

## ТЕМА ЛЕКЦИИ

# Мощностной баланс трактора и автомобиля

### ВОПРОСЫ

1. Уравнение мощностного баланса
2. Мощностной баланс трактора
3. Мощностной баланс автомобиля

# Уравнение мощностного баланса

Уравнение мощностного баланса показывает, куда при движении расходуется мощность автотракторного двигателя

В левой части уравнения располагается эффективная мощность двигателя, в правой – потребители этой мощности

$$N_e = N_{\text{тр}} + N_f + N_\alpha + N_j + N_v + N_{\text{кр}} + N_b + N_{\text{ом}}$$

Потребителями мощности двигателя являются:

мощность потерь в трансмиссии  $N_{\text{тр}}$

мощность сопротивления качению  $N_f$

мощность сопротивления подъему  $N_\alpha$

мощность инерции  $N_j$

мощность сопротивления воздуха  $N_v$

тяговая мощность  $N_{\text{кр}}$

мощность, затрачиваемая на буксование  $N_b$

мощность отбора мощности  $N_{\text{ом}}$

Уравнению мощностного баланса соответствует уравнение тягового баланса

$$P_k = P_f + P_\alpha + P_j + P_v + P_{кр}$$

$$N_e = N_{тр} + N_f + N_\alpha + N_j + N_v + N_{кр} + N_\delta + N_{ом}$$

мощность потерь в трансмиссии

$$N_{тр} = (N_e - N_{ом})(1 - \eta_{тр})$$

если отсутствует отбор мощности

$$N_{тр} = N_e(1 - \eta_{тр})$$

мощность сопротивления качению

мощность сопротивления подъему

мощность сопротивления воздуха

мощность сил инерции

тяговая мощность

$$N_{f,\alpha,j,v,kr} = \frac{\overset{\text{кВт}}{P_{f,\alpha,j,v,kr}} \overset{\text{км/ч}}{V_d}}{3,6}$$

Например,  $N_{кр} = \frac{P_{кр} V_d}{3,6}$

мощность, затрачиваемая на буксование

$$N_\delta = \frac{P_k V_T \delta}{3,6}$$

мощность отбора мощности

$$N_{ом} = N_{вОМ} + N_\Gamma + N_{пн} + N_\ominus$$

где  $N_{вОМ}$  – механический,  $N_\Gamma$  – гидравлический,  $N_{пн}$  – пневматический,  
 $N_\ominus$  – электрический **отбор мощности**

$$N_e = N_{тр} + N_f + N_\alpha + N_j + N_v + N_{кр} + N_b + N_{ом}$$

## Значимость уравнения мощностного баланса

Уравнение мощностного баланса позволяет:

1. Определить мощность, необходимую для движения в заданных условиях
2. Определить наилучшие условия движения по поверхности
3. Определить максимальные углы подъема, преодолеваемые машиной
4. Оценить разгонные качества автомобиля
5. Определить максимальную скорость движения автомобиля
6. Оценить тяговые качества трактора
7. Оценить сцепные качества трактора
8. Оценить возможность отбора мощности от двигателя внешним потребителям

# Мощностной баланс трактора

При рассмотрении мощностного баланса трактора считают, что трактор движется по горизонтальной поверхности с постоянной малой скоростью без отбора мощности

$$\alpha=0 \rightarrow P_{\alpha}=0; N_{\alpha}=0$$

$$V \approx 0 \rightarrow P_B \approx 0; N_B \approx 0$$

$$V = \text{const} \rightarrow P_j = 0; N_j = 0$$

$$N_{\text{ом}} = 0$$

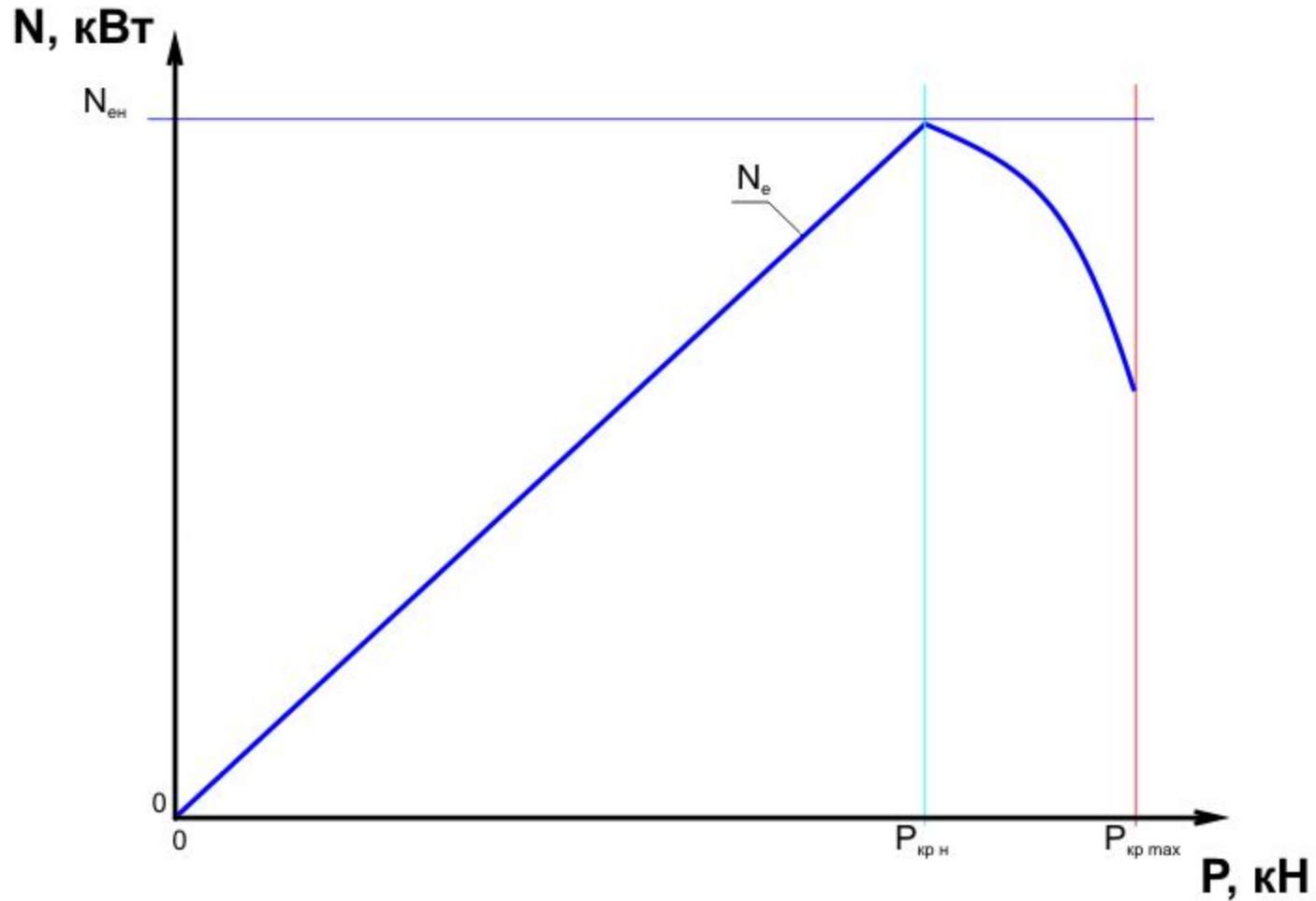
Таким образом, уравнение мощностного баланса трактора примет вид

$$N_e = N_{\text{тр}} + N_f + N_{\text{кр}} + N_b$$

Соответственно, уравнение тягового баланса трактора примет вид

$$P_k = P_f + P_{\text{кр}}$$

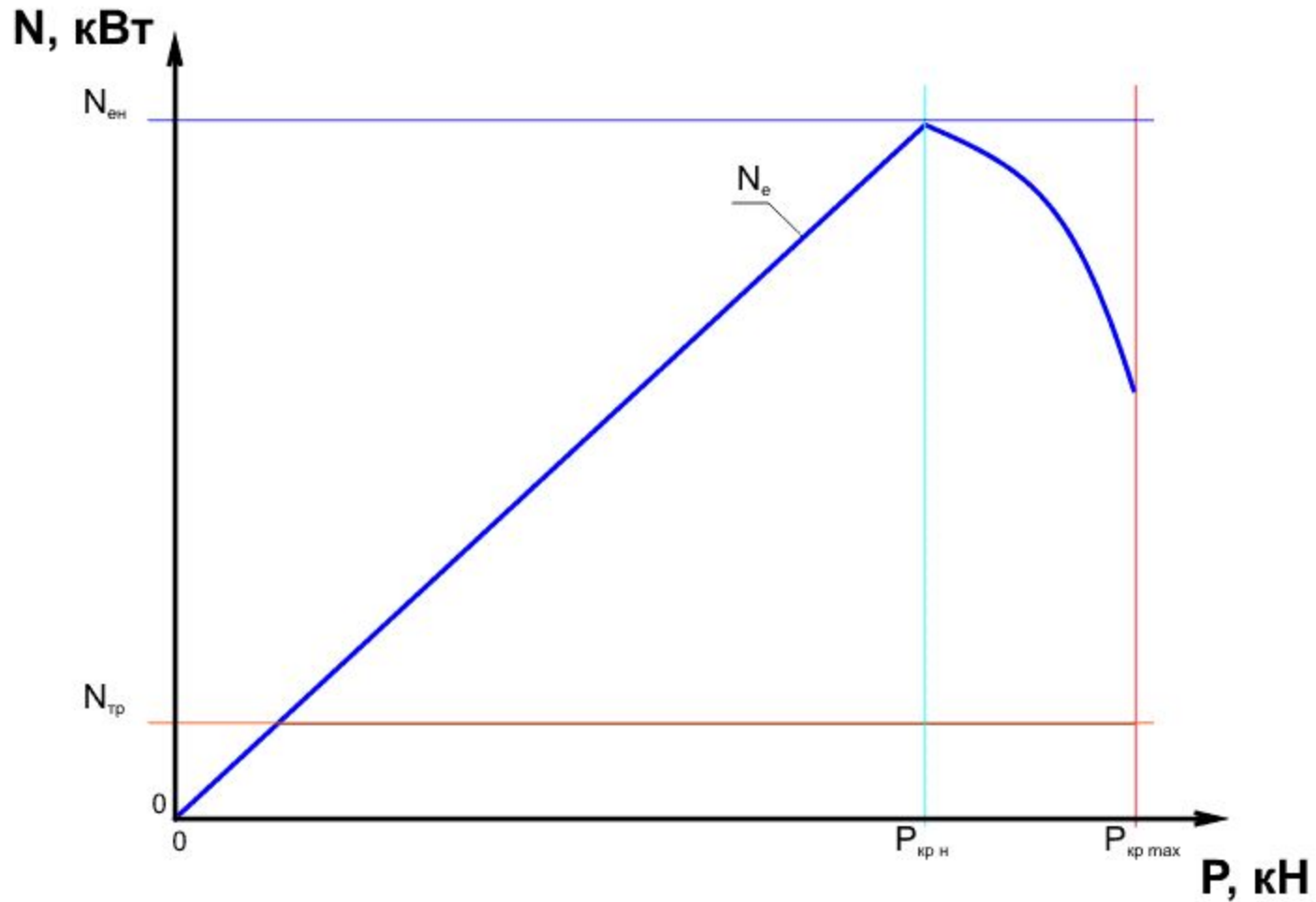
## Построение графика мощностного баланса трактора



$$N_e = N_{тр} + N_{б} + N_f + N_{кр}$$

$$P_k = P_f + P_{кр}$$

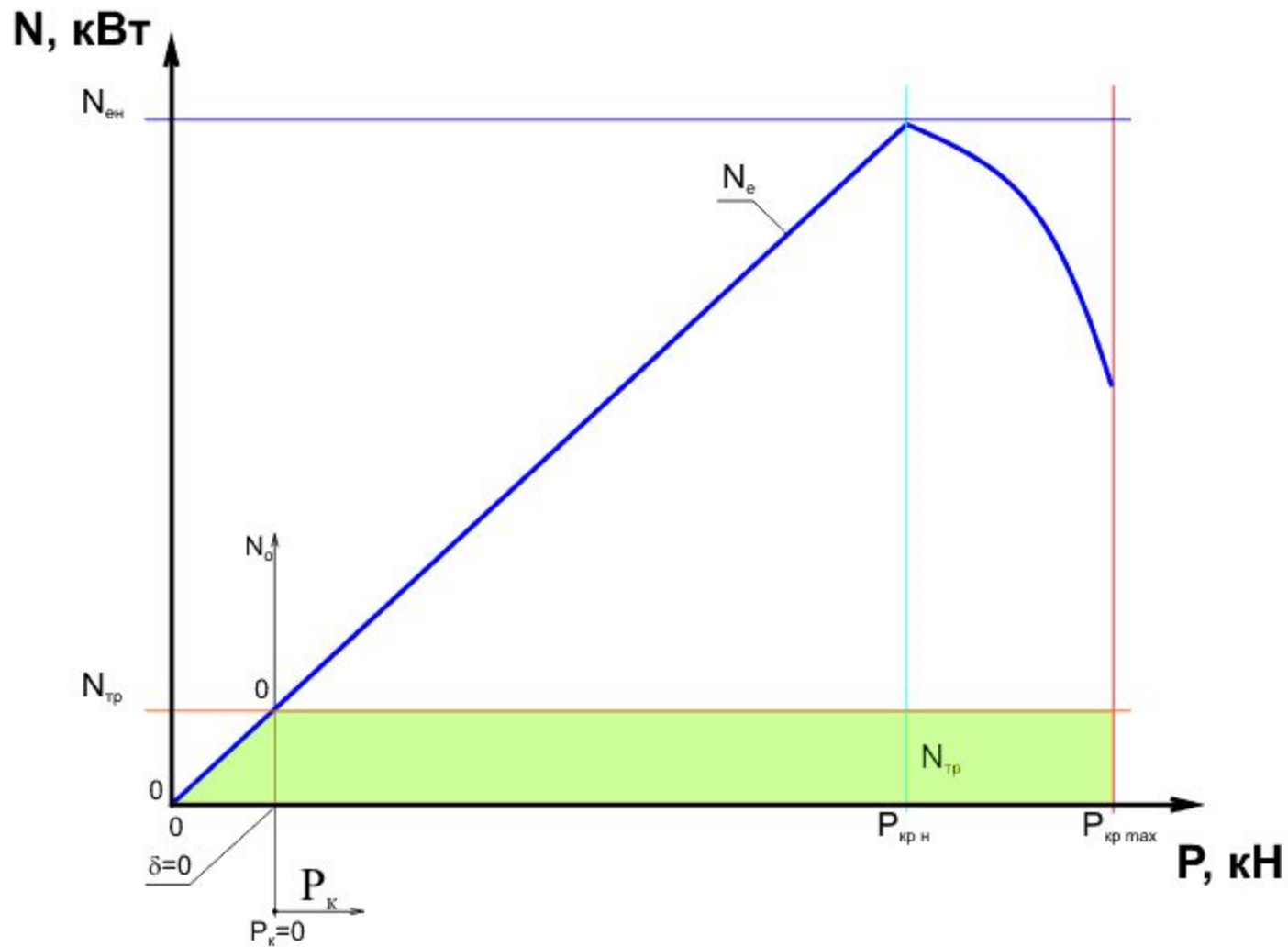
## Построение графика мощностного баланса трактора



$$N_e = N_{тр} + N_{б} + N_f + N_{кр}$$

$$P_k = P_f + P_{кр}$$

# Построение графика мощностного баланса трактора

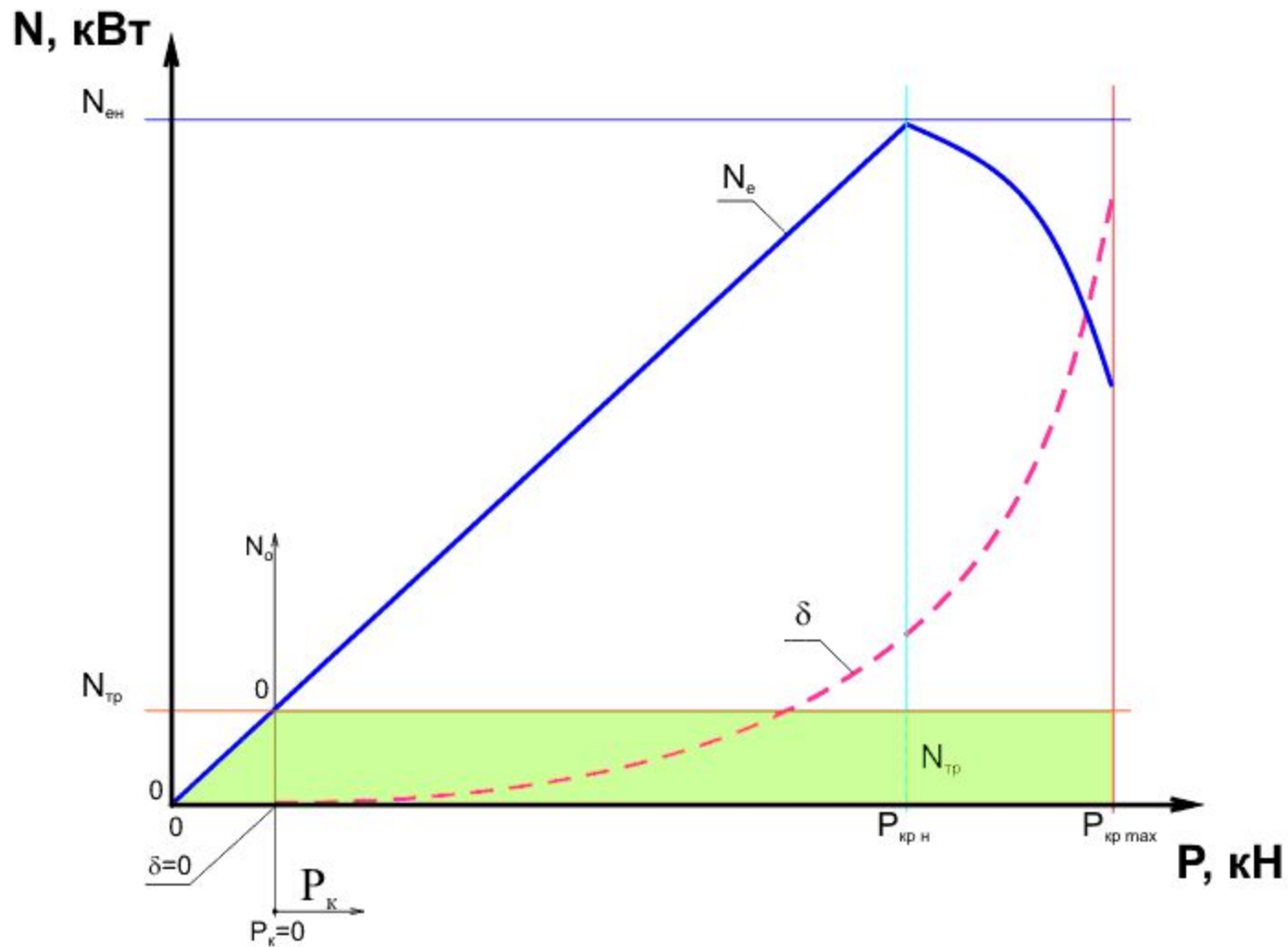


$$N_e = N_{тр} + N_{б} + N_f + N_{кр}$$

$$P_k = P_f + P_{кр}$$



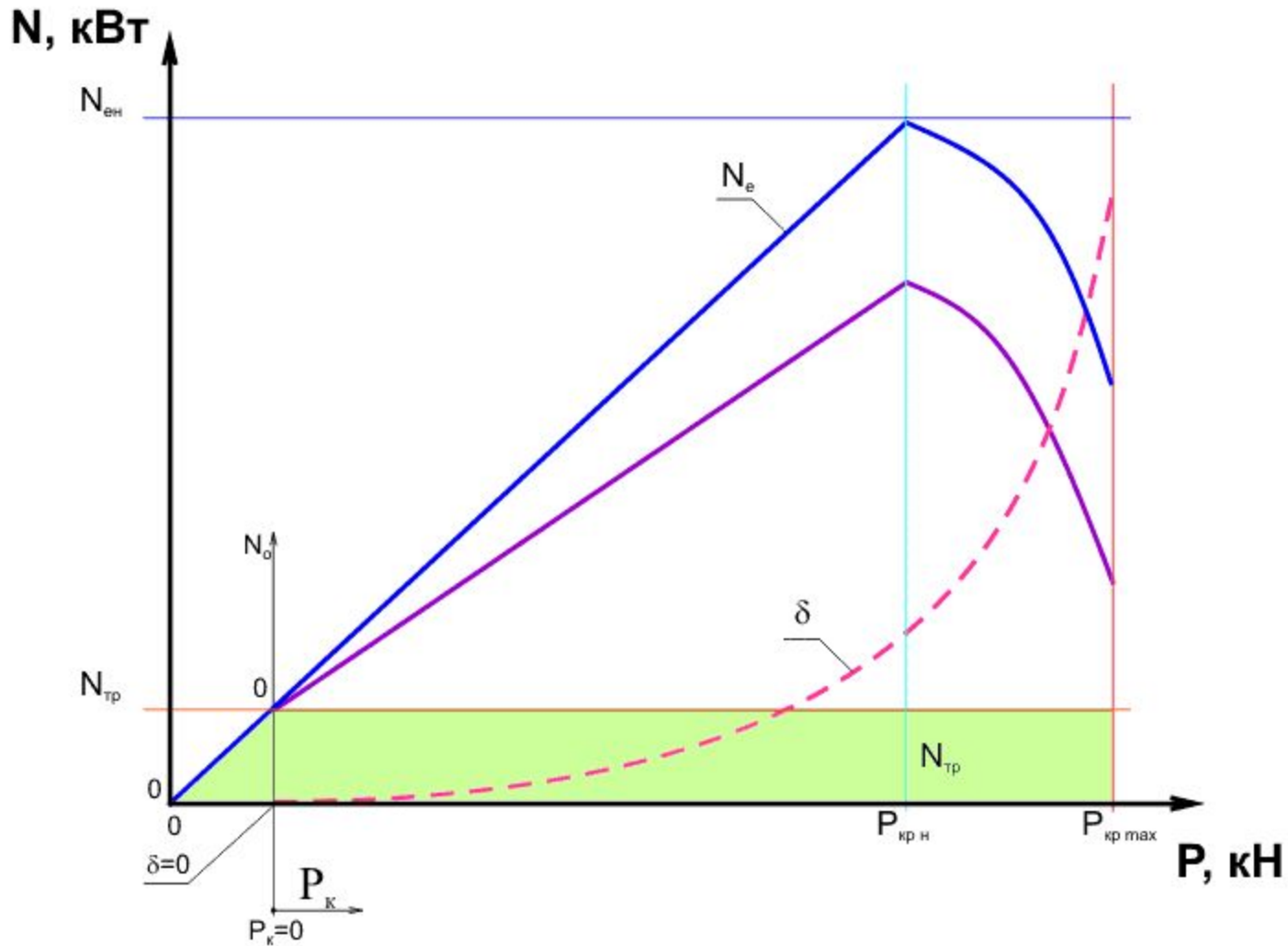
# Построение графика мощностного баланса трактора



