

Кузьмин Сергей Иванович,
к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: sergey.kuzmin@mail.ru

Комолова Екатерина Анатольевна,
магистрант, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: pgs@angtu.ru

**МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ
МЕРОПРИЯТИЙ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЗДАНИЯ
ПО ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ**

Kuzmin S.I., Komolova E.A.

**METHODOLOGY FOR ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF ENERGY-
SAVING MEASURES BY TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS**

Аннотация. В работе представлены основные положения методики оценки эффективности энергосберегающих мероприятий в индивидуальном здании по технико-экономическим показателям.

Ключевые слова: энергосбережение, приведённые затраты, единовременные затраты, теплопотребление.

Abstract. The paper contains the main provisions of the methodology for assessing the effectiveness of energy-saving measures in an individual building according to technical and economic indicators.

Keywords: energy saving, reduced costs, one-time costs, heat consumption.

Экономия тепловой энергии в здании сама по себе может представляться некой полезной самоцелью. Это соответствует установленному законодательству [1-4], стимулирует развитие новых производств, совершенствование и внедрение в практику строительства новых технологий.

Однако эффективность применения энергосберегающих мероприятий в здании необходимо оценивать по показателям, учитывающим дополнительные затраты на внедрение новых энергоэффективных материалов и конструкций, теплоутилизирующего оборудования, на изменение планировки и уменьшение полезного объёма помещений, необходимость обслуживания и ремонта дорогостоящего оборудования и ожидаемой экономией от снижения теплопотребления, возможного удешевления самих теплопотребляющих систем в следствии уменьшения их расчётных показателей.

Оценку эффективности внедрения теплосберегающих мероприятий в жилом здании предлагается провести по безразмерному показателю, учитывающему как экономическую, так и техническую составляющую:

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta\mathcal{E}_T}{\Delta\mathcal{E}_3}, \quad (1)$$

где $\Delta\mathcal{E}_T$ и $\Delta\mathcal{E}_3$ – соответственно, экономия от энергосбережения и дополнительные затраты на энергосберегающие мероприятия, руб. за расчётный период.

Основным потребителем, а следовательно, и источником экономии тепловой энергии в здании является система отопления. Для индивидуального здания составляющие в выражении (1) могут быть представлены следующим образом:

$$\Delta \mathcal{E}_T = c_T \cdot \Delta W_T + k_T \cdot \Delta Z_{T0} + \Delta W_{эл.т} \cdot c_{эл}, \quad (2)$$

$$\Delta \mathcal{E}_3 = k_{КТ} \cdot Z_{ут} + k_{ту} \cdot Z_{ту} + W_{эл.ут} \cdot c_{эл}, \quad (3)$$

где c_T и $c_{эл}$ – тариф на соответственно тепловую и электрическую энергию с учётом изменений за период эксплуатации оборудования, руб./кВт·ч;

ΔW_T – снижение потребления тепловой энергии от внедрения энергосберегающих мероприятий за расчётный период, кВт·ч.;

k_T , $k_{КТ}$ и $k_{ту}$ – коэффициенты окупаемости соответственно теплопотребляющего оборудования (системы), энергосберегающих конструкций и теплоутилизирующего оборудования, год⁻¹;

ΔZ_{T0} – снижение единовременных затрат на теплопотребляющую систему при внедрении энергосберегающих мероприятий, руб.;

$Z_{ут}$ и $Z_{ту}$ – единовременные затраты соответственно на теплосберегающие конструкции и теплоутилизационное оборудование, руб.;

$\Delta W_{эл.т}$ – снижение затрат электроэнергии на работу теплопотребляющей системы после внедрения энергосберегающих мероприятий за расчётный период, кВт·ч.;

$W_{эл.ут}$ – затраты электроэнергии на работу теплоутилизирующего оборудования за расчётный период, кВт·ч.

С учётом специфики эксплуатации теплопотребляющих систем в качестве расчётного периода предлагается принимать отопительный период и за срок окупаемости оборудования 12 лет [4].

