25

00:02:07,440 --> 00:02:12,400
астрономи використовують велетенські дзеркала
на віддалених гірських вершинах для досліджень зоряного неба.

26

00:02:12,640 --> 00:02:18,280
Радіотелескопи фіксують найменші
випромінювання відкритого космосу.

27

00:02:18,360 --> 00:02:23,520
Вчені навіть запустили телескопи в космос,

28

00:02:23,600 --> 00:02:27,680

подалі від спотворюючих ефектів нашої атмосфери.

29

00:02:27,760 --> 00:02:31,960

Те, що вони побачили - почало захоплювати подих!

30

00:02:33,440 --> 00:02:38,680

Але Галілей не був насправді винахідником телескопу.

31

00:02:42,960 --> 00:02:46,640

Ця честь належить Гансу Ліпперсгею,

32

00:02:46,720 --> 00:02:49,760

непримітному голандсько-німецькому виробнику лінз для окулярів.

33

00:02:49,840 --> 00:02:53,400

Однак Ганс Ліпперсгей
ніколи не використовував свій телескоп,
щоб спостерігати за зірками

34

00:02:53,520 --> 00:02:57,880

- натомість,
він думав,
що його новий винахід буде корисним,

35

00:02:57,960 --> 00:03:00,840

переважно, мореплавцям та військовим.

36

00:03:00,920 --> 00:03:03,640

Ліпперсгей жив в Міддельбурзі,
на той час великому торгівельному місті

37

00:03:03,800 --> 00:03:07,240

в юній Голандській республіці.

38

00:03:07,320 --> 00:03:10,440

У 1608 році Ліпперсгей встановив,
що, спостерігаючи, за віддаленим об'єктом

39

00:03:13,960 --> 00:03:18,040

крізь опуклу і увігнуту лінзи,
отримаємо його збільшення за умови,

40

00:03:18,120 --> 00:03:24,000

що лінзи будуть розміщені
на правильній відстані одна від одної.

41

00:03:24,080 --> 00:03:29,640

Так народився телескоп!

42

00:03:29,720 --> 00:03:33,800

У вересні 1608 Ліпперсгей
показав свій новий винахід

43

00:03:33,880 --> 00:03:37,520

принцові Голандії - Моріссу.

44

00:03:37,600 --> 00:03:39,880

Він не міг обрати кращої миті,

45

00:03:39,960 --> 00:03:42,840

тому, що на той час Нідерланди та Іспанія

46

00:03:42,920 --> 00:03:45,880

були у стані вісімдесятирічної війни.

47

00:03:45,960 --> 00:03:49,320

Нова підзорна труба могла збільшувати об'єкти
і, тим самим, виявляла

48

00:03:55,320 --> 00:03:59,080

ворожі кораблі та війська,
які знаходились надто далеко

49

00:03:59,160 --> 00:04:02,280

та не були помітні неозброєному оку.

50

00:04:02,360 --> 00:04:04,360

Дійсно корисний винахід!

51

00:04:04,440 --> 00:04:07,440

Але Голандський уряд
ніколи не надавав Ліпперсгею
патент на його телескоп.

52

00:04:07,560 --> 00:04:12,000

Причина була в тому,
що інші комерсанти
також заявили про цей винахід,

53

00:04:12,080 --> 00:04:15,400

особливо конкурент Ліпперсгея - Захарія Янсен.

54

00:04:15,520 --> 00:04:19,200

Ця суперечка про авторство не вирішена і донині.

55

00:04:19,280 --> 00:04:21,520

І тому дійсне походження телескопа залишається сховане під завісою таємниці.

56

00:04:21,600 --> 00:04:27,920

Італійський астроном Галілео Галілей
- один із засновників сучасної фізики

57

00:04:28,920 --> 00:04:32,720

почув про телескоп і вирішив побудувати свій.

58

00:04:32,800 --> 00:04:37,640

"Близько 10 місяців тому,
до мене дійшла звістка про те,

59

00:04:38,320 --> 00:04:42,360

що якийсь Флемінг сконструював підзорну трубу,
за допомогою якої видимі об'єкти,

60

00:04:42,440 --> 00:04:48,200

хоча і дуже віддалені від ока спостерігача,

61

00:04:48,280 --> 00:04:52,960

були виразно видні, як наближені."

62

00:04:53,040 --> 00:04:56,120

Галілей - видатний науковець свого часу -

63

00:04:56,520 --> 00:04:59,440

був палким прибічником нової ідеї будови Всесвіту, що поширювалася

64

00:04:59,560 --> 00:05:02,600

польським астрономом Миколаю Коперником,

65

00:05:02,680 --> 00:05:06,160

який передбачав, що Земля обертається довкола Сонця, а не навпаки.

66

00:05:06,240 --> 00:05:10,440

На основі почутого про голандський телескоп, Галілей

67

00:05:11,560 --> 00:05:14,240

побудував свої власні інструменти,

68

00:05:14,320 --> 00:05:16,600

які були значно кращої якості.

69

00:05:16,680 --> 00:05:19,160

"Врешті-решт, не шкодуючи ані сил, ані засобів, мені вдалося

70

00:05:20,560 --> 00:05:25,320
побудувати для себе такий чудовий інструмент, що

71
00:05:25,400 --> 00:05:29,680
об'єкти спостереження здавалися мені
в тисячі разів більшими

72
00:05:29,760 --> 00:05:33,920
ніж видимі нашим природнім зором."

73
00:05:33,960 --> 00:05:38,840
Настав час спробувати телескоп.

74
00:05:39,720 --> 00:05:43,640
"Я прийшов до думки та переконання,

75
00:05:45,920 --> 00:05:49,680
що поверхня Місяця не гладка та однорідна
і точно сферична,

76
00:05:49,800 --> 00:05:53,520
як передбачало багато філософів,

77
00:05:53,760 --> 00:05:57,440
але нерівна, вкрита западинами,

78
00:05:57,560 --> 00:06:01,720
майже така, як земна."

79
00:06:01,800 --> 00:06:06,240
Пейзаж, заповнений кратерами, горами та долинами -

80
00:06:11,640 --> 00:06:15,320
світ подібний до нашого!

81
00:06:15,400 --> 00:06:18,320
Кілька тижнів потому, в січні 1610 року,
Галілей поглянув на Юпітер.

82
00:06:19,600 --> 00:06:24,040
Близько до планети він побачив 4 іскри світла,

83
00:06:24,120 --> 00:06:28,600
які змінювали своє положення на небі
ніч за нічю разом з Юпітером.

84
00:06:28,720 --> 00:06:32,960
Це було схоже на повільний, космічний танок іскор світла, що кружляють навколо планети.

85

00:06:33,040 --> 00:06:37,920

Чотири супутники Юпітера стануть відомі пізніше

86

00:06:37,960 --> 00:06:40,760

як Галілеєві.

87

00:06:40,840 --> 00:06:43,600

Що ще відкрив Галілей?

88

00:06:43,720 --> 00:06:46,240

Фази Венери!

89

00:06:46,320 --> 00:06:48,400

Так само як і Місяць, Венера зростає і зменшується

90

00:06:48,560 --> 00:06:51,920

від серпа до повної фази і навпаки.

91

00:06:51,960 --> 00:06:54,200

Дивні утворення з кожного боку Сатурну.

92

00:06:54,280 --> 00:06:58,600

Темні плями на обличчі Сонця.

93

00:06:58,720 --> 00:07:01,160

I, звичайно ж, зірки.

94

00:07:01,280 --> 00:07:03,440

Тисячі зірок, можливо, навіть мільйони.

95

00:07:03,560 --> 00:07:06,400

Кожна дуже слабка, щоб її можна було помітити
неозброєним оком.

96

00:07:06,520 --> 00:07:09,320

Вийшло так, неначе людство
раптово втратило свою пов'язку на очах.

97

00:07:09,440 --> 00:07:13,920

Попереду було відкриття цілого Всесвіту.

98

00:07:13,960 --> 00:07:18,000

Новина про телескоп поширювалась всією Європою,
як лісова пожежа.

99

00:07:23,440 --> 00:07:27,760

В Празі, при дворі Імператора Рудольфа Другого,
Йоган Кеплер

100

00:07:27,880 --> 00:07:32,080

покращив конструкцію інструменту.

101

00:07:32,200 --> 00:07:34,800

В Антверпені голандський картограф Майкл ван Лангрєн

102

00:07:34,880 --> 00:07:38,840

створив перші надійні карти Місяця,
що показували, як він вважав,

103

00:07:38,960 --> 00:07:41,920

континенти та океани.

104

00:07:41,960 --> 00:07:44,400

Йоган Гевелій, заможний пивовар з Польщі,

105

00:07:44,560 --> 00:07:49,680

будував великі телескопи
для своєї обсерваторії в Данцизі.

106

00:07:49,760 --> 00:07:53,200

Ця обсерваторія була настільки велика,
що займала дахи трьох його будинків!

107

00:07:53,280 --> 00:07:57,880

Але, можливо, найкращі інструменти свого часу

108

00:07:59,200 --> 00:08:02,240

були сконструйовано Крістіаном Гюйгенсом в Голандії.

109

00:08:02,320 --> 00:08:05,360

В 1655 році Гюйгенс відкрив Титан, найбільший "місяць" Сатурну.

110

00:08:05,440 --> 00:08:11,080

Декількома роками потому його спостереження
дозволили відкрити систему кілець Сатурну -

111

00:08:11,160 --> 00:08:15,160

те, що Галілей так і не зрозумів.

112

00:08:15,240 --> 00:08:20,320

Останнє, але не менш важливе -
Гюйгенс побачив темні плями.

113

00:08:20,400 --> 00:08:24,640

та яскраві полярні шапки на Марсі.

114

00:08:24,720 --> 00:08:27,360
Чи існує життя на Марсі, в цьому чужому світі?

115
00:08:27,440 --> 00:08:31,080
Це питання непокоїть астрономів і зараз.

116
00:08:31,160 --> 00:08:35,240
Всі перші телескопи були рефракторами.

117
00:08:35,920 --> 00:08:39,520
Вони використовували лінзи для збирання зоряного світла.

118
00:08:39,600 --> 00:08:42,680
Пізніше лінзи були замінені дзеркалами.

119
00:08:42,760 --> 00:08:45,440
Перший телескоп-рефлектор було винайдено Нікколо Зуккі,

120
00:08:45,560 --> 00:08:49,080
і пізніше покращено Ісааком Н'ютоном.

121
00:08:49,160 --> 00:08:52,000
В кінці вісімнадцятого століття найбільші дзеркала в світі

122
00:08:52,080 --> 00:08:55,760
створив Віл'ям Гершель, органіст, що перетворився на астронома

123
00:08:55,840 --> 00:08:59,600
та працював разом з власною сестрою Каролін.

124
00:08:59,680 --> 00:09:02,520
В їх будинку в Бате, в Англії,
Гершелі заливали розпечений дочервона

125
00:09:02,600 --> 00:09:06,200
розплавлений метал у форми, а потім,
коли заготівка остигала

126
00:09:06,280 --> 00:09:09,880
полірували її поверхню,
щоб вона могла відбивати світло.

127
00:09:09,960 --> 00:09:15,440
Протягом свого життя Гершель побудував більше 400 телескопів.

128
00:09:15,560 --> 00:09:20,320
Найбільший з них був настільки великим,
що вимагав чотирьох слуг

129

00:09:24,520 --> 00:09:28,360

для управління різноманітними мотузками,
колесами та тягами,

130

00:09:28,440 --> 00:09:31,600

щоб слідувати руху зірок небом,

131

00:09:31,680 --> 00:09:36,000

викликано, звичайно, обертанням Землі.

132

00:09:36,080 --> 00:09:39,440

Гершель, як картограф, досліджував небеса та

133

00:09:39,560 --> 00:09:43,080

заносив до каталога сотні нових туманностей і подвійних зорь.