$$N_e = N_{тр} + N_{б} + N_f + N_{кр}$$

$$P_k = P_f + P_{кр}$$

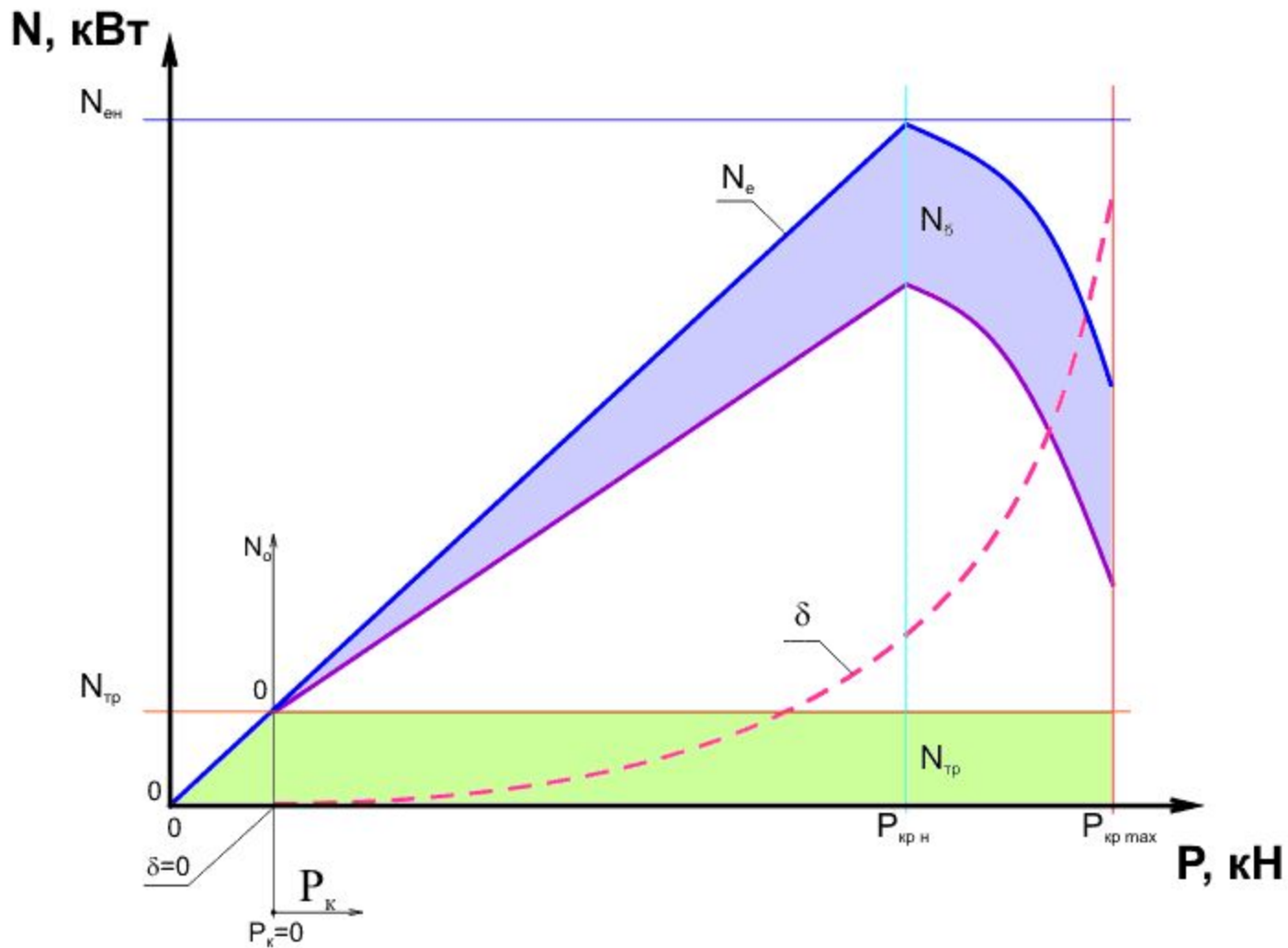
# Построение графика мощностного баланса трактора



$$N_e = N_{тр} + N_{б} + N_f + N_{кр}$$

$$P_k = P_f + P_{кр}$$

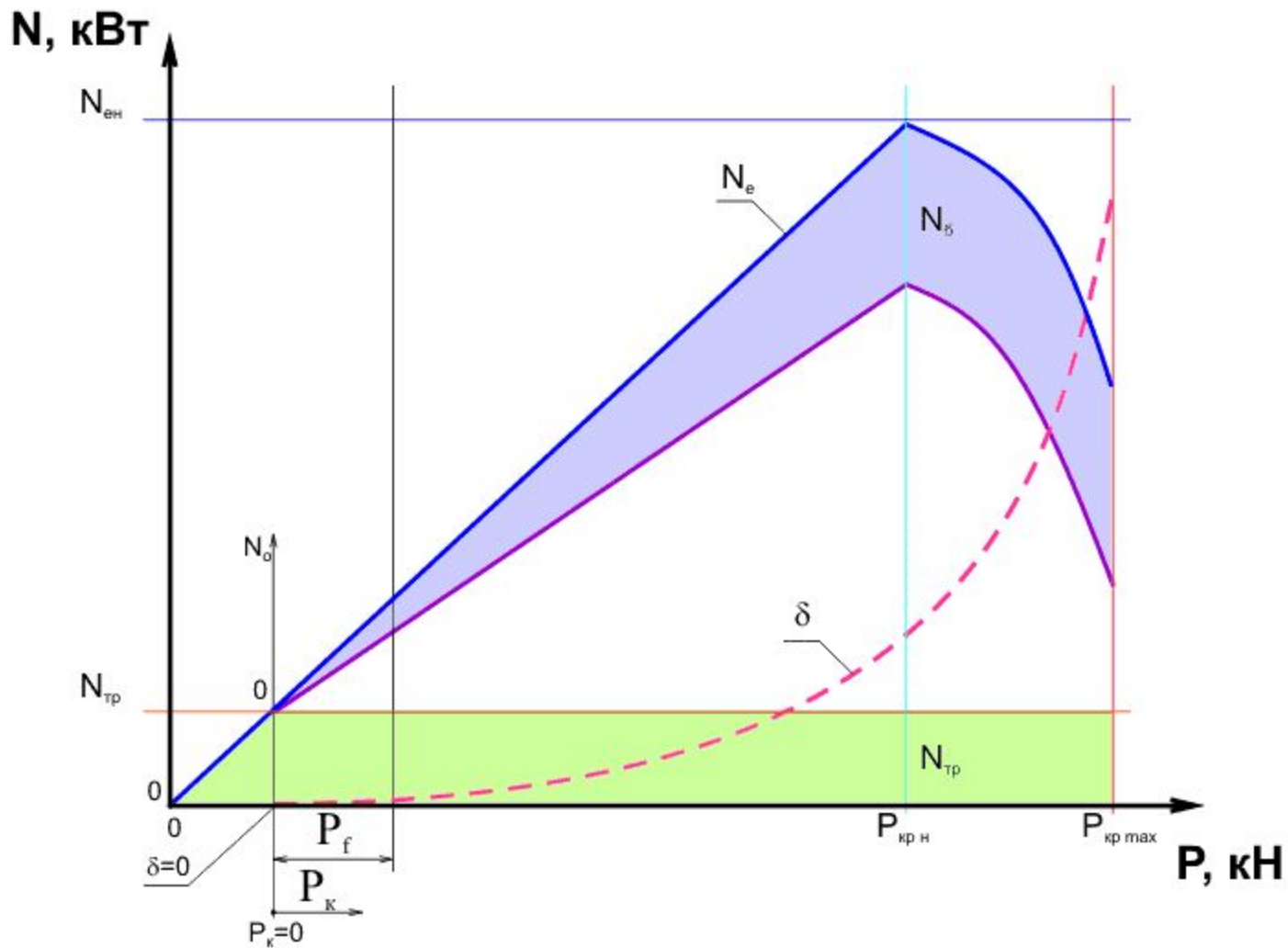
# Построение графика мощностного баланса трактора



$$N_e = N_{тр} + N_b + N_f + N_{кр}$$

$$P_k = P_f + P_{кр}$$

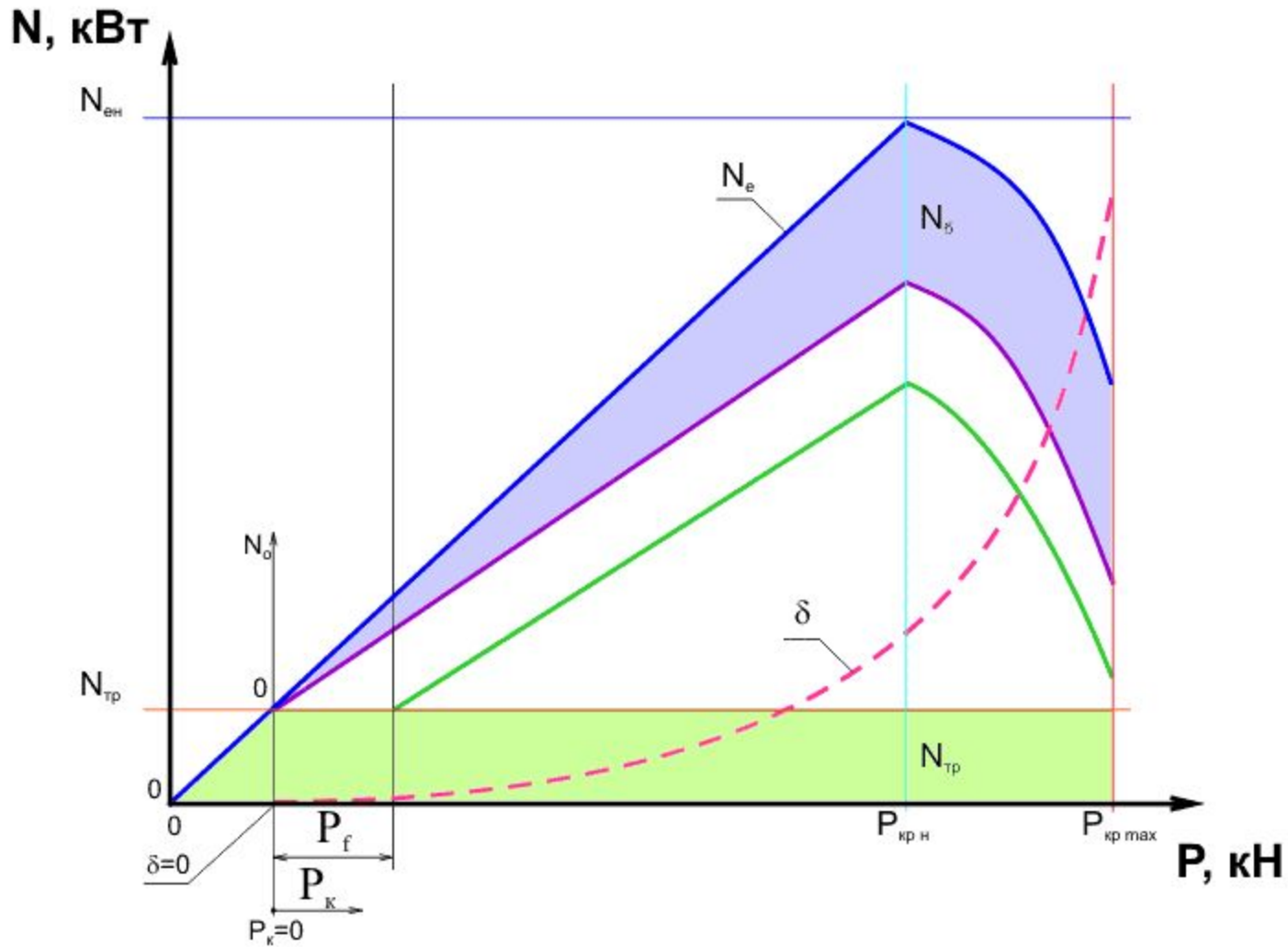
# Построение графика мощностного баланса трактора



$$N_e = N_{тр} + N_b + N_f + N_{кр}$$

$$P_k = P_f + P_{кр}$$

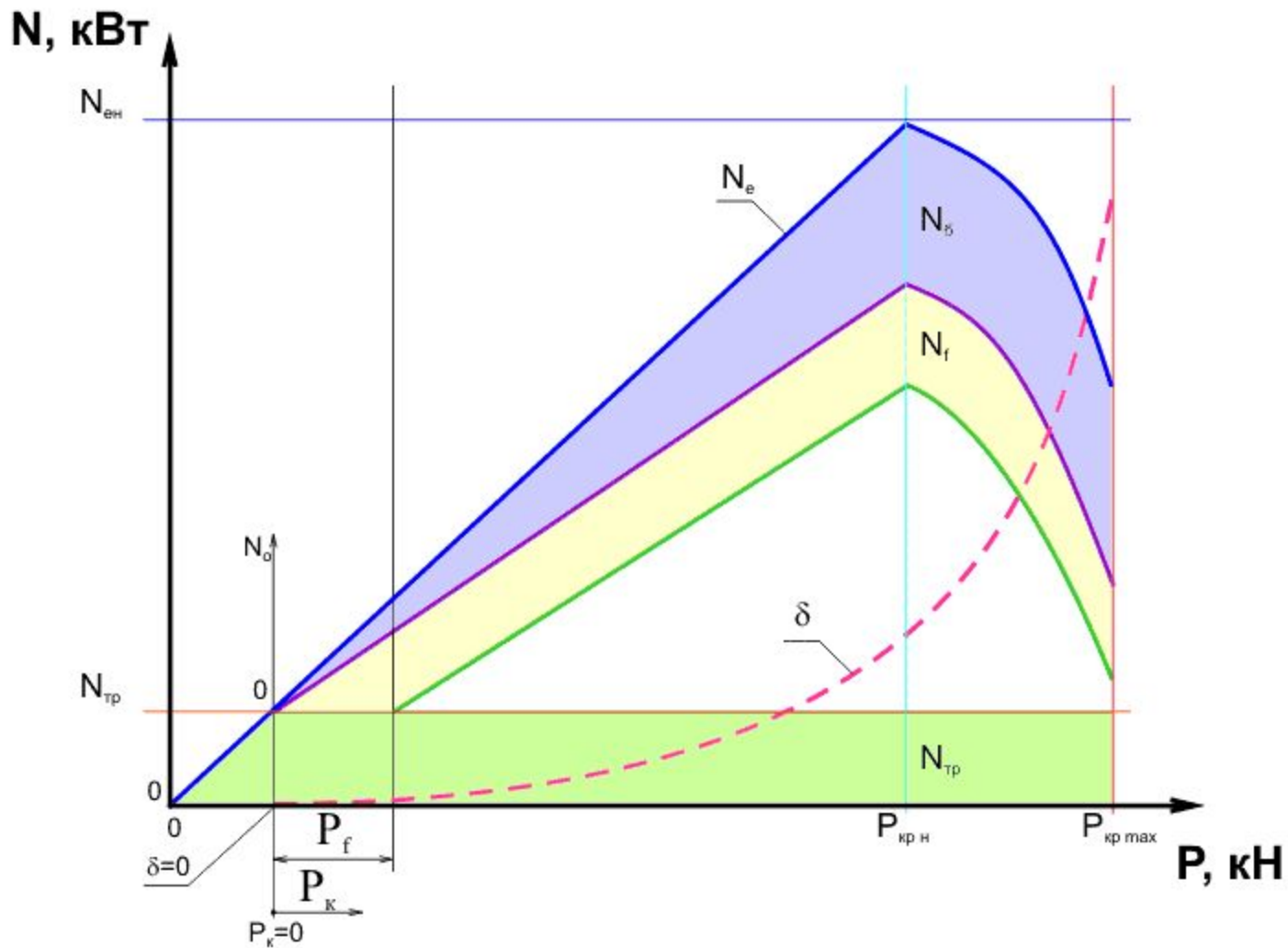
# Построение графика мощностного баланса трактора



$$N_e = N_{tr} + N_b + N_f + N_{кр}$$

$$P_k = P_f + P_{кр}$$

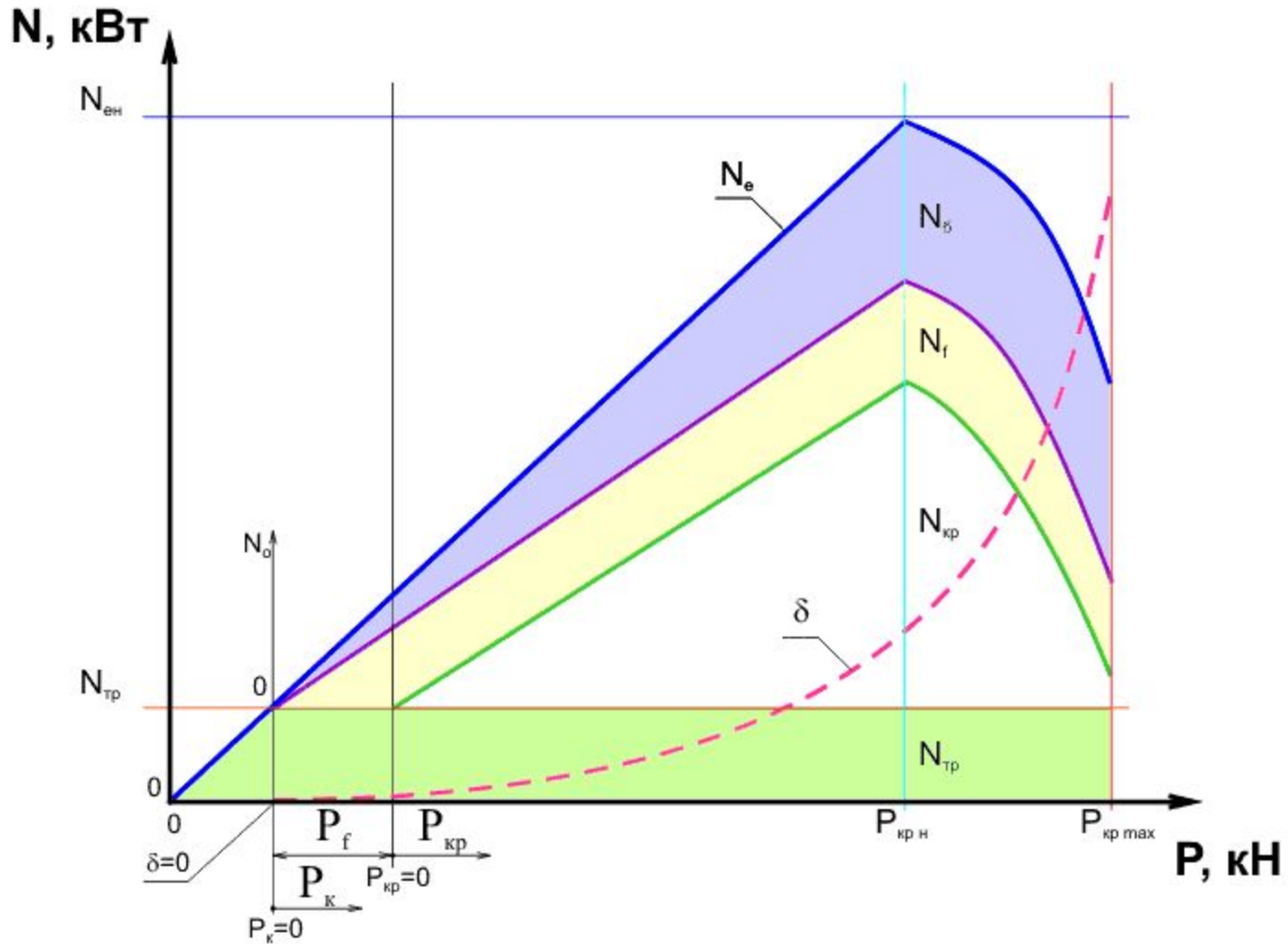
# Построение графика мощностного баланса трактора



$$N_e = N_{тр} + N_b + N_f + N_{кр}$$

$$P_k = P_f + P_{кр}$$

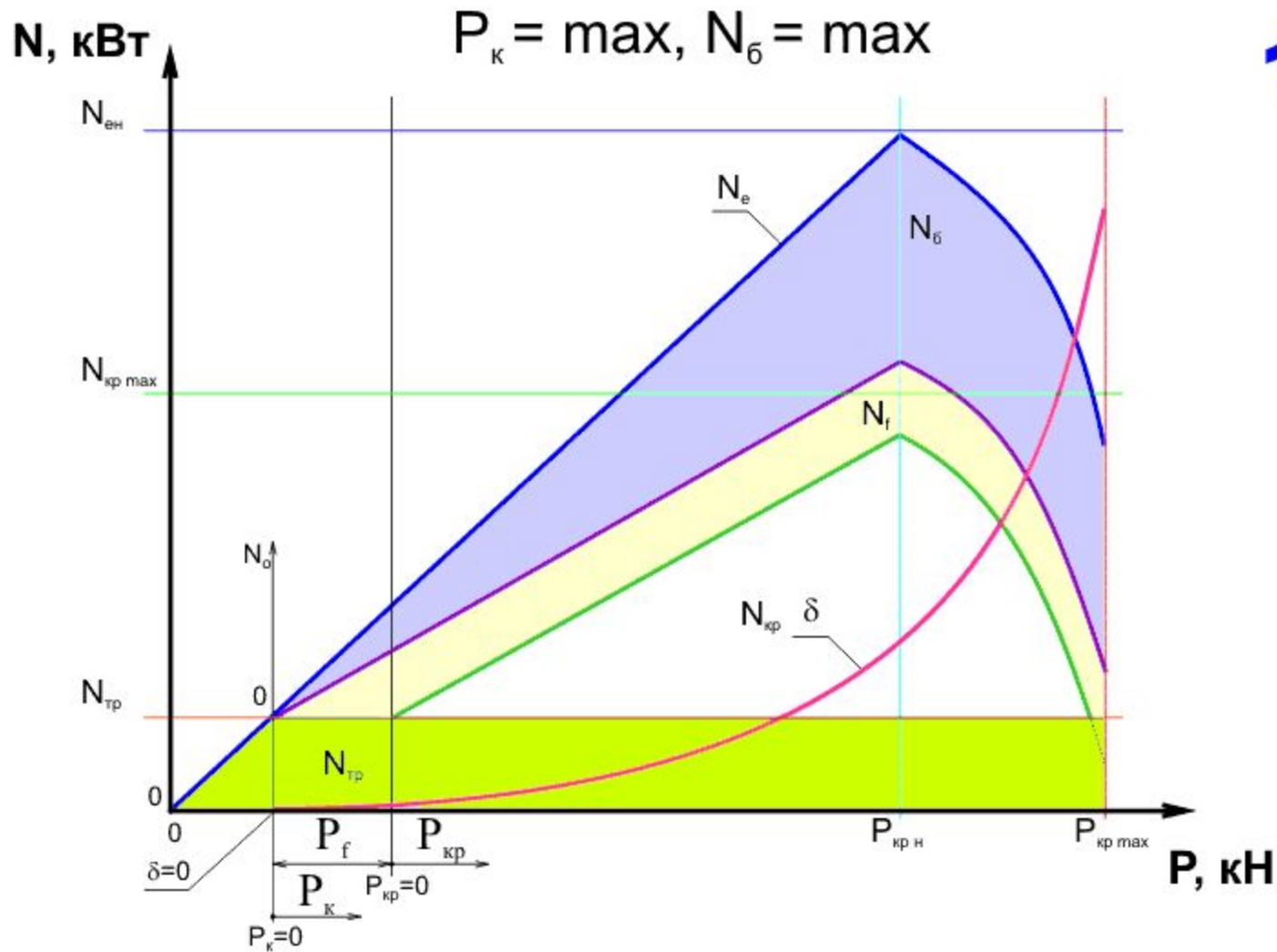
# Построение графика мощностного баланса трактора