Особенность предлагаемого метода заключается в выражении всех составляющих в (2) и (3) через один аргумент – расчётную мощность теплопотребляющей системы. При этом появляется возможность учесть объёмно-планировочные и конструктивные параметры здания, климатические характеристики района строительства и энергетической системы, ориентацию здания в пространстве, тип, конструкцию, модель и мощность оборудования теплопотребляющей системы (отопления, вентиляции) и теплоутилизирующего оборудования (тепловых насосов, рекуператоров) и их ценовые характеристики [5-7].

Снижение теплопотребления объектом определится как разность между теплопотреблениями до внедрения энергосберегающих мероприятий $W_{T.0}$ и после $W_{T.э}$:

$$\Delta W_T = W_{T.0} - W_{T.э} \quad (4)$$

Энергосберегающие мероприятия можно разделить на две группы:

- изменение объёмно-планировочных и конструктивных характеристик объекта;

- внедрение теплоутилизирующего оборудования и использование альтернативных источников энергии.

Изменение объёмно-планировочного решения здания проводится на стадии проектирования и предполагает оптимизацию соотношения геометрических размеров внешней оболочки, остекления, ориентацию по сторонам света. Изменение конструктивных характеристик, применение теплоутилизационного оборудования можно реализовывать как на стадии проектирования, так и в процессе реконструкции эксплуатируемого здания.

Объёмно-планировочные параметры здания влияют на расчётные показатели теплотребляющих систем Q_{co} (Вт) и энергопотребление в течение эксплуатационного периода W_{co} (кВт·ч). Для жилых зданий с единственной теплотребляющей системой в виде отопления это влияние представим следующими зависимостями (5), (6), (7).

$$Q_{co} = \sum Q_{тр.i} + Q_{вент} = \sum k_j \cdot A_j \cdot (t_B - t_H) \cdot n_j + 0,28 \cdot G_{вент} \cdot c_v \cdot (t_B - t_H), \quad (5)$$

где $Q_{тр.}$ – трансмиссионные тепловые потери через ограждающие конструкции здания, Вт;

$Q_{вент}$ – мощность теплового потока на нагрев санитарной нормы наружного воздуха, Вт;

k_j – коэффициент теплопередачи j – й ограждающей конструкции внешней оболочки здания, Вт/м² °С;

A_j – площадь j – й ограждающей конструкции внешней оболочки, м²;

t_B и t_H – расчётные температуры соответственно внутреннего и наружного воздуха, °С;

n_j – поправочный коэффициент к расчётной разности температур;

$G_{вент}$ – расход наружного воздуха, необходимый для обеспечения санитарной нормы, кг/ч;

c_v – теплоёмкость воздуха, кДж/кг °С.

Для здания, имеющего отапливаемый объём в форме параллелепипеда с соотношением размеров сторон основания $n_b = a/b$, высотой этажа $h_{эт}$, этажностью $n_{эт}$ выражение (5) примет вид [6, 7]:

$$Q_{co} = V \cdot \left(\frac{K_{ст}}{\left(\frac{V}{n_b \cdot n_h} \right)^{\frac{1}{3}}} \cdot \left\{ 2 \cdot \left(1 + \frac{1}{n_b} \right) \cdot [1 + \bar{A}_o \cdot (\bar{K}_o - 1)] + (0,9 \cdot \bar{K}_{пт} + 0,6 \cdot \bar{K}_{пл}) \cdot \frac{1}{n_h} \right\} + 0,24 \right) \cdot (t_B - t_H), \quad (6)$$

где V – отапливаемый объём здания, м³;

$$n_h = \frac{h_{эт} \cdot n_{эт}}{a};$$

\bar{A}_o – площадь светопрозрачных проёмов относительно общей площади вертикальных ограждений;

$K_{ст}$ – коэффициент теплопередачи наружной стены, Вт/м² °С;

\bar{K}_o , $\bar{K}_{пт}$ и $\bar{K}_{пл}$ – коэффициенты теплопередачи, соответственно светопрозрачных проёмов, потолка и пола относительно $K_{ст}$.

