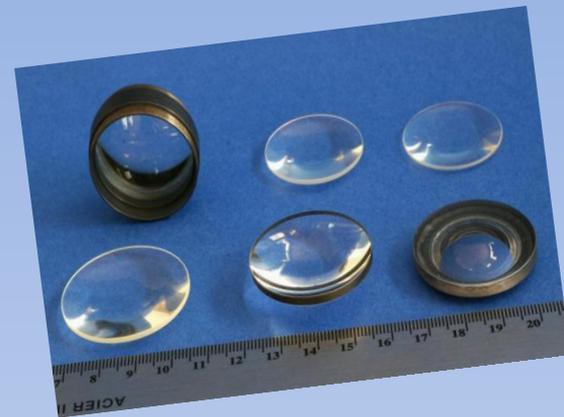




Линзы.

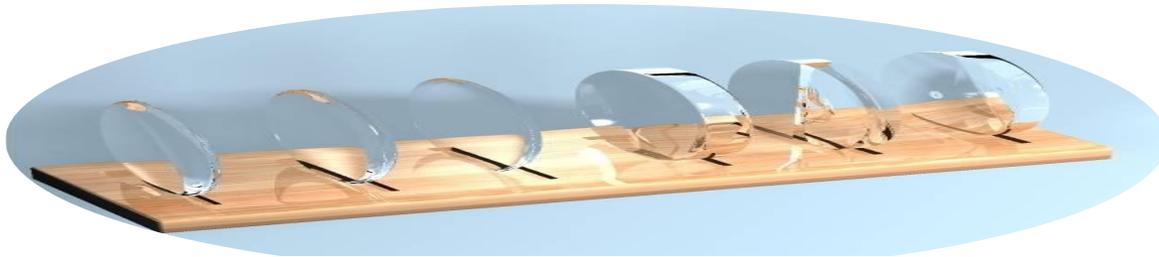


***Оптические
приборы.***

- **Линза – это оптически прозрачное тело, ограниченное сферическими поверхностями**



Виды линз



1



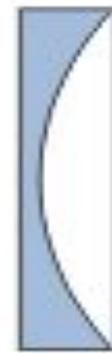
2



3



4



5



6

Выпуклые линзы

Вогнутые линзы

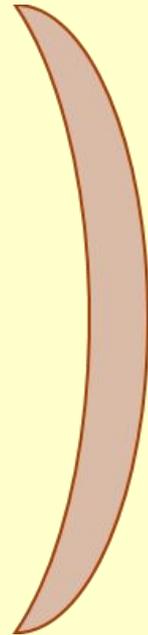
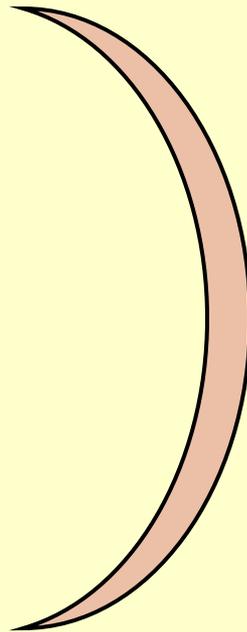
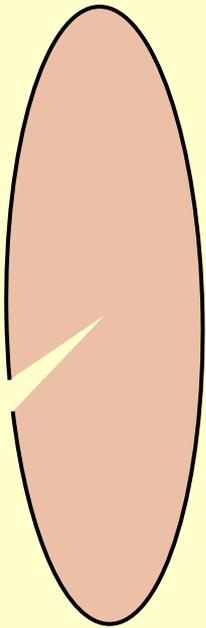
Виды линз

- Выпуклые (собирающие)

двояковыпуклая

плосковыпуклая

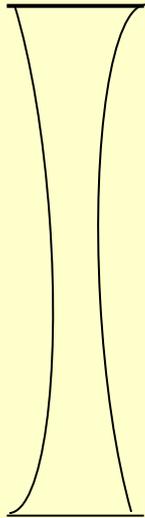
вогнуто-выпуклая



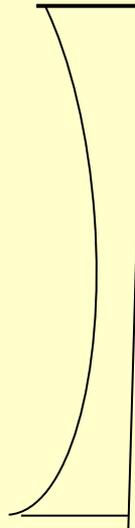
Виды линз

вогнутые (рассеивающие)