$$N_e = N_{тр} + N_b + N_f + N_{кр}$$

$$P_k = P_f + P_{кр}$$

# Влияние включенной передачи на баланс мощности трактора



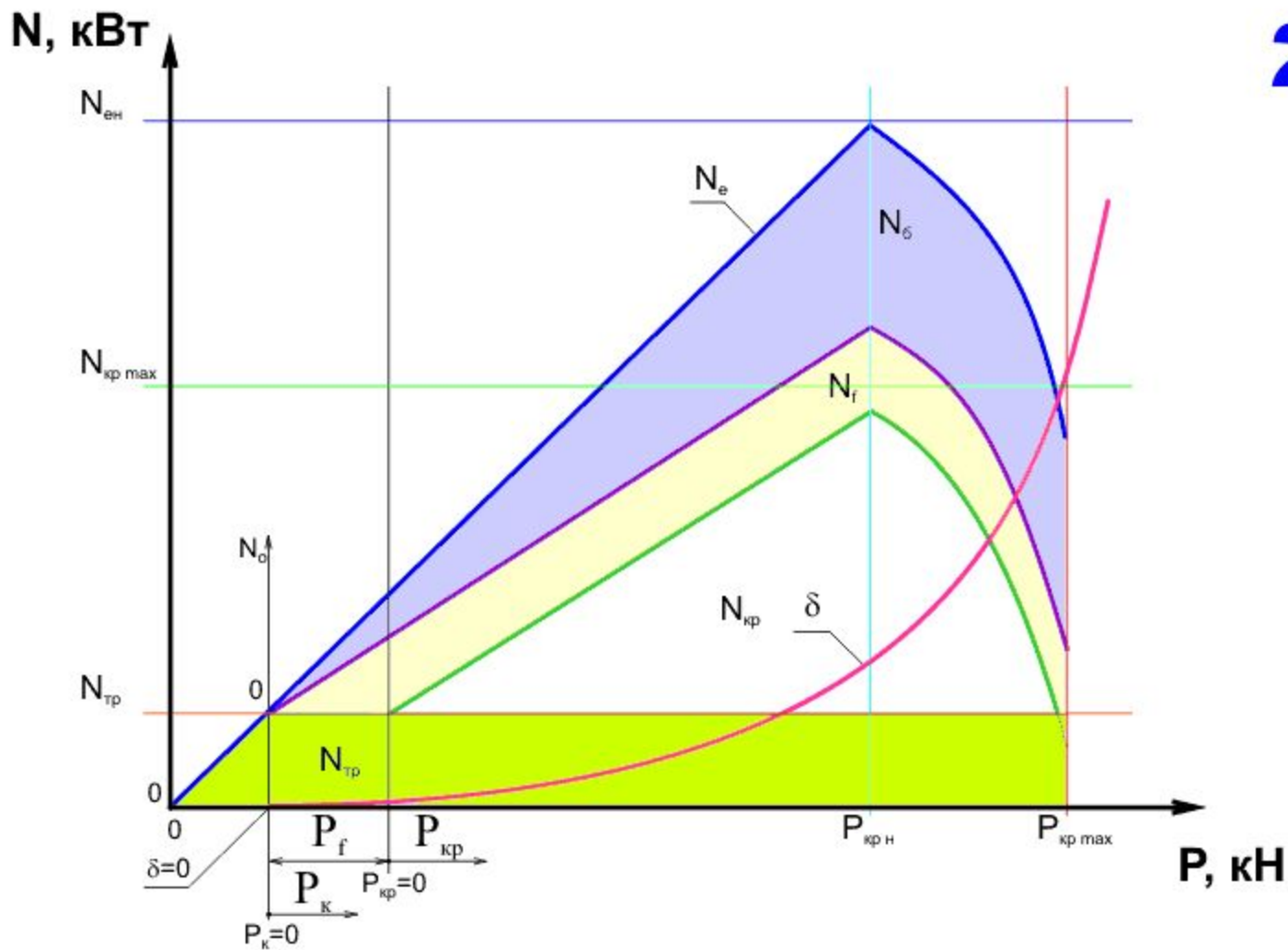
$$N_e = N_{тр} + N_b + N_f + N_{кр}$$

$$P_k = P_f + P_{кр}$$



# Влияние включенной передачи на баланс мощности трактора

2

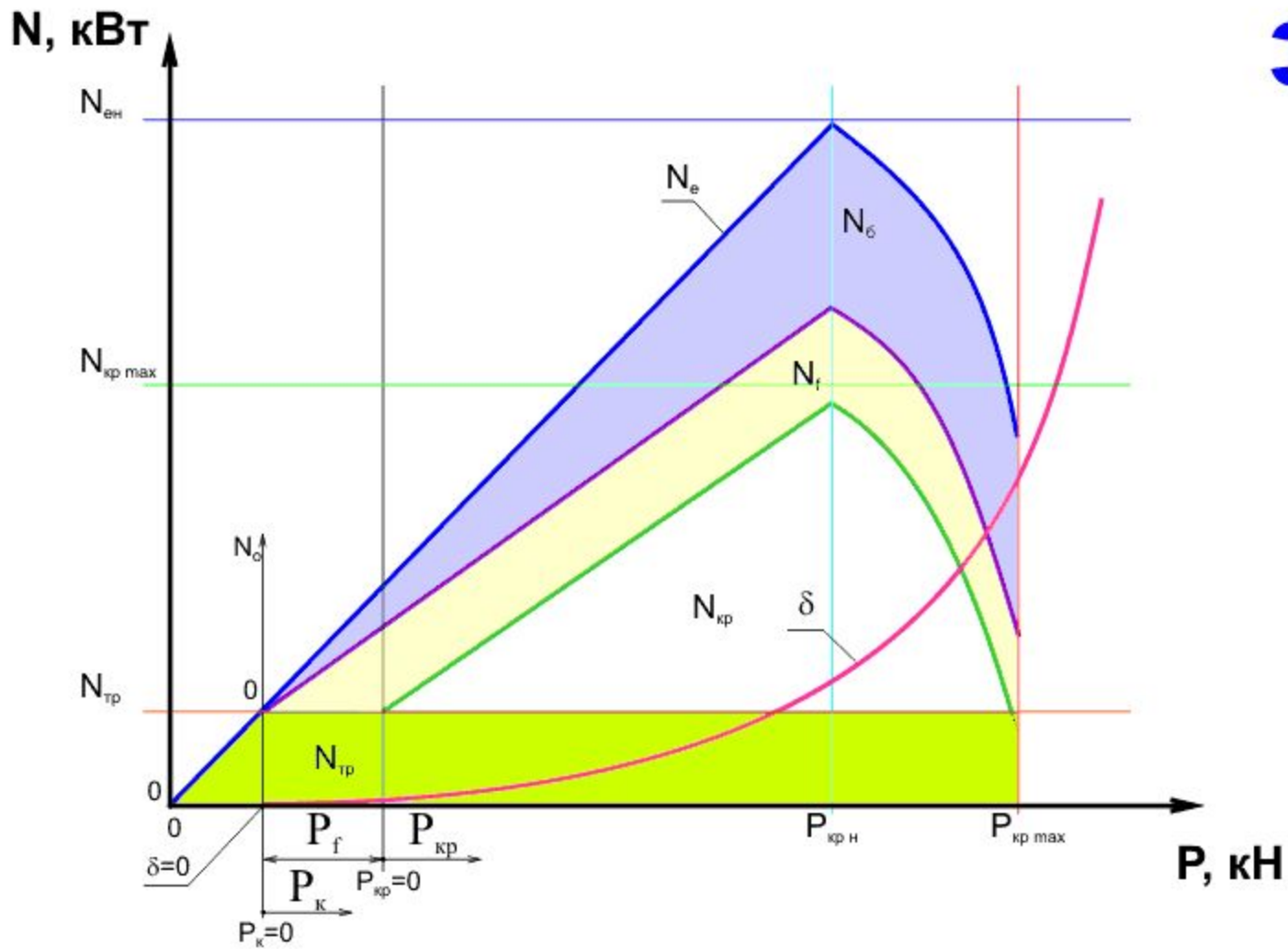


$$N_e = N_{тр} + N_{б} + N_f + N_{кр}$$

$$P_k = P_f + P_{кр}$$

# Влияние включенной передачи на баланс мощности трактора

3

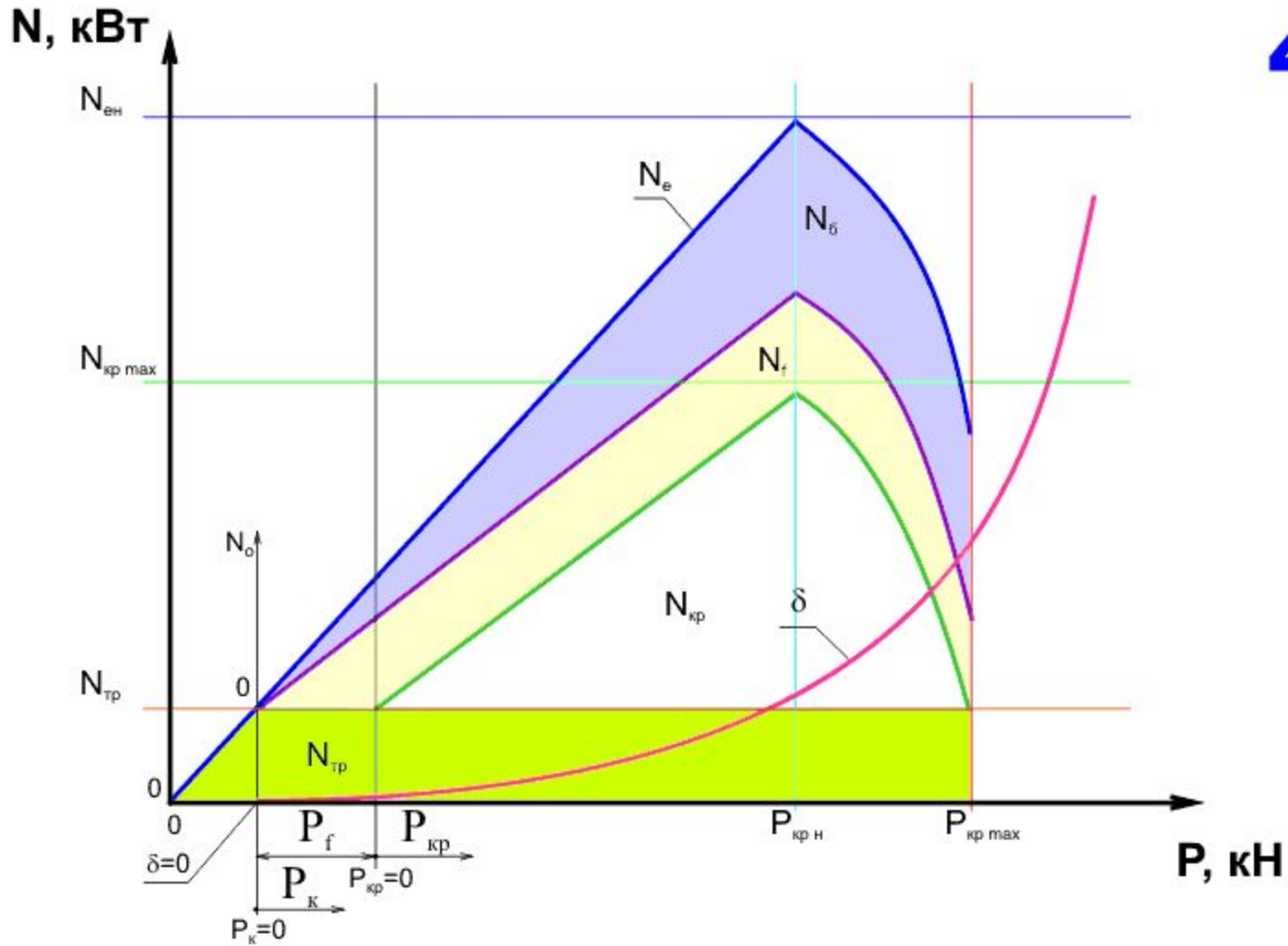


$$N_e = N_{тр} + N_{б} + N_f + N_{кр}$$

$$P_k = P_f + P_{кр}$$

# Влияние включенной передачи на баланс мощности трактора

4

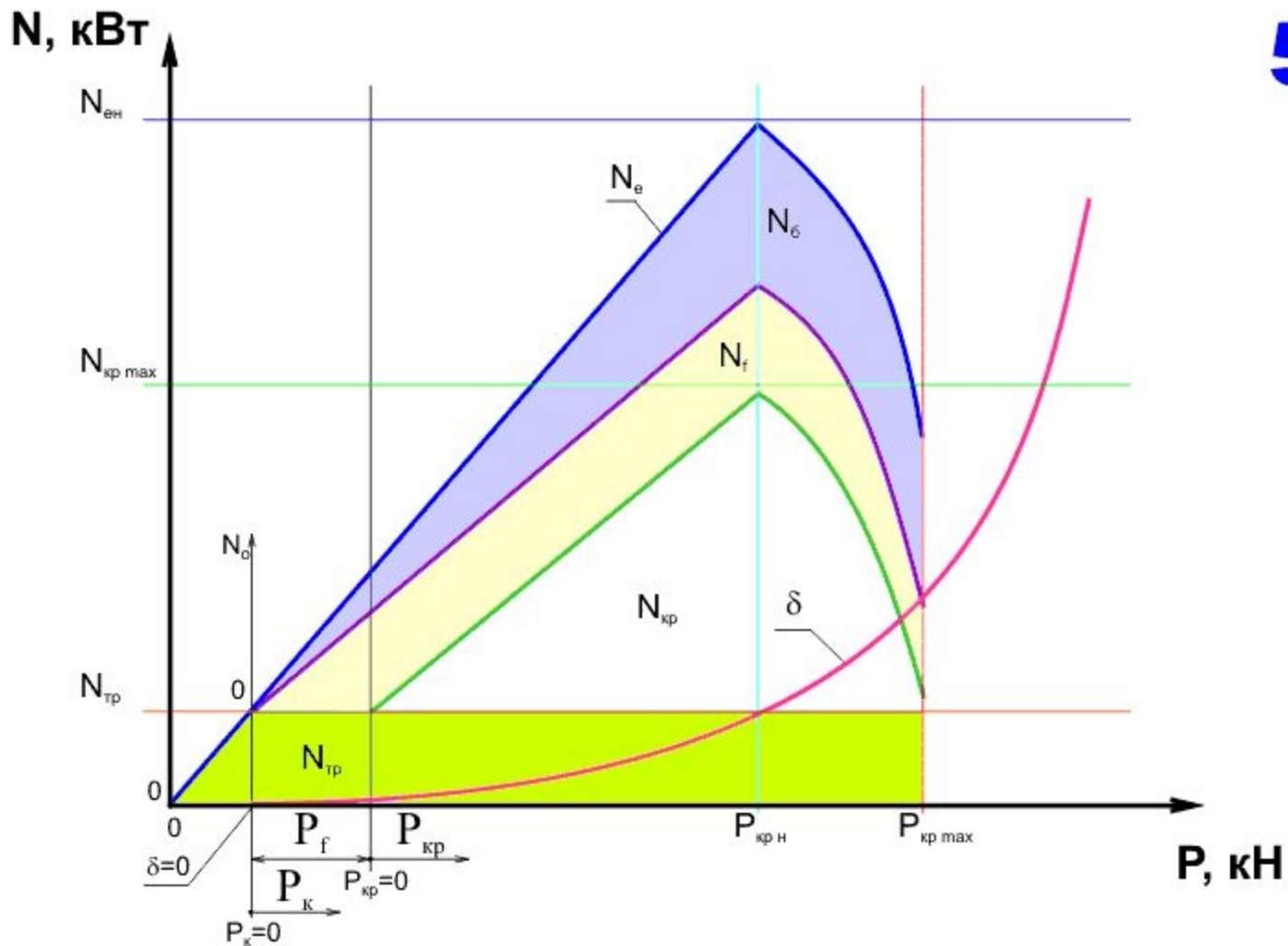


$$N_e = N_{тр} + N_б + N_f + N_{кр}$$

$$P_k = P_f + P_{кр}$$

# Влияние включенной передачи на баланс мощности трактора

5

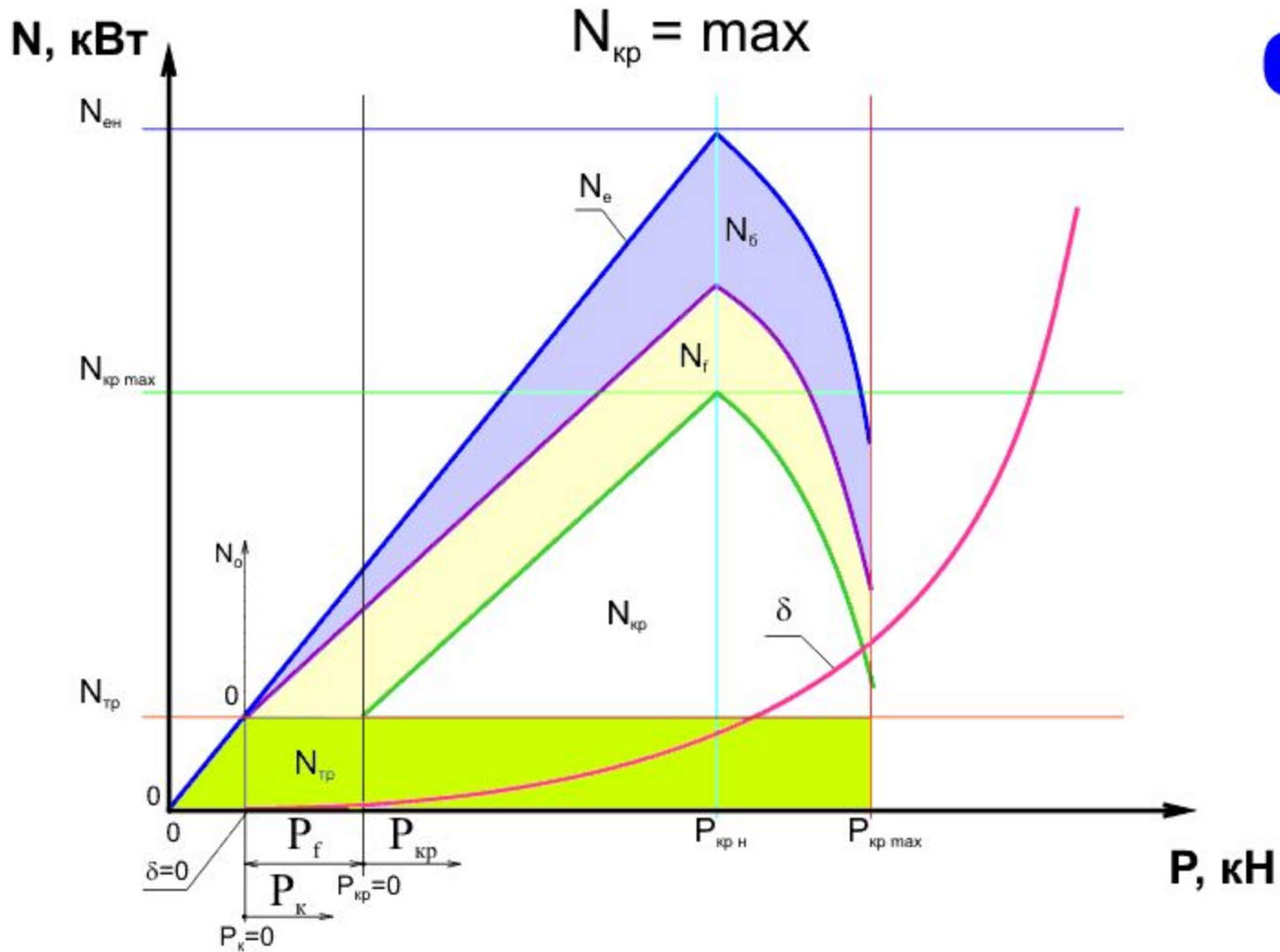


$$N_e = N_{тр} + N_b + N_f + N_{кр}$$

$$P_k = P_f + P_{кр}$$

# Влияние включенной передачи на баланс мощности трактора

6

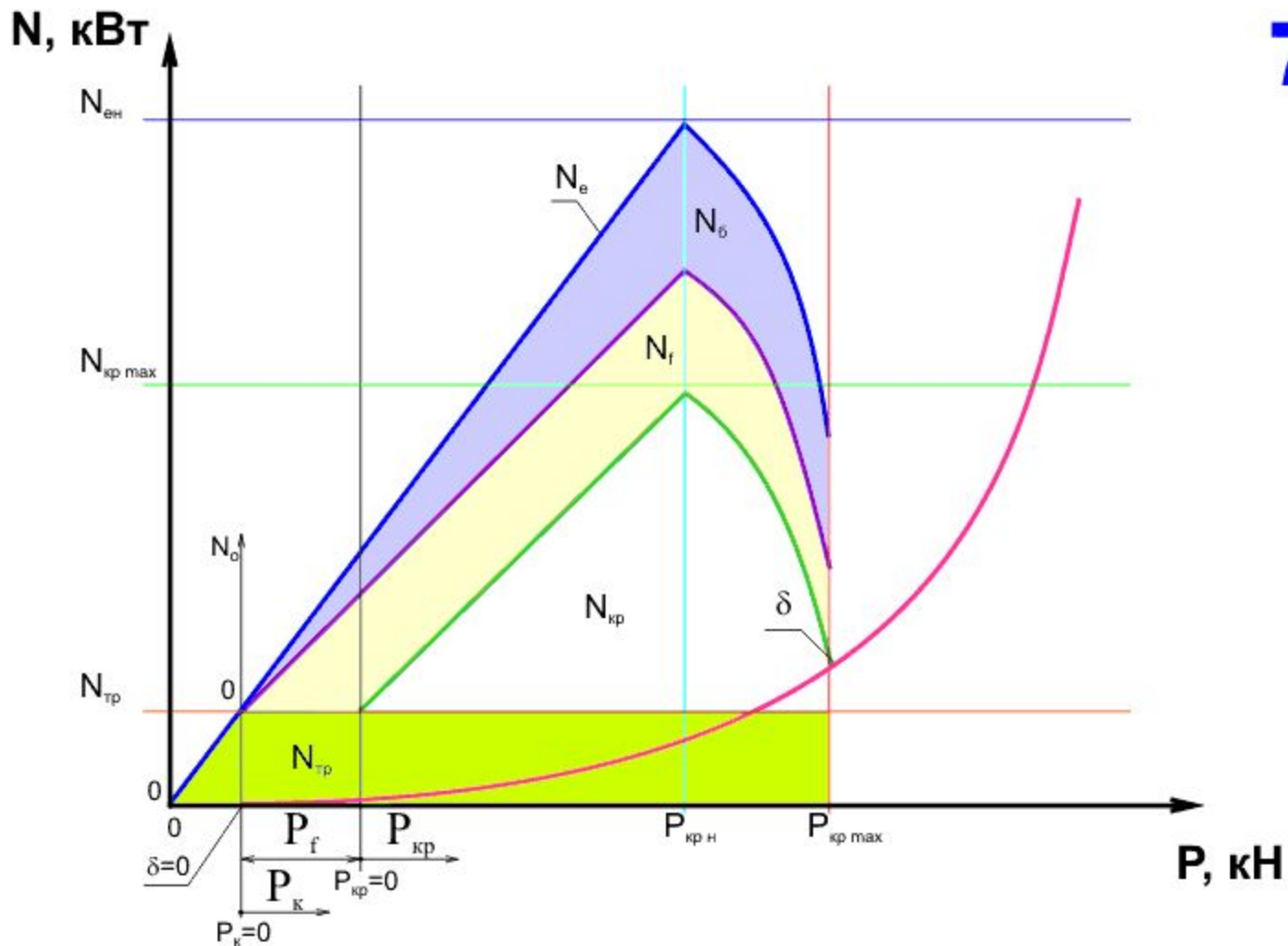