Теплопотребление системы отопления W_{co} (Вт·ч) за период работы $Z_{оп}$ (час) определяется с учётом изменяющейся температуры наружного воздуха и теплоступлений от солнечной радиации:

$$W_{co} = Q_{co} \cdot k_t \cdot Z_{оп} - \varphi \cdot W_{рад,z}, \quad (7)$$

где $k_t = \frac{(t_B - t_H)}{(t_B - t_{оп})}$ – температурный коэффициент;

$t_{оп}$ – температура наружного воздуха за период $Z_{оп}$, °С;

$W_{рад,z}$ – теплоступления в здание от солнечной радиации за период $Z_{оп}$, Вт·ч;

φ – коэффициент снижения теплоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций, определяется по формуле [2]:

$$\varphi = 0,7 + 10^{-6} \cdot \{(t_B - t_{оп}) \cdot Z_{оп} - 1000\} \quad (8)$$

Теплоступления от солнечной радиации определяются по всем светопропускающим ограждениям здания [2]:

$$W_{рад,z} = 277,8 \cdot \tau_{1ок} \cdot \tau_{2ок} \cdot \sum_k \sum_i (I_{i,k}^{веп} \cdot A_{oi}), \quad (9)$$

где $\tau_{1ок}$ – коэффициенты относительного проникания солнечной радиации для светопропускающих заполнений;

$\tau_{2ок}$ – коэффициенты, учитывающие затенение светового проема непрозрачными элементами заполнения;

A_{oi} – площадь светопропускающих ограждающих конструкций внешней оболочки i -й ориентации, м²;

$I_{i,k}^{веп}$ – суммарная (прямая и рассеянная) за период $Z_{оп}$ величина солнечной радиации на вертикальную поверхность i -й ориентации при действительных условиях облачности в k -ом месяце расчётного периода, МДж/м² год.

Величину солнечной радиации на вертикальную поверхность можно определить через инсоляцию на горизонтальную поверхность [4]:

$$I_i^{веп} = \sum_{k=1}^m (S_k^{гор} \cdot K_{гв.ik} + 0,5 \cdot D_k^{гор}), \quad (10)$$

где $S_k^{гор}$ и $D_k^{гор}$ – солнечная радиация на горизонтальную поверхность в k -ом месяце соответственно прямая и рассеянная, МДж/м² мес.;

$K_{гв.ik}$ – коэффициент пересчёта величины прямой солнечной радиации с горизонтальной на вертикальную поверхность i -й ориентации за k -й месяц.

Снижение единовременных затрат на теплопотребляющую систему при внедрении энергосберегающих мероприятий $\Delta Z_{то}$ представим как разность соответствующих затрат на сооружение системы до $Z_{то1}$ и после $Z_{то2}$ реконструкции:

$$\Delta Z_{то} = Z_{то1} - Z_{то2} \quad (11)$$

Единовременные затраты на систему отопления определяются стоимостью оборудования и материалов и зависят от расчетной тепловой мощности системы Q_{co} . При одинаковых начальных условиях стоимость системы можно представить следующим образом:

$$Z_{то} = Z_{к.со} = Z_{ЭК} + Z_{тр.d} + Z_{цн} + Z_{нп} + Z_{a.d}, \quad (12)$$

где $Z_{ЭК}$, $Z_{тр}$, $Z_{цн}$, $Z_{нп}$, $Z_{a.d}$ – стоимость соответственно водогрейного котла, труб циркуляционного насоса, нагревательных приборов, запорно-регулирующей арматуры, руб.

Цена оборудования при схожих характеристиках зависит от производителя и продавца и может рассматриваться как статистическая величина. Поэтому, для составления модели (12) воспользуемся уравнениями, определяющими усредненную стоимость оборудования [8].

Стоимость водогрейных электрических котлов (модель ZETA):

- с номинальной мощностью $N_{КТ.0}$ до 15 кВт:

$$C_{КТ} = N_{КТ.0} \cdot 1947 \cdot (N_{КТ.0} - 1,8)^{-0,3}, \quad (13)$$

- с номинальной мощностью $N_{КТ.0}$ от 18 кВт до 45 кВт:

$$C_{КТ} = N_{КТ.0} \cdot 1860 \cdot (N_{КТ.0} - 15)^{-0,263} \quad (14)$$

Стоимость циркуляционных насосов марок (Grundfos, Wilo) для условий эксплуатации с к.п.д не ниже 75 % в условных единицах (у.е.) составит [6]:

$$C_{цн} = 69,4 \cdot \exp[0,222 \cdot (H_p - 1,5)], \quad (15)$$

где H_N – номинальный (паспортный) напор насоса, м вод. ст.