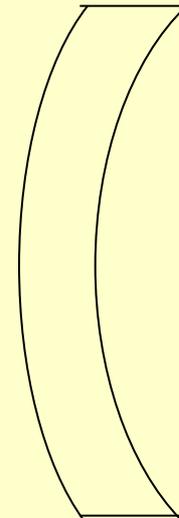
двояковогнутая



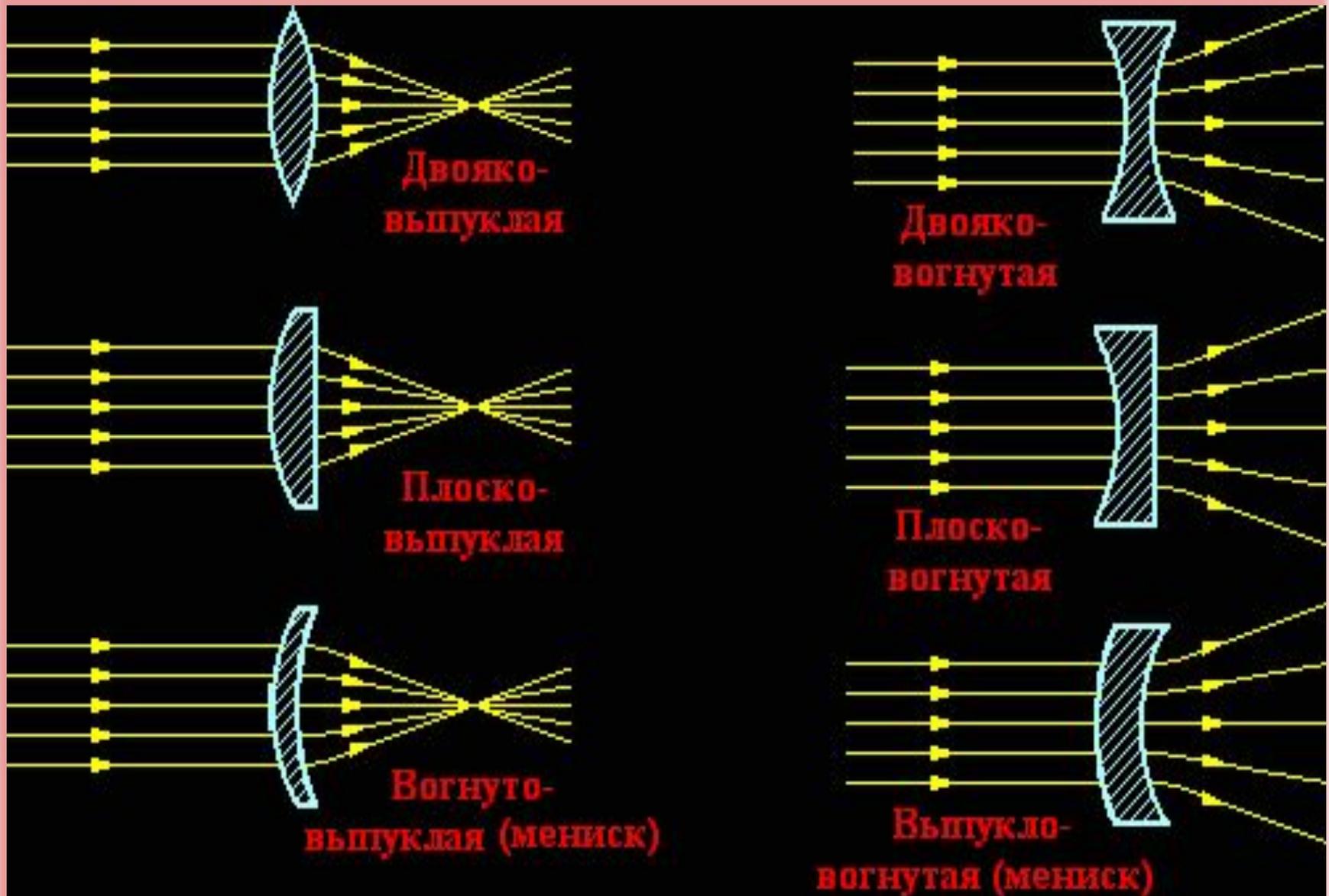
плосковогнутая



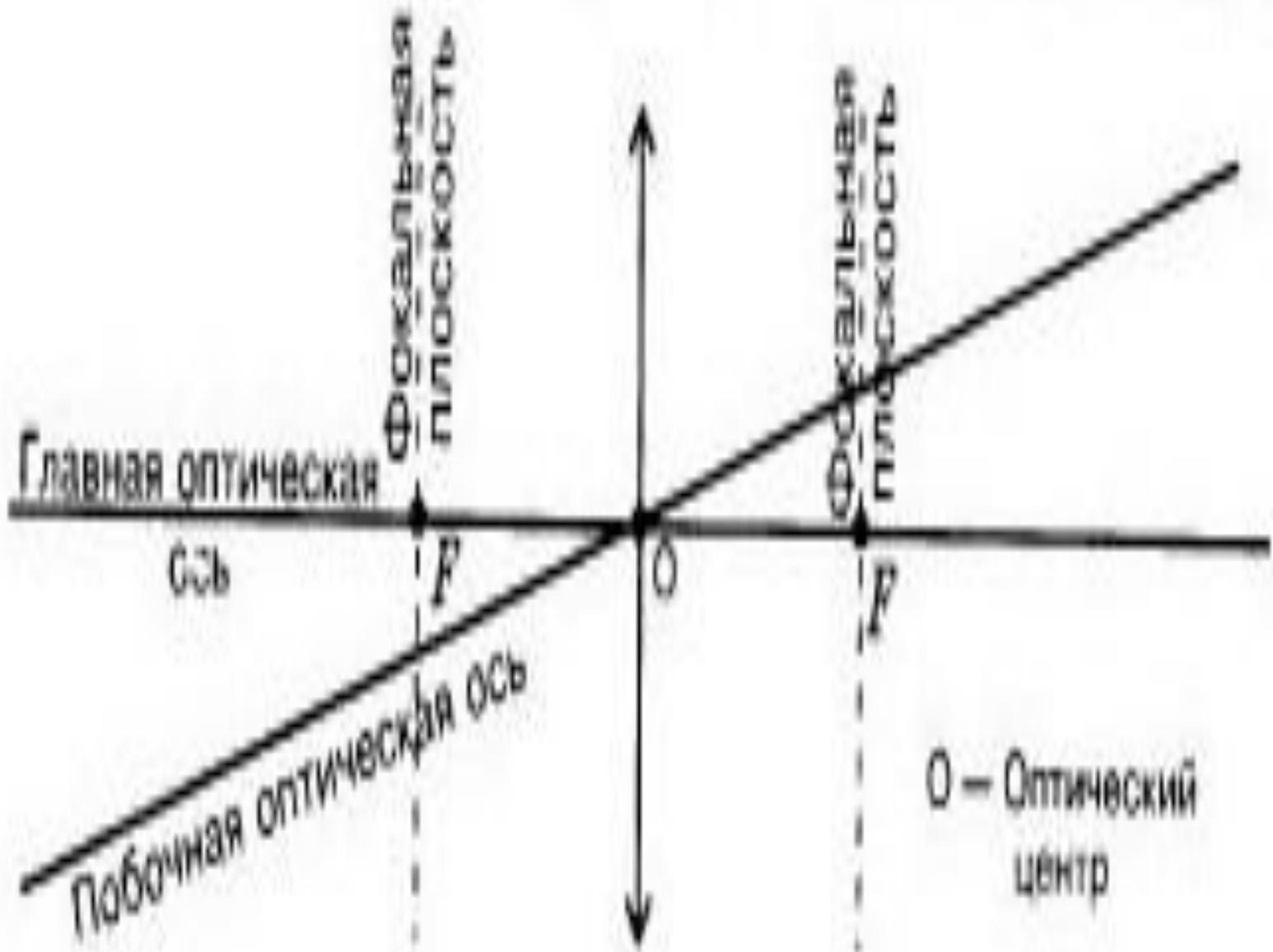
выпукло-вогнутая



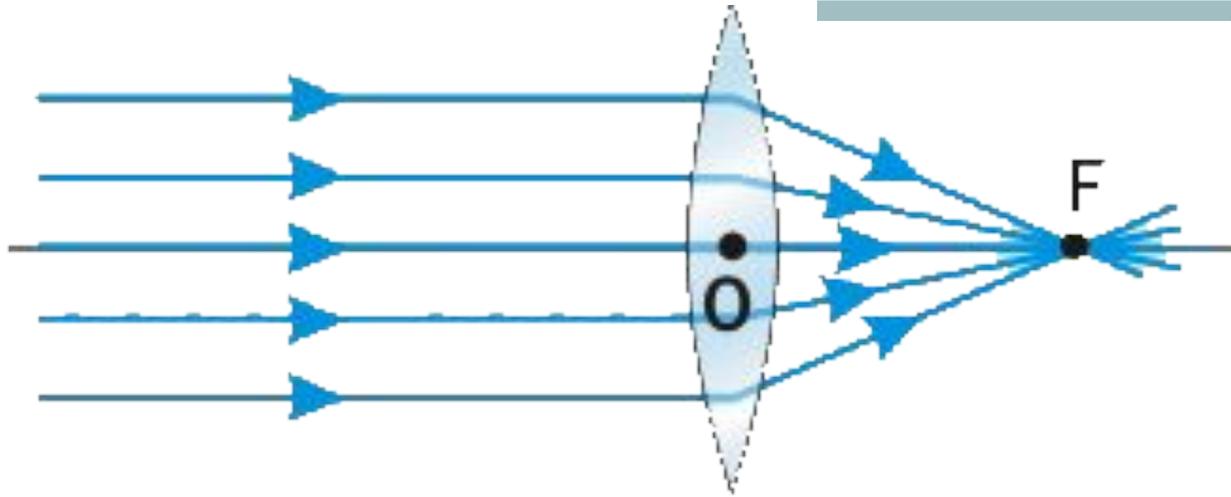
Виды линз и ход лучей в них



Основные обозначения в линзе



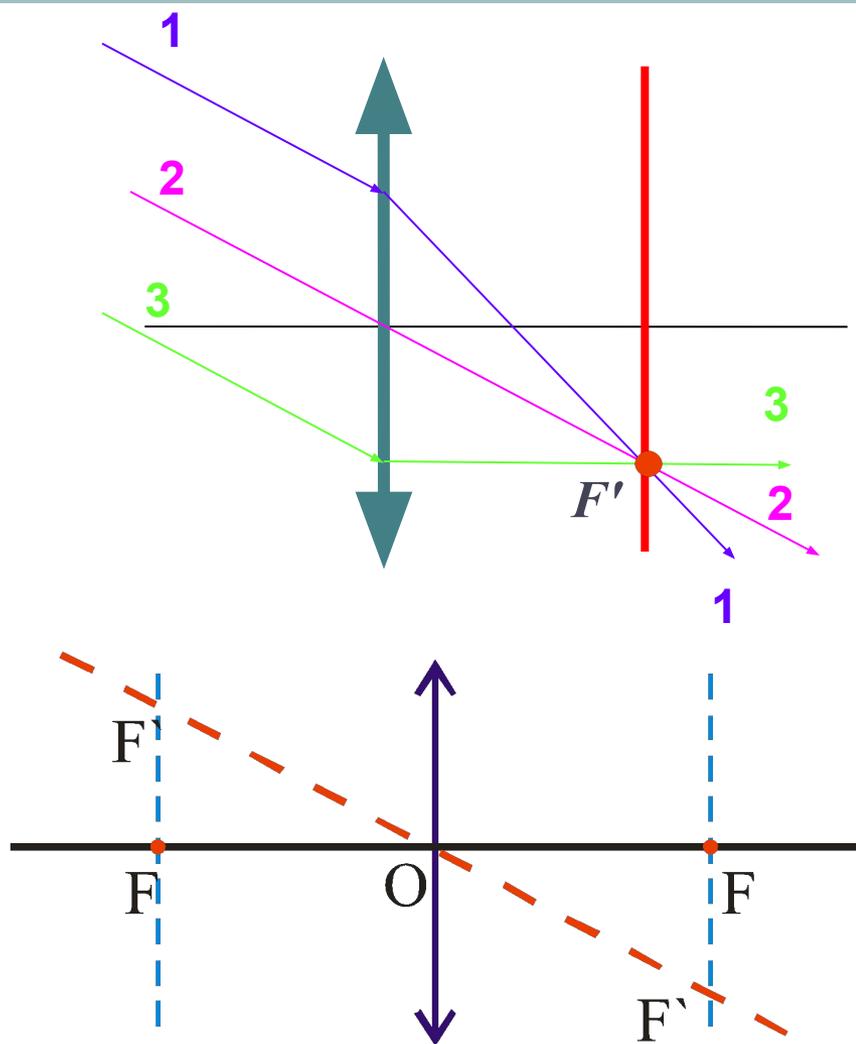
O — Оптический центр



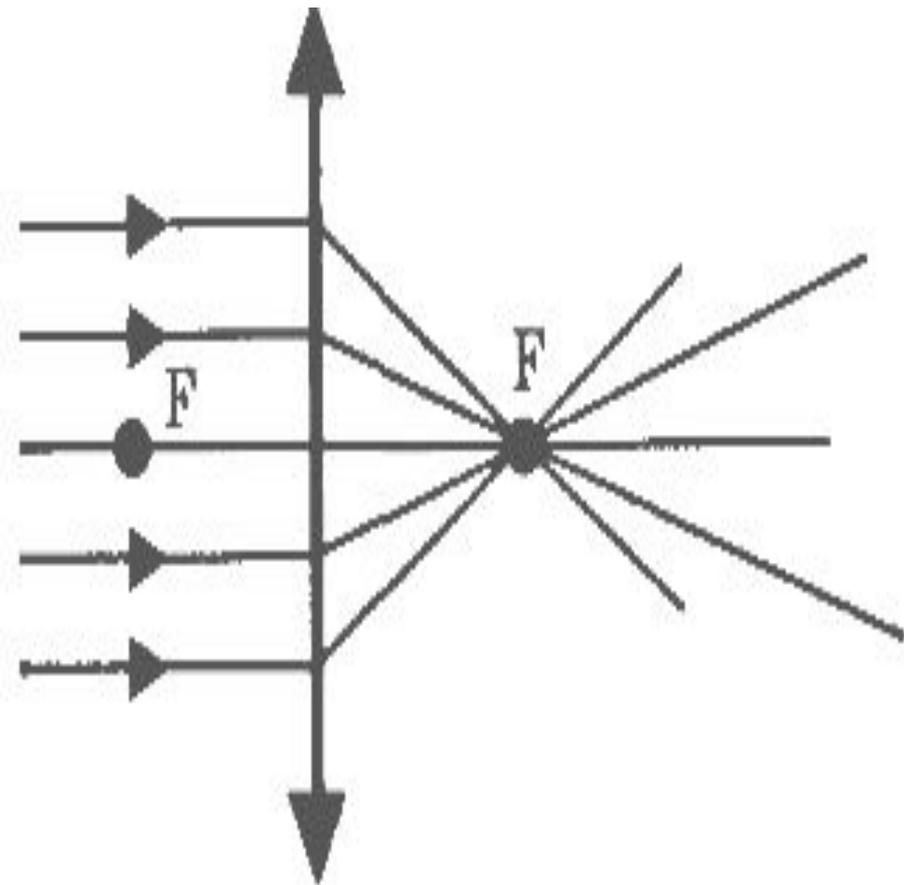
Главный фокус собирающей линзы (F) – точка на главной оптической оси, в которой собираются лучи, падающие параллельно главной оптической оси, после преломления их в линзе.

Фокусное расстояние (OF)

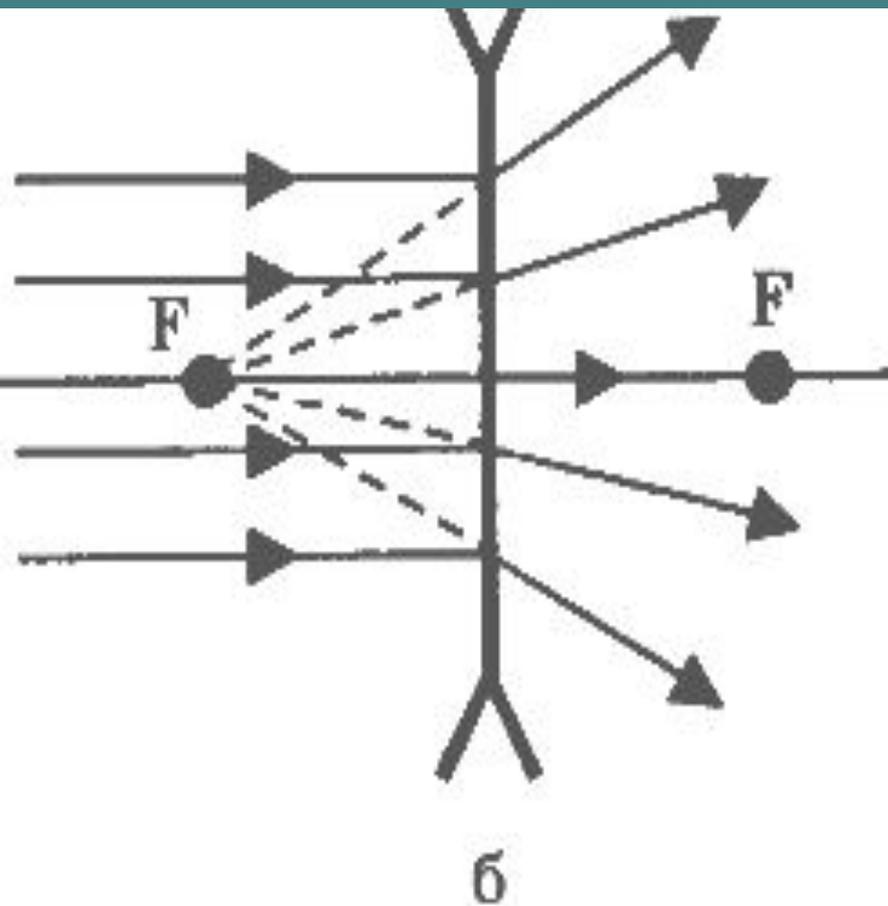
СИ: $[F]=\text{м}$ (метр)



Фокальная плоскость линзы – плоскость, проходящая через главный фокус линзы перпендикулярно главной оптической оси. Точки пересечения побочных оптических осей с фокальными плоскостями называются **побочным фокусом (F')**. В побочном фокусе сходятся все лучи, падающие на линзу параллельно побочной оптической оси.