$$N_e = N_{тр} + N_f + N_{кр}$$

$$P_k = P_f + P_{кр}$$

# Влияние включенной передачи на баланс мощности трактора

7



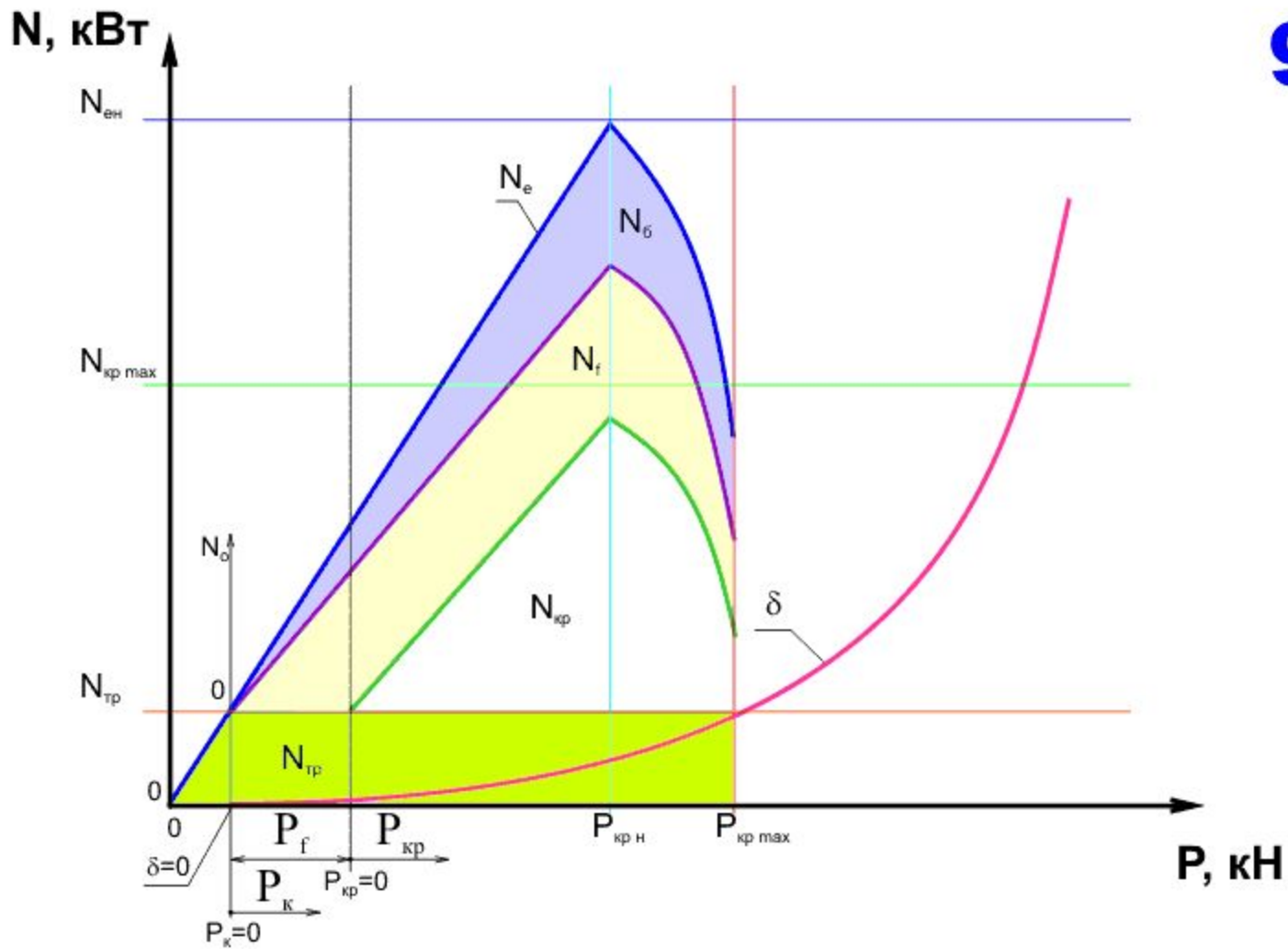
$$N_e = N_{тр} + N_б + N_f + N_{кр}$$

$$P_k = P_f + P_{кр}$$



# Влияние включенной передачи на баланс мощности трактора

9



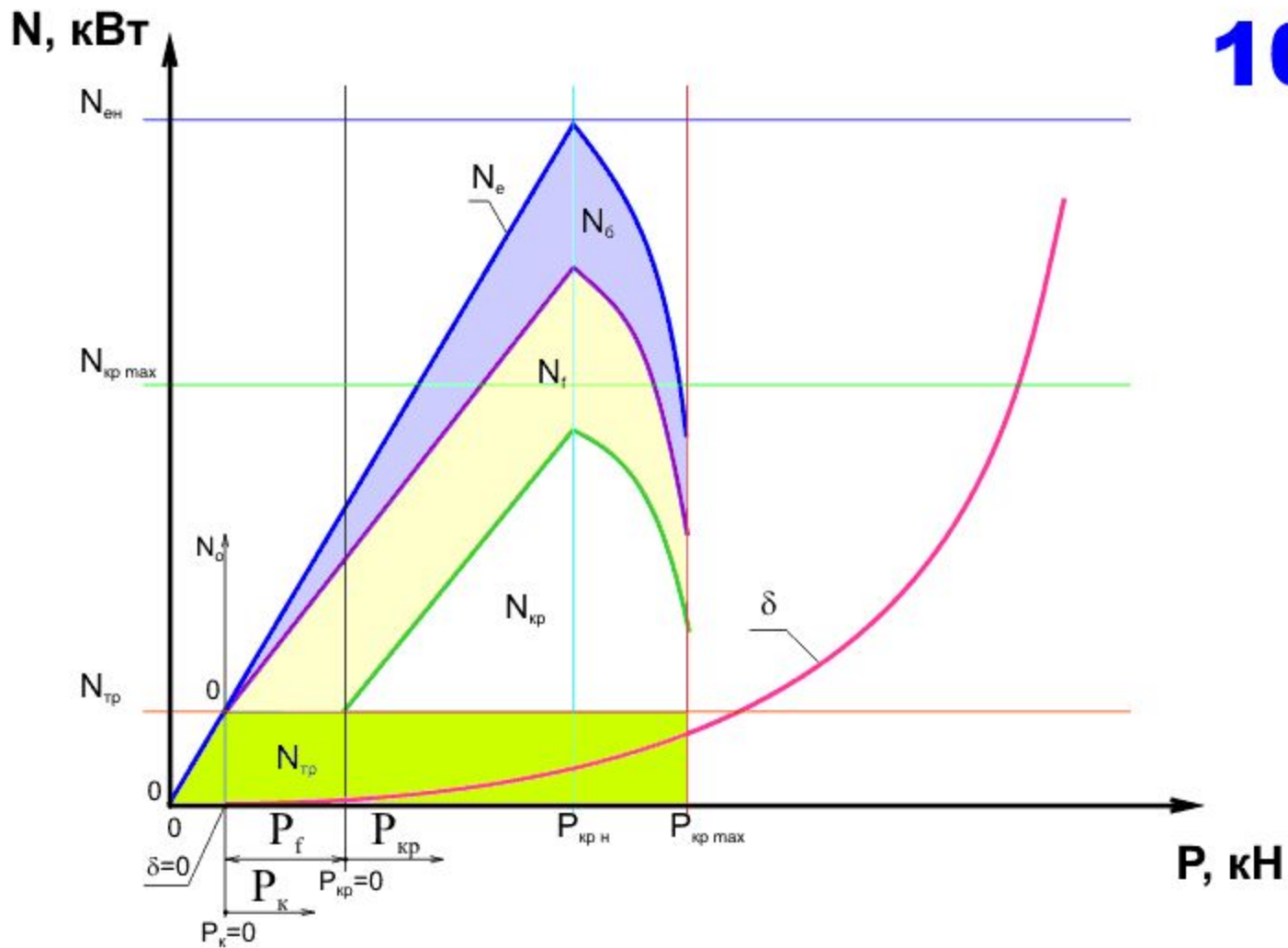
$$N_e = N_{tr} + N_{\delta} + N_f + N_{kr}$$

$$P_k = P_f + P_{kr}$$



# Влияние включенной передачи на баланс мощности трактора

10

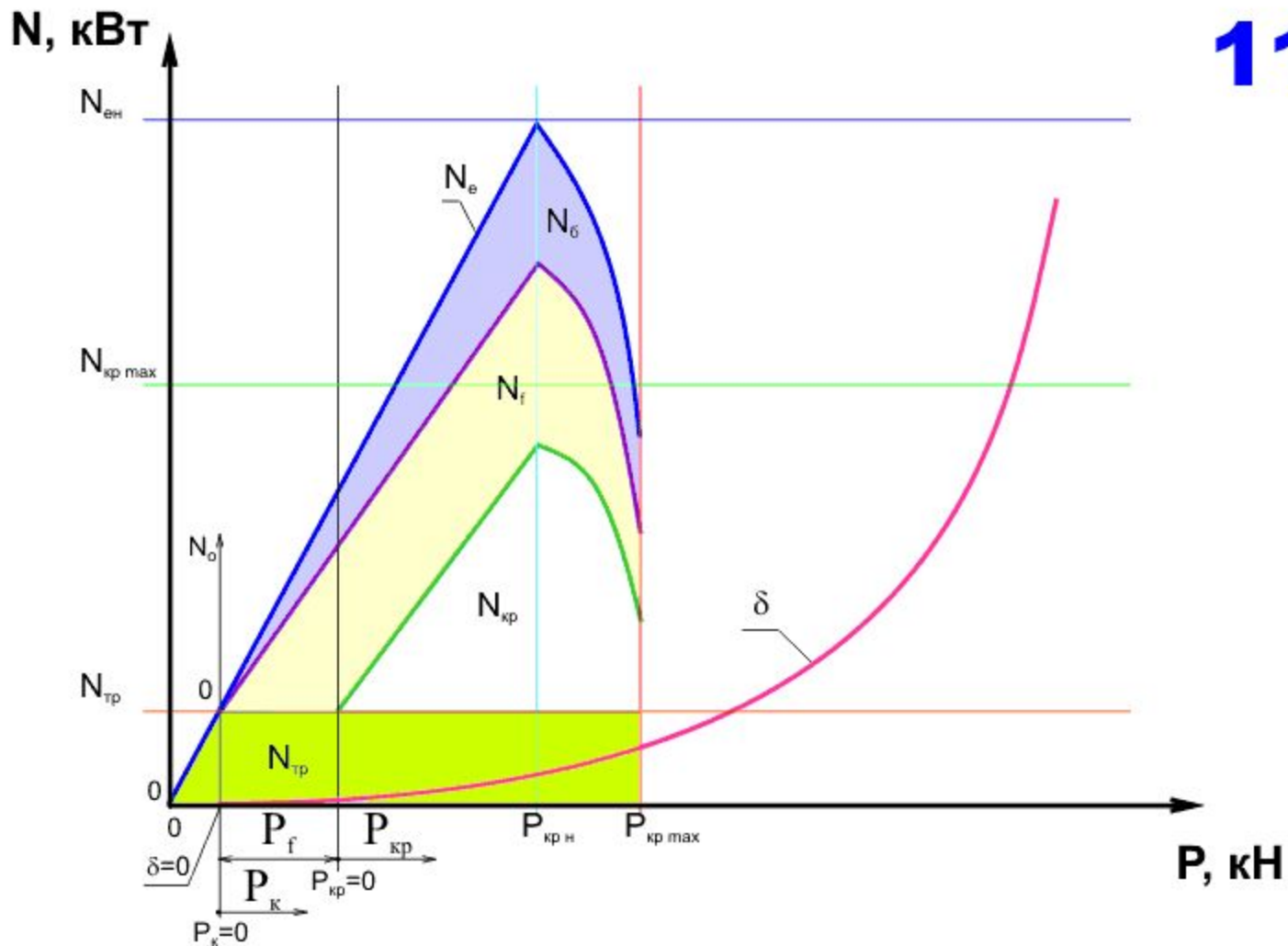


$$N_e = N_{tr} + N_{\delta} + N_f + N_{kr}$$

$$P_k = P_f + P_{kr}$$

# Влияние включенной передачи на баланс мощности трактора

11

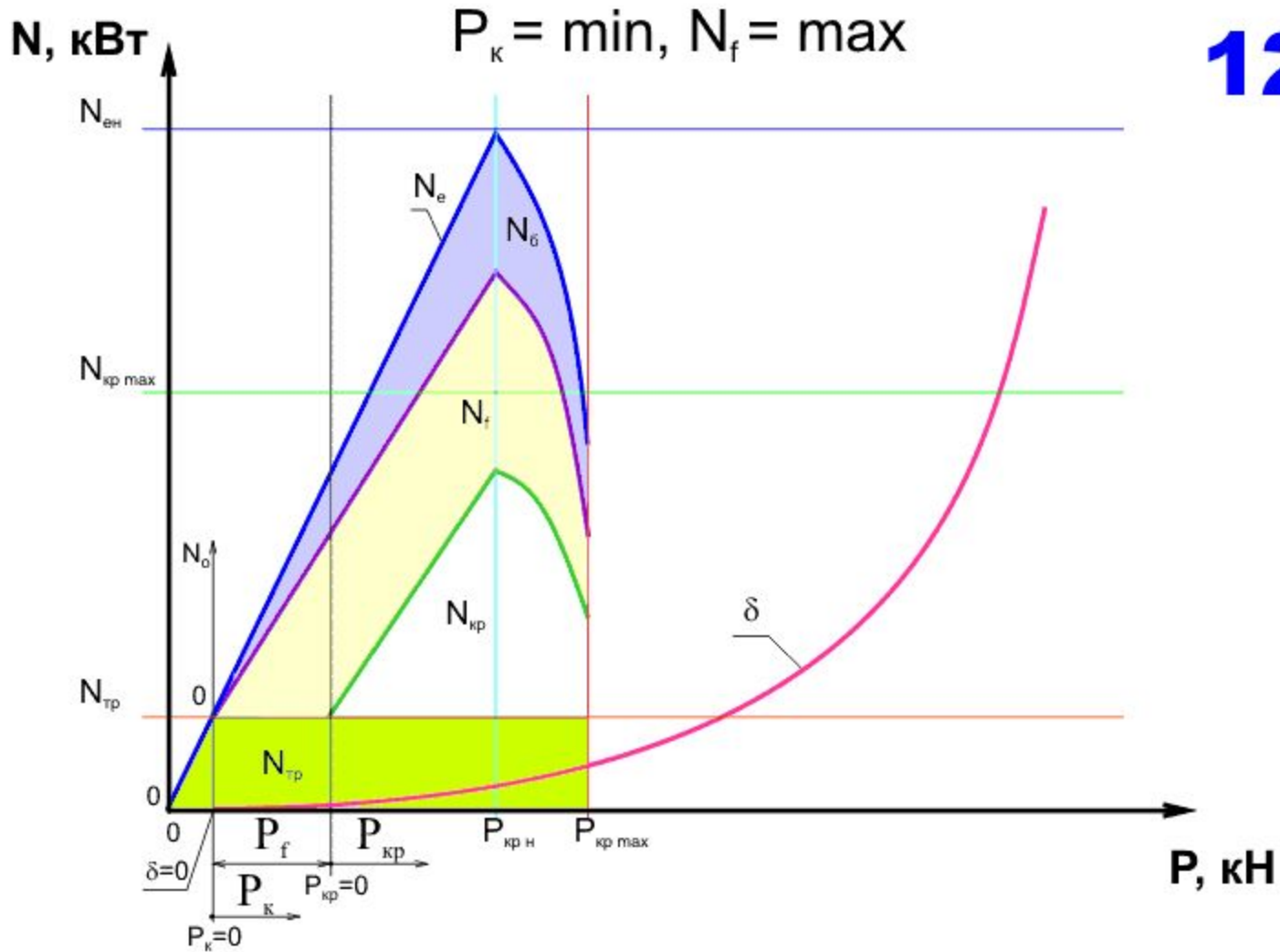


$$N_e = N_{tr} + N_{\delta} + N_f + N_{kr}$$

$$P_k = P_f + P_{kr}$$

# Влияние включенной передачи на баланс мощности трактора

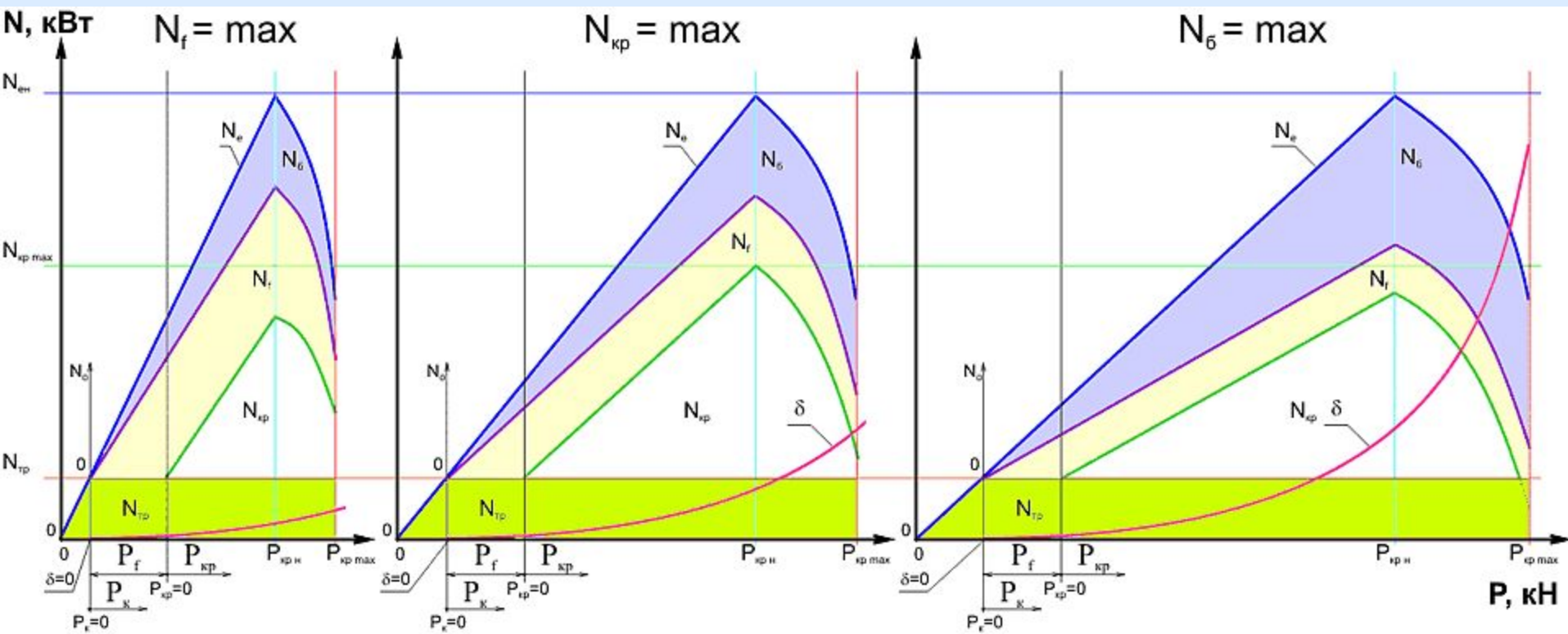
12



$$N_e = N_{тр} + N_{б} + N_f + N_{кр}$$

$$P_{кр} = P_f + P_{кр}$$

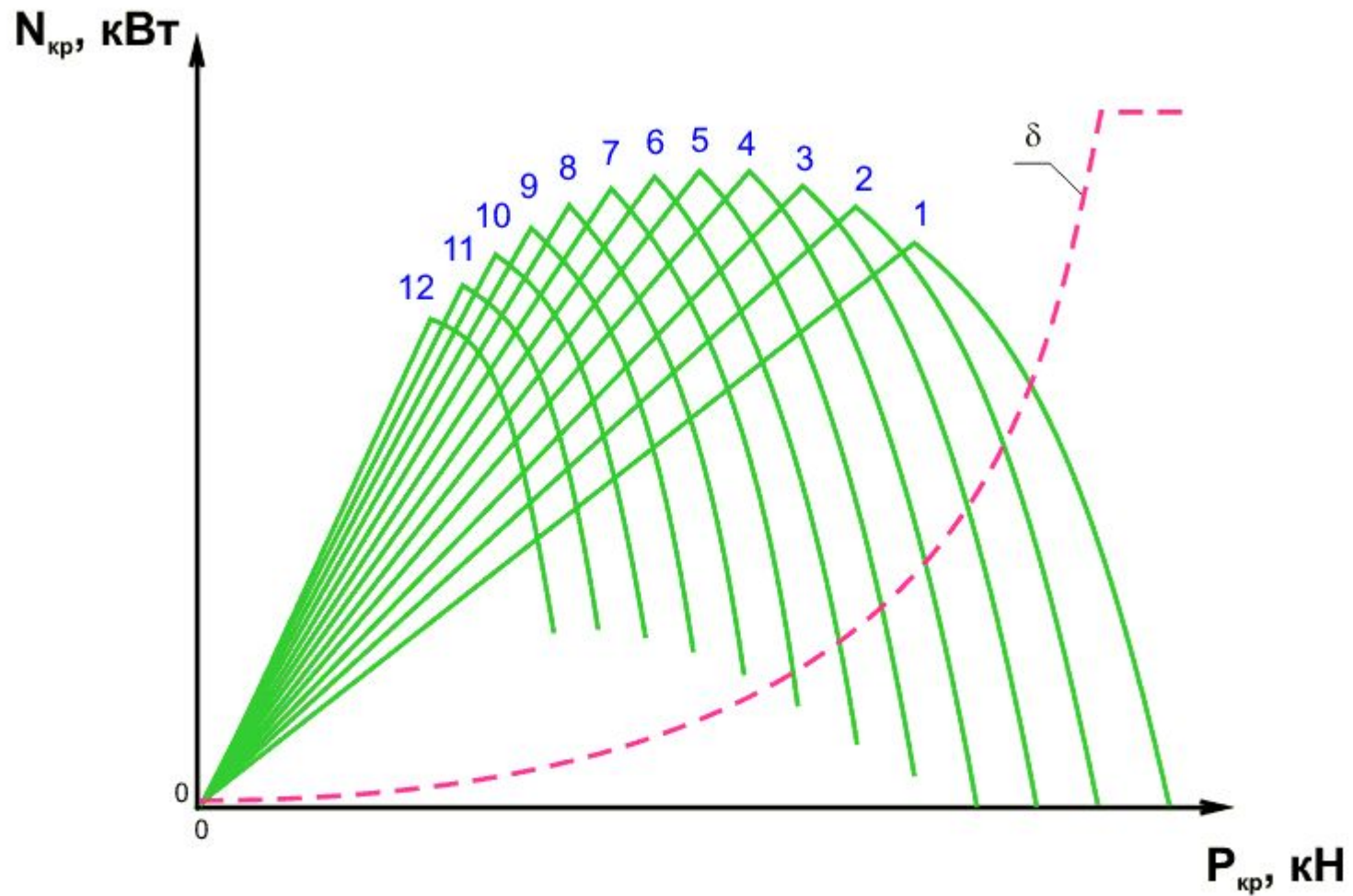
# Влияние включенной передачи на баланс мощности трактора