134

00:09:43,160 --> 00:09:46,720

Він також відкрив той факт, що наш Молочний (Чумацький) Шлях
представляє собою плоский диск.

135

00:09:46,800 --> 00:09:50,280

Він виміряв рух Сонячної Системи крізь цей диск,

136

00:09:50,360 --> 00:09:54,120

вивчаючи відносний рух зірок і планет.

137

00:09:54,200 --> 00:09:58,840

13 березня 1781 року він відкрив нову планету - Уран.

138

00:09:58,920 --> 00:10:06,360

Майже двісті років потому,
автоматична міжпланетна станція NASA Voyager 2

139

00:10:06,440 --> 00:10:10,680

наблизила до нас цей віддалений світ,
дала можливість астрономам поглянути на нього.

140

00:10:10,760 --> 00:10:15,880

У квітучій та родючій сільській місцевості центральної Ірландії,
Вільям Парсонс,

141

00:10:16,800 --> 00:10:21,240

третій граф Росса, побудував найбільший телескоп дев'ятнадцятого сторіччя.

142

00:10:21,320 --> 00:10:26,560

Завдяки власному металевому дзеркалу діаметром 1.8 метра,

143

00:10:26,640 --> 00:10:30,560

велетень став відомий як "Левіафан з міста Парсон".

144

00:10:30,640 --> 00:10:35,240

В рідкі ясні безмісячні ночі, Граф сідав до окуляру

145

00:10:35,320 --> 00:10:39,320

та відправлявся у подорож Всесвітом.

146

00:10:39,440 --> 00:10:44,400

В туманність Оріона - тепер відому як сузір'я Косарів,

147

00:10:45,280 --> 00:10:50,160

в Крабоподібну туманність - залишок від вибуху наднової зірки,

148

00:10:50,280 --> 00:10:55,920

і в туманність Виру.

149

00:10:55,960 --> 00:10:57,920

лорд Росс був першим, хто відзначив її форму
у вигляді грандіозної спіралі

150

00:10:57,960 --> 00:11:02,560

Галактика, така ж як і наша,
з хитромудрими хмарами темного пилу та гарячого газу,

151

00:11:02,640 --> 00:11:08,400

мільярдами окремих зірок,
та - хто знає -

152

00:11:08,520 --> 00:11:12,400

можливо, навіть планет, подібних до Землі.

153

00:11:12,520 --> 00:11:16,560

Телескоп став нашим кораблем

154

00:11:18,920 --> 00:11:24,920

в дослідженні Всесвіту.

155

00:11:29,720 --> 00:11:34,080

2. Чим більше - тим краще!

156

00:11:36,080 --> 00:11:38,480

Вночі ваші очі адаптуються до темряви.

157

00:11:38,560 --> 00:11:42,640

Ваші зіниці розширюються, даючи можливість більшої кількості світла потрапити в очі.

158

00:11:42,720 --> 00:11:47,880

Як наслідок, ви можете бачити тьмяніші об'єкти - ледь помітні оку зірки.

159

00:11:47,960 --> 00:11:51,720

А тепер уявіть власні зіниці діаметром один метр.

160

00:11:51,800 --> 00:11:55,960

Ви б виглядали вельми дивно, але у вас був би надприродний зір!

161

00:11:56,000 --> 00:11:59,400

Завдяки телескопу ми його отримали!

162

00:12:01,880 --> 00:12:04,640

Цей прилад - ніби воронка.

163

00:12:04,720 --> 00:12:10,240

Головна лінза (або дзеркало) збирає світло зірок та спрямовує його у ваше око.

164

00:12:13,080 --> 00:12:17,800

Чим більша лінза (або дзеркало) телескопа, тим тьмяніше об'єкти, які ми побачимо за його допомогою.

165

00:12:17,880 --> 00:12:20,720

Отже розмір дійсно є все.

166

00:12:20,800 --> 00:12:23,400

Але наскільки великим можна зробити телескоп?

167

00:12:23,480 --> 00:12:26,400

Насправді, не дуже, якщо це рефрактор.

168

00:12:29,480 --> 00:12:32,720

Світло від зірок повинне пройти через головну лінзу,

169

00:12:32,800 --> 00:12:36,080

яку ви можете підтримувати лише по краях.

170

00:12:36,160 --> 00:12:41,880

Якщо ви виготовите дуже велику лінзу, вона буде важкою і почне деформуватися під власною вагою

171

00:12:41,960 --> 00:12:45,640

що приведе до спотворення зображення.

172

00:12:47,400 --> 00:12:54,320

Найбільший рефрактор в історії був виготовлений у 1897 році, в Йеркській обсерваторії біля Чикаго.

173

00:12:54,400 --> 00:12:57,480

Його головна лінза – об'єктив – була більше 1 метра в діаметрі.

174

00:12:57,560 --> 00:13:02,080

але його труба сягала неймовірної довжини в вісімнадцять метрів.

175

00:13:02,160 --> 00:13:08,720

Із створенням Йєркського телескопа
творці рефракторів досягли можливої межі.

176

00:13:08,800 --> 00:13:10,880

Ви хочете ще більших телескопів?

177

00:13:10,960 --> 00:13:12,800

Поміркуйте про дзеркала!

178

00:13:17,080 --> 00:13:23,080

У рефлекторах, світло відбивається дзеркалом замість того,
щоб проходити крізь лінзу.

179

00:13:23,160 --> 00:13:29,400

Це означає, що ви можете зробити дзеркало значно тонше, ніж лінзу, і можете підтримувати його знизу.

180

00:13:29,480 --> 00:13:34,640

В результаті ви зможете будувати дзеркала значно більші, ніж лінзи.

181

00:13:35,640 --> 00:13:39,720

Великі дзеркала з'явилися в південній Каліфорнії століття тому.

182

00:13:39,800 --> 00:13:44,880

У той час, Гора Вілсон була віддаленим піком у диких горах Сан Габрієль.

183

00:13:44,960 --> 00:13:49,080

Небо було чисте і ночі були темні.

184

00:13:49,160 --> 00:13:53,640

Саме тут, Джордж Елері Хейл спочатку побудував полутораметровий телескоп

185

00:13:53,720 --> 00:13:58,400

який був менший, ніж давно відправлений на відпочинок Левіафан Лорда Роса ,
але він був значно кращої якості,

186

00:13:58,480 --> 00:14:02,160

і також знаходився в значно кращих астрономічних умовах.

187

00:14:02,240 --> 00:14:07,640

Хейл умовив місцевого бізнесмена Джона Хукера
профінансувати будівництво інструменту діаметром два с половиною метра.

188

00:14:07,720 --> 00:14:12,560

Тонни скла та сталевих конструкцій були внесені на гору Вілсон.

189

00:14:12,640 --> 00:14:16,000

Телескоп Хукера був закінчений у 1917 році.

190

00:14:16,080 --> 00:14:20,240

Він залишається найбільшим телескопом у світі наступні 30 років.

191

00:14:20,320 --> 00:14:25,400

Велике знаряддя космічної артилерії, готове атакувати Всесвіт.

192

00:14:28,480 --> 00:14:31,080

Він так і зробив!

193

00:14:31,160 --> 00:14:34,240

Неймовірний розмір нового телескопа

194

00:14:34,280 --> 00:14:37,240

викликав зміни в самому підході до спостережень.

195

00:14:37,280 --> 00:14:40,800

Астрономам більше не потрібно було вдивлятися в окуляр нового гіганта

196

00:14:40,880 --> 00:14:45,960

замість цього вони годинами збирали світло на фотопластини.

197

00:14:46,000 --> 00:14:50,800

Ніколи до цього ніхто не вдивлявся так далеко в космос.

198

00:14:50,880 --> 00:14:55,160

Спіральні туманності виявилися наповненими по самі вінця окремими зірками.

199

00:14:55,240 --> 00:14:59,560

Чи не є вони такими ж зоряними системами ,
як і наш Молочний Шлях?

200

00:14:59,640 --> 00:15:03,800

У Туманності Андромеди, Едвін Хаббл відкрив зірки особливого типу,

201

00:15:03,880 --> 00:15:07,400

які міняють свою яскравість з точністю хронометра.

202

00:15:07,480 --> 00:15:11,720

На основі своїх спостережень Хаббл зміг визначити відстань до Туманності Андромеди:

203

00:15:11,800 --> 00:15:15,960
майже мільйон світлових років.

204

00:15:16,080 --> 00:15:22,720
Спіральні туманності, такі як Туманність Андромеди
були точно окремі, самостійні галактики.

205

00:15:24,480 --> 00:15:27,320
Але це була не найнеймовірніша річ.

206

00:15:27,400 --> 00:15:32,000
Більшість з цих галактик віддалялися від Молочного Шляху.

207

00:15:32,080 --> 00:15:37,640
На горі Вілсон, Хаббл відкрив, що сусідні галактики
віддалялися з малими швидкостями...

208

00:15:37,640 --> 00:15:42,480
тоді як віддалені галактики – з великими.

209

00:15:42,560 --> 00:15:43,720
Висновок?

210

00:15:43,800 --> 00:15:46,560
Всесвіт розширюється.

211

00:15:46,640 --> 00:15:53,400
Телескоп Хукера надав можливість ученим зробити
найфундаментальніше астрономічне відкриття
двадцятого століття.

212

00:15:56,080 --> 00:16:00,640
Завдяки телескопу, ми змогли відновити історію Всесвіту.

213

00:16:00,720 --> 00:16:04,880
Менше ніж 14 мільярдів років назад, Всесвіт народився

214

00:16:04,960 --> 00:16:09,240
у величезному вибуху часу і простору,
матерії та енергії, який називають

215

00:16:09,280 --> 00:16:11,560
Великим.

216

00:16:11,640 --> 00:16:17,480
Крихітні квантові брижі вирости
у щільні згустки первісного бульйону ,

217

00:16:17,560 --> 00:16:20,160

з якого потім сконденсувалися галактики

218

00:16:20,240 --> 00:16:23,800

приголомшуючої різноманітності розмірів і форм.

219

00:16:26,560 --> 00:16:30,400

Ядерний синтез в ядрах старих зірок став джерелом нових атомів –

220

00:16:30,480 --> 00:16:34,880

вуглецю, кисню, заліза, золота.

221

00:16:34,960 --> 00:16:39,640

Вибухи найновіших викидали ці важкі елементи знову в космос.

222

00:16:39,720 --> 00:16:43,080

Матеріал для формування нових зірок

223

00:16:43,160 --> 00:16:44,800

і планет!

224

00:16:46,880 --> 00:16:54,880

Колись, десь, якось, прості органічні молекули еволюціонували в живі організми.

225

00:16:54,960 --> 00:17:00,560

Життя – це диво у Всесвіті, що весь час змінюється.

226

00:17:00,640 --> 00:17:02,880

А людство – зоряний пил.

227

00:17:02,960 --> 00:17:07,000

Це велика вистава та історія без кінця ,

228

00:17:07,080 --> 00:17:11,160

що донесена до нас спостереженнями за допомогою телескопів.

229

00:17:11,240 --> 00:17:15,640

Уявіть – без телескопа ми б знали тільки про шість планет,

230

00:17:15,720 --> 00:17:18,160

один місяць і декілька тисяч зірок.

231

00:17:18,240 --> 00:17:22,400

Астрономія залишилася б немовлям.

232

00:17:23,640 --> 00:17:27,480

Як закопані клади, скарби Всесвіту волають

233

00:17:27,560 --> 00:17:30,000

до допитливих з прадавніх часів.

234

00:17:30,080 --> 00:17:35,480

Володарі, політики і промисловці,
так само як і люди науки,

235

00:17:35,560 --> 00:17:40,240

відчули привабливість невідомих просторів космосу
і, з початком використання телескопів

236

00:17:40,280 --> 00:17:45,400

межа досліджень швидко поширилась на весь Всесвіт.