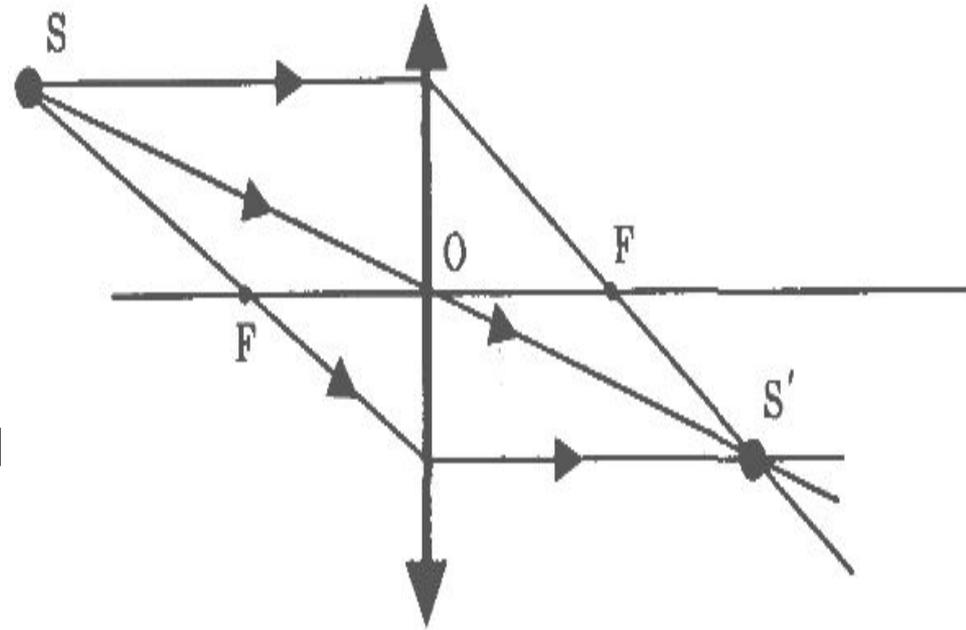
- Если на линзу направить пучок параллельных лучей, то после преломления лучи пересекут оптическую ось в одной точке. Эта точка называется **фокусом линзы**. У каждой линзы два фокуса- по одному с каждой стороны.
- Расстояние от линзы до ее фокуса называют **фокусным расстоянием** и обозначают буквой – F .
- Выпуклая линза собирает лучи, идущие от источника, поэтому выпуклая линза называется **собирающей**.



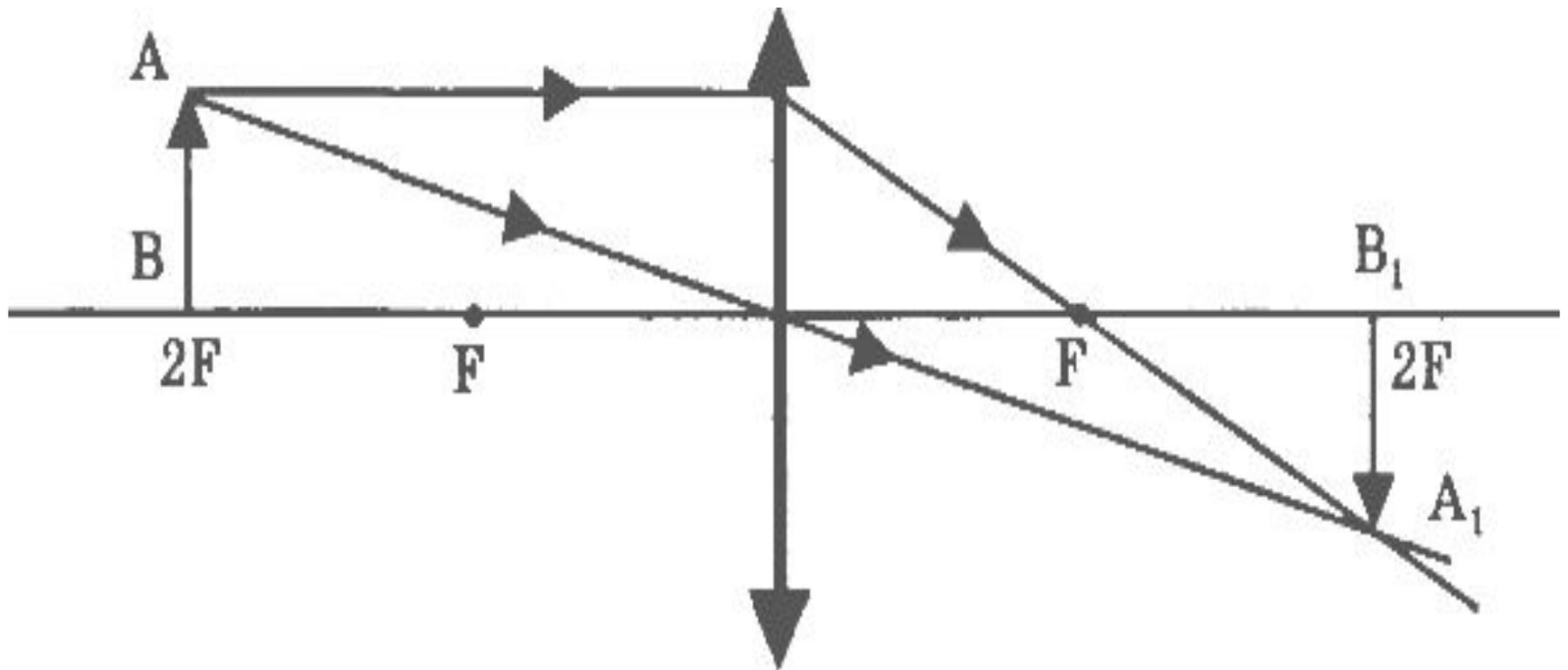
- Пусть параллельный пучок лучей на вогнутую линзу и увидим, что лучи выйдут из линзы расходящимся пучком. Если такой пучок лучей попадет в глаза, то наблюдателю будет казаться, что они вышли из точки F . Эта точка называется – **мнимым фокусом**.
- Такую линзу называют **рассеивающей**.

Построение изображения в линзе:

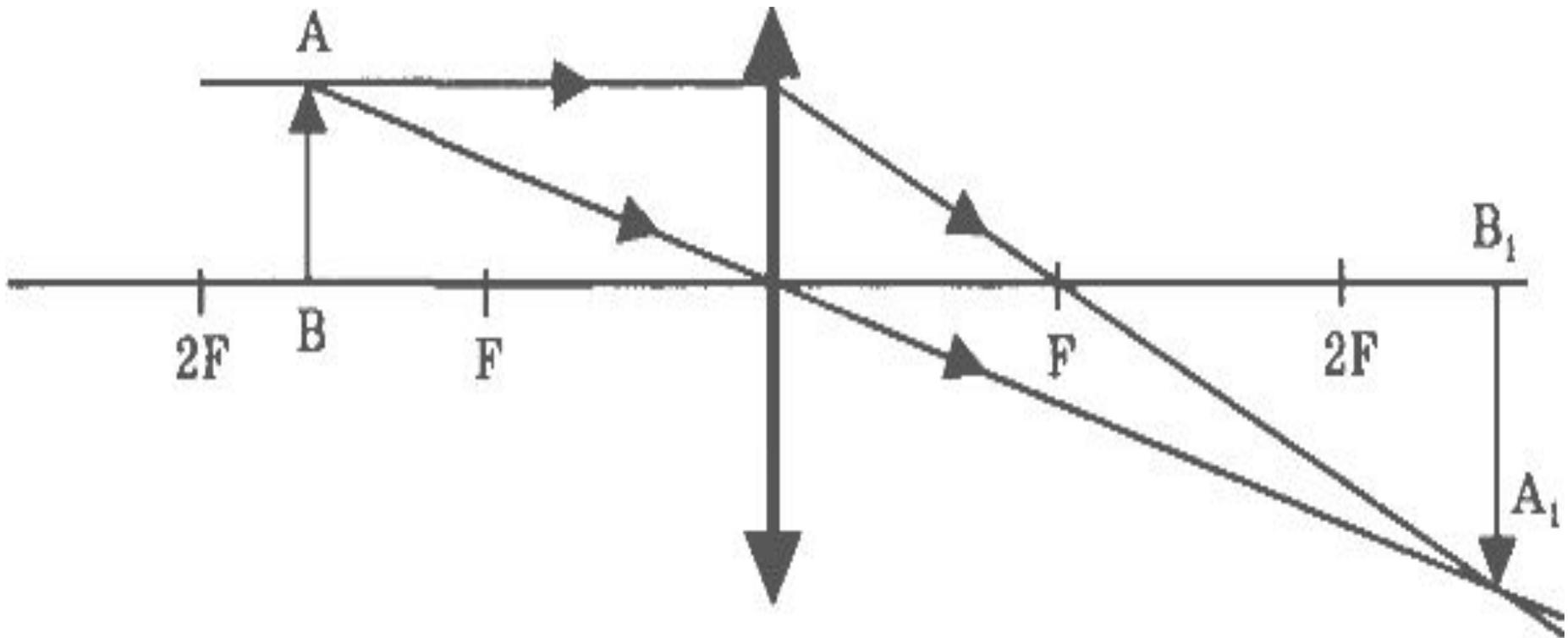
- Луч, падающий на линзу параллельно оптической оси, после преломления идет через фокус линзы.
- Луч, проходящий через оптический центр линзы не преломляется.
- Луч, проходя через фокус линзы после преломления идет параллельно оптической оси.



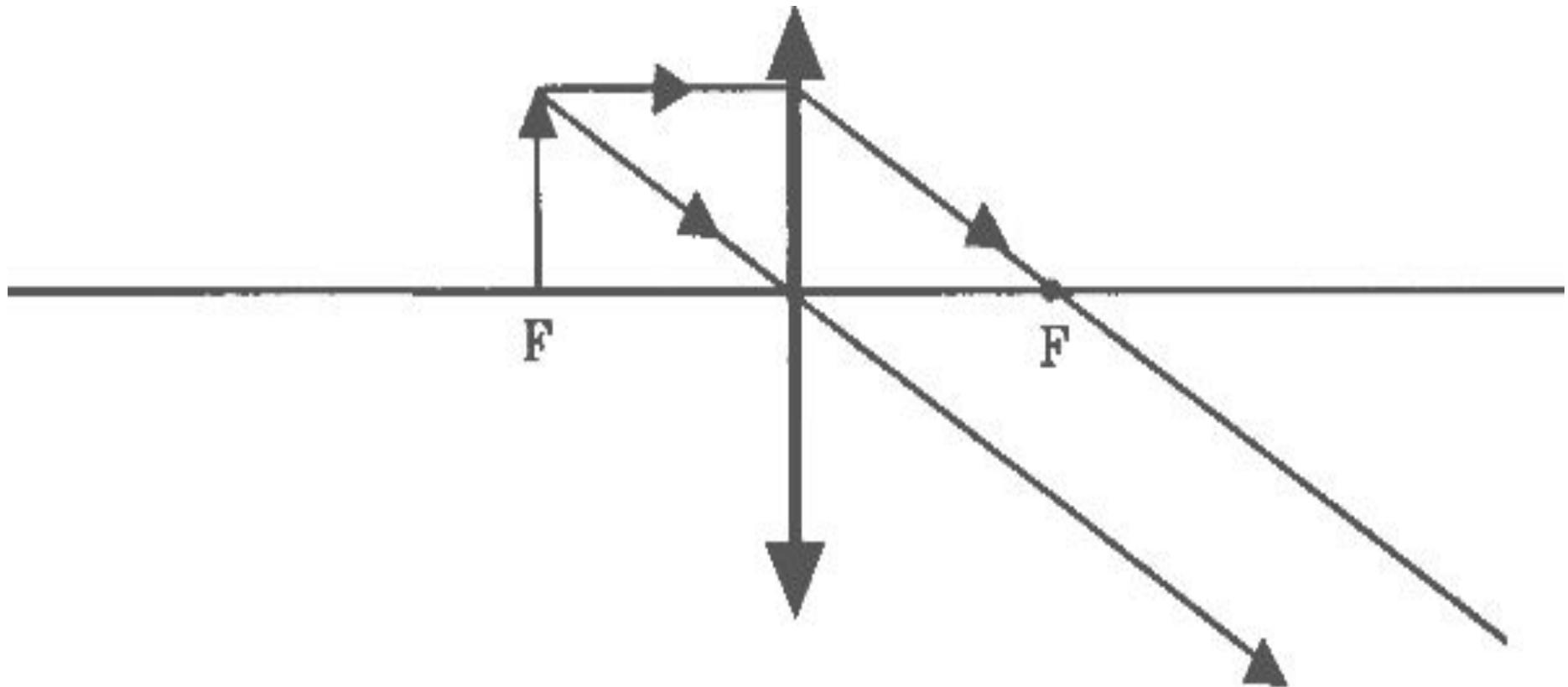
Если предмет находится в двойном фокусе, то изображение получится действительное, равное, обратное.