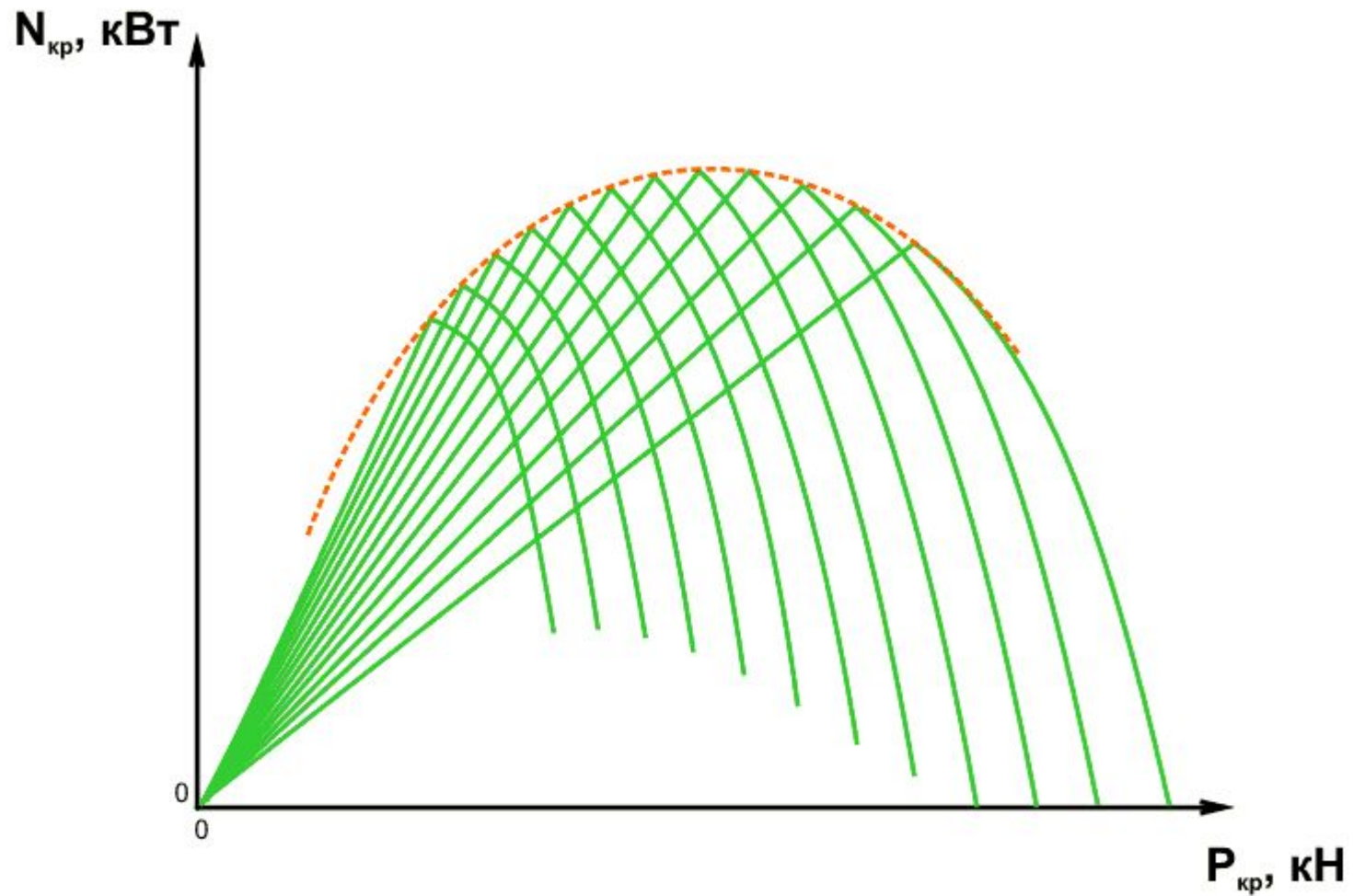
$$N_e = N_{tp} + N_6 + N_f + N_{kp}$$

$$P_k = P_f + P_{kp}$$

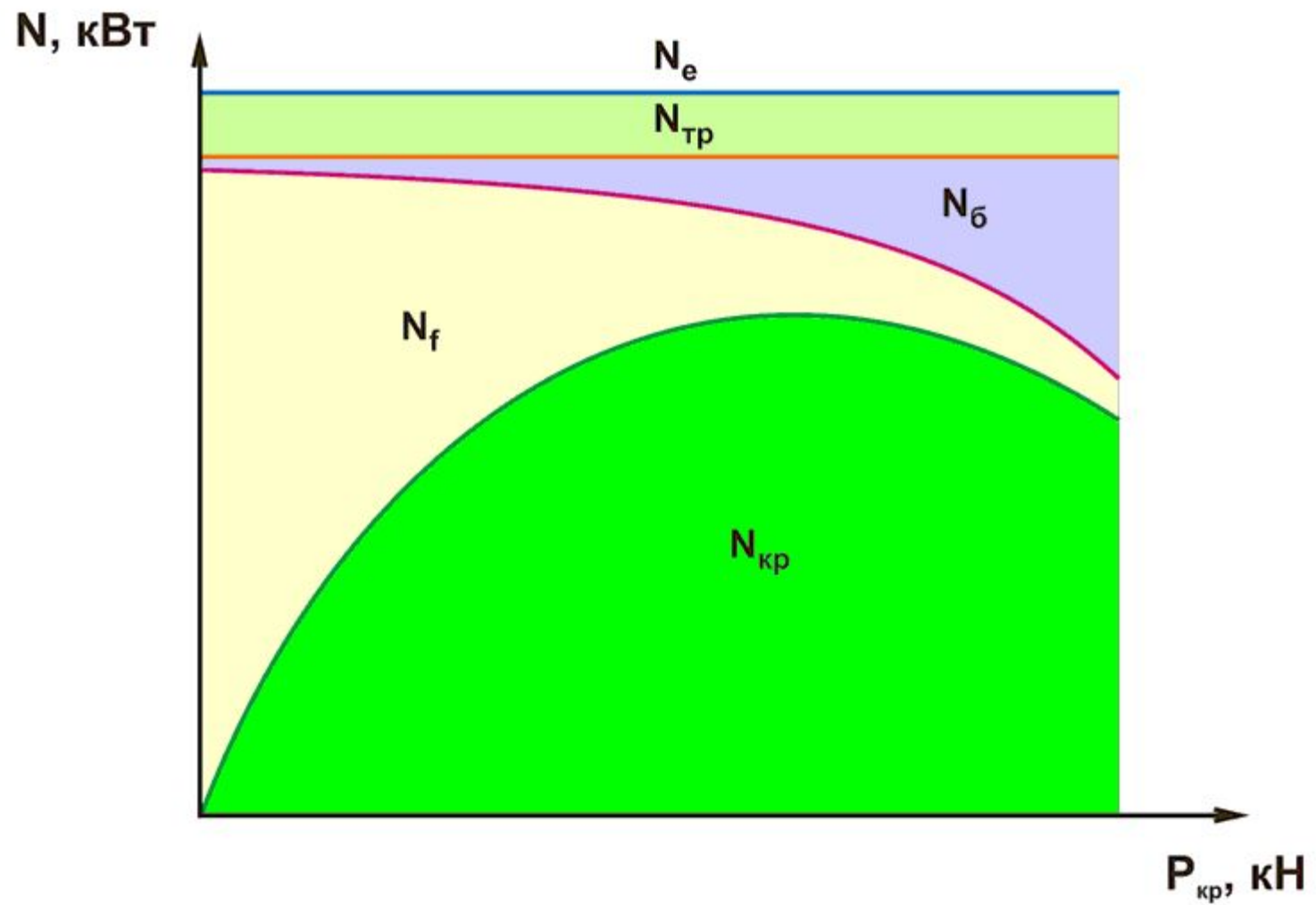
## Влияние включенной передачи на тяговую мощность трактора



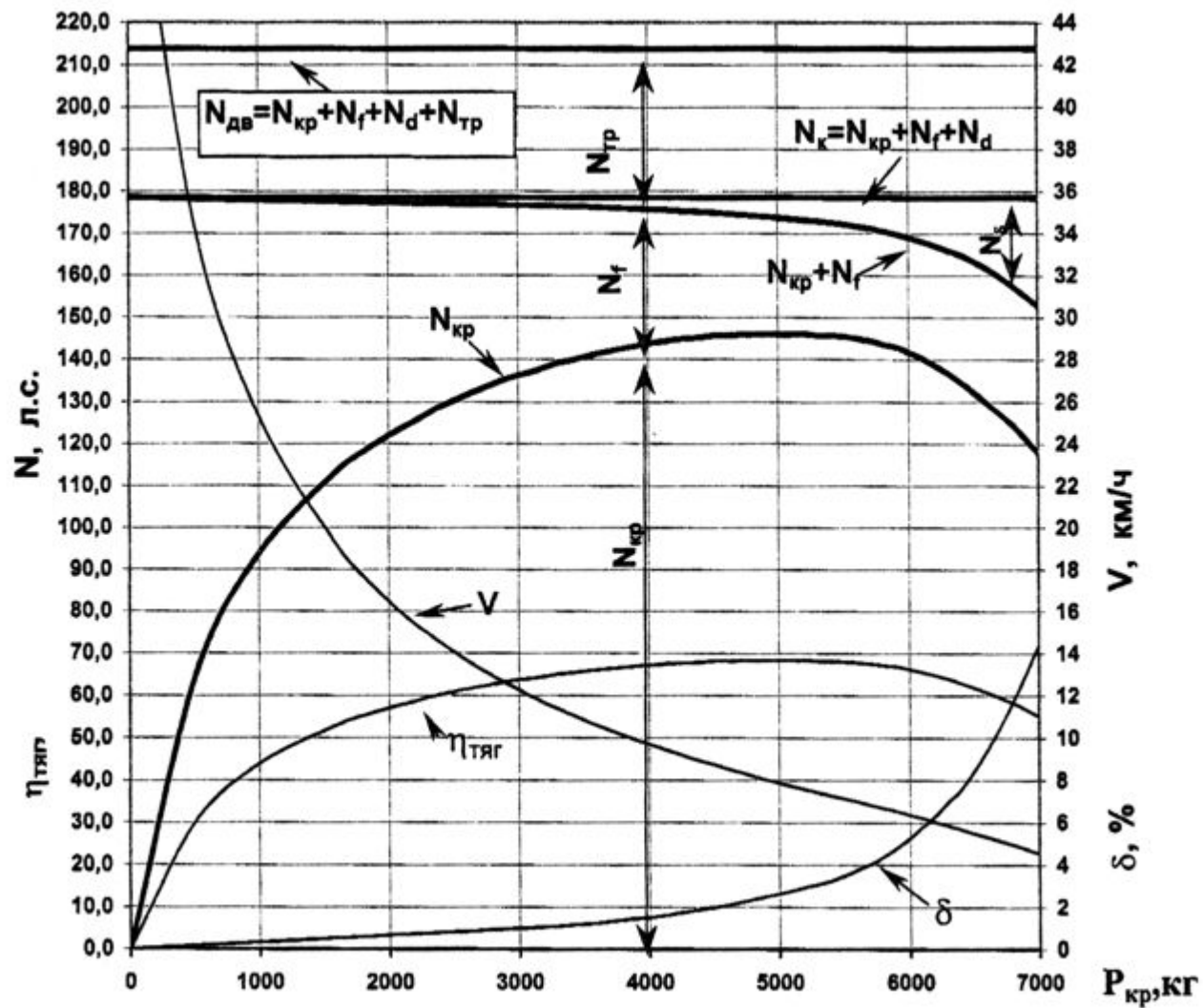
## Влияние включенной передачи на тяговую мощность трактора



## Потенциальная тяговая характеристика трактора



# Потенциальная тяговая характеристика трактора Беларус-2102





# Мощностной баланс автомобиля

При рассмотрении мощностного баланса автомобиля считают, что автомобиль движется

а) без прицепа

$$P_{кр} = 0 \rightarrow N_{кр} = 0$$

б) без буксования

$$\delta \approx 0 \rightarrow N_{\delta} \approx 0$$

в) без отбора мощности

$$N_{ом} = 0$$

Кроме этого, мощности **сопротивления качению  $N_f$**  и **подъему  $N_\alpha$**  объединяют в **мощность дорожного сопротивления  $N_\psi$**

$$N_\psi = N_f + N_\alpha$$

Таким образом, уравнение мощностного баланса автомобиля примет вид

$$N_e = N_{тр} + N_\psi + N_j + N_B$$

Соответственно, уравнение тягового баланса автомобиля примет вид

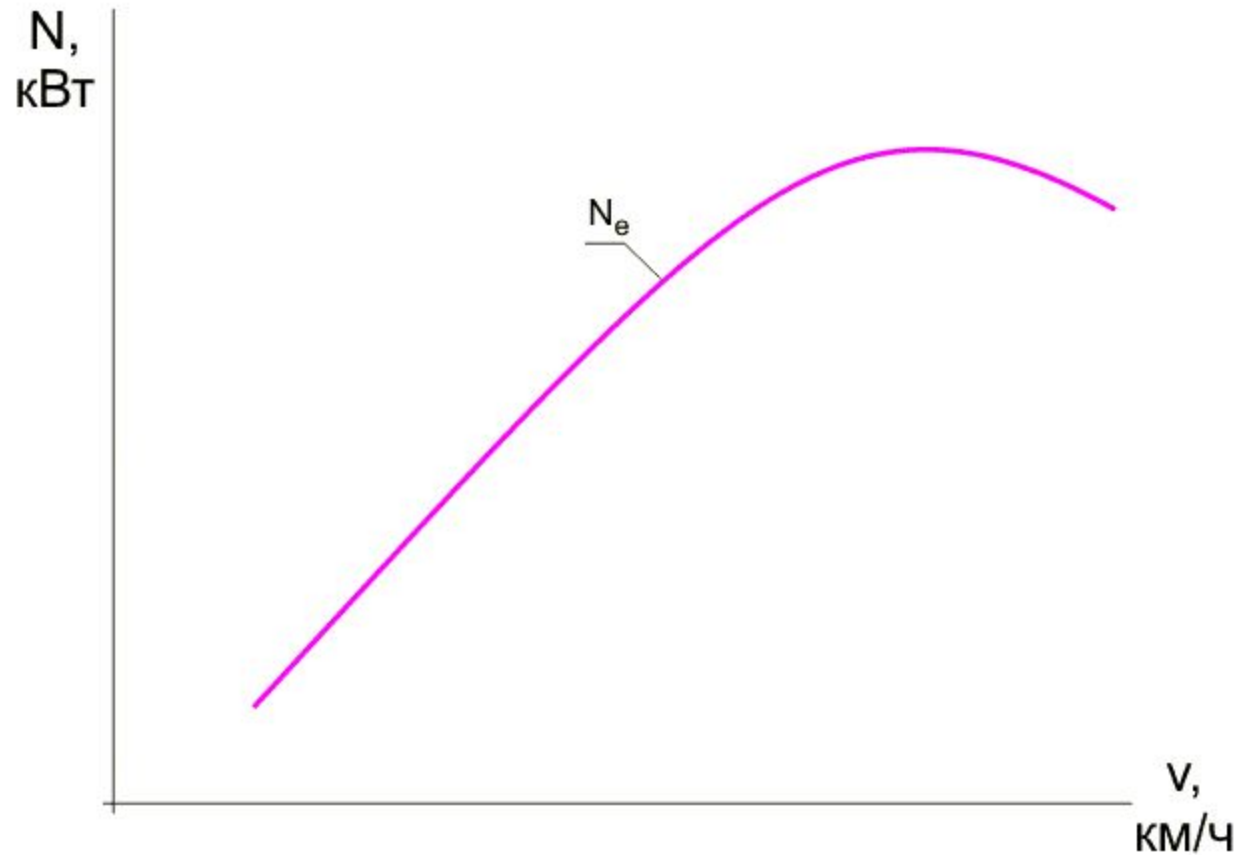
$$P_k = P_\psi + P_j + P_B$$

При постоянной скорости ( $V = \text{const}$ )

$$N_e = N_{тр} + N_\psi + N_B$$

$$P_k = P_\psi + P_B$$

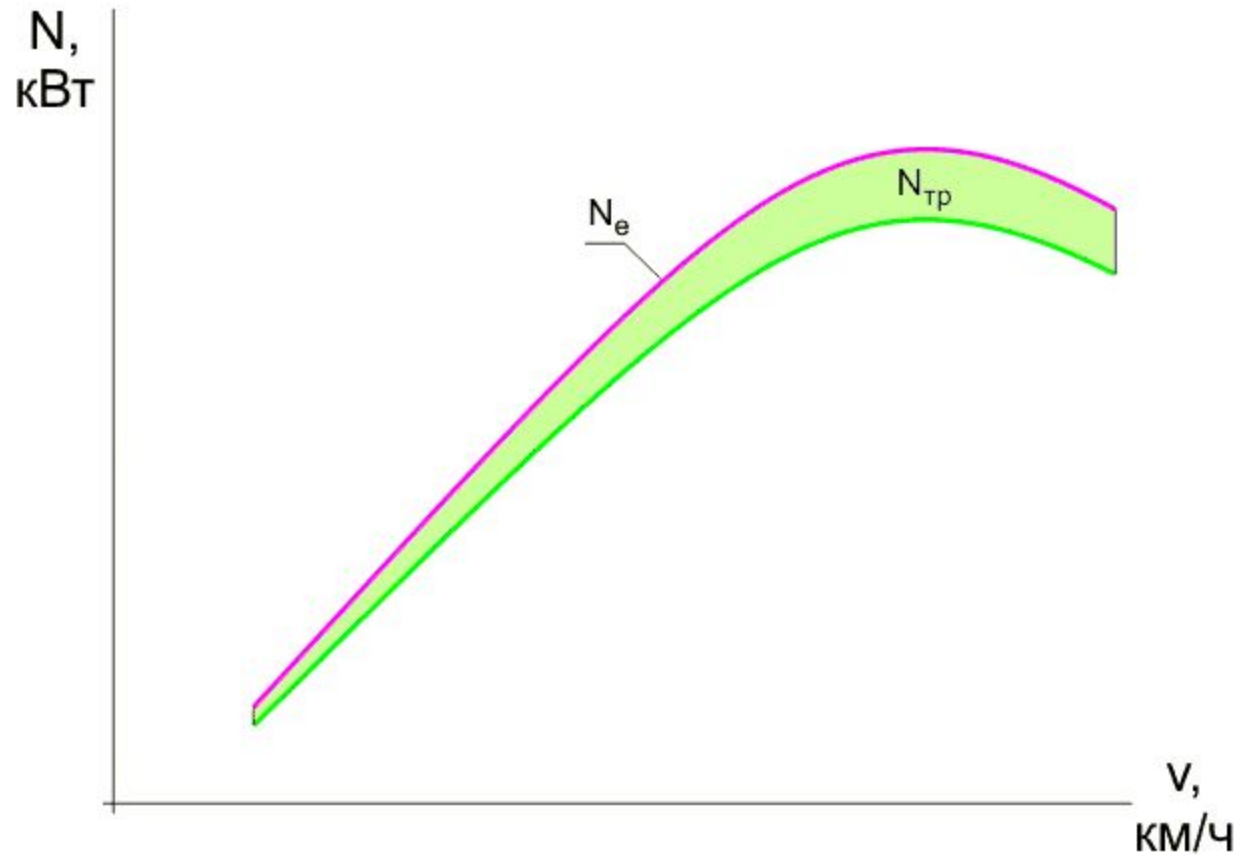
## Построение графика мощностного баланса автомобиля



$$N_e = N_{\text{тр}} + N_{\psi} + N_{\text{в}} + N_j$$

$$P_{\text{к}} = P_{\psi} + P_{\text{в}} + P_j$$

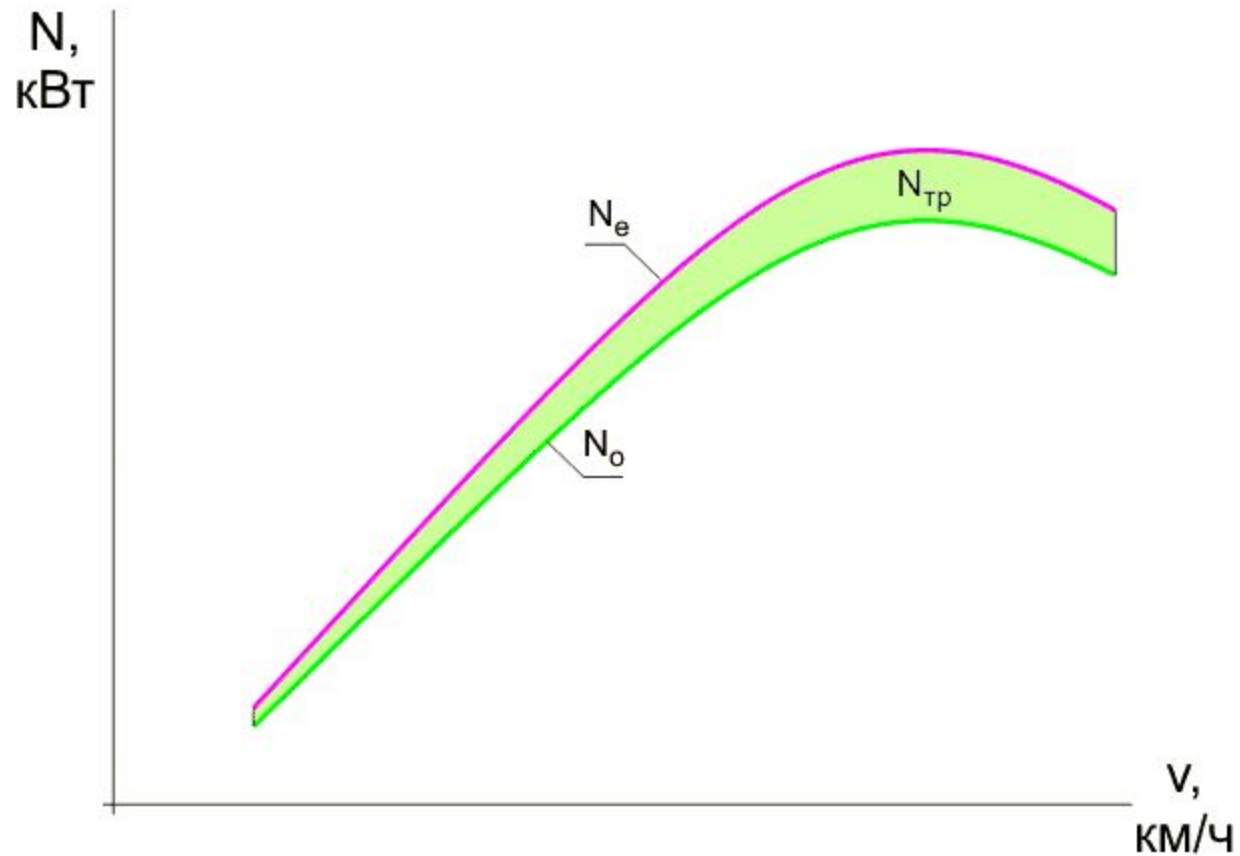
## Построение графика мощностного баланса автомобиля