237

00:17:59,800 --> 00:18:02,640

У Джорджа Елері Хейла була одна велика мрія:

238

00:18:02,720 --> 00:18:06,960

побудувати телескоп в два рази більший за попереднього рекордсмена.

239

00:18:07,000 --> 00:18:10,880

Зустрічайте – прима астрономії двадцятого століття

240

00:18:10,960 --> 00:18:15,880

–п'ятиметровий телескоп Хейла на горі Паломар.

241

00:18:15,960 --> 00:18:20,560

Більше п'ятисотен тон рухливої ваги, що настільки точно відбалансовани,

242

00:18:20,640 --> 00:18:24,640

що рухаються з грацією балерини.

243

00:18:24,720 --> 00:18:30,240

Його дзеркало масою сорок тон виявляє зірки в сорок мільйонів разів
тьмяніше, ніж видимі неозброєним оком.

244

00:18:30,280 --> 00:18:35,240

Почав свою роботу у 1948 році, телескоп Хейла
дав нам неперевершенні зображення планет...

245

00:18:35,280 --> 00:18:38,800

зоряних скупчень, туманностей і галактик.

246

00:18:41,080 --> 00:18:44,960

Гігант Юпітер зі своїми багаточисельними місяцями.

247

00:18:45,080 --> 00:18:49,080

Прекрасна тумманість Вогонь.

248

00:18:49,160 --> 00:18:54,240

Тьмяні джгути газу в Туманності Оріону.

249

00:18:59,880 --> 00:19:02,080

Але чи можемо ми зробити ще більше?

250

00:19:02,160 --> 00:19:06,240

Радянські астрономи спробували в кінці сімдесятих років.

251

00:19:06,280 --> 00:19:10,640

Високо в горах Кавказу вони побудували

Великий Телескоп Азимутальний

252

00:19:10,720 --> 00:19:14,880

з головним дзеркалом шість метрів у діаметрі.

253

00:19:14,960 --> 00:19:17,640

Але і він не зміг виправдав очікувань, що на нього поклали...

254

00:19:17,720 --> 00:19:21,720

Він був дуже великий, дуже кошковий та дуже вередливий.

255

00:19:21,800 --> 00:19:24,960

Невже будівельники телескопів повинні здатися?

256

00:19:25,080 --> 00:19:28,480

Чи повинні вони поховати надії на ще більші телескопи?

257

00:19:28,560 --> 00:19:31,960

Чи досягла історія телескопа свого передчасного кінця?

258

00:19:32,080 --> 00:19:33,400

Звичайно, ні.

259

00:19:33,480 --> 00:19:36,480

Сьогодні у нас в експлуатації є телескопи з дзеркалом діаметром десять метрів.

260

00:19:36,560 --> 00:19:39,160

і ще більші знаходяться на креслярській дошці.

261

00:19:39,240 --> 00:19:40,720

Яке було рішення?

262

00:19:40,800 --> 00:19:42,640

Нові технології.

263

00:19:44,000 --> 00:19:48,760

3. Порятуюнок технологією

264

00:19:48,960 --> 00:19:52,800

Сучасні автомобілі не виглядають як модель Форда Т

265

00:19:52,880 --> 00:19:56,280

так само і сучасні телескопи абсолютно відрізняються від їх класичних предків

266

00:19:56,360 --> 00:19:58,680

– таких, як 5-тиметровий телескоп Хейла.

267

00:19:58,760 --> 00:20:01,880

3 одного боку, їх монтування значно менші.

268

00:20:01,960 --> 00:20:05,840

Старі монтування були екваторіальними – такими, де одна вісь

269

00:20:05,920 --> 00:20:09,720

була завжди паралельна осі обертання Землі

270

00:20:09,800 --> 00:20:13,480

Аби рухатися згідно руху зоряного неба, телескоп повинен був всього лише

271

00:20:13,560 --> 00:20:18,200

обертатися довкола цієї вісі з тією ж швидкістю з якою обертається Земля.

272

00:20:18,280 --> 00:20:21,160

Начебто просто, але дуже громіздко.

273

00:20:21,240 --> 00:20:26,040

Сучасні альт-азимутальні монтування значно компактніші.

274

00:20:26,080 --> 00:20:30,440

З такими монтуваннями телескопи подібні до гармат.

275

00:20:30,480 --> 00:20:35,240

Потрібно просто обрати висоту і азимут.

276

00:20:35,320 --> 00:20:38,640

Єдина проблема – рухатися згідно руху небесної сфери.

277

00:20:38,720 --> 00:20:44,240

Для цього телескоп доводиться обертати довкола обох осей з різними швидкостями.

278

00:20:44,320 --> 00:20:50,720

І це стало можливим лише коли телескопи набули керування комп'ютерами.

279

00:20:50,800 --> 00:20:52,840

Маленьке монтування простіше побудувати

280

00:20:52,920 --> 00:20:57,520

більш того, воно вміщується в менший купол.

Це теж зменшує вартість

281

00:20:57,600 --> 00:21:00,320

і покращує якість зображення.

282

00:21:00,400 --> 00:21:03,800

Як приклад розглянемо два телескопи Кек на Гаваях.

283

00:21:03,880 --> 00:21:06,600

Не дивлячись на те, що їх десятиметрові дзеркала у два рази більші порівняно

284

00:21:06,680 --> 00:21:10,440

з дзеркалом телескопа Хейла ,
кожен з них

285

00:21:10,520 --> 00:21:13,240

вміщується до меншого купола.

286

00:21:15,080 --> 00:21:17,440

Дзеркала телескопів також розвивалися.

287

00:21:17,520 --> 00:21:19,120

Раніше вони були товстими та важкими.

288

00:21:19,200 --> 00:21:21,840

Сучасні стали тонкими і легкими.

289

00:21:21,920 --> 00:21:26,800

Дзеркала великого діаметра відливаються в гігантських печах, що обертаються.

290

00:21:26,880 --> 00:21:30,320

Вони великі , як і раніше, але завтовшки двадцять сантиметрів.

291

00:21:30,400 --> 00:21:32,960

Їх складні вузли, що підтримують тонке дзеркало, не дозволяють йому

292

00:21:33,080 --> 00:21:35,200

розтріскуватися під власною вагою.

293

00:21:35,280 --> 00:21:39,120

Плунжери і актуатори, керовані комп'ютерами ,
допомагають зберігати поверхню

294

00:21:39,200 --> 00:21:40,840

у відмінній формі.

295

00:21:43,400 --> 00:21:45,520

Такі системи називаються системами активної оптики.

296

00:21:45,600 --> 00:21:49,840

Ідея полягає в тому, аби компенсувати
і виправити деформації головного дзеркала,

297

00:21:49,920 --> 00:21:54,560

що виникли як наслідок дії сили тяжіння, вітра або температури.

298

00:21:54,640 --> 00:21:58,240

Сучасне тонке дзеркало важить значно менше власних попередників.

299

00:21:58,320 --> 00:22:01,440

Це означає, що всі опорні вузли включаючи монтування

300

00:22:01,560 --> 00:22:03,440

стали набагато тонші і легші.

301

00:22:03,520 --> 00:22:05,560

І дешевші!

302

00:22:05,640 --> 00:22:08,360

Ось телескоп з дзеркалом три цілих шість десятих, виготовлений за новою технологією.

303

00:22:08,440 --> 00:22:11,760

Він побудований європейськими астрономами в кінці вісімдесятих .

304

00:22:11,840 --> 00:22:14,840

Це випробувальний майданчик для багатьох технологій,

305

00:22:14,920 --> 00:22:16,120

що використовують при будівництві сучасних телескопів.

306

00:22:16,200 --> 00:22:20,960

Навіть його башта не має нічого спільного з традиційними куполами телескопів.

307

00:22:21,080 --> 00:22:24,240

Телескоп, виготовлений за новою технологією, велики крок вперед.

308

00:22:24,320 --> 00:22:27,280

Прийшов час здолати шестиметровий бар'єр.

309

00:22:27,600 --> 00:22:31,400

Обсерваторія Мауна-кеа знаходиться на вищій точці над Тихим Океаном,

310

00:22:31,480 --> 00:22:34,960

на висоті 4200 метрів над рівнем моря.

311

00:22:36,960 --> 00:22:41,120

На пляжах Гаваїв туристи насолоджуються сонцем і серфінгом.

312

00:22:41,200 --> 00:22:44,520

а високо над ними астрономи стикаються із заморожуючими температурами

313

00:22:44,600 --> 00:22:51,160

та боязню висоти в своєму пошуку відкриттів загадок Всесвіту.

314

00:22:51,240 --> 00:22:54,120

Телескопи Кек – одні з найбільших в світі.

315

00:22:54,200 --> 00:22:59,120

Їх десятиметрові дзеркала тонкі, як вафля.

316

00:22:59,200 --> 00:23:04,040

Мозаїчні, як кахельна підлога, складаються з 36 шестикутних сегментів

317

00:23:04,120 --> 00:23:07,480

кожен з яких керується з точністю до нанометра.

318

00:23:07,560 --> 00:23:11,200

Вони – справжні гіганти, спрямовані в небо.

319

00:23:11,280 --> 00:23:14,120

Це храми науки.

320

00:23:14,200 --> 00:23:16,600

Захід над Мауна Кеа.

321

00:23:16,680 --> 00:23:21,720

Телескопи Кек починають збирати фотони з далеких куточків космосу.

322

00:23:21,800 --> 00:23:24,520

Їх дзеркала-близнята разом працюють ефективніше

323

00:23:24,600 --> 00:23:27,440

у порівнянні з попередніми телескопами.

324

00:23:27,520 --> 00:23:30,360

Що у нас сьогодні?

325

00:23:34,680 --> 00:23:39,520

Пара галактик, що взаємопоглинаються. Вони віддалені на мільярди світлових років від Землі?

326

00:23:39,600 --> 00:23:45,320

Вмираюча зірка, що робить останній видих в планетарну туманність?

327

00:23:45,400 --> 00:23:51,040

Або, можливо, планета поза сонячною системою, де є життя?

328

00:23:51,120 --> 00:23:55,920

У Сьерро Парана, в пустелі Атакама, в Чилі – найсухішому місці Землі –

329

00:23:55,960 --> 00:24:00,040

ми знайдемо найбільшу будь-коли побудовану астрономічну машину –

330

00:24:00,120 --> 00:24:03,560

Європейський Дуже Великий Телескоп.

331

00:24:16,200 --> 00:24:19,520

Це чотири телескопи,

332

00:24:19,600 --> 00:24:22,760

дзеркало кожного розміром 8.2 метра.

333

00:24:22,840 --> 00:24:24,120

Анту.

334

00:24:24,200 --> 00:24:25,240

Куйен.

335

00:24:25,320 --> 00:24:26,320

Меліпал.

336

00:24:26,400 --> 00:24:27,760

Епун.

337

00:24:27,840 --> 00:24:33,440

Імена, дані індіями Мапучо Сонцю, Місяцю,
Південному Хресту та Венері.

338

00:24:33,520 --> 00:24:37,800

Ці великі дзеркала були відлиті в Германії, полірувалися у Франції,
були привезені в Чилі...

339

00:24:37,880 --> 00:24:41,240

і потім були повільно транспортовані через пустелю.

340

00:24:41,320 --> 00:24:44,960

На заході ступки башт відкриваються

341

00:24:45,040 --> 00:24:48,560

і зоряне світло потрапляє на дзеркала.

342

00:24:49,280 --> 00:24:52,080

Відбуваються нові відкриття.

343

00:24:55,920 --> 00:24:58,160

Лазер пронизує зоряне небо.

344

00:24:58,240 --> 00:25:00,680

Він проектує штучну зірку в атмосферу

345

00:25:00,760 --> 00:25:03,840

на висоті 90 км над нашими головами.