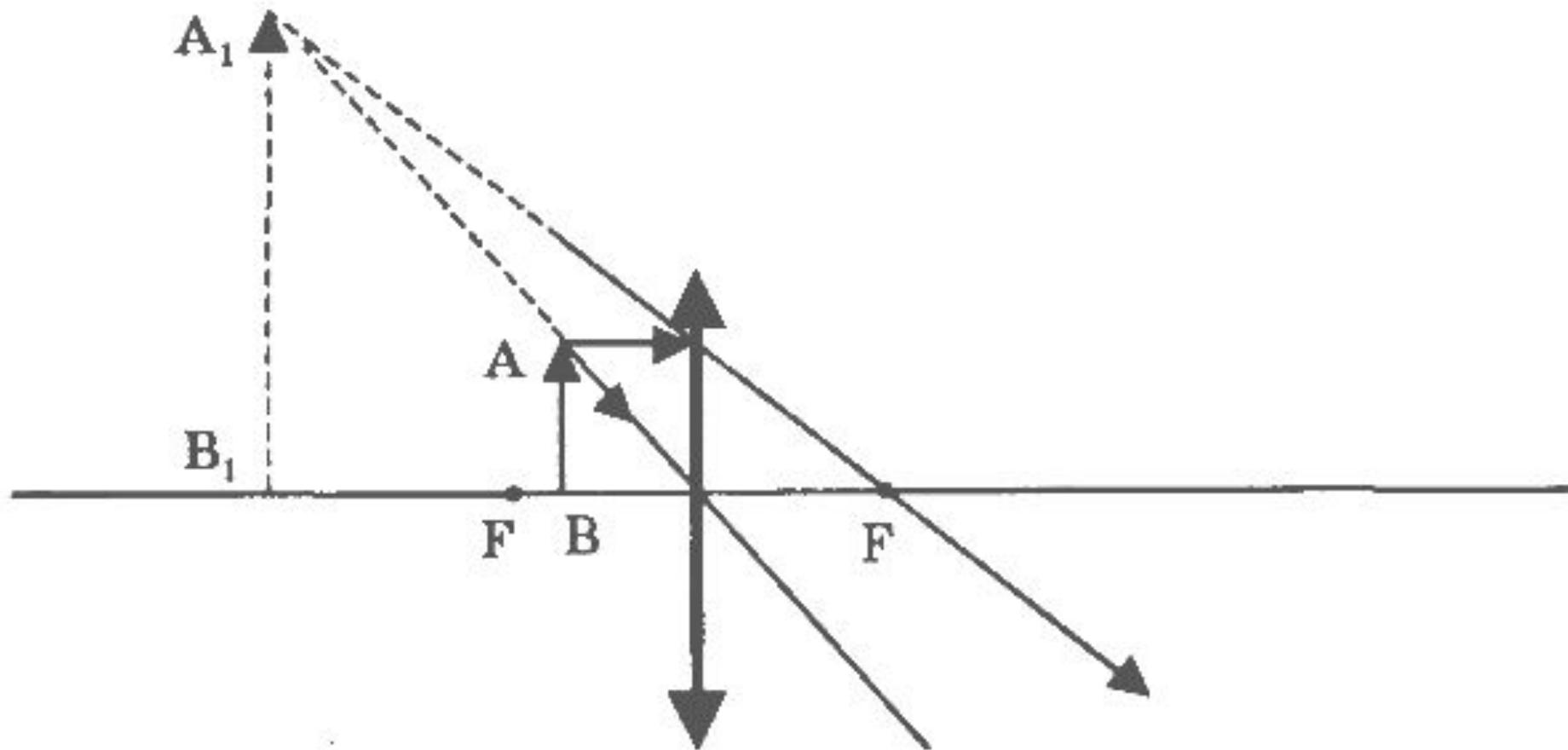
Если предмет находится между фокусом и двойным фокусом, то изображение действительное, обратное, увеличенное.



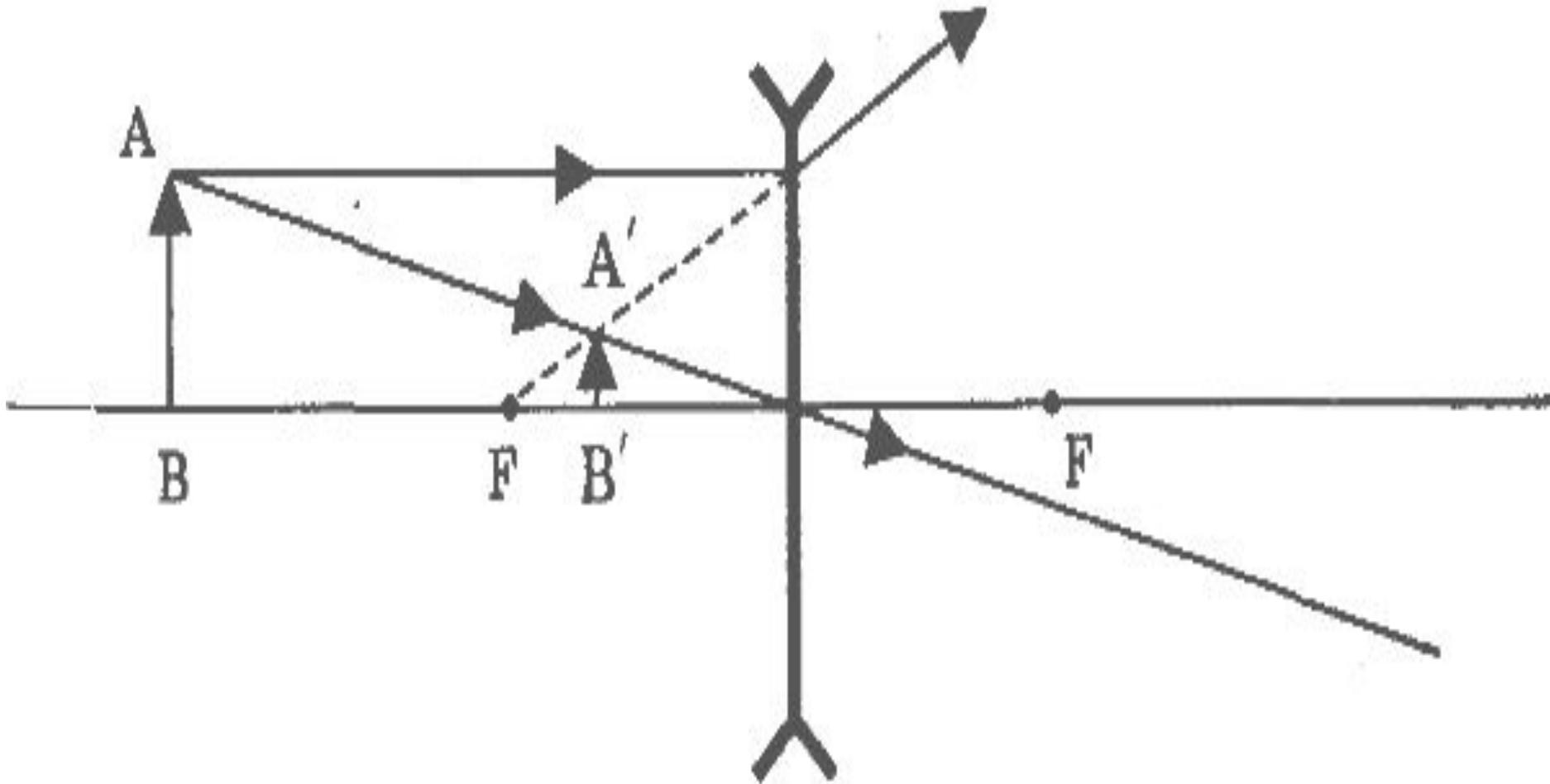
Если предмет находится в фокусе, то изображения нет.



Если предмет находится между фокусом и оптическим центром, то изображение мнимое, прямое, увеличенное.



Построение в рассеивающей линзе:



Формула тонкой линзы:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

d – расстояние от светящейся точки
до оптического центра линзы

f – расстояние от оптического центра линзы
до изображения точки

F – фокусное расстояние линзы

Формула для нахождения оптической силы линзы:

$$D = \frac{1}{F}$$

D – оптическая сила линзы (или системы линз)

F – фокусное расстояние линзы
(или системы линз)

Единицей оптической силы линзы является
диоптрия (м^{-1})

Характеристики линз

Оптическая сила линзы

Величина, обратная фокусному расстоянию, называется оптической силой линзы

$$D = \frac{1}{F}$$

Измеряется в
диоптриях (дптр)

$$1 \text{ дптр} = 1/\text{м}$$

Оптическую силу собирающей линзы считают положительной величиной, а рассеивающей – отрицательной.