$$N_e = N_{тр} + N_{\psi} + N_B + N_j$$

$$P_K = P_{\psi} + P_B + P_j$$

## Построение графика мощностного баланса автомобиля

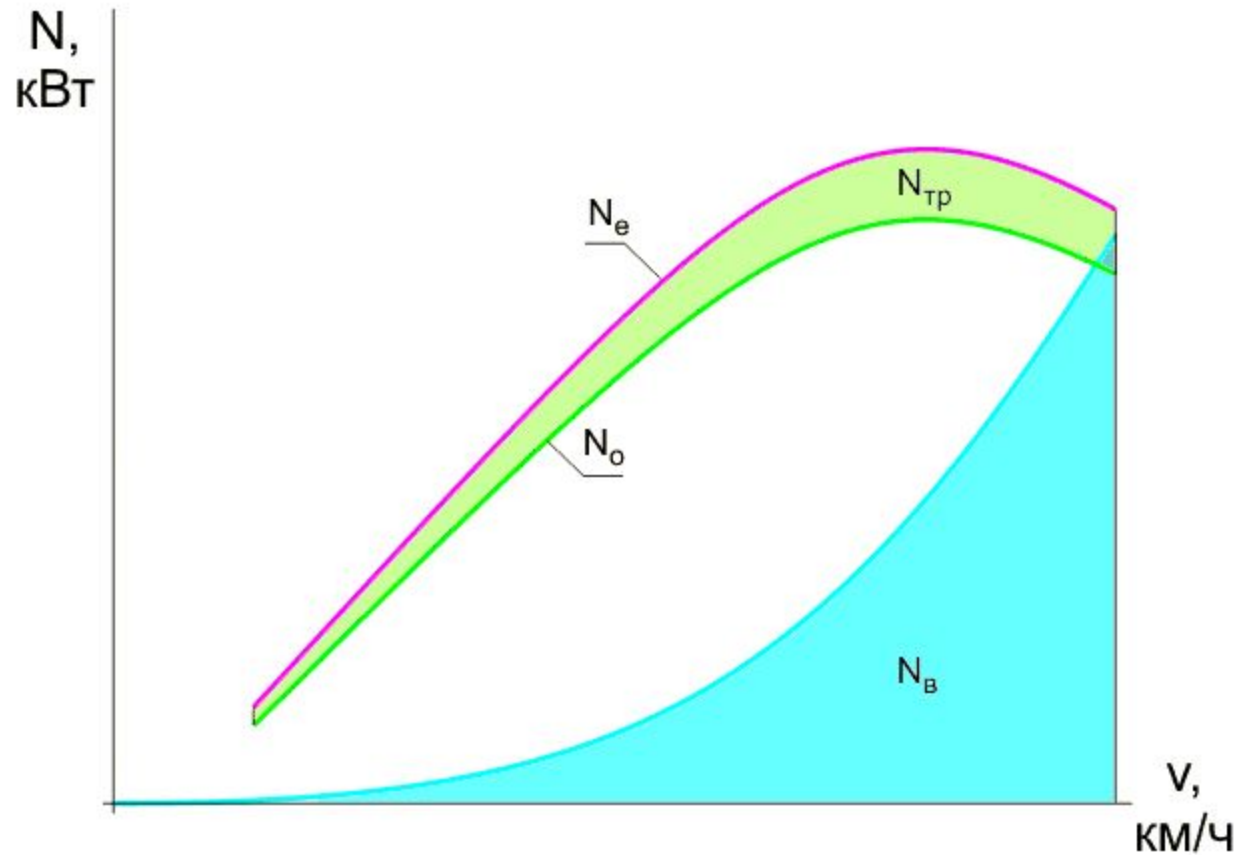


$$N_o = N_e - N_{тр}$$

$$N_e = N_{тр} + N_{\psi} + N_B + N_j$$

$$P_k = P_{\psi} + P_B + P_j$$

## Построение графика мощностного баланса автомобиля

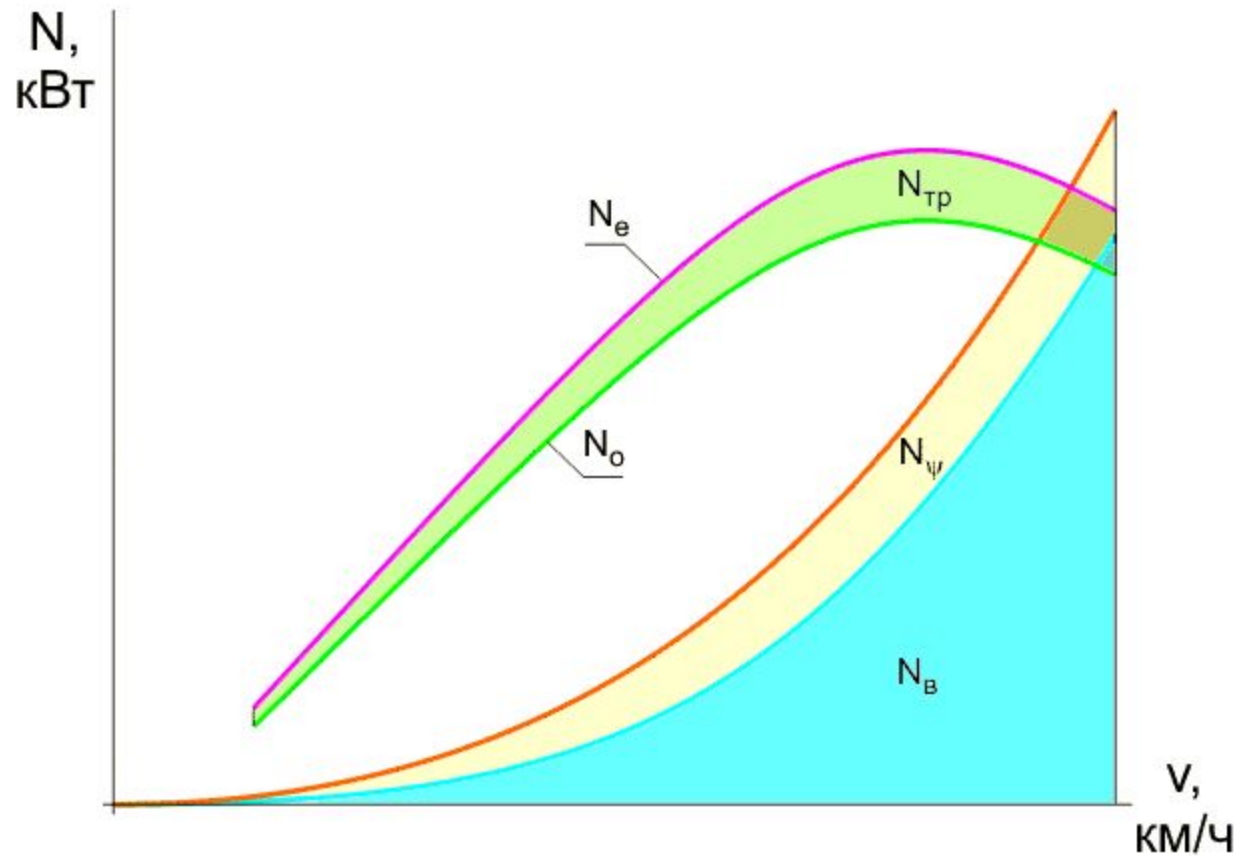


$$N_o = N_e - N_{тр}$$

$$N_e = N_{тр} + N_{\psi} + N_b + N_j$$

$$P_k = P_{\psi} + P_b + P_j$$

## Построение графика мощностного баланса автомобиля

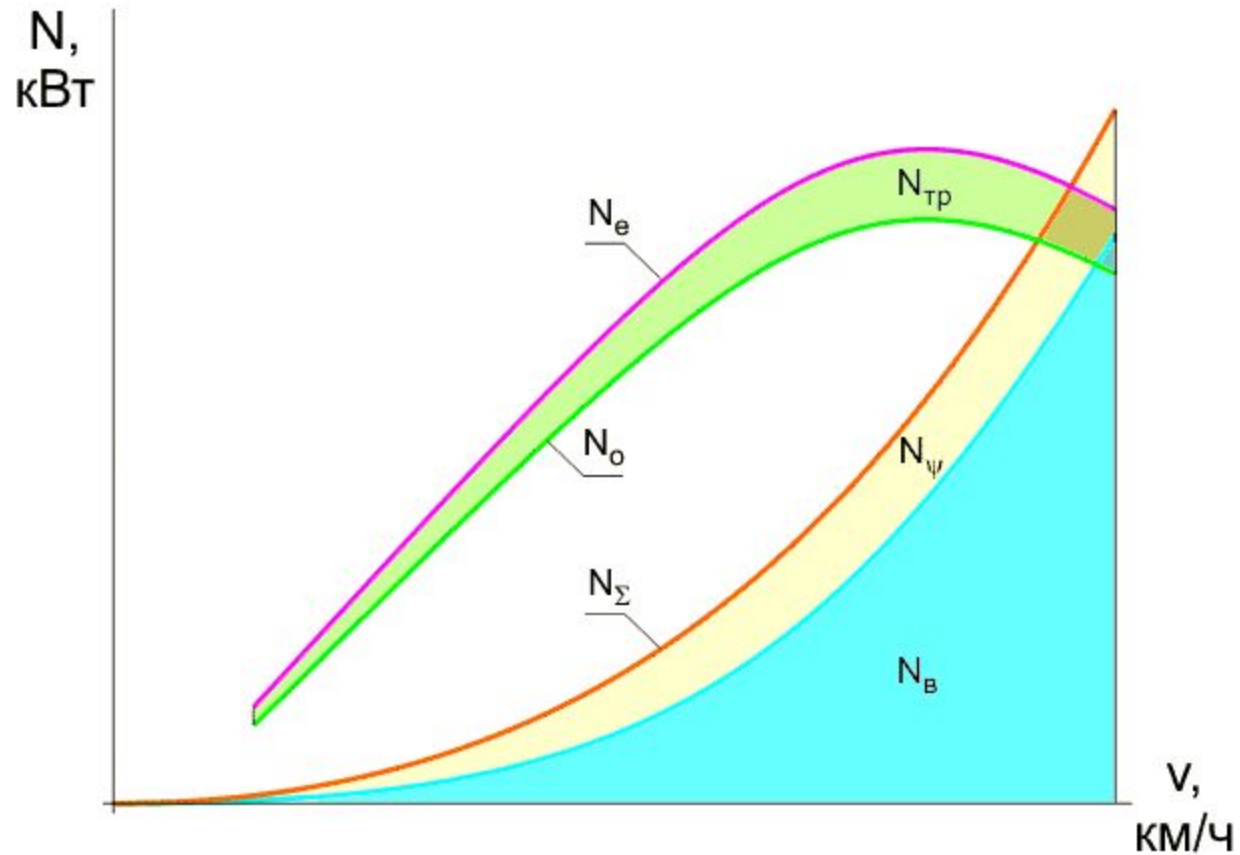


$$N_o = N_e - N_{TP}$$

$$N_e = N_{TP} + N_{\psi} + N_B + N_j$$

$$P_k = P_{\psi} + P_B + P_j$$

# Построение графика мощностного баланса автомобиля



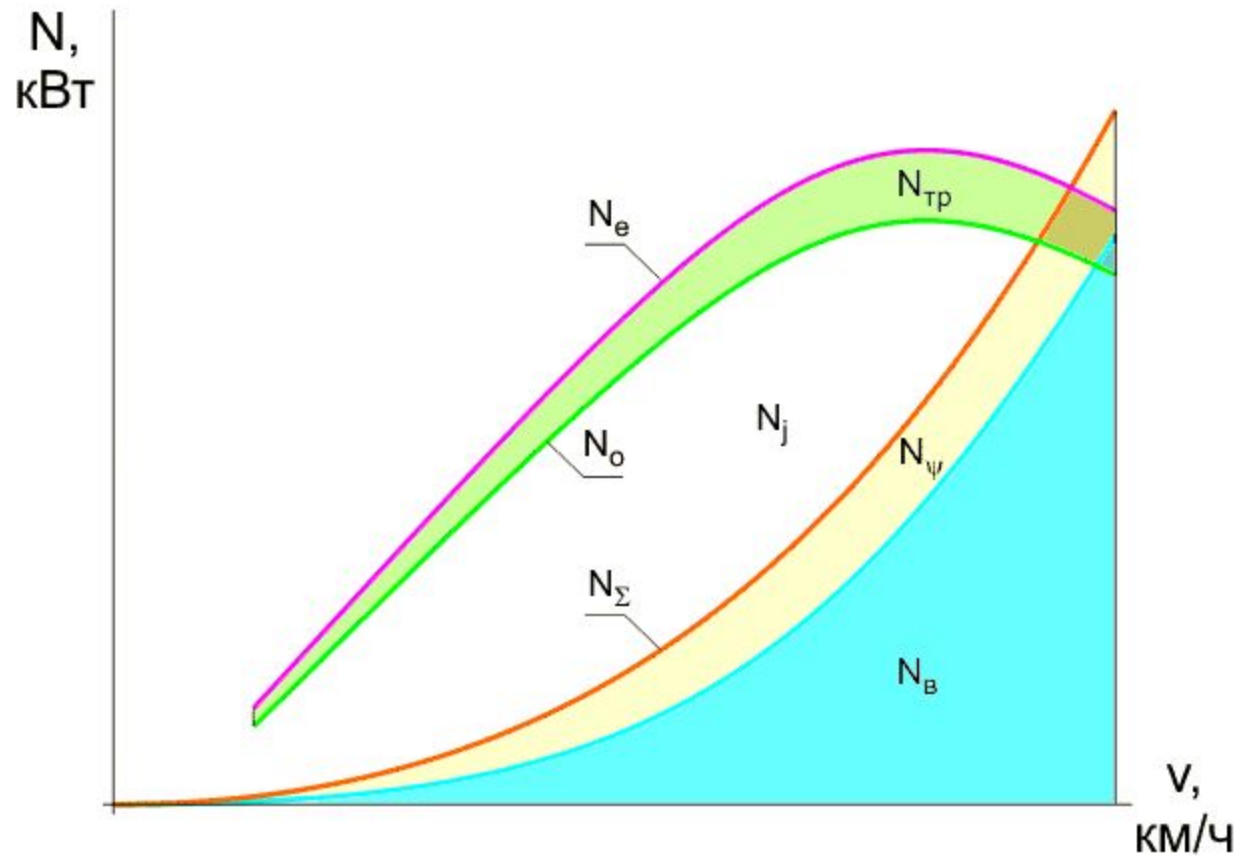
$$N_o = N_e - N_{тр}$$

$$N_{\Sigma} = N_{\psi} + N_B$$

$$N_e = N_{тр} + N_{\psi} + N_B + N_j$$

$$P_k = P_{\psi} + P_B + P_j$$

# Построение графика мощностного баланса автомобиля



$$N_o = N_e - N_{tr}$$

$$N_\Sigma = N_\psi + N_v$$

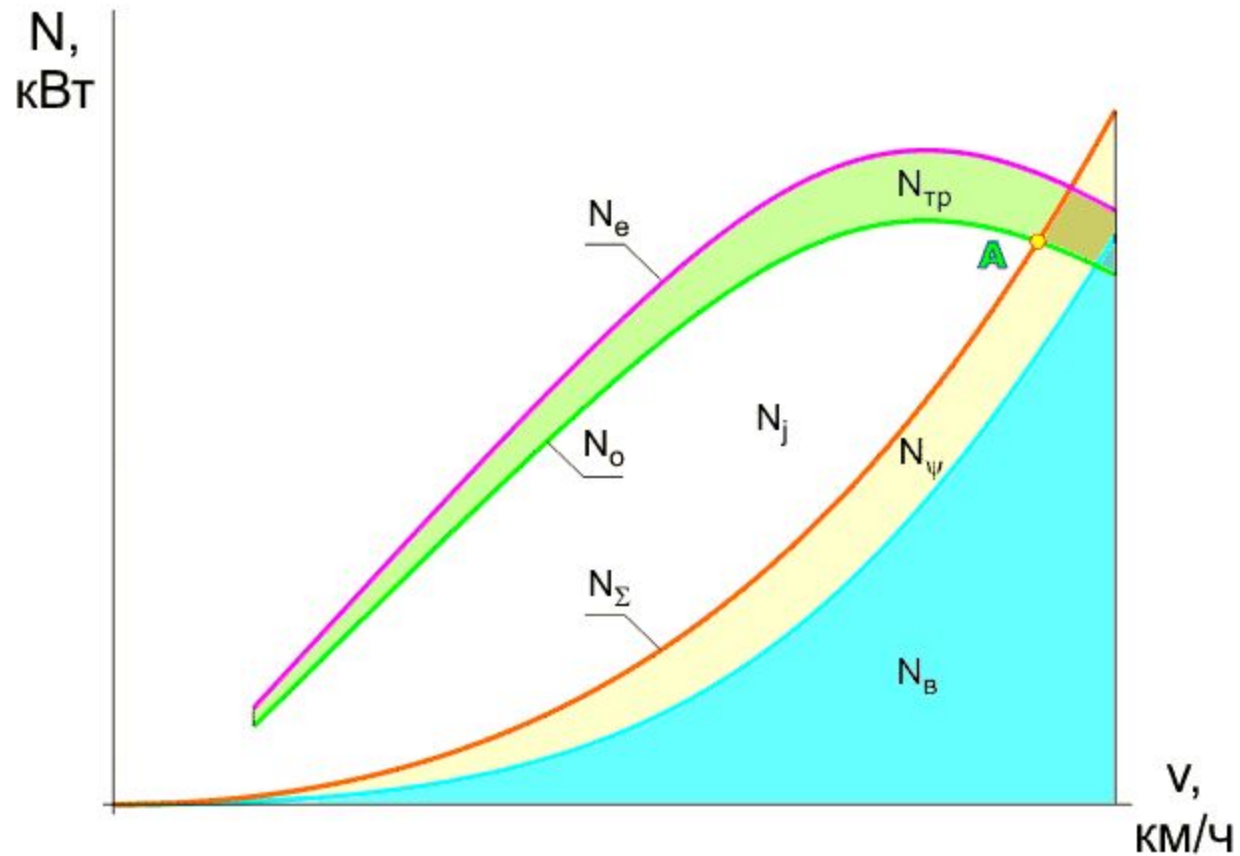
$$N_j = N_o - N_\Sigma$$

$$N_e = N_{tr} + N_\psi + N_v + N_j$$

$$P_k = P_\psi + P_v + P_j$$



# Построение графика мощностного баланса автомобиля



$$N_o = N_e - N_{tr}$$

