

Рис.2. Камера-обскура с зеркалом (AB) и линзовым объективом (E), которую не изобрел, но подробно описал в своих книгах неаполитанский естествоиспытатель Дж.Порта

дырочку тонким шилом или толстой иглой (недаром американцы называют этот прибор не только «camera obscura», но и «pinhole camera»), а верхнее отверстие затягиваете промасленной бумагой. Идеально для этой цели подойдет круглая и длинная коробка от чипсов с белой матовой крышечкой – вам нужно только съесть чипсы и легким ударом шила проделать дырочку в доннышке.

Теперь, внимание: для наблюдений требуется яркий свет снаружи и темнота со стороны экрана. Поэтому лучше проводить опыт в солнечный день, находясь в помещении и тщательно изолировав экран от постороннего света. Для этого можно использовать трубу из плотной бумаги длиной 30–40 см, приставив ее одним концом к экрану, а другим – к лицу. Однако, если ваша камера круглая, лучше использовать пальто, накинув его на голову и вставив камеру в рукав. Для сравнения «объективов» сделайте в передней стенке несколько отверстий разных диаметров; каждый раз можно наблюдать с одним, закрывая остальные старой жевательной резинкой.

Итак, поэкспериментировав с обскурой, можно убедиться, что дырочка – неплохой объектив: все предметы, независимо от расстояния, получаются одинаково резкими, причем чем меньше отверстие, тем резче изображение. Правда, с совсем маленькой дырочкой трудно наблюдать: яркости не хватает. Но фотопленки сейчас очень чувствительные, уж они-то с этим справятся.

ры весьма ограничены. И вот почему.

## Теория

Будем рассуждать так. От каждой светящейся точки удаленного объекта на нашу камеру падает пучок практически параллельных лучей света. Проходя сквозь отверстие диаметром  $D$ , пучок рисует на экране кружок такого же диаметра. Пусть расстояние до экрана  $F$ . Если угловое расстояние между двумя соседними точками объекта меньше чем  $D/F$  (в радианах, разумеется), то их кружки на экране будут частично перекрываться. При каком перекрытии кружков мы еще сможем различить соседние точки изображения – вопрос не простой. Многие зависит от контраста деталей исходного объекта, от яркости его изображения и т.п. Раз-

личить детали слабо контрастной картины удастся в том случае, если световые кружки совсем не перекрываются. Но поскольку пятна на Солнце выглядят весьма контрастно, будем считать картину различимой, если центры кружков раздвинуты на величину их радиуса. Тогда легко определить минимальный угловой размер различимых деталей объекта, или, как говорят оптики, *пределный угол разрешения*, обусловленный конечным размером пучка:

$$\alpha_1 = \frac{D}{2F}. \quad (1)$$

До сих пор мы рассматривали свет как поток прямолинейно распространяющихся лучей. Такой подход характерен для геометрической оптики. Однако известно, что свет – это разновидность электромагнитных волн, и, как любая волна, он подвержен явлениям дифракции и интерференции. Если на входное отверстие инструмента падает волна с плоским фронтом (т.е. пучок параллельных лучей), то за отверстием фронт становится немного изогнутым (а пучок – расходящимся). Это – дифракция; именно она ограничивает применимость законов геометрической оптики. Пройдя сквозь малое отверстие

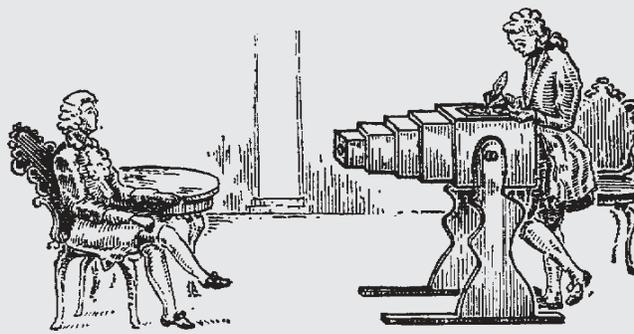


Рис.3. Старинная линзовая портативная обскура

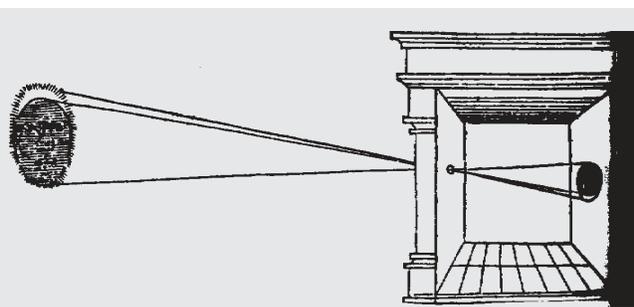


Рис.4. Первое опубликованное изображение классической камеры-обскуры из книги голландского врача и математика Р.Фрициуса: наблюдение солнечного затмения в Европе в январе 1544 года