346

00:25:03,920 --> 00:25:06,920

Хвильові сенсори вимірюють

347

00:25:06,960 --> 00:25:09,120

як атмосфера спотворює зображення цієї зірки.

348

00:25:09,200 --> 00:25:12,960

Потім надшвидкі комп'ютери
дають вказівки гнучкому дзеркалу, як

349

00:25:13,040 --> 00:25:15,800

воно повинне деформуватися, аби скорегувати
це спотворення.

350

00:25:15,880 --> 00:25:18,960
Як наслідок, зірки перестають мерехтіти.

351
00:25:19,040 --> 00:25:22,600
Це називається адаптивна оптика - найбільший, найчарівніший фокус

352
00:25:22,680 --> 00:25:24,320
сучасної астрономії.

353
00:25:24,400 --> 00:25:28,840
Наш погляд на Всесвіт спотворює атмосфера,

354
00:25:28,920 --> 00:25:32,880
але з адаптивною оптикою зображення дуже різкі.

355
00:25:35,480 --> 00:25:39,480
Інша частина оптичного чаклунства - інтерферометрія.

356
00:25:39,560 --> 00:25:43,360
Ідея полягає в тому, аби взяти зображення,
що отримали два телескопа,

357
00:25:43,440 --> 00:25:46,640
і поєднати їх в одне, дотримуючись

358
00:25:46,720 --> 00:25:49,320
відносних зсувів у світлових хвилях.

359
00:25:49,400 --> 00:25:53,160
Якщо це зробити досить точно, наслідком буде те,
що обоє телескопа

360
00:25:53,240 --> 00:25:56,600
діятимуть неначе вони були б частиною
одного колосального дзеркала

361
00:25:56,680 --> 00:25:59,920
розміром з відстань між ними.

362
00:25:59,960 --> 00:26:04,040
Як наслідок, інтерферометрія дає вашому телескопу зір орла.

363
00:26:04,120 --> 00:26:07,600
Це дозволяє меншим телескопам виявляти деталі,

364
00:26:07,680 --> 00:26:12,440
які інакше були б видимі
лише у значно більший телескоп.

365

00:26:12,520 --> 00:26:15,600

Два близнюки Кек на Мауна Кеа регулярно об'єднуються

366

00:26:15,680 --> 00:26:17,520

у інтерферометр.

367

00:26:17,600 --> 00:26:21,440

У Європейського Дуже Великого Телескопа всі чотири телескопи можуть працювати разом.

368

00:26:21,520 --> 00:26:24,760

На додаток до них можуть використовуватися ще декілька менших

369

00:26:24,840 --> 00:26:28,880

телескопів для збільшення чіткості картинки.

370

00:26:29,840 --> 00:26:33,400

Є і інші великі телескопи.

371

00:26:33,480 --> 00:26:37,480

Субару і Північний близнюк на Мауна-кеа.

372

00:26:37,560 --> 00:26:42,240

Південний близнюк і телескоп Магеллан у Чилі.

373

00:26:42,320 --> 00:26:46,280

Великий біноклярний телескоп в Арізоні.

374

00:26:48,200 --> 00:26:50,800

Всі вони знаходяться в найкращих астрономічних умовах:

375

00:26:50,840 --> 00:26:53,720

високо та сухо, чисто та темно.

376

00:26:53,840 --> 00:26:56,640

Їх очі -великі басейни .

377

00:26:56,760 --> 00:27:00,400

Всі вони укомплектовані адаптивною оптикою ,
аби компенсувати

378

00:27:00,440 --> 00:27:02,080

спотворюючі ефекти атмосфери.

379

00:27:02,200 --> 00:27:05,960

І інколи, у них з'являється роздільна здатність
віртуального бегемота

380

00:27:06,040 --> 00:27:08,640
завдяки інтерферометрії.

381
00:27:09,680 --> 00:27:11,800
Ось, що вони нам показали.

382
00:27:11,920 --> 00:27:13,400
Планети.

383
00:27:16,600 --> 00:27:18,240
Туманності.

384
00:27:19,360 --> 00:27:23,960
Справжні розміри і сплюснуті форми деяких зірок.

385
00:27:23,960 --> 00:27:27,160
Холодна планета, що обертається довкола коричневого карлика.

386
00:27:27,200 --> 00:27:31,480
Гігантські зірки, що огинають ядро нашої Галактики,

387
00:27:31,600 --> 00:27:36,720
керовані гравітацією чорної діри.

388
00:27:36,840 --> 00:27:40,400
Великий крок з часів Галілея.

389
00:27:40,000 --> 00:27:44,760
4. Від срібла до кремнію

390
00:27:45,840 --> 00:27:49,000
Минуло 400 років, як Галілео Галілей захотів показати всім,

391
00:27:49,120 --> 00:27:53,000
що він побачив за допомогою свого телескопа.
Йому довелося малювати від руки.

392
00:27:53,120 --> 00:27:56,240
Ніздрювате обличчя Луни.

393
00:27:56,360 --> 00:28:00,400
Танок супутників Юпітера.

394
00:28:00,520 --> 00:28:02,160
Плями на Сонці.

395
00:28:02,280 --> 00:28:04,160
Або зірки Оріону.

396

00:28:04,280 --> 00:28:06,720

Він опублікував свої малюнки в маленькій книжці

397

00:28:06,760 --> 00:28:08,400

"Зоряний Вісник".

398

00:28:08,440 --> 00:28:10,800

В той час це був єдиний спосіб поділитися своїми відкриттями

399

00:28:10,920 --> 00:28:12,400

з іншими людьми.

400

00:28:12,440 --> 00:28:16,640

Майже два століття астрономам потрібно було вміти малювати.

401

00:28:16,760 --> 00:28:19,000

Дивлячись в окуляр телескопа, вони малювали

402

00:28:19,120 --> 00:28:20,960

детальні зображення того, що бачили.

403

00:28:21,040 --> 00:28:23,080

Повний пейзаж Луни.

404

00:28:23,200 --> 00:28:25,960

Вихор в атмосфері Юпітера.

405

00:28:26,040 --> 00:28:29,000

Тонка вуаль газу у віддаленій туманності.

406

00:28:29,120 --> 00:28:32,320

Інколи вони перебільшували те, що бачили.

407

00:28:32,440 --> 00:28:36,560

Темні лінії на поверхні Марса вважалися каналами

408

00:28:36,680 --> 00:28:39,880

і передбачали наявність життя на поверхні червоної планети.

409

00:28:39,960 --> 00:28:43,480

Тепер ми знаємо, що канали були оптичною ілюзією.

410

00:28:43,600 --> 00:28:47,160

Що астрономам дійсно було потрібно, так це спосіб об'єктивно

411

00:28:47,280 --> 00:28:51,480

фіксувати світло, зібране телескопами без необхідності

412

00:28:51,520 --> 00:28:54,480

пропускати його через свої мозок і олівець.

413

00:28:54,600 --> 00:28:57,400

На допомогу прийшла фотографія.

414

00:28:58,760 --> 00:29:01,160

Це перший дагеротип Місяця,

415

00:29:01,200 --> 00:29:03,880

виготовлений в 1840 році Генрі Дрейпером.

416

00:29:03,920 --> 00:29:07,240

Фотографії на той момент було всього 15 років,

417

00:29:07,360 --> 00:29:10,880

але астрономи швидко зрозуміли її революційні можливості.

418

00:29:10,920 --> 00:29:13,080

Як працювала фотографія?

419

00:29:13,120 --> 00:29:17,160

У чутливій емульсії фотопластики знаходяться

420

00:29:17,280 --> 00:29:19,400

маленькі зерна галогеніду срібла.

421

00:29:19,440 --> 00:29:22,160

Під дією світла вони стануть чорні.

422

00:29:22,200 --> 00:29:24,800

Ми отримаємо негативне зображення зоряного неба

423

00:29:24,920 --> 00:29:28,080

з темними зірками на білому фоні.

424

00:29:28,200 --> 00:29:31,560

Але реальна перевага в тому, що фотопластика

425

00:29:31,680 --> 00:29:33,960

може експонуватися годинами.

426

00:29:34,040 --> 00:29:36,720

За допомогою очей, адаптованих до освітленості нічного неба

427

00:29:36,760 --> 00:29:39,640

ви не побачите більше зірок ,

428

00:29:39,680 --> 00:29:42,320

навіть якщо дивитися на них дуже довго.

429

00:29:42,440 --> 00:29:45,240

Але за допомогою фотопластини

430

00:29:45,360 --> 00:29:48,480

ви можете збирати і накопичувати світло годинами

431

00:29:48,600 --> 00:29:52,880

так, чим триваліша експозиція, тим вона покаже більше і більше зірок.

432

00:29:52,920 --> 00:29:54,160

І ще більше.

433

00:29:54,200 --> 00:29:55,240

І ще.

434

00:29:55,360 --> 00:29:57,320

І потім ще небагато.

435

00:29:58,360 --> 00:30:02,000

У 50-х роках минулого століття, в обсерваторії Маунт Паломар

436

00:30:02,120 --> 00:30:05,160

для фотографування всього північного неба використовувався телескоп Шмідта.

437

00:30:05,280 --> 00:30:10,080

Майже дві тисячі фотопластин, кожна експонована близько години.

438

00:30:10,120 --> 00:30:12,960

Скринька із скарбами відкриттів.

439

00:30:12,960 --> 00:30:17,080

Фотографія зробила з астрономії справжню науку.

440

00:30:17,200 --> 00:30:21,480

Об'єктивну, вимірну, відтворювану.

441

00:30:21,600 --> 00:30:23,240

Але срібло було повільним

442

00:30:23,280 --> 00:30:25,480

і вам доводилося терпіти це.

443

00:30:27,120 --> 00:30:29,880
Цифрова революція змінила все.

444

00:30:29,920 --> 00:30:31,640
Кремній замінив срібло.

445

00:30:31,760 --> 00:30:34,480
Пікселі замінили зерна.

446

00:30:36,360 --> 00:30:40,000
Навіть у споживчих камерах
ми більше не використовуємо фотоплівки.

447

00:30:40,120 --> 00:30:43,560
Замість цього, зображення записуються на чіп ,
чутливий до світла -

448

00:30:43,600 --> 00:30:47,800
Прилад із Зарядовим Зв'язком (або ПЗЗ).

449

00:30:47,920 --> 00:30:51,560
Професійні ПЗЗ вкрай ефективні

450

00:30:51,680 --> 00:30:54,640
і, аби зробити їх ще чутливішими,

451

00:30:54,680 --> 00:30:57,960
їх охолоджують нижче за нуль градусів Цельсію
за допомогою рідкого азоту.

452

00:30:58,040 --> 00:31:00,720
Реєструється практично кожен фотон .

453

00:31:00,760 --> 00:31:05,640
Як наслідок- експозиція набагато коротша.

454

00:31:05,760 --> 00:31:09,480
Що обсерваторія Маунт Паломар досягала за годину

455

00:31:09,600 --> 00:31:13,160
ПЗЗ може зробити за декілька коротких хвилин.

456

00:31:13,200 --> 00:31:15,560
Використовуючи менший телескоп.

457

00:31:15,600 --> 00:31:18,080

Кремнієва революція ще далека від завершення.

458

00:31:18,200 --> 00:31:21,080

Астрономи побудували великі ПЗЗ камери

459

00:31:21,200 --> 00:31:23,560

з сотнями мільйонів пікселів

460

00:31:23,600 --> 00:31:26,320

і ще більші знаходяться у розробці.

461

00:31:28,120 --> 00:31:32,560

Великою гідністю цифрових камер є те, що вони -цифрові.

462

00:31:32,600 --> 00:31:35,800

Вони призначені для того, щоб працювати з комп'ютерами.

463

00:31:35,840 --> 00:31:38,800

Астрономи використовують спеціальне програмне забезпечення

464

00:31:38,840 --> 00:31:40,880

для обробки спостереження.