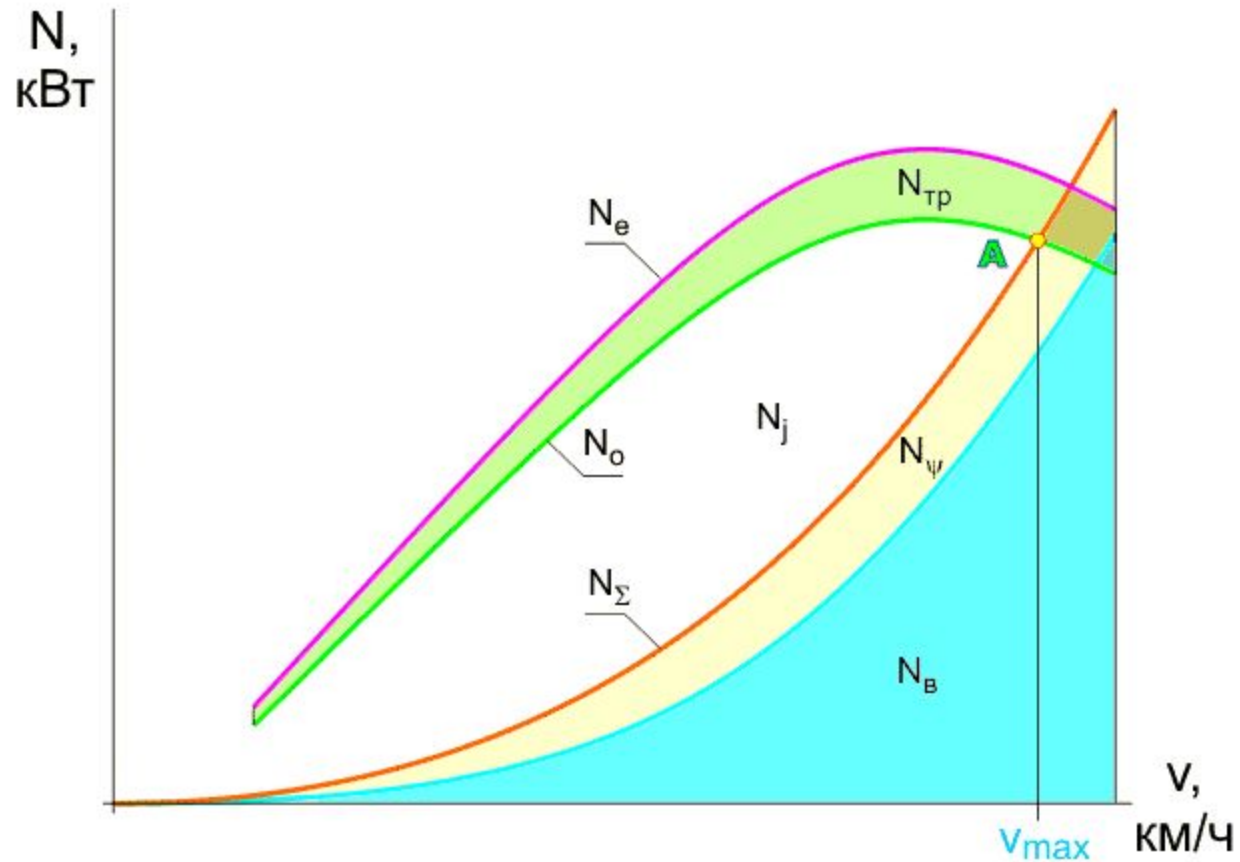
$$N_{\Sigma} = N_{\psi} + N_B$$

$$N_j = N_o - N_{\Sigma}$$

$$N_e = N_{tr} + N_{\psi} + N_B + N_j$$

$$P_k = P_{\psi} + P_B + P_j$$

# Построение графика мощностного баланса автомобиля



$$N_o = N_e - N_{TP}$$

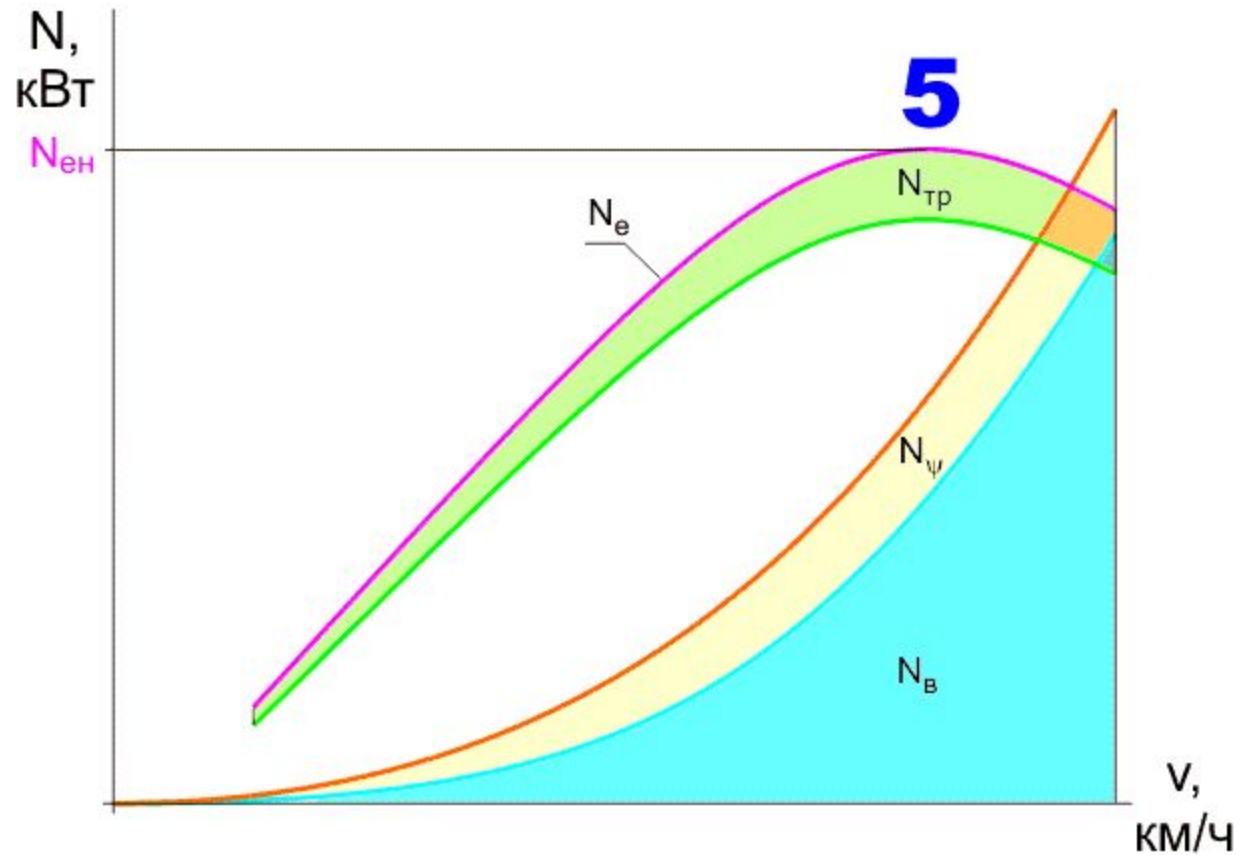
$$N_{\Sigma} = N_{\psi} + N_B$$

$$N_j = N_o - N_{\Sigma}$$

$$N_e = N_{TP} + N_{\psi} + N_B + N_j$$

$$P_k = P_{\psi} + P_B + P_j$$

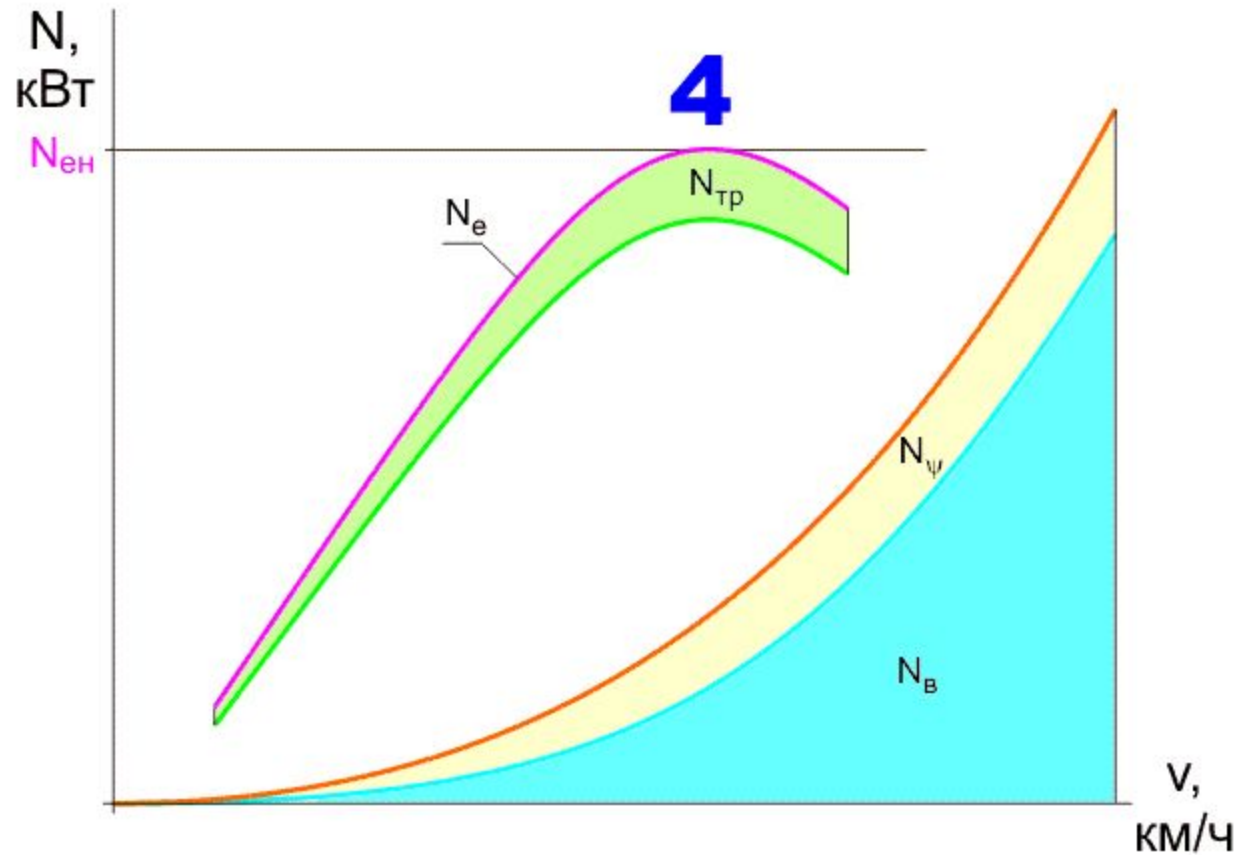
# Влияние включенной передачи на баланс мощности автомобиля



$$N_e = N_{TP} + N_{\psi} + N_B + N_j$$

$$P_k = P_{\psi} + P_B + P_j$$

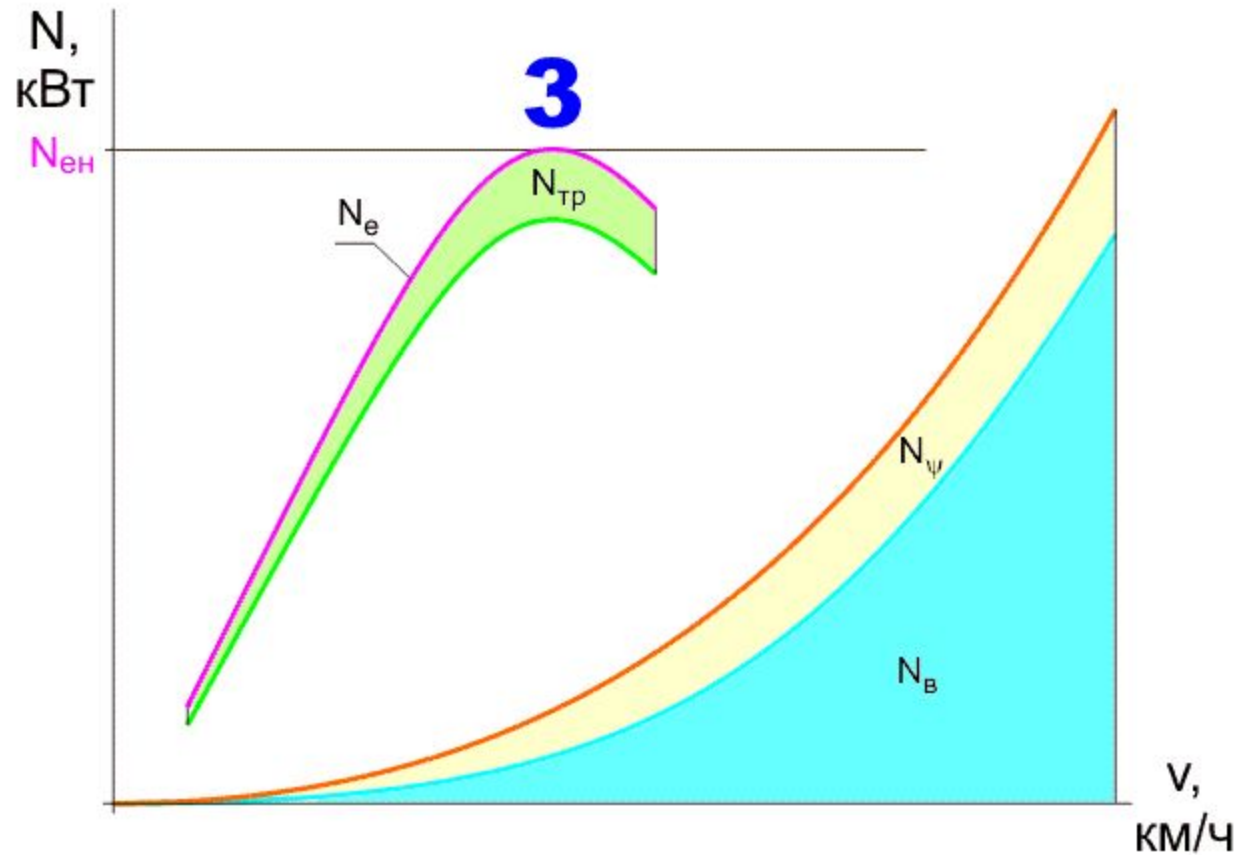
# Влияние включенной передачи на баланс мощности автомобиля



$$N_e = N_{тр} + N_{\psi} + N_v + N_j$$

$$P_k = P_{\psi} + P_v + P_j$$

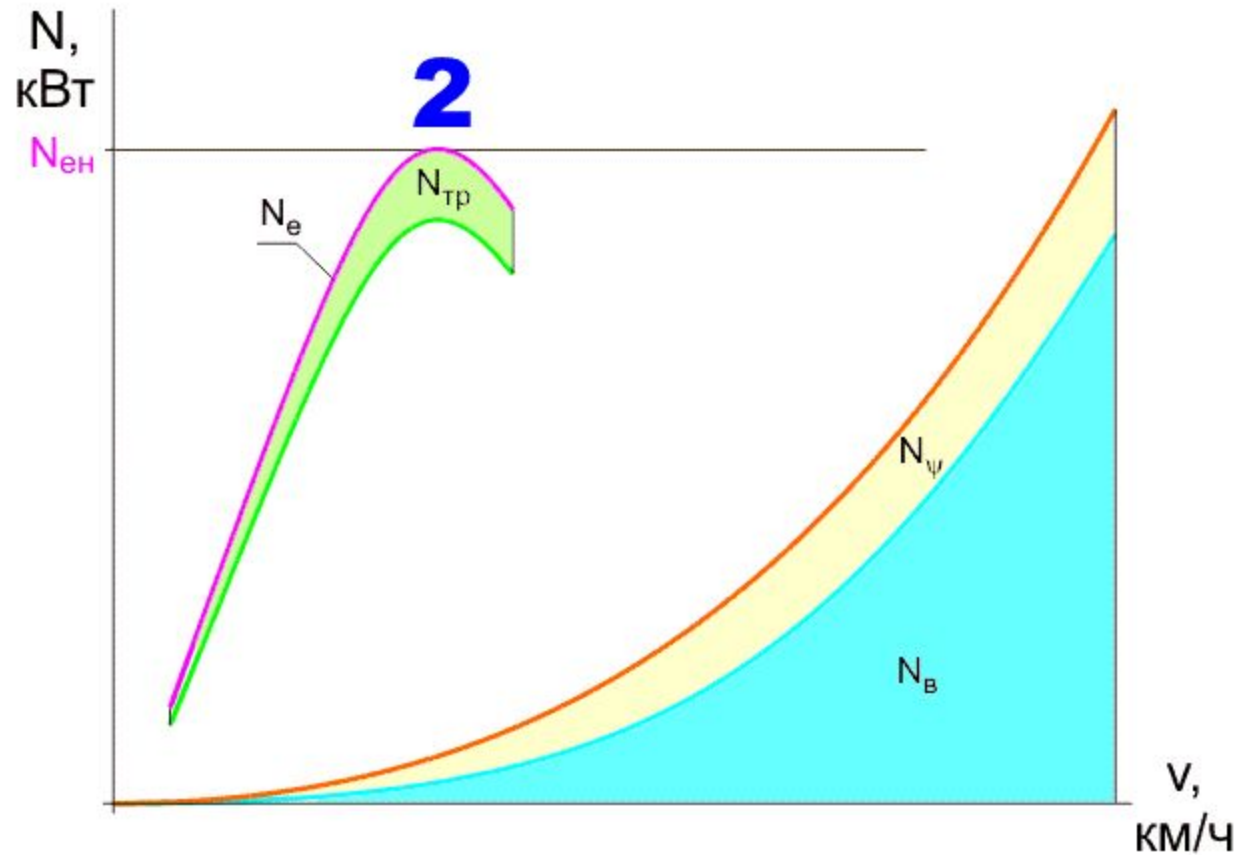
# Влияние включенной передачи на баланс мощности автомобиля



$$N_e = N_{тр} + N_{пс} + N_{в} + N_j$$

$$P_k = P_{пс} + P_{в} + P_j$$

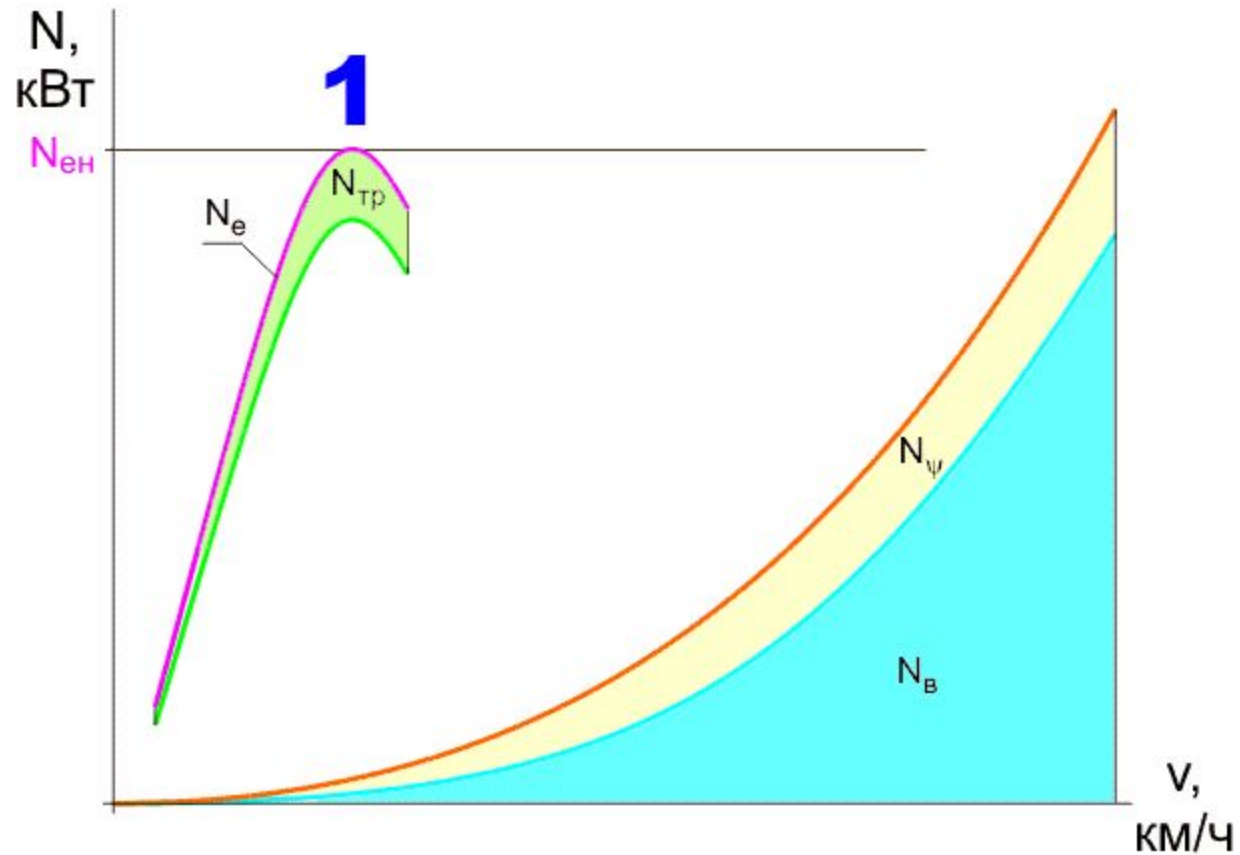
# Влияние включенной передачи на баланс мощности автомобиля



$$N_e = N_{тр} + N_{\psi} + N_B + N_j$$

$$P_k = P_{\psi} + P_B + P_j$$

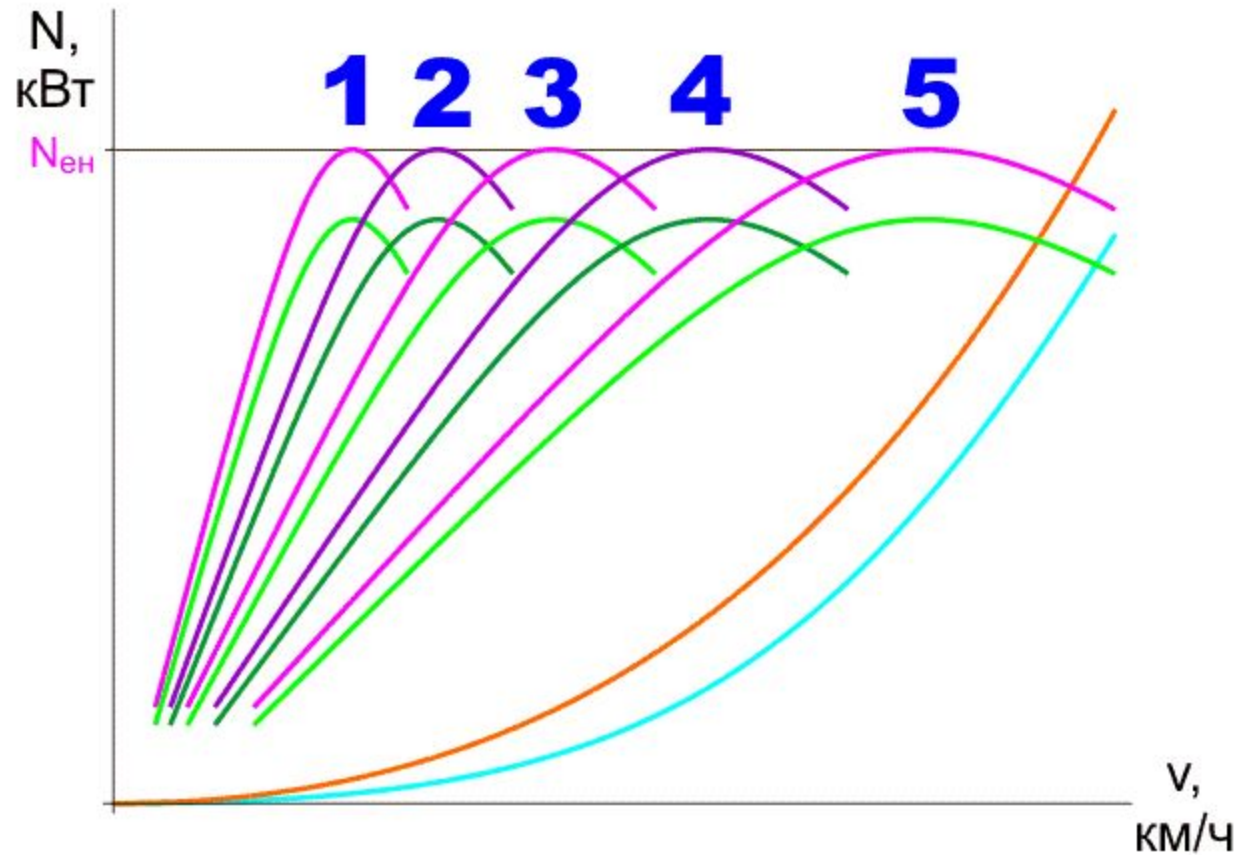
# Влияние включенной передачи на баланс мощности автомобиля