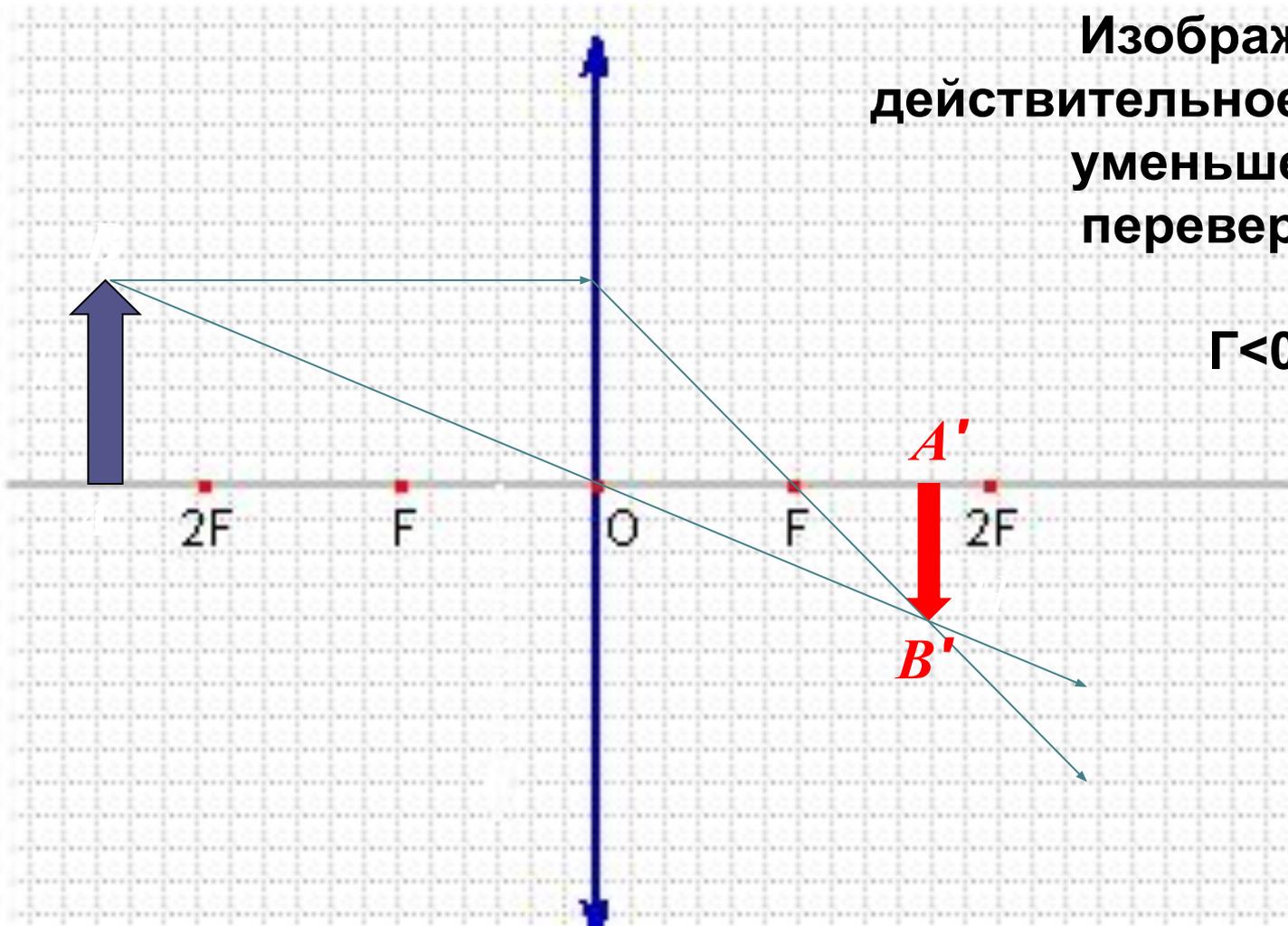
Увеличение линзы – отношение высоты изображения к высоте предмета.

При прямом изображении предмета в линзе увеличение положительно ($\Gamma > 0$), а при перевернутом – отрицательно ($\Gamma < 0$).

При увеличенном изображении предмета в линзе модуль увеличения больше единицы ($|\Gamma| > 1$), а при уменьшенном – меньше единицы ($|\Gamma| < 1$)

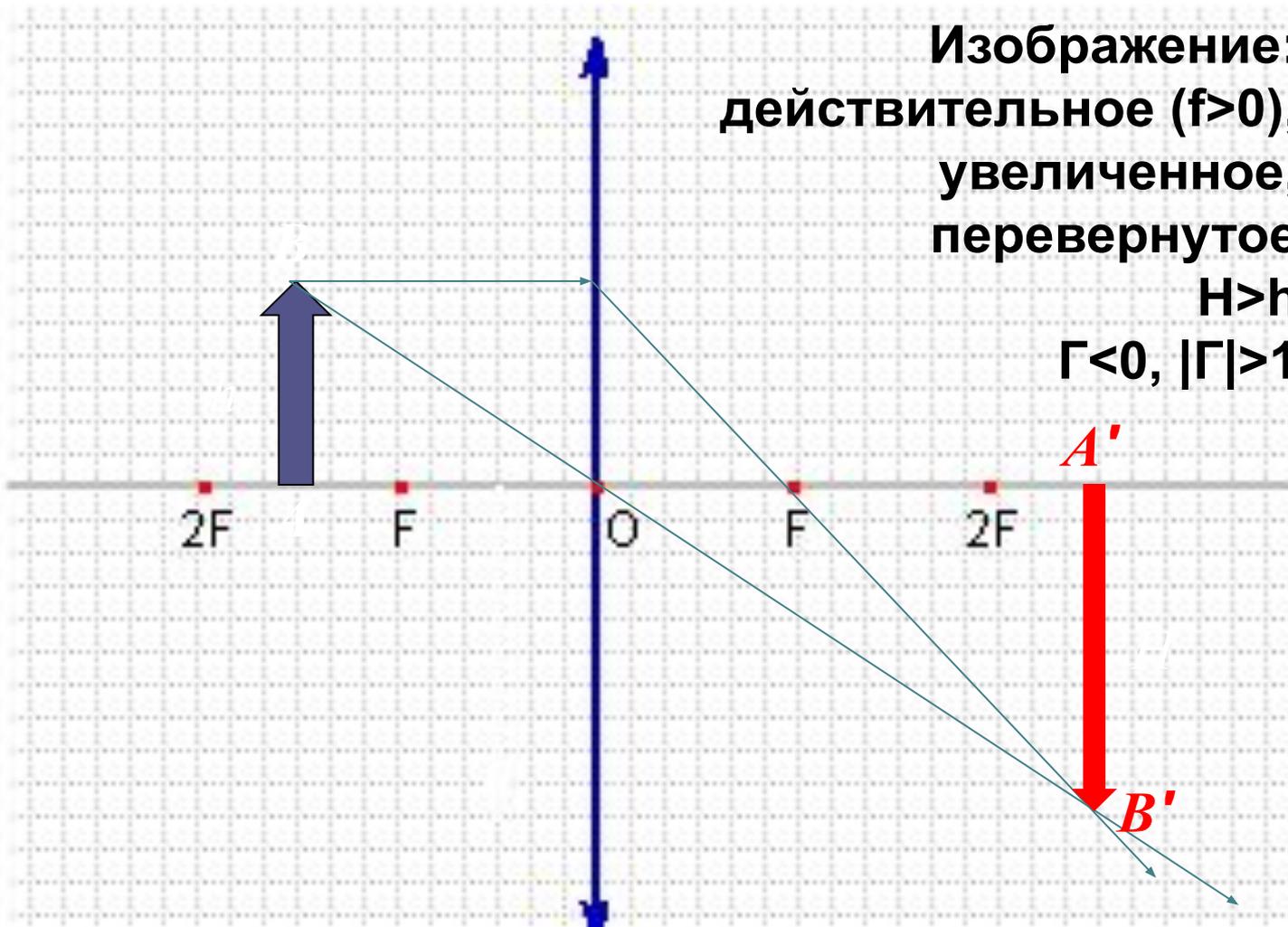
$$\Gamma = H/h$$

Предмет находится за двойным фокусом линзы ($d > 2F$)



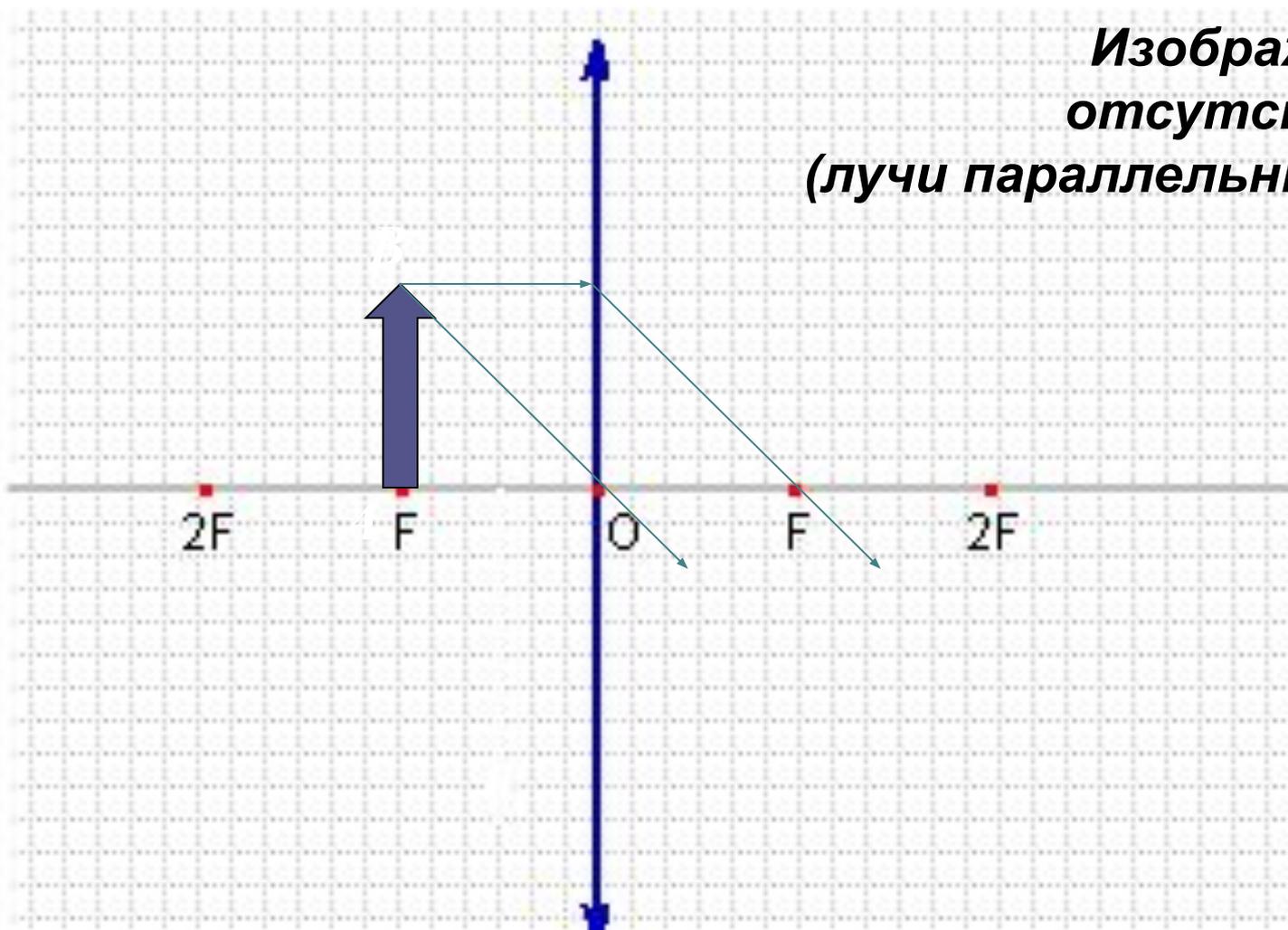
Изображение:
действительное ($f > 0$),
уменьшенное,
перевернутое
 $H < h$
 $\Gamma < 0$, $|\Gamma| < 1$

Предмет находится между двойным фокусом и фокусом линзы ($2F > d > F$)