465

00:31:40,880 --> 00:31:45,080

Витягування, або посилення контрасту
відкриває найтьмяніші деталі

466

00:31:45,200 --> 00:31:47,640

туманностей або галактик.

467

00:31:47,760 --> 00:31:51,240

Колірне кодування покращує видимість

468

00:31:51,280 --> 00:31:53,640

погано помітних деталей.

469

00:31:53,680 --> 00:31:57,880

Більш того, комбінуючи багато зображень
одного об'єкту ,

470

00:31:57,920 --> 00:32:00,400

отриманих за допомогою фільтрів різних кольорів

471

00:32:00,520 --> 00:32:04,320

ми можемо створювати дивні композиції

472

00:32:04,440 --> 00:32:06,720

які розмивають межі науки та мистецтва.

473

00:32:06,840 --> 00:32:09,880

Ви теж можете дістати користь від цифрової астрономії.

474

00:32:09,960 --> 00:32:13,960

Ще ніколи не було так просто

475

00:32:13,960 --> 00:32:15,800

знайти чудові зображення космосу,

476

00:32:15,920 --> 00:32:20,080

які знаходяться від вас на відстані

всього одного клацання мишкою!

477

00:32:20,680 --> 00:32:24,160

Роботизовані телескопи, укомплектовані

чутливими електронними детекторами

478

00:32:24,280 --> 00:32:27,800

продовжують спостерігати небо прямо зараз.

479

00:32:27,920 --> 00:32:30,880

Телескоп SLOAN у Нью-Мексіко сфотографував

480

00:32:30,960 --> 00:32:34,000

занатував в каталог сотні мільйонів небесних об'єктів,

481

00:32:34,120 --> 00:32:38,160

виміряв відстані до мільйона галактик

482

00:32:38,280 --> 00:32:41,480

і відкрив сотні тисяч нових квазарів.

483

00:32:41,520 --> 00:32:44,000

Але однієї зйомки не вистачить-

484

00:32:44,120 --> 00:32:47,400

Всесвіт постійно змінюється.

485

00:32:47,520 --> 00:32:51,240

З'являються та зникають крижані комети, залишаючи на згадку про себе

486

00:32:51,280 --> 00:32:53,640

розсіяні в просторі уламки.

487

00:32:53,760 --> 00:32:56,720

Повз нас пролітають астероїди.

488

00:32:56,840 --> 00:33:00,560

Далекі планети обертаються довкола своїх материнських зірок

489

00:33:00,680 --> 00:33:02,880

затуляючи на якийсь час частину їх світла.

490

00:33:02,960 --> 00:33:08,800

Вибухають найновіші, в той час, як десь народжуються нові зірки.

491

00:33:08,840 --> 00:33:17,960

Спалахують пульсари, вибухають джерела гамма-променів чорні діри накопичують речовину.

492

00:33:18,040 --> 00:33:21,720

Для того, щоб стежити за всіма цими грандіозними забавками Природи

493

00:33:21,840 --> 00:33:25,240

астрономи хочуть виконувати фотографування всього зоряного неба щороку.

494

00:33:25,360 --> 00:33:26,840

Кожного місяця.

495

00:33:26,920 --> 00:33:28,640

Кожного тижня.

496

00:33:28,680 --> 00:33:33,800

Принаймні в цьому полягає амбітна мета Великого Синоптичного Дослідницького Телескопа.

497

00:33:33,920 --> 00:33:39,400

Якщо його завершать в 2015 році ,то його трехгигапксельная камера

498

00:33:39,440 --> 00:33:42,080

відкриє справжнє "вікно"- веб-камеру у Всесвіт.

499

00:33:42,200 --> 00:33:45,960

Для того, щоб виконати мрії астрономів

500

00:33:46,040 --> 00:33:51,080

цей телескоп-рефлектор фотографуватиме практично все небо кожні три ночі.

501

00:33:56,000 --> 00:34:00,760

5. Спостерігаємо те,що не бачимо.

502

00:34:02,360 --> 00:34:05,080
Коли ви слухаєте вашу улюблену музику, ваші вуха сприймають...

503
00:34:05,160 --> 00:34:08,800
широкий діапазон частот від низького гуркоту басів

504
00:34:08,920 --> 00:34:12,120
до вібрацій високих тонів.

505
00:34:12,200 --> 00:34:14,960
Тепер уявіть, що ваші вуха чутливі до дуже обмеженого

506
00:34:15,360 --> 00:34:16,920
діапазону частот.

507
00:34:16,960 --> 00:34:19,520
Ви-пропустили найцікавіше!

508
00:34:19,600 --> 00:34:23,000
Саме у такій ситуації знаходяться астрономи.

509
00:34:23,080 --> 00:34:26,160
Наші очі чутливі до дуже вузького діапазону

510
00:34:26,240 --> 00:34:29,000
світлових частот ,

511
00:34:29,080 --> 00:34:31,560
але ми абсолютно не чутливі до інших форм

512
00:34:31,640 --> 00:34:33,600
електромагнітного випромінювання.

513
00:34:33,680 --> 00:34:36,640
Але у Всесвіті є багато об'єктів, які випромінюють...

514
00:34:36,720 --> 00:34:39,960
у інших частинах електромагнітного спектру.

515
00:34:40,040 --> 00:34:43,760
Наприклад, в тридцятих роках, абсолютно випадково було відкрито,

516
00:34:43,840 --> 00:34:47,240
що з глибин космосу до нас приходять радіохвилі.

517
00:34:47,320 --> 00:34:49,960
Деякі з цих хвиль подібні до частот

518

00:34:50,040 --> 00:34:53,160
радіо, але вони значно слабкіші

519

00:34:53,240 --> 00:34:55,280
та , звичайно, на них нема чого слухати.

520

00:34:56,520 --> 00:34:59,960
Аби налаштуватися на радіо Всесвіту, вам потрібно

521

00:35:00,040 --> 00:35:02,560
щось подібне до приймача, а саме радіотелескоп.

522

00:35:02,680 --> 00:35:06,960
Для довгих хвиль радіотелескоп працює, як дзеркало-тарілка .

523

00:35:07,040 --> 00:35:10,080
Це дуже схоже на головне дзеркало оптичного телескопа.

524

00:35:10,200 --> 00:35:14,400
Але, оскільки радіохвилі значно довші за хвилі видимого світла,

525

00:35:14,440 --> 00:35:17,240
поверхня цієї тарілки не має бути такою ж гладкою,

526

00:35:17,360 --> 00:35:19,000
як поверхня дзеркала.

527

00:35:19,120 --> 00:35:21,640
І з цієї причини значно простіше будувати...

528

00:35:21,680 --> 00:35:26,800
великі радіотелескопи, ніж оптичні телескопи більшого розміру.

529

00:35:26,840 --> 00:35:30,960
Для радіохвиль набагато простіше створювати ефекти інтерферометрії

530

00:35:30,960 --> 00:35:34,080
для збільшення рівня деталізації

531

00:35:34,120 --> 00:35:37,960
шляхом поєднання сприйняття світла від двох окремих телескопів

532

00:35:38,040 --> 00:35:41,560
неначебто вони були частиною однієї гігантської тарілки.

533

00:35:41,600 --> 00:35:44,640
Дуже Великий Масив в Нью-Мексіко, наприклад

534

00:35:44,680 --> 00:35:49,720

складається з 27 окремих антен , кожна діаметром в 25 метрів.

535

00:35:49,760 --> 00:35:52,960

Вони рухаються незалежно одна від одної

536

00:35:53,040 --> 00:35:56,400

і, в найбільш розширеній конфігурації
віртуальна тарілка, імітована масивом

537

00:35:56,520 --> 00:36:00,800

еквівалентна розміру радіотелескопа діаметром 36 кілометрів.

538

00:36:00,920 --> 00:36:03,560

Одже, як Всесвіт виглядає в радіохвилях?

539

00:36:03,680 --> 00:36:08,000

По-перше наше Сонце світить дуже яскраво в радіодіапазоні.

540

00:36:08,120 --> 00:36:10,720

Так само, як і центр нашої Галактики Чумацький Шлях.

541

00:36:10,760 --> 00:36:12,400

Але є ще дещо.

542

00:36:12,520 --> 00:36:16,480

Пульсари – це дуже щільні зоряні мерці

543

00:36:16,520 --> 00:36:18,640

які випромінюють радіохвилі дуже вузьким променем.

544

00:36:18,680 --> 00:36:21,800

На додаток до всього, вони обертаються з частотою

545

00:36:21,840 --> 00:36:23,720

сотні обертів за секунду.

546

00:36:23,760 --> 00:36:27,800

Пульсари виглядають, як «радіоблискавки»,

547

00:36:27,920 --> 00:36:31,320

Ми сприймаємо від них послідовність швидких радіоімпульсів ,

548

00:36:31,360 --> 00:36:34,320

що постійно повторюється.

549

00:36:34,440 --> 00:36:36,640

Звідси їх назва - пульсари.

550

00:36:36,680 --> 00:36:39,320

Радіоджерело, відоме як Касіопея А,

551

00:36:39,440 --> 00:36:43,640

насправді - залишок найновішої, що вибухнула в сімнадцятому столітті.

552

00:36:43,680 --> 00:36:48,240

Центавр А, Лебідь А і Дева А – це все гігантські галактики

553

00:36:48,280 --> 00:36:50,640

які випромінюють величезні об'єми радіохвиль.

554

00:36:50,680 --> 00:36:55,960

Кожна галактика живиться масивною чорною дірою, що знаходиться в її центрі.

555

00:36:56,040 --> 00:37:00,000

Деякі з цих радіогалактик і квазарів

є настільки потужними джерелами,

556

00:37:00,120 --> 00:37:05,320

що сигнали від них приймаються на відстані

у десять мільярдів світлових років.

557

00:37:05,360 --> 00:37:08,880

І потім є ще слабке, відносно короткохвильове випромінювання,

558

00:37:08,960 --> 00:37:11,320

що наповнює весь Всесвіт,

559

00:37:11,360 --> 00:37:14,160

відоме як космічне реліктове випромінювання -

560

00:37:14,200 --> 00:37:16,400

відлуння Великого Вибуху.

561

00:37:16,440 --> 00:37:20,560

світанок Всесвіту.

562

00:37:22,120 --> 00:37:26,400

У кожної частини електромагнітного спектру є власна частина історії.

563

00:37:26,440 --> 00:37:29,960

На міліметрових і субміліметрових довжинах хвиль астрономи вивчають

564

00:37:29,960 --> 00:37:33,080

утворення галактик та походження

565

00:37:33,200 --> 00:37:37,240

зірок, планет нашого Молочного Шляху...

566

00:37:37,280 --> 00:37:41,400

Але більшість цього випромінювання блокується водяною парою нашої атмосфери.

567

00:37:41,520 --> 00:37:44,400

Спостерігати його потрібно високо та в сухому кліматі.

568

00:37:44,440 --> 00:37:47,320

Наприклад, у Ліано Чайнантор.

569

00:37:47,440 --> 00:37:50,960

На висоті п'яти кілометрів над рівнем моря це сюрреалістичне плато

570

00:37:50,960 --> 00:37:53,960

у північному Чилі стало будівельним майданчиком АБММ -

571

00:37:54,040 --> 00:37:56,880

Атакамського Великого Міліметрового Масива.

572

00:37:56,920 --> 00:38:01,880

Після свого завершення у 2014 році АБММ стане найбільшою астрономічною обсерваторією

573

00:38:01,920 --> 00:38:04,320

з будь-коли побудованих.

574

00:38:04,840 --> 00:38:09,960

64 антени кожна вагою 100 тонн, працюватимуть в унісон.

