КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ НАБЛЮДЕНИЙ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ

Н. С. Бахтигараев[1]**, В. В. Чазов**[2]

© 2003

[1] *Институт астрономии РАН, Москва, Россия*
e-mail: nail@inasan.rssi.ru

[2] *Государственный астрономический институт им. П. К. Штернберга*
Университетский просп., 13, 119992 Москва, Россия
e-mail: zov@sai.msu.ru

Предлагается методика подготовки наблюдений небесных тел, позволяющая уменьшить помехи от объектов искусственного происхождения, засоривших околоземное космическое пространство. Описывается программа, демонстрирующая небесную сферу с изображениями звезд, Солнца, Луны, больших планет, где имитируются пролеты ИСЗ. Программа и методика успешно применяются в Звенигородской обсерватории Института астрономии РАН при наблюдениях ИСЗ и малых тел Солнечной системы.

COMPUTER SIMULATIONS FOR PREPARING THE ASTRONOMICAL OBSERVATIONS, by Bakhtigaraev N., Chazov V. – We propose a computer program for preparing the astronomical observations, which allows to reduce the interferences from near-Earth space debris. The program reproduces on the display the celestial sphere: there are the Sun, the Moon, the major planets as well as the predicted positions of artificial satellites. This program is successfully applied at the Zvenigorod Observatory of the Institute of Astronomy of RAS for observations of artificial satellites and Solar System small bodies.

В последние годы при проведении оптических наблюдений ИСЗ мы начали сталкиваться с тем, что для получения хороших результатов не всегда достаточно благоприятных погодных условий, точных эфемерид, наличия квалифицированных наблюдателей и исправной аппаратуры. Одним из факторов, препятствующим успешным наблюдениям, является влияние засорения околоземного пространства объектами искусственного происхождения. Топоцентрические положения Солнца, Луны и ярких планет на моменты наблюдений вместе с условиями видимости самих объектов обычно учитываются при планировании и подготовке к оптическим наблюдениям ИСЗ. Влияние других небесных тел (яркие ИСЗ и звезды) на наблюдения рассматривается как случайный, мешающий работе фактор. Объекты искусственного происхождения, которых отслеживается более 8000, случайно и регулярно попадают в поле зрения измерительной аппаратуры. Яркие объекты приводят к засветке и "ослеплению" приемника излучения. При этом не только уменьшается количество измерений, но и может прекратиться сам процесс наблюдений. Схожесть траектории наблюдаемого ИСЗ с траекториями "посторонних объектов" приводит к тому, что в поле зрения инструмента могут одновременно попасть несколько ИСЗ, и наблюдатель проведет измерения другого объекта.

Развитие вычислительной техники и информационных технологий привели к тому, что стало возможным планировать наблюдения с учетом влияния космического мусора. Для повышения эффективности проведения наблюдений ИСЗ была сделана программа визуализации наблюдений с большим набором управляющих кнопок и всплывающих подсказок на основе теории движения ИСЗ и соответствующих программ, созданных в ГАИШ МГУ [1]. Эта программа выводит на экран монитора картину звездного неба над пунктом наблюдения. На картинке изображаются звёзды и попавшие в эту область небесные объекты: планеты, Луна, Солнце, искусственные спутники, которые на экране выделяются стрелками. Щелкнув мышкой над любым изображением, можно получить координатную и фотометрическую информацию об этих объектах (рис. 1). Небесные тела и космические объекты, находящиеся в данный момент над горизонтом пункта наблюдений, могут стать центром новой картинки на экране следующим образом: нажатием клавиши **C** или щелчком на кнопке **C** и выбором объекта из раскрывающегося списка (рис. 2). Клавиши и соответствующие кнопки + и − служат для перемещения на один шаг вперёд или