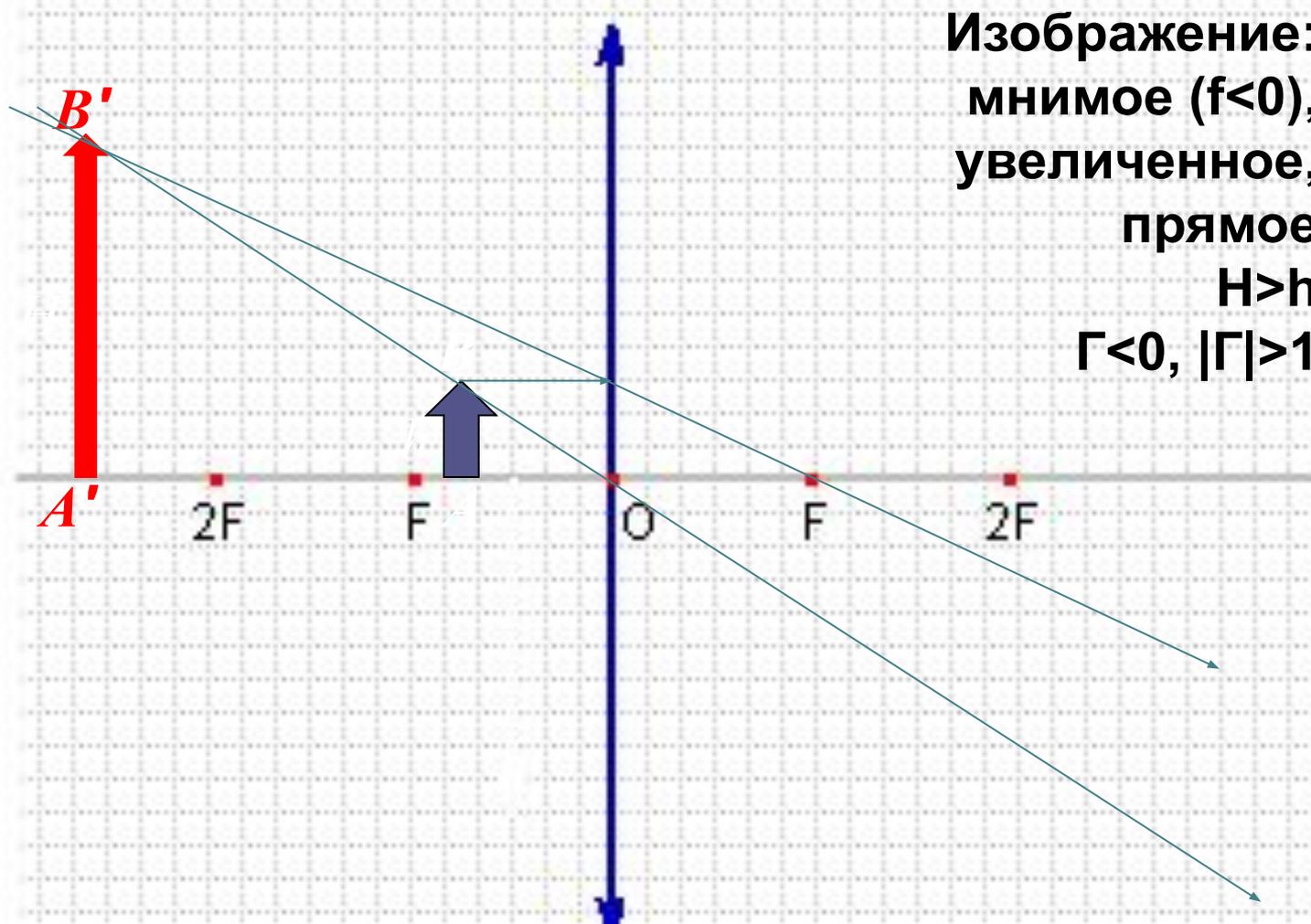
Изображение:
действительное ($f > 0$),
увеличенное,
перевернутое
 $H > h$
 $\Gamma < 0, |\Gamma| > 1$

Предмет находится на фокусном расстоянии от линзы ($d=F$)



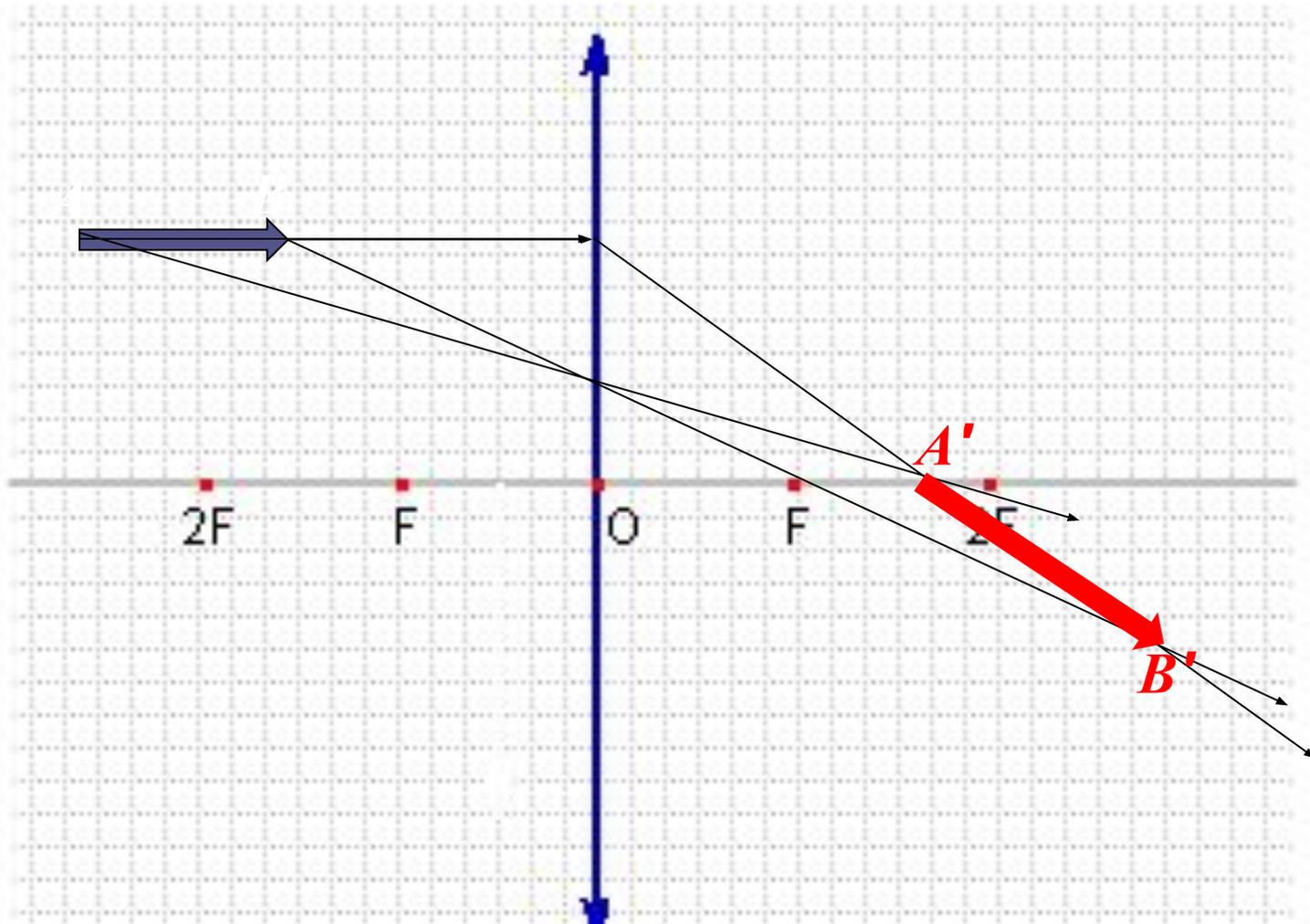
*Изображение:
отсутствует
(лучи параллельны друг
другу)*

Предмет находится между главным фокусом и линзой ($d < F$)

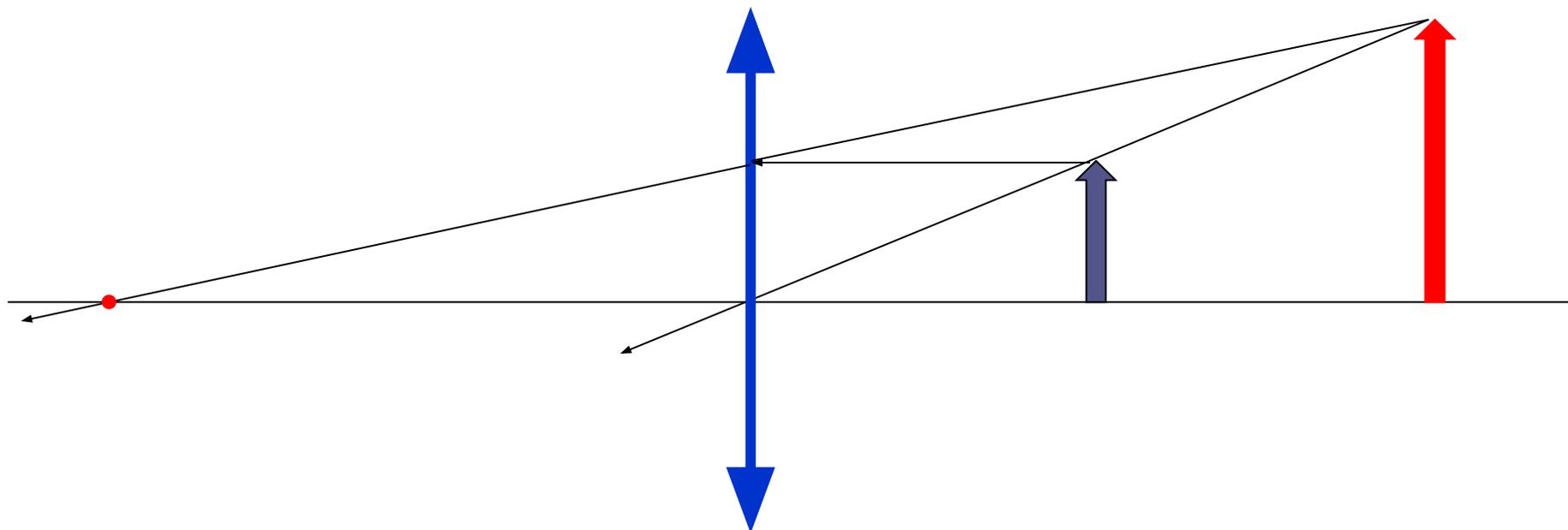


Изображение:
мнимое ($f < 0$),
увеличенное,
прямое
 $H > h$
 $\Gamma < 0, |\Gamma| > 1$

Линейный предмет, расположенный параллельно главной оптической оси.



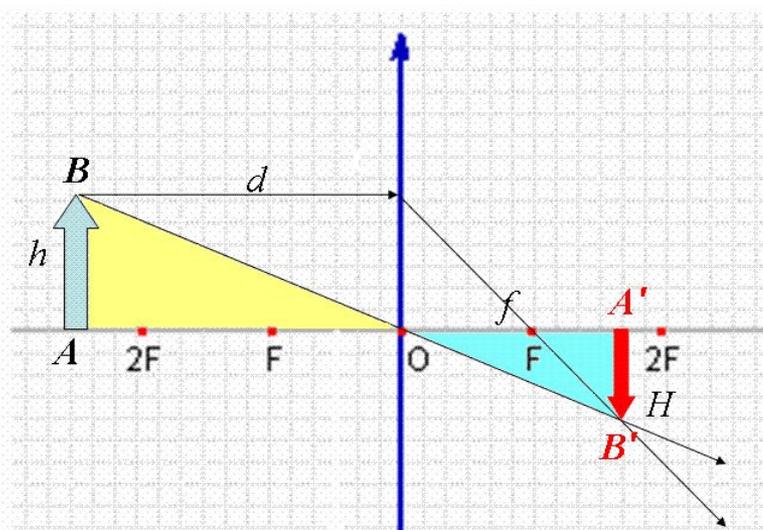
Графическое определение положения оптического центра и главного фокуса линзы.