575

00:38:09,960 --> 00:38:13,880

Величезні вантажівки розвозитимуть їх ділянкою, розміром з Лондон,

576

00:38:13,960 --> 00:38:16,800

...для збільшення деталізації зображень або звозити їх близько одна до одної

577

00:38:16,880 --> 00:38:19,000

аби забезпечити широкий поле зору.

578

00:38:19,120 --> 00:38:23,240

Кожне переміщення здійснюватиметься з точністю до міліметра.

579

00:38:24,680 --> 00:38:28,160

багато об'єктів Всесвіту випромінюють в інфрачервоному діапазоні.

580

00:38:28,280 --> 00:38:31,960

Відкрите Уїльямом Гершелем, інфрачервоне випромінювання також називають

581

00:38:32,040 --> 00:38:36,720

«тепловим» тому, що воно випромінюється відносно теплими об'єктами.

582

00:38:36,760 --> 00:38:39,080

Навіть людьми.

583

00:38:41,840 --> 00:38:45,240

Ви краще знаєте інфрачервоне випромінювання, ніж думаєте,

584

00:38:45,360 --> 00:38:48,240

тому що на Землі це випромінювання використовується

585

00:38:48,360 --> 00:38:51,160

у приладах нічного бачення і відеокамерах.

586

00:38:51,280 --> 00:38:55,160

Для прийому інфрачервоного випромінювання від віддалених об'єктів астрономи використовують

587

00:38:55,280 --> 00:38:58,960

дуже чутливі датчики, які охолоджуються до температури всього декілька градусів

588

00:38:59,040 --> 00:39:04,000

вище за абсолютний нуль, аби знизити їх власне теплове випромінювання.

589

00:39:06,920 --> 00:39:11,720

Сьогодні, більшість великих оптичних телескопів обладнані інфрачервоними камерами.

590

00:39:11,760 --> 00:39:15,320

Вони дозволяють бачити крізь космічні хмари пилу, відкриваючи

591

00:39:15,440 --> 00:39:20,240

новонароджені зірки усередині них - щось, що не може бути видно в оптичному діапазоні.

592

00:39:20,280 --> 00:39:25,080

Візьмемо для прикладу це зображення відомих зоряних ясель в Оріоні.

593

00:39:25,200 --> 00:39:27,400

Але погляньте, наскільки велика різниця у порівнянні з тим, що видно

594

00:39:27,520 --> 00:39:30,080
в інфрачервоній камері!

595

00:39:30,200 --> 00:39:33,320

Можливість бачити в інфрачервоному світлі також дуже допомагає у вивченні

596

00:39:33,360 --> 00:39:35,960

найбільш віддалених галактик.

597

00:39:35,960 --> 00:39:41,000

Нові зірки в юній галактиці світять дуже яскраво в ультрафіолетовому світлі

598

00:39:41,120 --> 00:39:45,000

але йому доводиться подорожувати мільярди років

599

00:39:45,120 --> 00:39:46,640

крізь Всесвіт, що розширюється.

600

00:39:46,760 --> 00:39:50,560

Розширення розтягує світлові хвилі так, що коли вони досягають нас,

601

00:39:50,600 --> 00:39:55,240

вони зміщуються в інфрачервоний діапазон.

602

00:39:56,600 --> 00:40:00,240

Цей стильний інструмент – телескоп Маджік в Ла Палма.

603

00:40:00,360 --> 00:40:02,960

Він веде пошук зоряним небом у гамма-променях

604

00:40:02,960 --> 00:40:06,800

найбільш енергетичній формі випромінювання в Природі.

605

00:40:08,360 --> 00:40:10,960

На щастя для нас, смертельні гамма-промені, поглинаються

606

00:40:10,960 --> 00:40:12,320

атмосферою Землі.

607

00:40:12,360 --> 00:40:16,000

але вони залишають сліди, які вивчають астрономи.

608

00:40:16,120 --> 00:40:19,000

Після входження в атмосферу, ці промені виробляють каскади

609

00:40:19,120 --> 00:40:20,640

високоенергетичних часток

610

00:40:20,760 --> 00:40:25,320

що, у свою чергу, викликає тьмяне свічення,
яке може бачити телескоп Маджік.

611

00:40:26,920 --> 00:40:30,640

А ось обсерваторія Пієрре Аугер в Аргентині.

612

00:40:30,680 --> 00:40:33,080

Це навіть не виглядає як телескоп.

613

00:40:33,120 --> 00:40:38,960

Пієрре Аугер складається з 1600 детекторів на площі 3000

614

00:40:38,960 --> 00:40:40,240

квадратних кілометрів.

615

00:40:40,360 --> 00:40:44,560

Вони ловлять розпад часток, з яких складаються космічні промені
від віддалених найновіших

616

00:40:44,600 --> 00:40:46,480

і чорних дір.

617

00:40:47,680 --> 00:40:52,400

І як щодо детекторів нейтрино, які будуються в глибоких шахтах

618

00:40:52,520 --> 00:40:55,720

або під поверхнею океану, або в антарктичному льоді.

619

00:40:55,840 --> 00:40:57,880

Чи можна назвати їх телескопами?

620

00:40:57,960 --> 00:40:59,400

Чому ні?

621

00:40:59,520 --> 00:41:03,800

Вони спостерігають за Всесвітом, не зберігаючи інформацію

622

00:41:03,840 --> 00:41:06,080

подібну електромагнітному спектру.

623

00:41:06,120 --> 00:41:09,880

Нейтрино – частки, які постійно створюються Сонцем

624

00:41:09,960 --> 00:41:12,240

та під час вибухів найновіших.

625

00:41:12,360 --> 00:41:15,800
Вони також були створені Великим Вибухом.

626
00:41:15,920 --> 00:41:20,640
На відміну від елементарних часток, нейтрино можуть проникати крізь звичайну

627
00:41:20,680 --> 00:41:25,640
матерію, рухаючись із швидкістю світла без електричного заряду.

628
00:41:25,760 --> 00:41:30,240
Не дивлячись на те, що ці частки важко вивчати, їх дуже багато.

629
00:41:30,280 --> 00:41:34,160
Кожну секунду більше 50 трильйонів нейтрино від сонця

630
00:41:34,200 --> 00:41:36,560
пронизують вас.

631
00:41:36,680 --> 00:41:40,800
Нарешті, астрономи і фізики об'єднали зусилля

632
00:41:40,920 --> 00:41:42,640
аби побудувати детектори гравітаційних хвиль.

633
00:41:42,680 --> 00:41:46,640
Ці "телескопи" не фіксують випромінювання і не ловлять частки.

634
00:41:46,680 --> 00:41:51,240
Замість цього вони вимірюють крихітні брижі
у самій структурі простору-часу -

635
00:41:51,280 --> 00:41:56,960
згідно концепції, передбаченої Альбертом Ейнштейном
у теорії відносності.

636
00:41:57,040 --> 00:42:01,160
З такою приголомшуючою кількістю інструментів

637
00:42:01,200 --> 00:42:06,960
астрономи відкрили повний спектр електромагнітного випромінювання
і пішли навіть далі.

638
00:42:07,040 --> 00:42:11,240
Але деякі спостереження просто не можуть виконуватися з поверхні Землі.

639
00:42:11,280 --> 00:42:12,800
Сучасна відповідь?

640

00:42:12,920 --> 00:42:15,240
Космічні телескопи.

641
00:42:22,000 --> 00:42:26,560
6. За межами Землі

642
00:42:28,560 --> 00:42:30,400
Космічний телескоп Хаббл-

643
00:42:30,480 --> 00:42:33,360
найвідоміший телескоп в історії.

644
00:42:33,440 --> 00:42:34,800
І є через що.

645
00:42:34,880 --> 00:42:38,560
Хаббл зробив революцію в багатьох розділах астрономії.

646
00:42:38,640 --> 00:42:42,040
Відповідно сучасним стандартам, дзеркало Хаббла насправді мале-

647
00:42:42,120 --> 00:42:45,040
всього 2.4 метра в діаметрі.

648
00:42:45,120 --> 00:42:48,640
Але він розташувався поза кордонами цього світу.

649
00:42:48,720 --> 00:42:52,360
Високо над спотворюючим впливом атмосфери.

650
00:42:52,440 --> 00:42:54,600
Як наслідок-неперевершено різке зображення Всесвіту.

651
00:42:54,680 --> 00:42:59,360
Ще Хаббл може сприймати світло
в ультрафіолетовому і інфрачервоному діапазонах

652
00:42:59,440 --> 00:43:02,480
що недосяжно для наземних телескопів

653
00:43:02,560 --> 00:43:05,880
оскільки ці випромінювання блокуються атмосферою.

654
00:43:05,960 --> 00:43:09,880
Камери і спектрографи, деякі з яких величиною з телефонну будку,

655
00:43:09,960 --> 00:43:14,600
реєструють світло безмежного космосу

і розкладають його на складові.

656

00:43:14,680 --> 00:43:19,320

Так само, як і будь-який наземний телескоп,
Хаббл час від часу вимагає вдосконалення.

657

00:43:19,400 --> 00:43:22,760

Астронавти у відкритому космосі
виконують місії обслуговування телескопа.

658

00:43:22,840 --> 00:43:24,440

Деталі, що зламалися, та старі інструменти

659

00:43:24,520 --> 00:43:27,000

повинні замінюватися новими

660

00:43:27,080 --> 00:43:29,800

високотехнологічними приладами.

661

00:43:29,880 --> 00:43:33,280

Хаббл став форпостом спостережень у астрономії

662

00:43:33,360 --> 00:43:37,240

і змінив наше бачення космосу.

663

00:43:39,840 --> 00:43:44,800

Завдяки своєму гострому зору
Хаббл спостерігав сезонні зміни на Марсі

664

00:43:45,920 --> 00:43:48,800

падіння комети на поверхню Юпітера

665

00:43:50,520 --> 00:43:53,880

ребро кільця Сатурну

666

00:43:56,920 --> 00:44:00,400

і навіть поверхню крихітного Плутона.

667

00:44:00,480 --> 00:44:06,320

Він відслідкував життєвий цикл зірок
від самого їх народження та дитинства

668

00:44:06,600 --> 00:44:12,560

у яслах з хмар газу, насичених пилом, до останньої миті

669

00:44:12,640 --> 00:44:17,800

у вигляді примарних туманностей,
що повільно видихаються в космос зірками, що вмирають

670

00:44:17,920 --> 00:44:24,960

або титанічних вибухів найновіших,
які майже затьмарюють блиском свою материнську галактику.

671

00:44:25,040 --> 00:44:28,960

Глибоко в туманності Оріону Хаббл навіть виявив ясла

672

00:44:29,040 --> 00:44:34,080

нових сонячних систем –
пилові диски довкола новонароджених зірок

673

00:44:34,120 --> 00:44:36,080

які скоро можуть сконденсуватися в планети.

674

00:44:36,200 --> 00:44:40,320

Космічний телескоп вивчив тисячі окремих зірок

675

00:44:40,440 --> 00:44:45,960

у гігантських кульових
найбільш старих зоряних скупченнях Всесвіту

676

00:44:46,040 --> 00:44:48,320

I, звичайно, галактики.

677

00:44:48,440 --> 00:44:51,960

Ніколи ще астрономи не бачили стільки подробиць.

678

00:44:51,960 --> 00:44:58,800

Величні спіралі, пилові диски, що поглинають світло,
несамовиті зіткнення.

679

00:45:01,040 --> 00:45:05,480

Тривалі експозиції темних ділянок неба виявили

680

00:45:05,520 --> 00:45:10,080

тисячі слабких галактик у мільярдах світлових років від Землі.

681

00:45:10,120 --> 00:45:13,960

Фотони, які випромінювалися в той час, коли Всесвіт був ще немовлям.

682

00:45:14,040 --> 00:45:18,400

Вікно у минуле, крізь яке нове світло

683

00:45:18,440 --> 00:45:21,560

осіяло безперервний розвиток космосу.