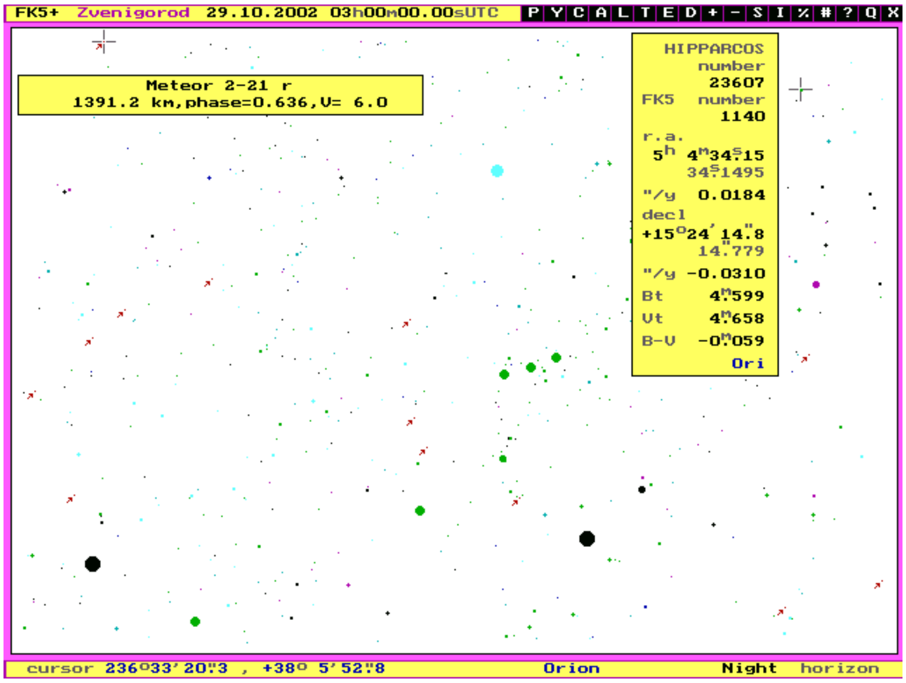

Рис. 1. Программное окно со всплывшими информационными окнами выбранных ИСЗ и звезды

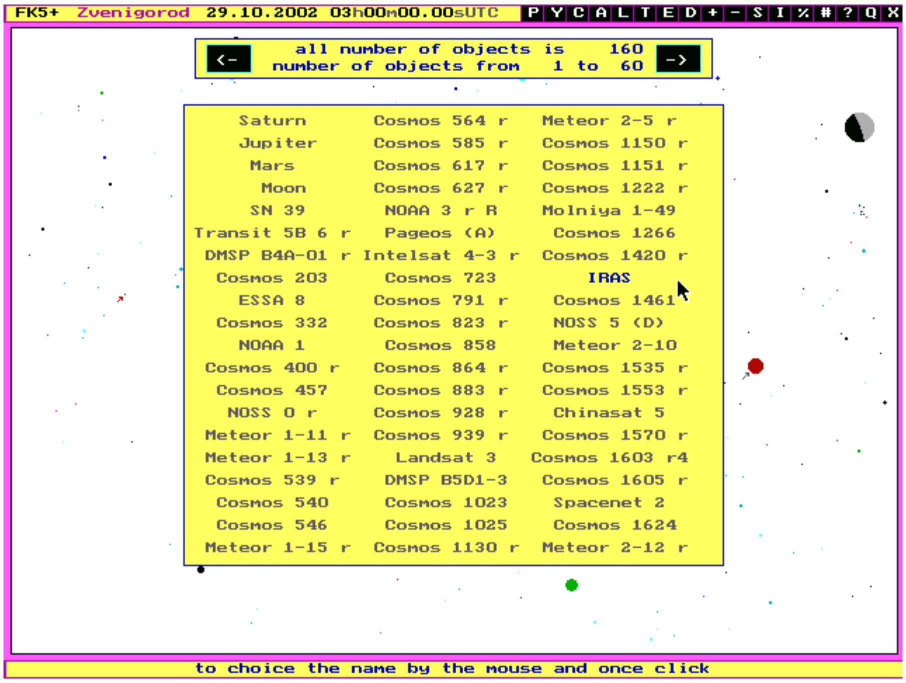

Рис. 2. Программное окно со всплывшим информационным окном с названиями 60 из 160 объектов, находившихся над горизонтом Звенигорода в 3 часа всемирного времени 29 октября 2002 г.

назад по времени. Величину шага можно выбрать при помощи клавиши или кнопки **S**.

Моделирование наблюдений ИСЗ с помощью этой программы осуществляется следующим образом. В меню при помощи управляющих кнопок выбираются:

- пункт наблюдений кнопкой **P**,
- дата и время кнопками + и −, при выбранной кнопкой **S** величине шага,
- файл с каталогом элементов орбит ИСЗ (основной источник – двустрочные элементы НАСА, но программа может работать и с каталогом СККП России),
- объект наблюдений, который можно выбрать во всплывающем окне при нажатии кнопки **C**, при помощи мышки, как на рис. 1, или кнопкой **D** из файла с заранее вычисленными эфемеридами,
- каталог звезд (FK–5 и HIPPARCOS, TRC1) в зависимости от яркости наблюдаемого объекта,
- система топоцентрических координат (горизонтальная, экваториальная, эклиптическая),
- угловые размеры отображаемого участка неба (от 40 градусов до нескольких угловых минут).

Далее программа показывает выбранный объект или область в центре картинки с попадающими в выбранное поле зрения звездами, большими планетами, Луной и другими ИСЗ как мультипликацию с любым выбранным шагом от 0.1 с до 10 лет.

Таким образом, наблюдатель может заранее выбирать удобное время наблюдений, предотвращать проведение ошибочных наблюдения случайных ИСЗ с похожими траекториями, а также избежать "ослепления" приемника при попадании ярких объектов в поле зрения. При этом сильно облегчается процесс планирования наблюдений и повышается эффективность работы.

Хотя программа создавалась для наблюдений ИСЗ, она может быть полезна и при астрофизических исследованиях, особенно при наблюдениях слабых небесных тел с большими экспозициями.

[1] *Чазов В. В.* Основные алгоритмы численно-аналитической теории движения искусственных спутников Земли // Тр. гос. астрон. ин-та им. П. К. Штернберга.–2000.–**68**.–С. 5–22.