

сосредоточивается у правой (левой) стенки ямы (рис. 4), а при увеличении (уменьшении)  $|M_1|$  волновая ф-ция осн. состояния сдвигается вправо (влево) (рис. 5). Аналогичный сдвиг по  $x$  волновых ф-ций других квантовых состояний наблюдается при изменении соответствующих им нормировочных констант. В пределах  $|\gamma_n| \rightarrow \infty$  (или  $|\gamma_n| \rightarrow 0$ ) волновая ф-ция  $n$ -го состояния впрессовывается в вертикальную потенциальную стенку, а при  $|M_n| \rightarrow \infty$  (или  $|M_n| \rightarrow 0$ ) уносится характерной вспомога- тельной ямой-перенос-

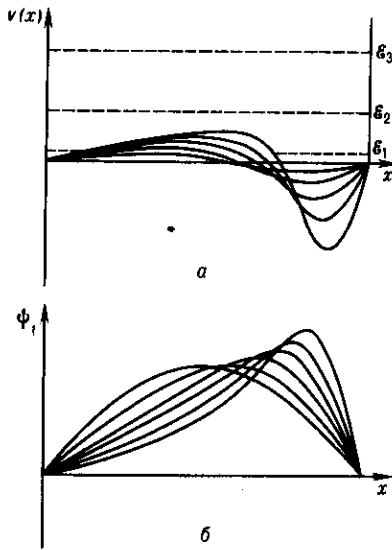


Рис. 4. Изменение формы потенциала (а) и волновой функции основного состояния  $\psi_1$  (б) при увеличении значения модуля производной  $\gamma_1 = \psi_1'(x)$  у правой стенки бесконечной прямоугольной ямы. Основное состояние «сдвигается» вправо, все уровни остаются на своих местах, как не меняются и значения  $\gamma$  для других связанных состояний.

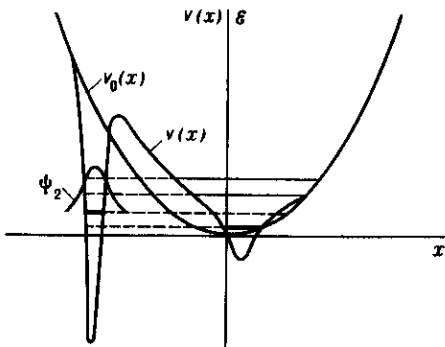


Рис. 5. Ближкое к нулю значение  $M_2$  создаёт в возмущённом потенциале узкую вспомогательную ямку, уносящую состояние с энергией  $\epsilon_2$  на  $-\infty$  (постепенное «исчезновение» уровня  $\epsilon_2$ ). Волновые функции состояний с энергиями  $\epsilon_n > \epsilon_2$  имеют по одному узлу под барьером, отделяющим ямку от основной ямы. Внутри вспомогательной ямки остаётся последнее колебание с амплитудой, быстро убывающей с расстоянием при удалении от ямки.

чиком на бесконечность вправо (влево). Остальные волновые ф-ции, для к-рых нормировочные константы остаются неизменными, несколько трансформируются, но сильно не смещаются. В пределе из спектра исходной системы исключается избранное состояние ( $\epsilon_3$  на рис. 6). Сужение новой потенц. ямы по сравнению с исходной сокращает на полколебания все состояния с  $\epsilon > \epsilon_3$ , не меняя их энергии, что эквивалентно сдвигу уровней с  $\epsilon \geq \epsilon_3$  вверх так, что уровень  $\epsilon_n$  занимает место уровня  $\epsilon_{n+1}$ . Это соответствует уничтожению уровня  $\epsilon_3$ . Рельеф ниж. части возмущённой ямы (типа изображённой на рис. 3)

обеспечивает неизменность положения уровня  $\epsilon_2$  (при сужении ямы форма её дна компенсирует тенденцию к сдвигу  $\epsilon_2$ ). Основное же состояние  $\epsilon_1$  менее чувствительно к сужению верх. части ямы, и соответствующее слабое возмущение потенциала мало сказывается на форме ниж. части потенц. кривой на рис. 6. Рассмотренные элементарные трансформации Ш. о. с. можно комбинировать.

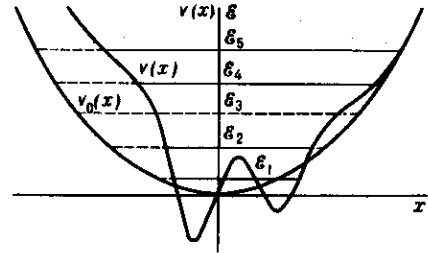


Рис. 6. Изменение формы потенциальной ямы  $[v_0(x) \rightarrow v(x)]$ , необходимое для уничтожения уровня  $\epsilon_3$  (пунктир). Сужение ямы вызвано сокращением числа колебаний собственных функций состояний, расположенных выше ликвидированного уровня. Форма дна ямы обеспечивает неизменность положения уровней  $\epsilon_1$  и  $\epsilon_2$  (в основном опускает уровень  $\epsilon_2$ , поднимающийся при сужении ямы).

Спектральные параметры связанных состояний квантовой системы при наличии у неё кроме дискретного и непрерывного спектра изменяют аналогичным образом. Рис. 7, относящийся к описанию квазистационарных состояний, демонстрирует, как трансформируется прямоуг. яма конечной глубины при увеличении  $M_2$ : вспомога- тельная ямка соли- тонообразной формы «уносит» состояние с энергией  $\epsilon_2$ . Безотражательность этой ямки-переносчика приводит к тому, что при её сдвиге не меняются свойства непрерывного спектра. Пик, появляющийся на краю исходной ямы, обеспечивает такое же отражение волн новой сглаженной ямой, как и исходной, резкой ступенькой.

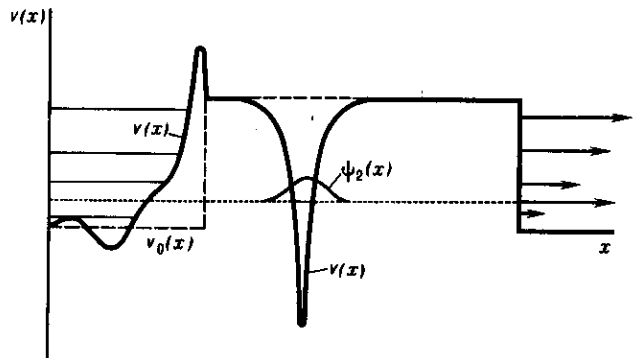


Рис. 7. Искажённая форма (жирная сплошная линия) конечной прямоугольной потенциальной ямы, получающаяся при увеличении нормировочного множителя  $M_2$ . Вспомогательная узкая соли- тонообразная ямка уносит состояние с энергией  $\epsilon_2$  тем дальше, чем больше значение  $M_2$ . Если ширина барьера справа от ямы конечна, то связанные состояния становятся квазистабильными, а перенос состояния с энергией  $\epsilon_2$  к краю барьера позволяет увеличить вероятность его распада.

Спектральные параметры квазистационарных (резонансных) состояний можно изменять аналогичным образом. Так, увеличение относит. вероятности распада одного из нескольких квазисвязанных состояний (рис. 7) происходит при сдвиге выбранного состояния соответствующей вспомога- тельной ямки сквозь потенц. барьер ближе к его внеш. краю; ширина барьера, преодолеваемая частицей в этом состоянии, меньше, чем в случае неизменных состояний.