684

00:45:22,200 --> 00:45:24,880

Хаббл – не єдиний телескоп у нашому зоряному небі.

685

00:45:24,920 --> 00:45:29,800

Є ще космічний телескоп Спітцер, запущений у серпні 2003 року

686

00:45:29,920 --> 00:45:33,720

і який еквівалентом Хаббла для інфрачервоної астрономії.

687

00:45:33,760 --> 00:45:37,960

Дзеркало Спітцера всього 85 сантиметрів у діаметрі.

688

00:45:37,960 --> 00:45:41,080

Телескоп постійно ховається за тепловим захистом

689

00:45:41,200 --> 00:45:42,480

від Сонця.

690

00:45:42,520 --> 00:45:47,160

Його детектори знаходяться у посудинах Дьюара, наповнених рідким гелієм.

691

00:45:47,200 --> 00:45:50,080

Вони охолоджуються до температури лише декілька градусів

692

00:45:50,200 --> 00:45:51,800

вище за абсолютний нуль

693

00:45:51,920 --> 00:45:55,560

тим самим стаючи надчутливими.

694

00:45:55,680 --> 00:45:58,720

Спітцер відкрив нам пиловий Всесвіт.

695

00:45:58,760 --> 00:46:02,560

Темні, непрозорі хмари пилу, що нагрівається зсередини,

696

00:46:02,680 --> 00:46:04,560

світяться в інфрачервоному світлі.

697

00:46:04,600 --> 00:46:08,720

Ударні хвилі від зіткнень галактик збирають пил в кільця

698

00:46:08,760 --> 00:46:13,480

та хвильові структури, що стають новими зоряними яслами.

699

00:46:15,520 --> 00:46:19,080

Пил також є наслідком вмирання зірки.

700

00:46:19,200 --> 00:46:23,080

Спітцер виявив, що планетарні туманності та залишки найновіших наповнені частками пилу –

701

00:46:23,200 --> 00:46:28,320

необхідною умовою для створення будівельних блоків майбутніх планет.

702

00:46:28,440 --> 00:46:32,080

На інших інфрачервоних хвилях Спітцер може побачити зірки,

703

00:46:32,200 --> 00:46:37,720

приховані в темних надрах газопильової хмари.

704

00:46:37,840 --> 00:46:40,960

Нарешті, спектрографи космічних телескопів вивчили

705

00:46:40,960 --> 00:46:44,880

атмосфери позаземних планет – газових гігантівподібних до Юпітера ,

706

00:46:44,920 --> 00:46:48,880

які обертаються довкола своїх зірок лише за декілька днів.

707

00:46:50,680 --> 00:46:52,880

А як щодо рентгенівських та гамма-променів?

708

00:46:52,920 --> 00:46:55,560

Вони повністю поглинаються атмосферою Землі

709

00:46:55,680 --> 00:46:59,160

і без космічних телескопів астрономи були б абсолютно безпорадні

710

00:46:59,200 --> 00:47:02,080

перед цими енергетичними формами випромінювання.

711

00:47:03,680 --> 00:47:07,080

Рентгенівські та гамма-телескопи , що має людство поза атмосферою Землі, відкривають гарячий,

712

00:47:07,120 --> 00:47:11,800

енергетичний і несамовитий Всесвіт галактичних скупчень, чорних дір

713

00:47:11,840 --> 00:47:16,080

вибухів надновіших і зіткнень галактик.

714

00:47:18,760 --> 00:47:20,840

Хоча їх важко будувати.

715

00:47:20,920 --> 00:47:24,440

Енергетичне випромінювання проходить крізь звичайне дзеркало.

716

00:47:24,520 --> 00:47:29,680

Рентгенівські промені можуть бути сфокусовані лише комірчастими дзеркальними оболонками, зробленими з чистого золота.

717

00:47:29,760 --> 00:47:33,120

Гамма-промені вивчаються за допомогою складних мікроканальних камер

718

00:47:33,200 --> 00:47:36,560

або складених сцинтиляторів, які виділяють короткі спалахи звичайного світла

719

00:47:36,640 --> 00:47:39,680

що викликаються фотонами гамма-променів

720

00:47:40,960 --> 00:47:45,120

У дев'яностих роках минулого століття НАСА використовувала Гамма-обсерваторію Комптона.

721

00:47:45,200 --> 00:47:48,280

У той час це був найбільший і наймасивніший

722

00:47:48,360 --> 00:47:49,880

науковий супутник з відомих.

723

00:47:49,960 --> 00:47:53,120

Повнофункціональна фізична лабораторія в космосі.

724

00:47:53,200 --> 00:47:56,480

У 2008 році на зміну Комптону прийшов ГЛАСТ-

725

00:47:56,560 --> 00:48:00,520

телескоп широкого огляду в гамма-променях.

726

00:48:00,600 --> 00:48:04,120

Він займатиметься вивченням високоенергетичного Всесвіту-

727

00:48:04,200 --> 00:48:06,520

від темної матерії до пульсарів.

728

00:48:08,440 --> 00:48:12,360

Зараз астрономи мають два космічні рентгенівські телескопи -

729

00:48:12,440 --> 00:48:17,400

обсерваторія Чандра НАСА та ІКС-ММ Ньютонівська обсерваторія Європейського Космічного Агенства.

730

00:48:17,480 --> 00:48:21,480

Вони вивчають найбільш розжарені місця у Всесвіті.

731

00:48:23,960 --> 00:48:27,680

Так зоряне небо виглядає в рентгенівських променях.

732

00:48:27,760 --> 00:48:32,160

Витягнуті плями – це хмари газу, нагрітого до мільйонів градусів

733

00:48:32,240 --> 00:48:35,680

ударними хвилями від вибухів найновіших.

734

00:48:35,760 --> 00:48:39,960

Яскраві крапки це рентгенівські подвійні – нейтронні зорі або

735

00:48:39,960 --> 00:48:43,640

чорні діри, що висмоктують матерію із зірки – компаньйона.

736

00:48:43,720 --> 00:48:47,280

Гарячий газ, падаючи, випромінює рентгенівські промені.

737

00:48:47,360 --> 00:48:51,560

Так само рентгенівські телескопи виявляють надважкі чорні діри

738

00:48:51,640 --> 00:48:53,760

у ядрах віддалених галактик.

739

00:48:53,840 --> 00:48:57,800

Матерія, що затягується всередину чорних дір за спіраллю, сильно розігрівається та починає випромінювати рентгенівські промені

740

00:48:57,880 --> 00:49:02,160

перед тим, як впасти всередину чорної діри та зникнути назавжди.

741

00:49:02,240 --> 00:49:06,840

Гарячий, але розріджений газ також наповнює простір між окремими галактиками

742

00:49:06,920 --> 00:49:08,320

у скупченні галактик.

743

00:49:08,400 --> 00:49:12,240

Інколи, цей внутрікластерний газ може нагріватися ще більше

744

00:49:12,320 --> 00:49:16,480

під час зіткнення або об'єднання скупчень галактик.

745

00:49:16,560 --> 00:49:20,760

Гамма-вибухи це більше захоплюють увагу та є найбільш енергоспоживчими

746

00:49:20,840 --> 00:49:22,600

подіями у Всесвіті.

747

00:49:22,680 --> 00:49:26,920

Ці катастрофи-завершальні вибухи дуже важких

748

00:49:26,960 --> 00:49:28,760

зірок, що швидко обертаються.

749

00:49:28,840 --> 00:49:32,760

Менш ніж за секунду, вони можуть вивільнити енергію більше, ніж Сонце виробляє

750

00:49:32,840 --> 00:49:35,760

за 10 мільярдів років.

751

00:49:38,200 --> 00:49:42,160

Хаббл, Спітцер, Чандра, ІКС-ММ Ньютон і ГЛАСТ -

752

00:49:42,240 --> 00:49:44,600

все це сучасні багатофункціональні інструменти.

753

00:49:44,680 --> 00:49:47,640

Але деякі космічні телескопи значно менші і концентруються

754

00:49:47,720 --> 00:49:49,240

виключно на певних завданнях.

755

00:49:49,320 --> 00:49:51,280

візьмемо наприклад КОРОТ.

756

00:49:51,360 --> 00:49:54,880

Діяльність цього французького супутника присвячена цілком зоряній сейсмології та вивченню

757

00:49:54,960 --> 00:49:56,880

планет поза сонячною системою.

758

00:49:56,960 --> 00:50:01,240

Або супутник НАСА Свіфт - комбінована рентгенівська та гамма-обсерваторія

759

00:50:01,320 --> 00:50:05,720

розроблена з метою вивчення гамма-вибухів.

760

00:50:05,800 --> 00:50:10,160

І ще є ВМАП, супутник Вілкінсона для вивчення мікрохвильової анізотропії.

761

00:50:10,240 --> 00:50:13,840

Всього за два роки в космосі, він вже склав карту

762

00:50:13,920 --> 00:50:17,280
фонового космічного випромінювання з винятковою точністю.

763
00:50:17,360 --> 00:50:21,200
ВМАН дав можливість космологам якнайкраще побачити початкові

764
00:50:21,280 --> 00:50:26,680
фази Всесвіту, яким він був 13 мільярдів років тому.

765
00:50:26,760 --> 00:50:29,640
Відкриття кордонів космосу – найбільш захоплюючий крок

766
00:50:29,720 --> 00:50:32,240
В історії телескопа.

767
00:50:32,320 --> 00:50:34,760
А що далі?

768
00:50:37,800 --> 00:50:40,680
7. Що далі?

769
00:50:42,680 --> 00:50:45,480
У Арізоні створено перше дзеркало

770
00:50:45,560 --> 00:50:47,400
гігантського телескопа Магеллан.

771
00:50:47,480 --> 00:50:50,680
Цей інструмент буде споруджений на обсерваторії Лас Кампанас

772
00:50:50,760 --> 00:50:52,360
у Чилі.

773
00:50:52,440 --> 00:50:56,040
Сім його дзеркал, кожне більше восьми метрів,

774
00:50:56,120 --> 00:50:59,200
розташуються подібно до пелюстків квітки.

775
00:50:59,280 --> 00:51:02,200
Вони сприйматимуть у чотири рази більше світла

776
00:51:02,280 --> 00:51:05,799
у порівнянні з сучасними телескопами.

777
00:51:05,880 --> 00:51:10,240
Каліфорнійський тридцятиметровий телескоп, що планують побудувати в 2015 році

778

00:51:10,320 --> 00:51:13,080

-величезна копія телескопа Кек.

779

00:51:13,160 --> 00:51:16,360

Сотні індивідуальних сегментів будуть складати гігантське дзеркало

780

00:51:16,440 --> 00:51:20,520

висотою з шестиповерховий будинок.

781

00:51:20,600 --> 00:51:25,320

А Європа планує побудувати Європейський надвеликий телескоп.

782

00:51:25,799 --> 00:51:29,160

Він матиме дзеркало діаметром сорок два метри, що

783

00:51:29,240 --> 00:51:32,640

удвічі більше у порівнянні з тридцятиметровим телескопом і

784

00:51:32,720 --> 00:51:34,840

розміром з олімпійський басейн.

785

00:51:34,920 --> 00:51:39,400

Ці велетні майбутнього, оптимізовані під інфрачервоні спостереження

786

00:51:39,480 --> 00:51:44,160

будуть укомплектовані чутливими приладами, адаптивною оптикою.

787

00:51:44,240 --> 00:51:46,840

Вони повинні виявити перші покоління галактик

788

00:51:46,920 --> 00:51:50,120

і зірок в історії Всесвіту.

789

00:51:50,200 --> 00:51:53,120

Саме вони можуть забезпечити нас першою справжньою фотографією диска

790

00:51:53,200 --> 00:51:56,160

планети, що знаходиться в іншій сонячній системі.

791

00:51:56,240 --> 00:52:00,000

Для радіоастрономів 42 метри – пустощі.