Характеристики изображений в собирающих линзах в зависимости от расстояния d от предмета до линзы

<i>Предмет</i>	<i>Изображение</i>			
	<i>Расстояние от линзы d</i>	<i>Расстояние от линзы f</i>	<i>Тип</i>	<i>Ориентация</i>
$d > 2F$	$F < f < 2F$	Действительное	Перевернутое ($\Gamma < 0$)	Уменьшенное ($ \Gamma < 1$)
$d = 2F$	$f = 2F$	Действительное	Перевернутое ($\Gamma < 0$)	Того же размера ($ \Gamma = 1$)
$F < d < 2F$	$f > 2F$	Действительное	Перевернутое ($\Gamma < 0$)	Увеличенное ($ \Gamma > 1$)
$d = F$	$f = \pm\infty$			
$d < F$	$f < 0; f < d$	Мнимое	Прямое ($\Gamma > 0$)	Увеличенное ($ \Gamma > 1$)

Формула тонкой собирающей линзы



$\triangle AOB$ подобен $\triangle A'OB'$, поэтому $|\Gamma| = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$

$\triangle CFO$ подобен $\triangle A'FB'$, тогда $|\Gamma| = \frac{H}{h} = \frac{f-F}{F}$

$\frac{f}{d} = \frac{f-F}{F}$ |разделим обе части на f

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

Формула тонкой линзы (для $d > 2F$)

Мир оптических приборов:



Оптические приборы, вооружающие глаз

Приборы для
рассматривания мелких
объектов (лупы, и
микроскопы)

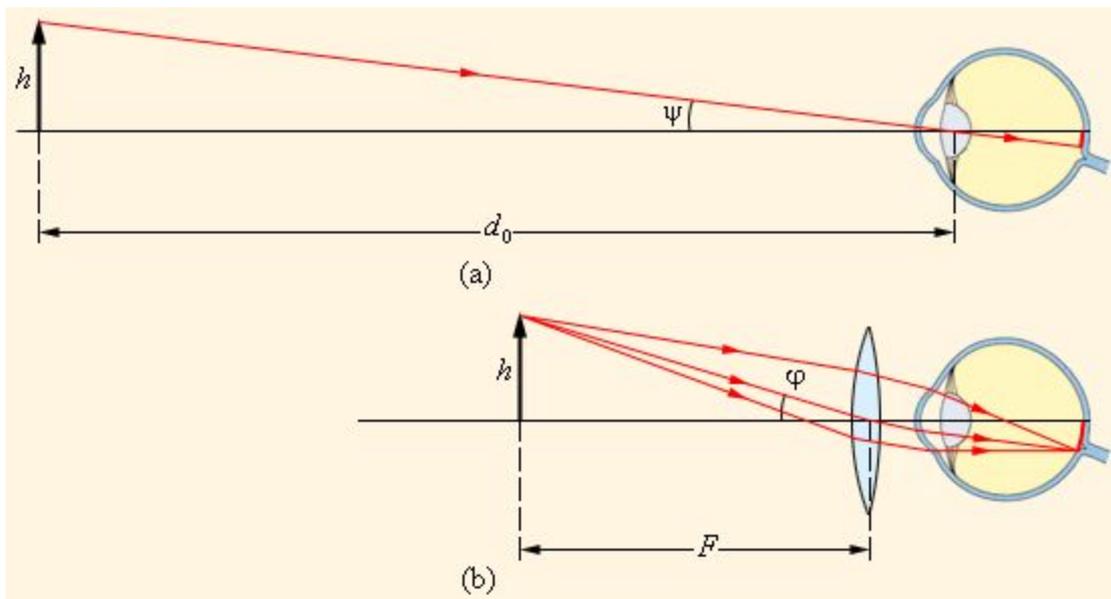
Приборы для
рассматривания далеких
объектов (зрительные
трубы, телескопы, бинокли и
т.п.)

Изображения рассматриваемых предметов являются мнимыми.



Лупа

Лупа – собирающая линза или система линз с малым фокусным расстоянием.



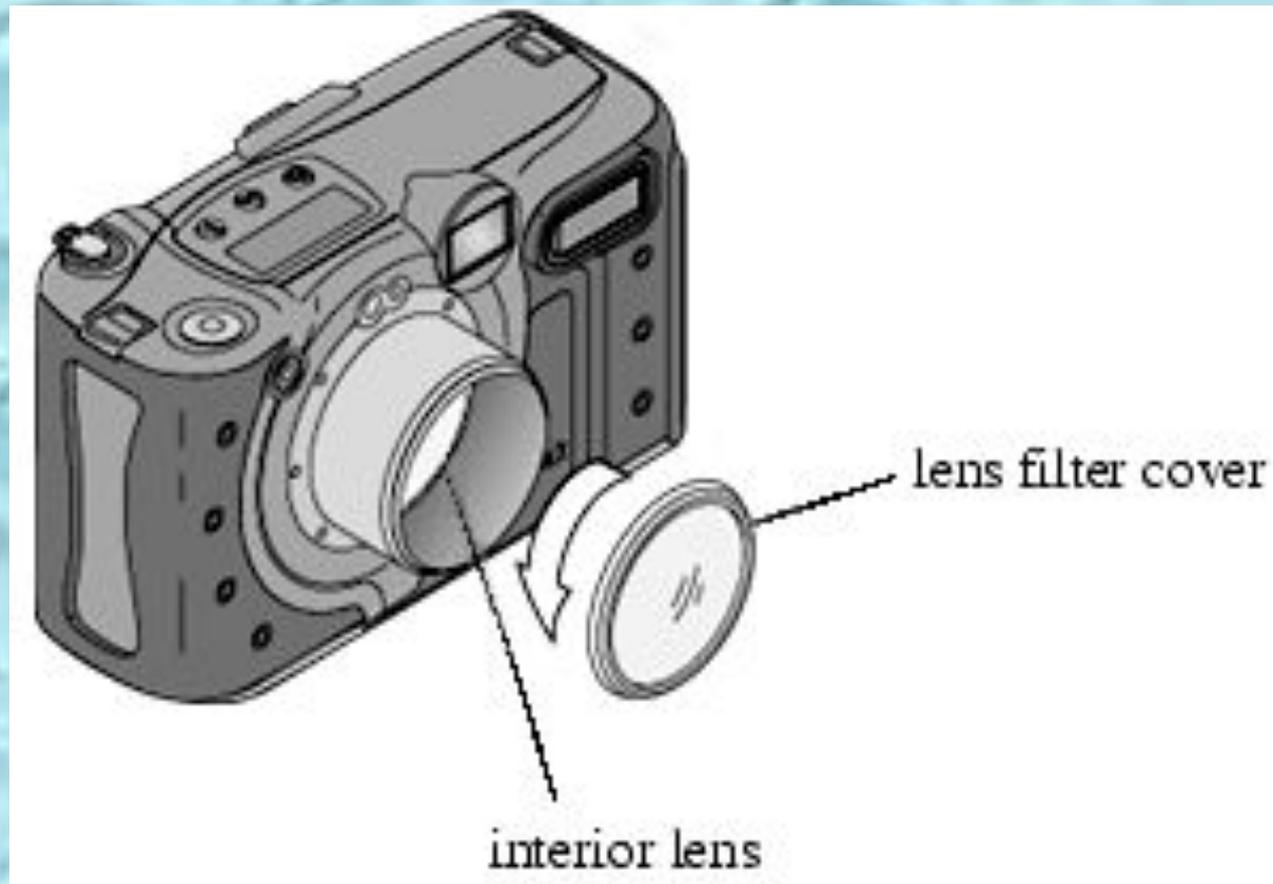
$$\psi = \frac{h}{d_0}$$

угол зрения, под которым виден предмет невооруженным глазом.

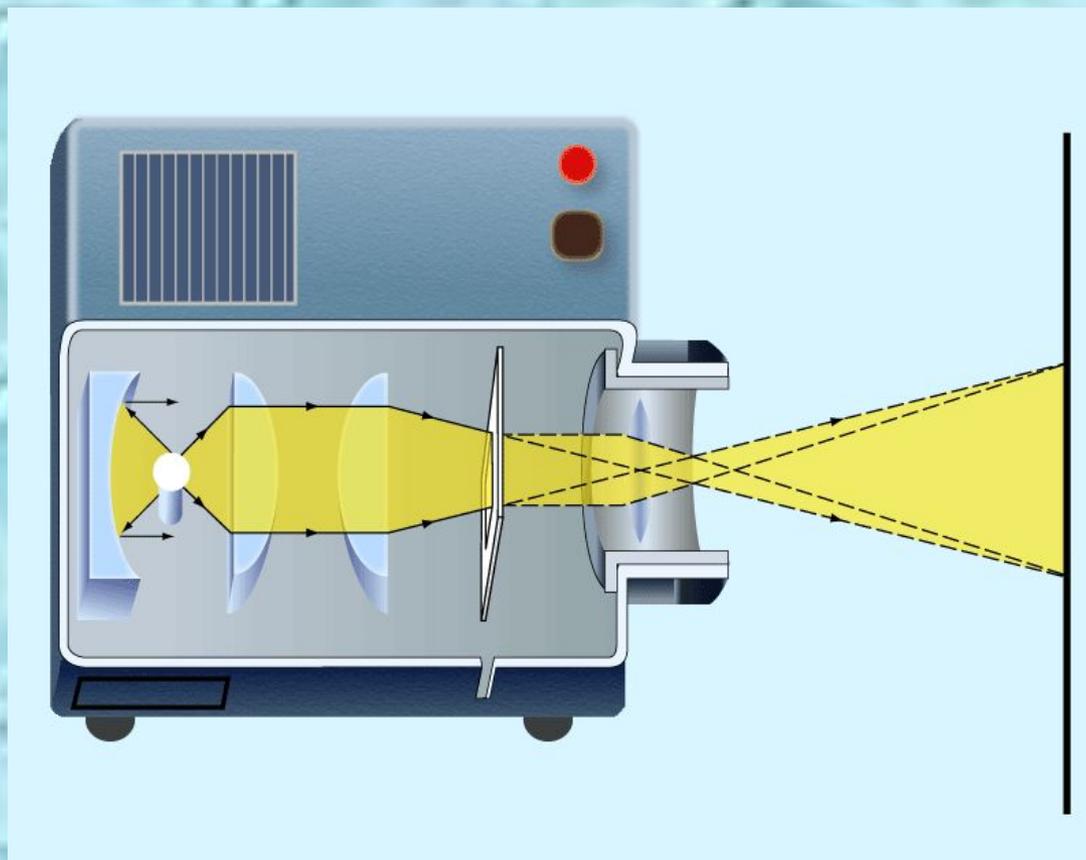
$d_0=25\text{см}$ – расстояние наилучшего зрения.

h – линейный размер предмета.

