где *I*0 — начальная интенсивность, *I*l — интенсивность излучения, прошедшего расстояние *l* в веществе, *a*1 — [показатель поглощения](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BB%D0%BE%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F) вещества. Поскольку зависимость [экспоненциальная](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BA%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%84%D1%83%D0%BD%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F), излучение очень быстро поглощается.

В том случае, когда число возбуждённых атомов больше, чем невозбуждённых (то есть в состоянии инверсии населённостей), ситуация прямо противоположна. Акты вынужденного излучения преобладают над поглощением, и излучение усиливается по закону[[2]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D1%80#cite_note-krugosvet-2):

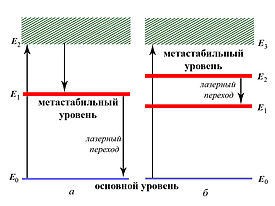
{\displaystyle I\_{l}=I\_{0}\exp(a\_{2}l),}

где *a*2 — коэффициент квантового усиления. В реальных лазерах усиление происходит до тех пор, пока величина поступающей за счёт вынужденного излучения энергии не станет равной величине энергии, теряемой в резонаторе[[17]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D1%80#cite_note-physical_dictionary-17). Эти потери связаны с насыщением метастабильного уровня рабочего вещества, после чего энергия накачки идёт только на его разогрев, а также с наличием множества других факторов (рассеяние на неоднородностях среды, поглощение [примесями](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%81%D1%8C_(%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%8F)), неидеальность отражающих зеркал, полезное и нежелательное излучение в окружающую среду и пр.)[[2]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D1%80#cite_note-krugosvet-2).

**Система накачки**[[править](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9B%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D1%80&stable=0&veaction=edit&section=5) | [править код](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9B%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D1%80&action=edit&section=5)]

*Основная статья:*[***Накачка лазера***](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D0%BA%D0%B0%D1%87%D0%BA%D0%B0_%D0%BB%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D1%80%D0%B0)

Для создания инверсной населённости среды лазера используются различные механизмы. В [твердотельных лазерах](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B4%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BB%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D1%80) она осуществляется за счёт облучения мощными [газоразрядными лампами-вспышками](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%81%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D0%B0-%D0%B2%D1%81%D0%BF%D1%8B%D1%88%D0%BA%D0%B0), сфокусированным [солнечным](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D1%86%D0%B5) излучением (так называемая оптическая накачка) и излучением других лазеров (в частности, полупроводниковых)[[9]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D1%80#cite_note-small_encyclopaedia-9)[[18]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D1%80#cite_note-solid-state_laser-18). При этом возможна работа только в импульсном или импульсно-периодическом режиме, поскольку требуются очень большие [плотности энергии](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B8) накачки, вызывающие при длительном воздействии сильный разогрев и разрушение стержня рабочего вещества[[19]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D1%80#cite_note-19). В газовых и жидкостных лазерах (см. [гелий-неоновый лазер](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%B9-%D0%BD%D0%B5%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9_%D0%BB%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D1%80), [лазер на красителях](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D1%80_%D0%BD%D0%B0_%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8F%D1%85)) используется накачка [электрическим разрядом](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%80%D1%8F%D0%B4). Такие лазеры работают в непрерывном режиме. Накачка [химических лазеров](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BB%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D1%80) происходит посредством протекания в их активной среде [химических реакций](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%80%D0%B5%D0%B0%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F). При этом инверсия населённостей возникает либо непосредственно у продуктов реакции, либо у специально введённых примесей с подходящей структурой энергетических уровней. Накачка [полупроводниковых лазеров](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9_%D0%BB%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D1%80) происходит под действием сильного прямого [тока](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%82%D0%BE%D0%BA) через [p-n переход](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=P-n_%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%85%D0%BE%D0%B4&action=edit&redlink=1), а также пучком [электронов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD). Существуют и другие методы накачки (газодинамические, заключающиеся в резком охлаждении предварительно нагретых [газов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%B7); [фотодиссоциация](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%81%D1%81%D0%BE%D1%86%D0%B8%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F" \o "Фотодиссоциация), частный случай химической накачки и др.)[[17]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D1%80#cite_note-physical_dictionary-17).

[](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Lasers_pumping.jpg)

На рисунке: а — трёхуровневая и б — четырёхуровневая схемы накачки активной среды лазера

Классическая трёхур