792

00:52:00,080 --> 00:52:02,720

Вони підключають багато менших інструментів, аби створити, синтезувати

793

00:52:02,799 --> 00:52:05,080

значно більший приймач.

794

00:52:05,160 --> 00:52:08,799

У Нідерландах конструюється низькочастотний масив

795

00:52:08,880 --> 00:52:10,520

або ЛОФАР.

796

00:52:10,600 --> 00:52:15,840

Волоконна оптика пов'яже 30 000 антен з центральним суперкомп'ютером.

797

00:52:15,920 --> 00:52:19,440

Ця нова конструкція не має рухомих частин,

798

00:52:19,520 --> 00:52:22,840

але вона може спостерігати об'єкти у восьми різних напрямках одночасно.

799

00:52:22,920 --> 00:52:26,120

Технологія ЛОФАР, можливо, буде використана

800

00:52:26,200 --> 00:52:28,600

у Масиві «Квадратний Кілометр», який зараз є

801

00:52:28,680 --> 00:52:30,560

межею мрій радіоастрономів.

802

00:52:30,640 --> 00:52:34,640

Цей міжнародний масив, можливо, побудують в Австралії або Південній Африці.

803

00:52:34,720 --> 00:52:38,560

Великі тарілкові антени та маленькі приймачі всі разом

804

00:52:38,640 --> 00:52:42,920

створюватимуть неймовірно детальні радіозображення неба.

805

00:52:43,000 --> 00:52:46,720

І, зі своєю загальною площею один квадратний кілометр,

806

00:52:46,799 --> 00:52:50,440

новий масив буде найчутливішим інструментом

807

00:52:50,520 --> 00:52:52,920

з будь-коли створених.

808

00:52:53,000 --> 00:52:58,040

Еволюціонуючі галактики, квазари, мерехливі пульсари -

809

00:52:58,160 --> 00:53:01,799

жодне джерело радіовипромінювання не сховається

810

00:53:01,880 --> 00:53:04,760

від стежачих очей Кілометрового Масиву.

811

00:53:04,799 --> 00:53:08,280

Цей інструмент навіть шукатиме можливі радіосигнали

812

00:53:08,360 --> 00:53:11,840

позаземних цивілізацій.

813

00:53:11,920 --> 00:53:15,160

І як щодо космосу?

814

00:53:15,240 --> 00:53:19,040

Після свого п'ятого і останнього обслуговування, Космічний телескоп Хаббл

815

00:53:19,120 --> 00:53:24,480

продовжуватиме свою діяльність до 2013 року або трошки більше.

816

00:53:24,560 --> 00:53:28,720

Одночасно буде створений його спадкоємець.

817

00:53:30,760 --> 00:53:34,720

Зустрічайте космічний телескоп Джеймса Вебба -
інфрачервону космічну обсерваторію

818

00:53:34,799 --> 00:53:40,480

названу на честь колишнього директора НАСА.

819

00:53:40,560 --> 00:53:44,840

У космосі його 6.5- метрове сегментоване дзеркало розвертатиметься

820

00:53:44,920 --> 00:53:48,480

як квітка, що розквітає. Кожний сегмент у сім разів чутливіший

821

00:53:48,560 --> 00:53:51,360

за дзеркало Хаббла.

822

00:53:51,440 --> 00:53:54,520

Потужний захист від Сонця дасть можливість зберігати оптику та чутливі вимірювальні
прилади

823

00:53:54,600 --> 00:53:57,960

у постійній тіні, дозволяючи їм працювати

824

00:53:58,040 --> 00:54:03,000

при температурі -233 градуси за Цельсієм.

825

00:54:04,200 --> 00:54:07,880

Космічний телескоп Джеймса Вебба не буде виведений на орбіту Землі.

826

00:54:07,960 --> 00:54:11,640

Замість цього він знаходитиметься на відстані півтора мільйони кілометрів

827

00:54:11,720 --> 00:54:15,880

від нашої планети, на орбіті довкола Сонця.

828

00:54:15,960 --> 00:54:19,080

Півстоліття тому телескоп Хейла на горі Паломар

829

00:54:19,160 --> 00:54:20,960

був найбільшим телескопом в історії людства.

830

00:54:21,000 --> 00:54:25,120

А зараз значно більший телескоп знаходитиметься у глибинах космосу.

831

00:54:25,160 --> 00:54:29,440

Ми можемо лише здогадуватися про ті хвилюючі відкриття, які він зробить.

832

00:54:29,520 --> 00:54:31,680

Залишайтеся з нами!

833

00:54:32,160 --> 00:54:34,880

Тим часом, сучасні інженери постійно пропонують

834

00:54:34,960 --> 00:54:37,720

революційні конструкції нових телескопів.

835

00:54:37,799 --> 00:54:42,040

У Канаді вчені побудували так званий телескоп з рідким дзеркалом.

836

00:54:42,120 --> 00:54:45,200

У телескопа такого типу світло відбивається не твердим дзеркалом

837

00:54:45,280 --> 00:54:49,360

а зігнутою поверхнею резервуару, що обертається.

838

00:54:49,440 --> 00:54:52,600

Його наповнюють рідкою ртуттю.

839

00:54:52,680 --> 00:54:56,360

Ртутні телескопи можуть дивитися лише вертикально вгору, що є недоліком конструкції,

840

00:54:56,440 --> 00:54:59,120

але їх перевага у малій вартості

841

00:54:59,200 --> 00:55:01,360

та відносній простоті.

842

00:55:01,440 --> 00:55:04,440

Радіоастрономи мріють помістити масив маленьких антен, подібний ЛОФАР

843

00:55:04,520 --> 00:55:07,360

на поверхню Місяця, якнайдалі

844

00:55:07,440 --> 00:55:10,880

від впливу земних джерел радіовипромінювань.

845

00:55:10,960 --> 00:55:13,520

Хто знає, може у майбутньому

846

00:55:13,600 --> 00:55:16,360

на зворотному боці Місяця побудуємо великий оптичний телескоп...

847

00:55:16,440 --> 00:55:19,360

Використовуючи космічні телескопи і затьмарюючі диски

848

00:55:19,440 --> 00:55:21,960

астрономи сподіваються значно поліпшити гостроту зору своїх рентгенівських приладів

849

00:55:22,040 --> 00:55:23,040

...але у майбутньому.

850

00:55:23,120 --> 00:55:25,720

Можливо, вони зможуть отримати зображення

851

00:55:25,799 --> 00:55:27,760

кордону чорної діри.

852

00:55:29,560 --> 00:55:32,560

Можливо у майбутньому телескоп зможе відповісти на одне з найфундаментальніших питань, що хвилює людство –

853

00:55:32,640 --> 00:55:38,840

чи самотні ми у Всесвіті?

854

00:55:42,480 --> 00:55:45,800

Ми вже знаємо, що існують інші сонячні системи.

855

00:55:45,920 --> 00:55:48,280

Ми підозрюємо, що там є навіть такі планети як Земля-

856

00:55:48,400 --> 00:55:50,200

з рідкою водою.

857

00:55:50,320 --> 00:55:51,200

Але..

858

00:55:51,320 --> 00:55:53,440

...чи є там життя?

859

00:55:54,320 --> 00:55:58,120

Виявлення подібних планет поза Сонячною системою - справа важка.

860

00:55:58,240 --> 00:56:00,680

Вони ховаються від астрономів в інтенсивному світлі,

861

00:56:00,720 --> 00:56:03,960

що випромінюють їх власні зорі.

862

00:56:04,920 --> 00:56:08,040

Інтерферометри, що мандрують у темряві космосу,

863

00:56:08,160 --> 00:56:10,760

можуть дати нову відповідь.

864

00:56:10,799 --> 00:56:13,520

Прямо зараз НАСА розглядає проект під назвою

865

00:56:13,560 --> 00:56:16,120

-«Шукач планет земного типу».

866

00:56:16,240 --> 00:56:20,680

А в Європі вчені розробляють Масив Дарвіна.

867

00:56:20,799 --> 00:56:24,360

Шість космічних телескопів будуть працювати разом, обертаючись орбітою довкола Сонця.

868

00:56:24,480 --> 00:56:28,520

Лазери управлятимуть відстанями між ними з точністю до нанометра.

869

00:56:28,560 --> 00:56:32,200

Всі разом вони володітимуть неймовірною роздільною здатністю

870

00:56:32,240 --> 00:56:36,040

прибираючи світло від зірок, так, що учені отримають можливість побачити

871

00:56:36,160 --> 00:56:39,800

планети інших зірок.

872

00:56:40,640 --> 00:56:44,880

Далі астрономи повинні вивчити світло, відбите планетами

873

00:56:45,000 --> 00:56:49,960

яке ,можливо ,несе спектральні відбитки планетної атмосфери.

874

00:56:50,000 --> 00:56:53,280

Хто знає, може, через 15 років ми зможемо

875

00:56:53,320 --> 00:56:55,600

знайти залишки кисню, метану та озону -

876

00:56:55,720 --> 00:56:58,800

підписів життя.

877

00:57:01,000 --> 00:57:03,520

Всесвіт наповнений сюрпризами.

878

00:57:03,640 --> 00:57:05,960

Зоряне небо ніколи не втомлюється приголомшувати нас.

879

00:57:06,080 --> 00:57:08,960

Не дивно, що сотні тисяч прихильників астрономії всієї Землі

880

00:57:09,000 --> 00:57:11,520

кожну ясну ніч

881

00:57:11,640 --> 00:57:13,200

мандрують Всесвітом.

882

00:57:13,240 --> 00:57:15,520

Їх телескопи значно кращі у порівнянні з інструментами,

883

00:57:15,640 --> 00:57:16,960

які використовував Галілей.

884

00:57:17,000 --> 00:57:20,600

Їх цифрові знімки інколи перевершують ті, які були зроблені

885

00:57:20,640 --> 00:57:23,760

професіоналами всього лише декілька десятиліть тому.

886

00:57:23,880 --> 00:57:27,200

Астрономічним пошукам розуміння космосу, дослідженню Всесвіту за допомогою телескопа

887

00:57:27,240 --> 00:57:30,760

всього 400 років.

888

00:57:30,799 --> 00:57:35,040

І як і раніше, ще дуже багато територій, не відмічених на карті.

889

00:57:35,560 --> 00:57:38,880

Ми пройшли довгий шлях з часів, коли Галілей почав наносити на карту зірки

890

00:57:39,000 --> 00:57:42,200

за допомогою свого телескопа чотири століття тому .

891

00:57:42,240 --> 00:57:45,440

Сьогодні ми як і раніше спостерігаємо Всесвіт за допомогою телескопів

892

00:57:45,480 --> 00:57:50,800

не лише із Землі, але й з безмежних просторів космосу.

893

00:57:50,920 --> 00:57:54,520

Природа людини міцно пов'язана , мабуть, з

894

00:57:54,640 --> 00:57:57,680

нашою нескінченною винахідливістю та цікавістю.

895

00:57:57,799 --> 00:58:00,360

Ми лише почали відповідати на деякі

896

00:58:00,400 --> 00:58:02,440

найбільш величні питання.

897

00:58:02,480 --> 00:58:05,120

Ми нанесли на карту більше, ніж 300 планет

898

00:58:05,160 --> 00:58:09,200

поза Сонячною Системою і виявили органічні молекули на планетах ,

899

00:58:09,240 --> 00:58:12,760

що обертаються довкола віддалених яскравих зірок.

900

00:58:12,799 --> 00:58:17,440

Ці неймовірні відкриття можуть комусь здатися межею людських досліджень,

901

00:58:17,520 --> 00:58:21,520

але найкраще, без сумніву, ще попереду...

902

00:58:21,640 --> 00:58:24,440

Ви теж можете приєднатися до першовідкривачів.

903

00:58:24,480 --> 00:58:29,200
Дивіться і дивуйтеся!Це-Всесвіт!