Применение линз: фотоаппарат



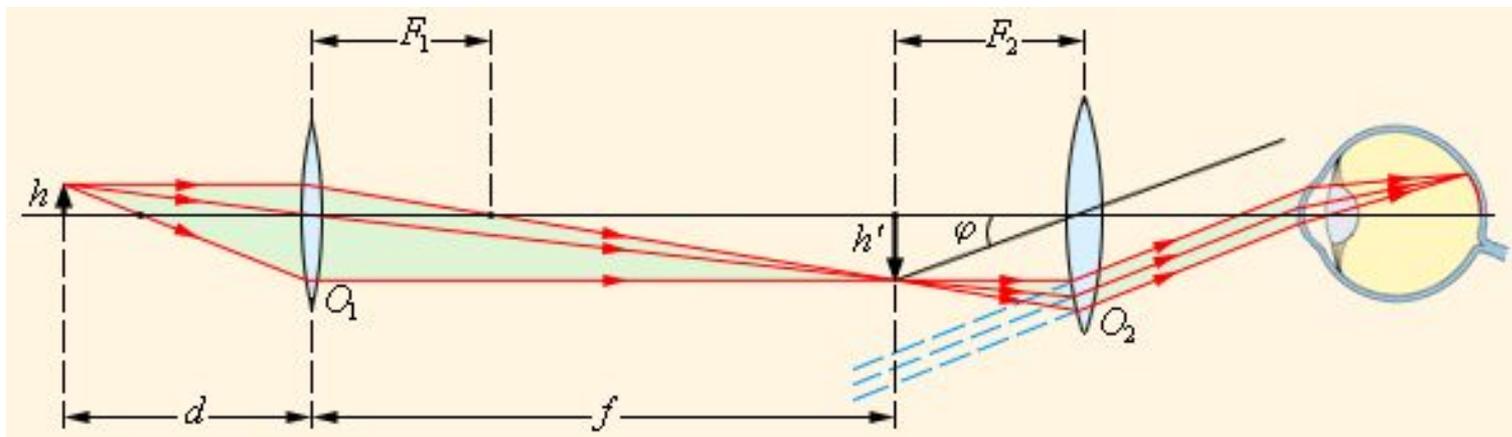
Киноаппарат





Микроскоп

Микроскоп представляет собой комбинацию двух линз или систем линз.



Увеличением микроскопа называется отношение угла зрения φ , под которым виден предмет при наблюдении через микроскоп, к углу зрения ψ при наблюдении невооруженным глазом с расстояния наилучшего зрения $d_0 = 25\text{см}$.

Микроскоп



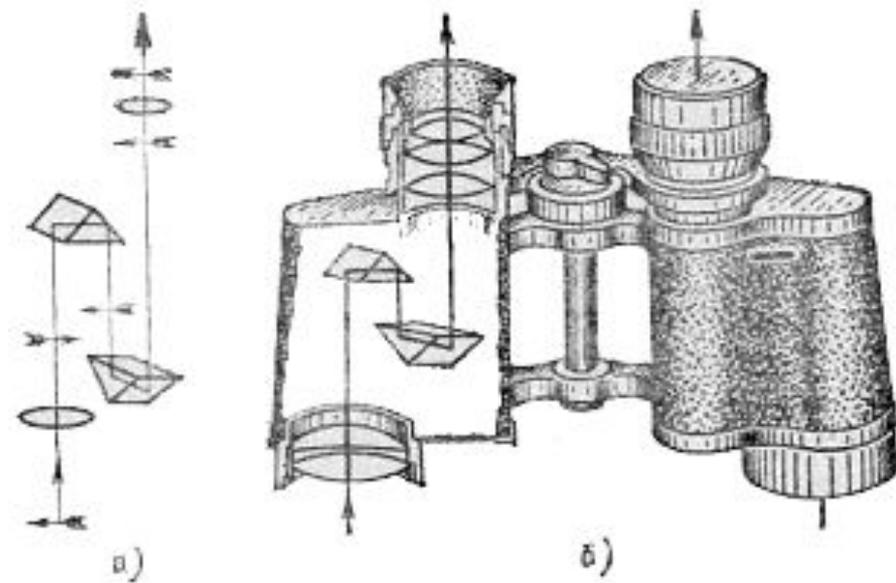


Бинокль

Бинокль представляет собой две зрительные трубы, соединенные вместе для наблюдения предмета двумя глазами.

Призмный бинокль.

Для уменьшения размеров применяемых в бинокле труб Кеплера и переворачивания изображения используются прямоугольные призмы полного отражения.



Телескопы

Телескоп - оптическое устройство представляет собой мощную зрительную трубу, предназначенную для наблюдения весьма удаленных объектов – небесных светил.

Телескоп – это оптическая система, которая, «выхватывая» из пространства небольшую область, зрительно приближая расположенные в ней объекты. Телескоп улавливает параллельные своей оптической оси лучи светового потока, собирает их в одну точку (фокус) и увеличивает при помощи линзы или, чаще, системы линз (окуляра), которая одновременно снова преобразует расходящиеся лучи света в параллельные.



Недостатки линз.

Реальным линзам свойственны некоторые дефекты. Один из них - **сферическая аберрация**. Она заключается в том, что выпуклая линза лучи, отстоящие далеко от главной оптической оси, собирает в точке (фокусе), расположенной ближе к линзе, чем близко прилегающие лучи: у вогнутой линзы — аналогичная картина.

Один из способов борьбы со сферической аберрацией — использование только параксиальных пучков, т. е. пучков, близких к главной оптической оси. Для этого линзу диафрагмируют, пропуская через нее более узкий пучок. Но этим уменьшается энергия пучка и освещенность изображения. Второй способ ослабления изображения изображенный за линзой, увидит прямое мнимое увеличенное изображение.

Задача 1:

Фокусное расстояние объектива фотоаппарата 58 мм. Какова его оптическая сила?

Дано :	СИ
$F = 58\text{мм} = 0,058\text{м}$	
$D - ?$	

Решение :

$$D = \frac{1}{F} = \frac{1}{0,058\text{м}} =$$

$$= 17,24 \text{ дптр}$$

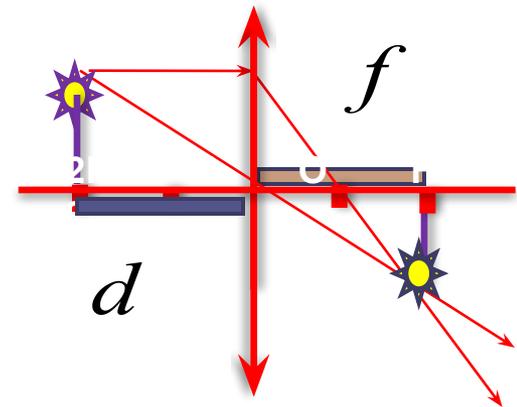
Ответ : $D = 17,24 \text{ дптр}$

Задача 2:

На матовом стекле фотоаппарата получили изображение цветка в натуральную величину. Расстояние от цветка до изображения 60 см. Чему равно фокусное расстояние объектива?

<i>Дано :</i>	<i>СИ</i>
$H = h$	
$d + f = 60\text{см} = 0,6\text{м}$	

$F - ?$



Решение:

Т.к. изображение предмета
получилось в натуральную величину
(размер предмета h равен размеру
изображения H), то предмет
находится в двойном фокусе

$$d=2F,$$

изображение предмета в двойном
фокусе

$$f=2F$$

$$d+f = 0,6$$

$$2F + 2F = 0,6$$

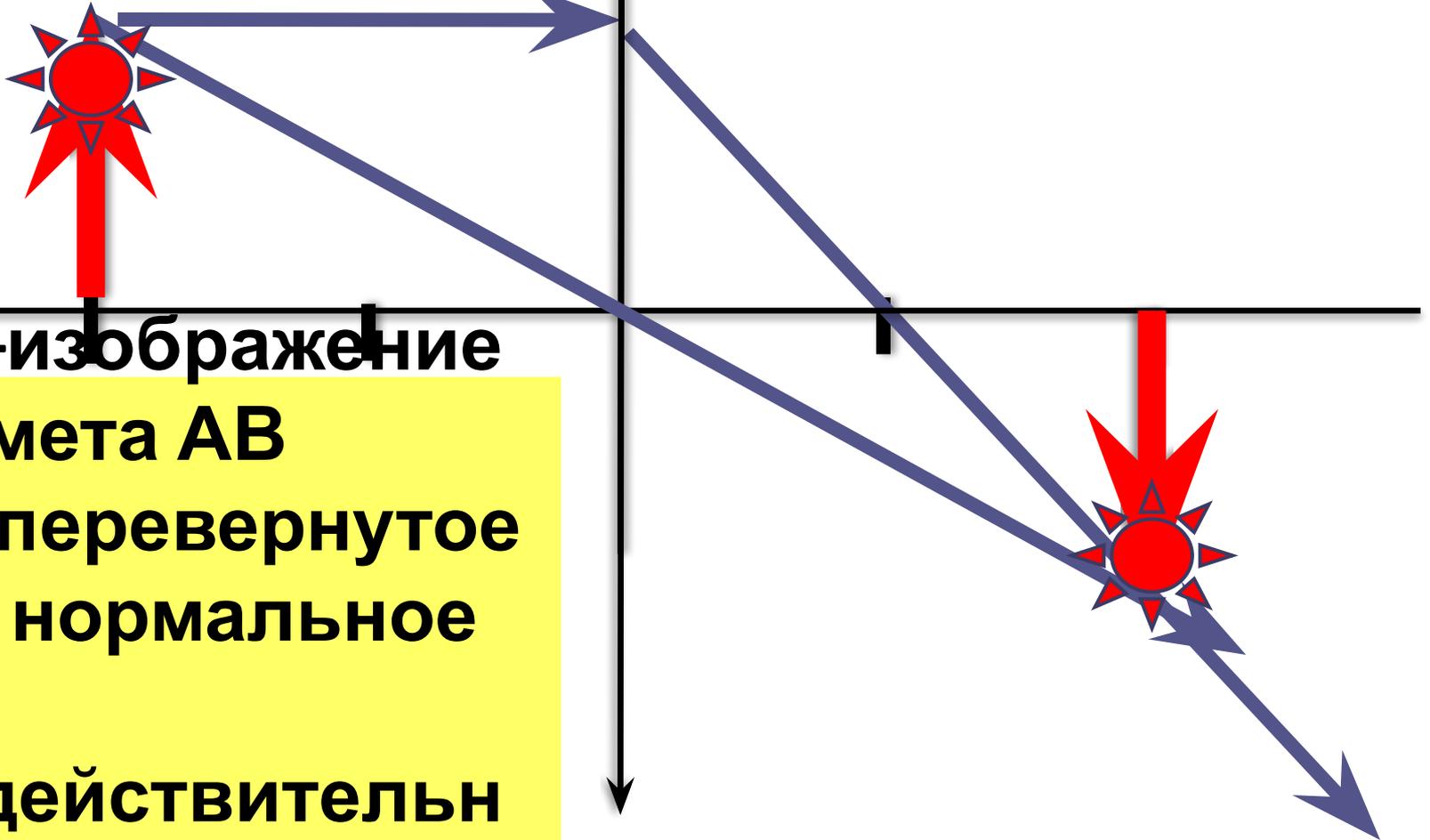
$$4F = 0,6$$

$$F = \frac{0,6}{4} = 0,15 \text{ (M)}$$

$$F < d < 2F$$

$A_1 B_1$ – изображение предмета АВ
- перевернутое
- нормальное
- действительное

Ответ : $F = 0,15 \text{ м}$



Домашнее задание:

- §18.4-18.6
- Заполнить таблицу

Заполните таблицу:

Предмет	Изображение			
Расстояние от предмета до линзы (d)	Расстояние от линзы до изображения (f)	Тип	Ориентация	Размер
$d > 2F$	$F < f < 2F$	<i>Действ.</i>	<i>Переверн.</i> $(\Gamma < 0)$	<i>Уменьш.</i> $(\Gamma < 1)$
$d = 2F$				
$F < d < 2F$				
$d = F$				
$d < F$				