$$N_e = N_{тр} + N_{\psi} + N_B + N_j$$

$$P_k = P_{\psi} + P_B + P_j$$

# Влияние включенной передачи на баланс мощности автомобиля

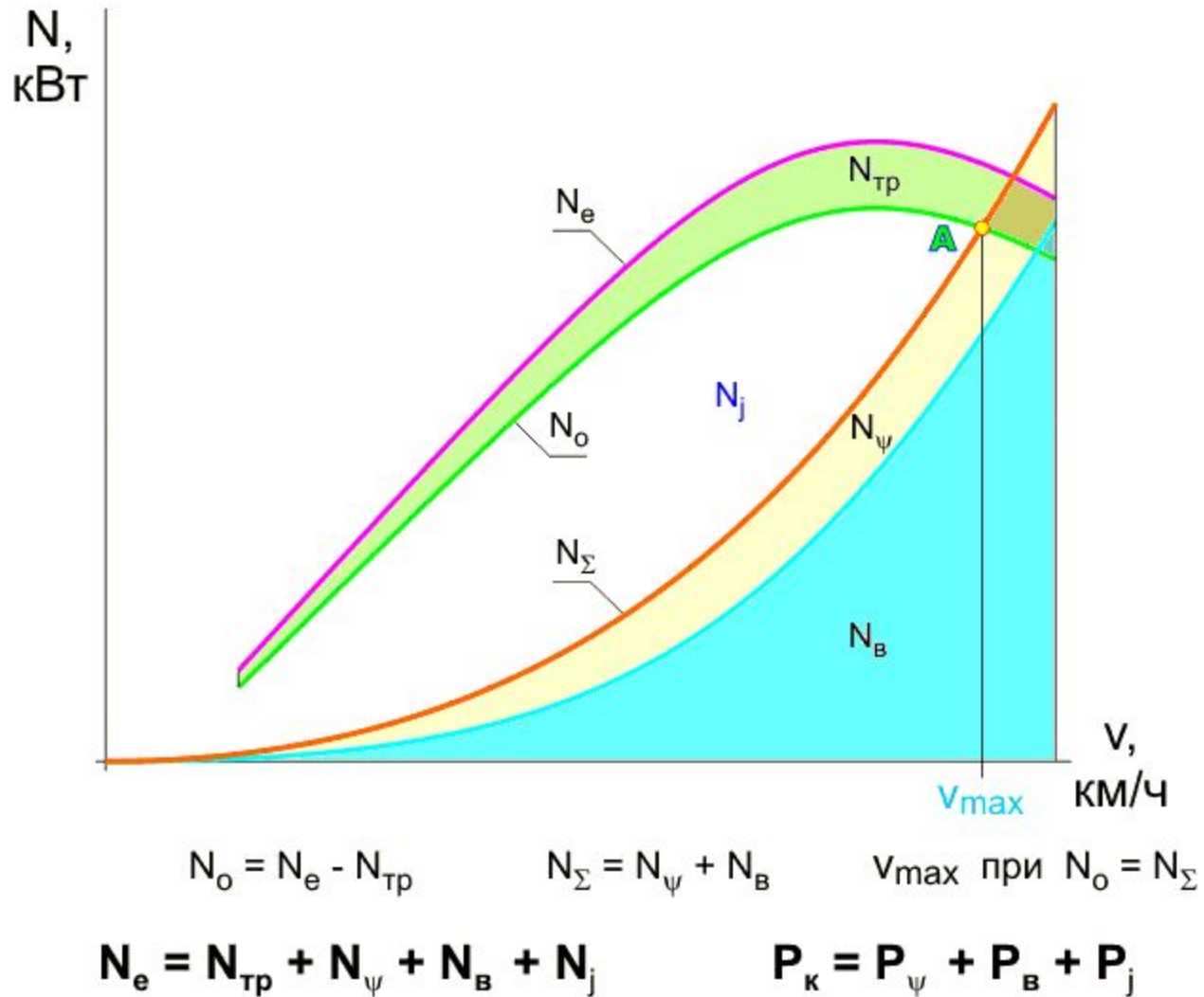


$$N_e = N_{тр} + N_{\psi} + N_B + N_j$$

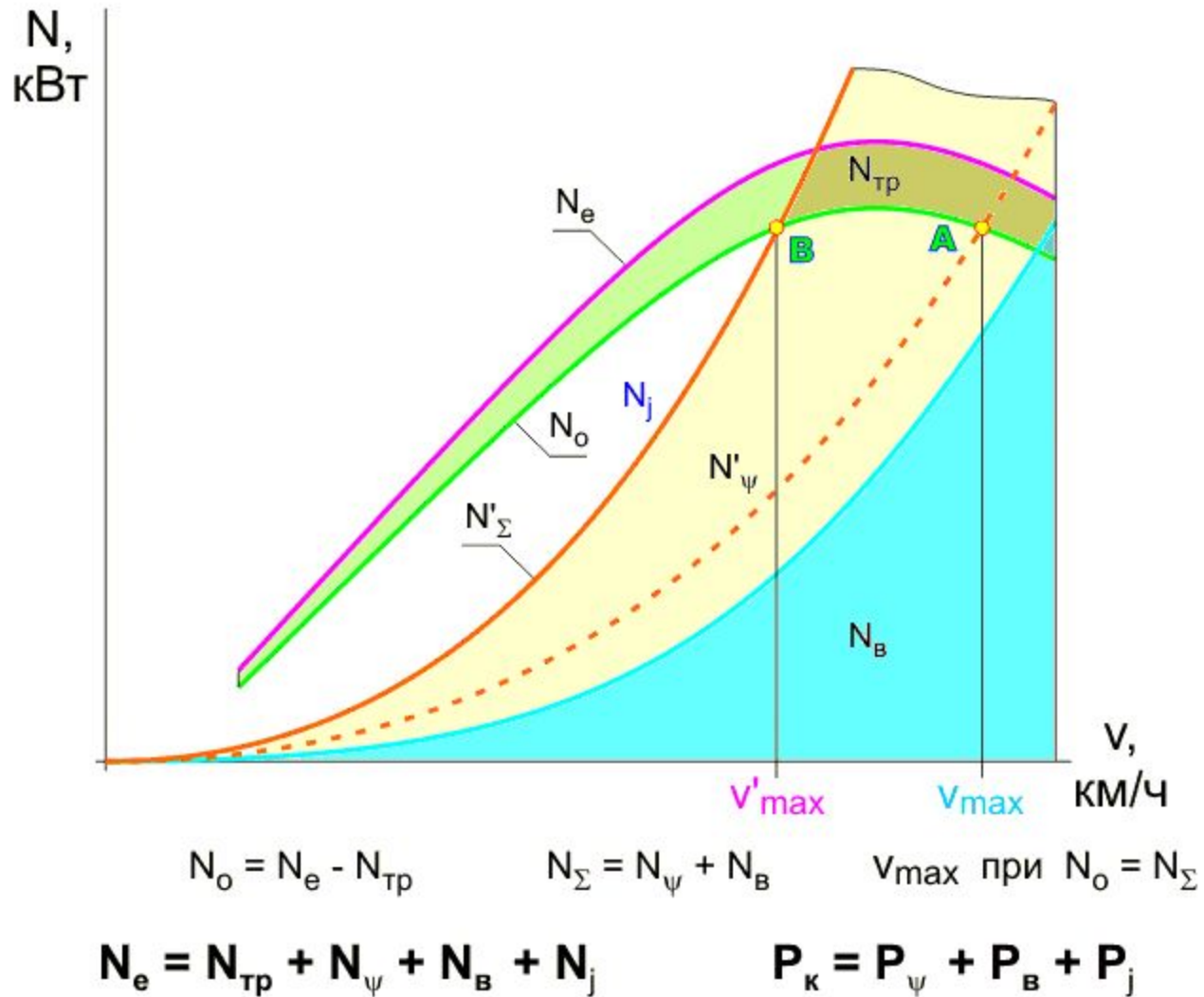
$$P_k = P_{\psi} + P_B + P_j$$



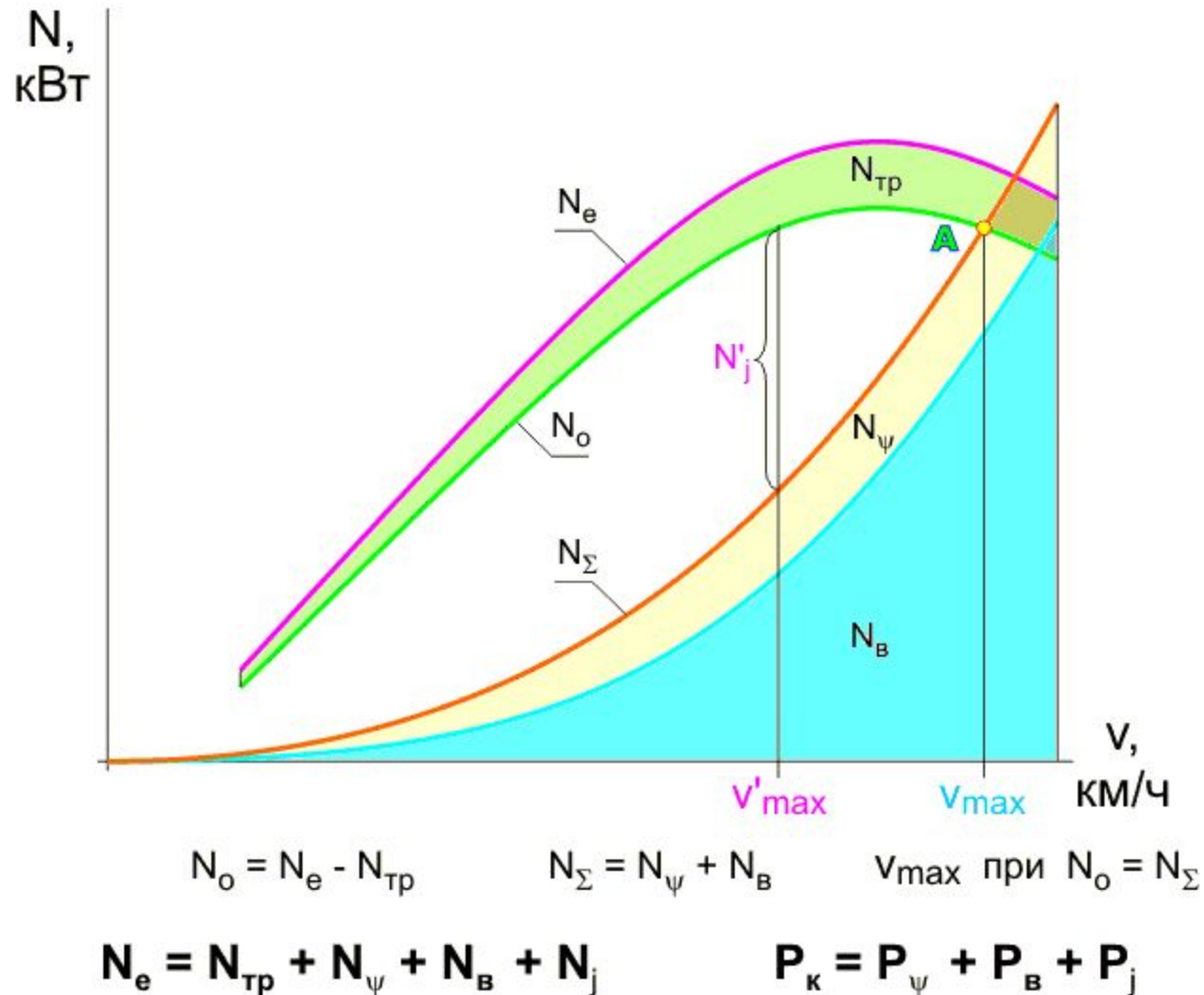
# Влияние дорожного сопротивления на баланс мощности автомобиля



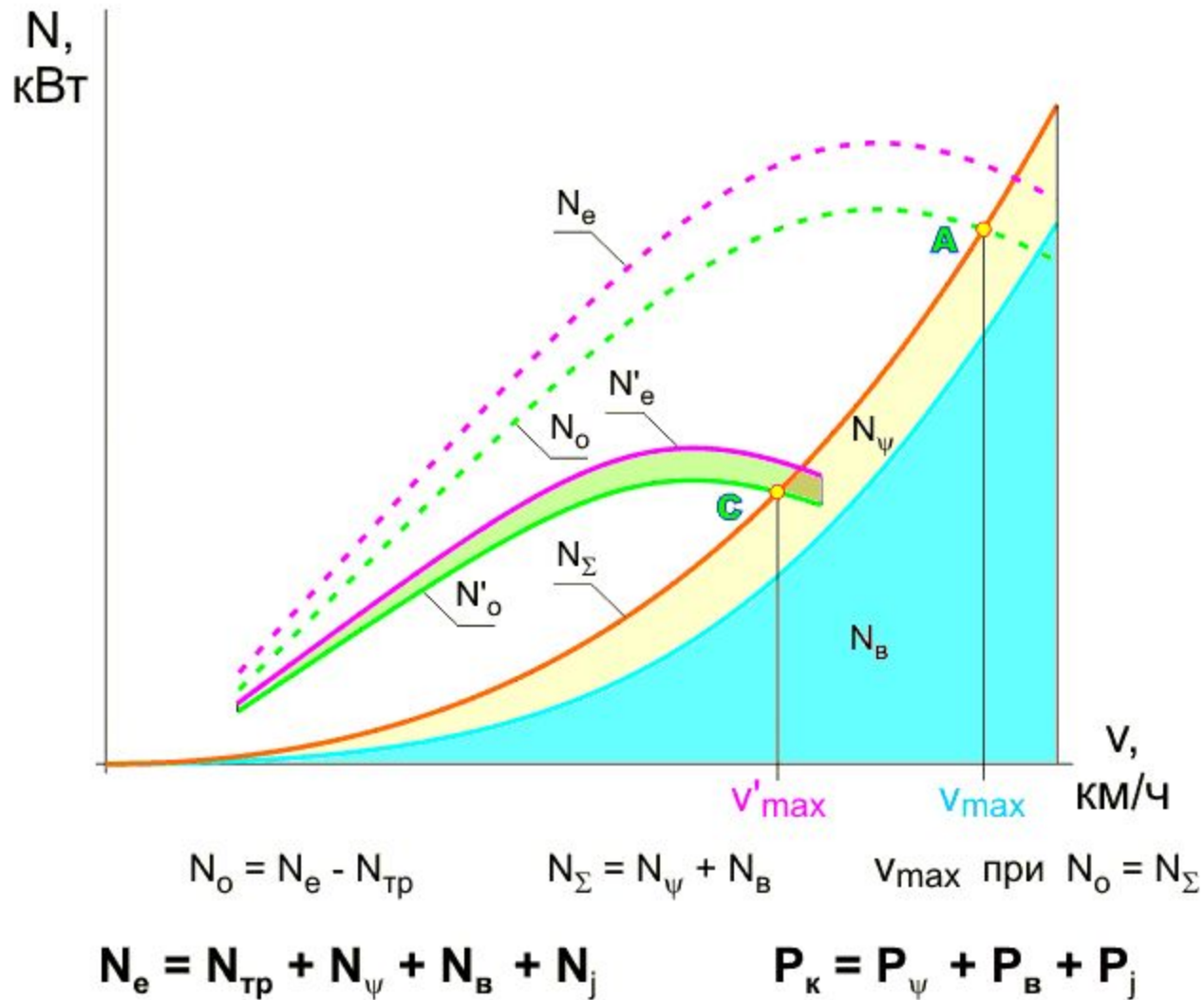
# Влияние дорожного сопротивления на баланс мощности автомобиля



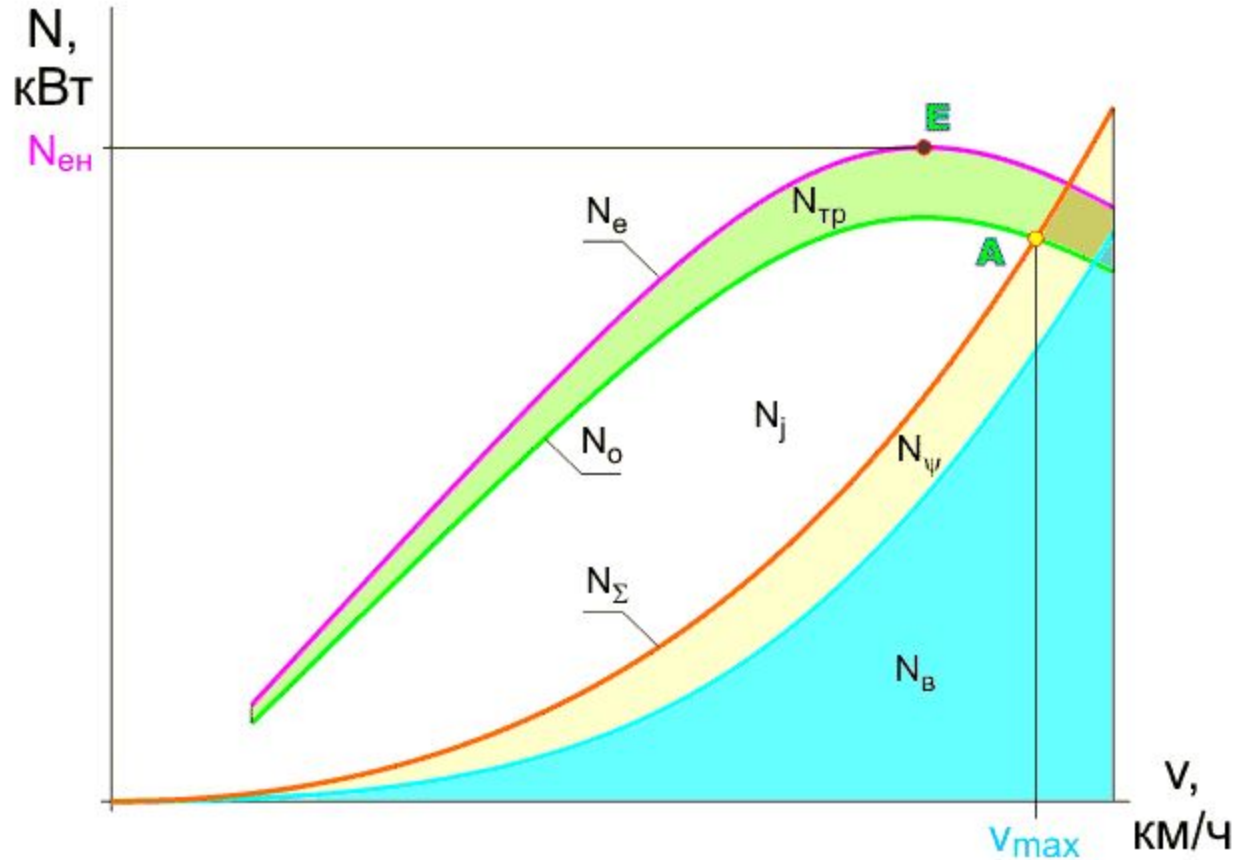
# Влияние режима работы двигателя на баланс мощности автомобиля



# Влияние режима работы двигателя на баланс мощности автомобиля



# Влияние характеристики двигателя на баланс мощности автомобиля



$$N_o = N_e - N_{тр}$$

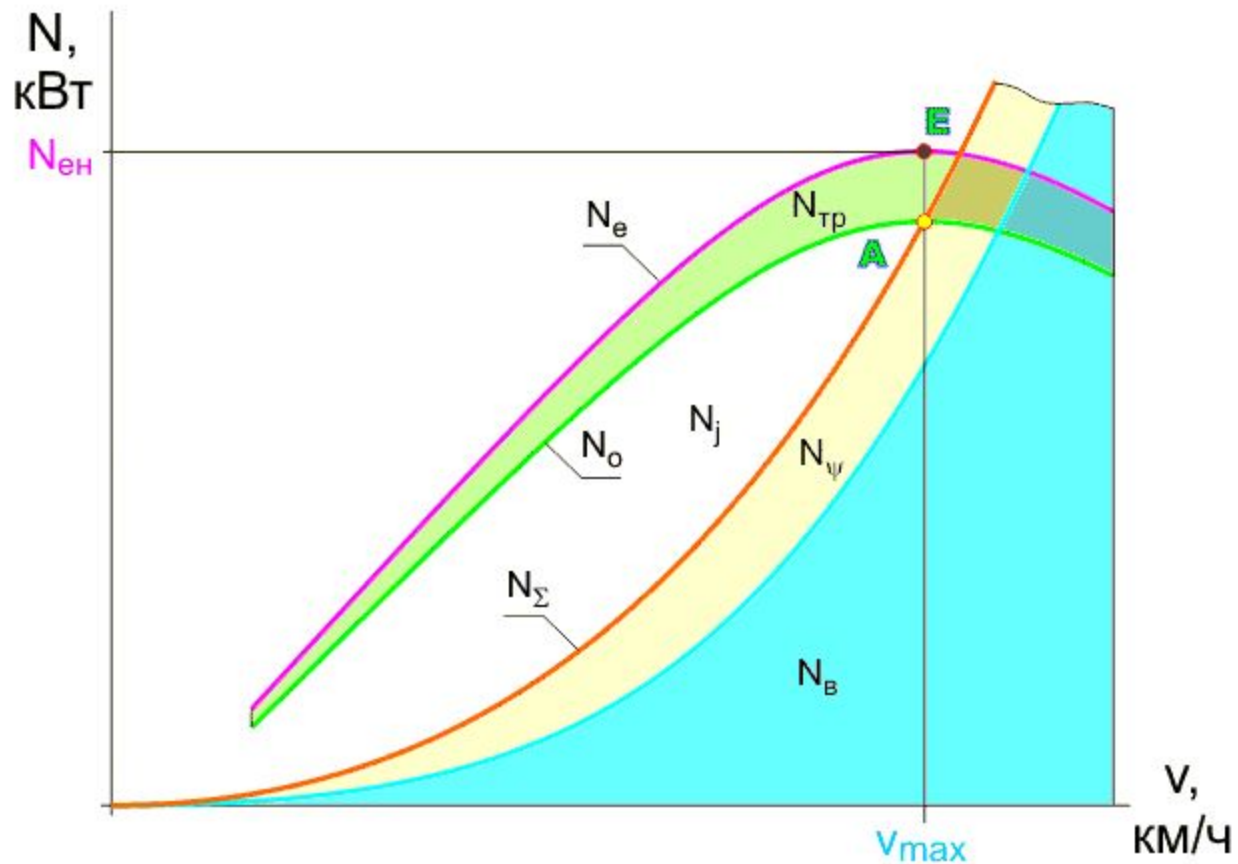
$$N_{\Sigma} = N_{\psi} + N_b$$

$$N_j = N_o - N_{\Sigma}$$

$$N_e = N_{тр} + N_{\psi} + N_b + N_j$$

$$P_k = P_{\psi} + P_b + P_j$$

# Влияние характеристики двигателя на баланс мощности автомобиля



$$N_o = N_e - N_{тр}$$

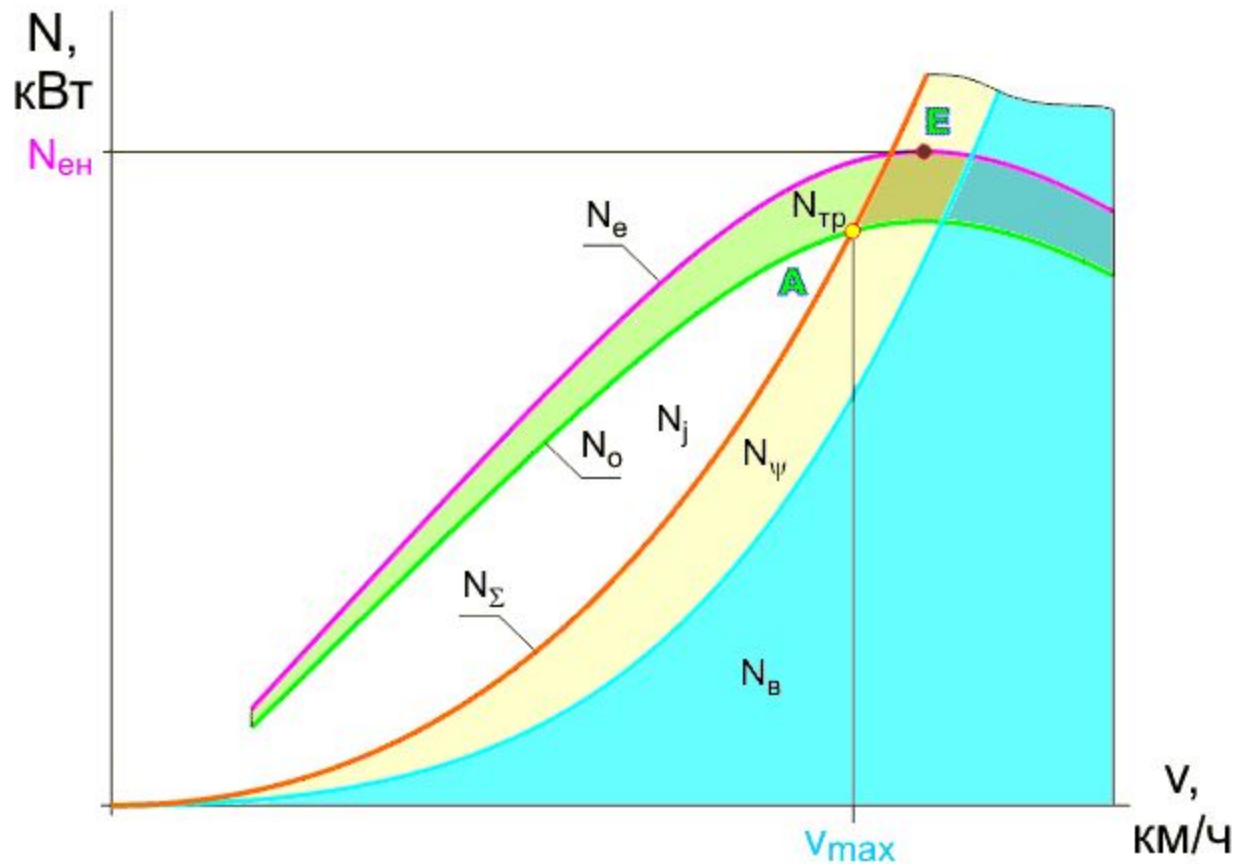
$$N_\Sigma = N_\psi + N_B$$

$$N_j = N_o - N_\Sigma$$

$$N_e = N_{тр} + N_\psi + N_B + N_j$$

$$P_k = P_\psi + P_B + P_j$$

# Влияние характеристики двигателя на баланс мощности автомобиля



$$N_0 = N_e - N_{тр}$$

$$N_{\Sigma} = N_{\psi} + N_B$$

$$N_j = N_0 - N_{\Sigma}$$

$$N_e = N_{тр} + N_{\psi} + N_B + N_j$$

$$P_k = P_{\psi} + P_B + P_j$$