Номинальный напор насоса определяется рабочей характеристикой H_p , которая соответствует гидравлическому сопротивлению системы отопления ΔP_{co} (Па). Потери давления в системе определяются расходом теплоносителя G_{co} (кг/сек.) и гидравлической характеристикой s_{co} :

$$\Delta P_{co} = s_{co} \cdot G_{co}^2 = s_{co} \cdot Q_{co}^2 \cdot \Delta t_{co}^{-2} \cdot c_w^{-2}, \quad (16)$$

где Δt_{co} – расчетная разность температур теплоносителя в системе отопления, °С;

c_w – теплоемкость воды, Дж/(кг К).

Установочная (номинальная) мощность насоса (Вт) составит:

$$N_{цн} = \Delta P_{co} \cdot G_{co} \cdot \rho_w^{-1} \cdot \eta^{-1}, \quad (17)$$

где η – коэффициент полезного действия насоса;

ρ_w – плотность теплоносителя, кг/м³.

Стоимость труб и запорно-регулирующей арматуры системы определится ценой единицы элемента и их количеством:

$$C_{мп.d} + C_{a.d} = \sum (c_{тр.d} \cdot l_{тр.d} + N_{a.d} \cdot c_{a.d}), \quad (18)$$

где $c_{тр.d}$ и $c_{a.d}$ – стоимость соответственно 1 м трубы (руб./м) и арматуры (руб./шт.) диаметром d_y ;

$l_{тр.d}$ и N_d – длина труб (м) и количество арматуры (шт.) диаметром d_y .

Длина труб системы отопления определится протяженностью магистралей $l_{m.d}$, стояков $l_{cm.d}$ и подводок к нагревательным приборам $l_{n.d}$. Длину магистралей примем равной удвоенному периметру здания P . Общая длина стояков зависит от их количества N_{cm} , этажности здания $n_{эм}$ и высоты этажа $h_{эм}$:

$$l_{cm.d} = N_{cm} \cdot h_{эм} \cdot n_{эм} \quad (19)$$

Количество стояков N_{cm} при двухстороннем присоединении нагревательных приборов можно выразить как:

$$N_{cm} = \frac{N_{H.П.}}{2 \cdot n_{эм}}, \quad (20)$$

где $N_{H.П.}$ – количество нагревательных приборов в системе, шт.

Исходя из соображений, что один нагревательный прибор состоит из n_c секций, а каждая секция имеет поверхность теплоотдачи f_c (м²/секц.) общее количество нагревательных приборов составит:

$$N_{H.П.} = \frac{Q_{co}}{\Delta t_m \cdot K_{HП} \cdot n_c \cdot f_c}, \quad (21)$$

где $K_{HП}$ – коэффициент теплопередачи нагревательного прибора, Вт/(м² К).

Тогда общая протяженность стояков выразится уравнением:

$$l_{cm.d} = 0,5 \cdot Q_{co} \cdot \Delta t_m^{-1} \cdot K_{HП}^{-1} \cdot n_c^{-1} \cdot f_c^{-1} \cdot h_{эм} \quad (22)$$

Общая длина подводок равна длине одной подводки $l_{n,1}$ и общему их количеству, составляющему удвоенное число нагревательных приборов:

$$l_{n.d} = 2 \cdot N_{H.П.} \cdot l_{n,1} = 2 \cdot Q_{co} \cdot \Delta t_m^{-1} \cdot K_{HП}^{-1} \cdot n_c^{-1} \cdot f_c^{-1} \cdot l_{n,1} \quad (23)$$

Цена единичного элемента системы отопления $c_{mp.d}$ и $c_{a.d}$ зависит от марки и номинального диаметра d_y (мм) [7]. Для легких водогазопроводных труб (ГОСТ 3262-75*) параметр $c_{m.d}$ (у.е./м) аппроксимируется зависимостью:

$$c_{m.d} = 0,51 \cdot \exp(1,1 \cdot \ln d_y - 2,66) \quad (24)$$

Часть труб в системе отопления покрываются тепловой изоляцией. Её стоимость $c_{уз.d}$ (у.е./м) также зависит от диаметра d_y (мм) и для трубок из вспененного синтетического каучука может быть оценена как:

$$c_{уз.d} = 0,89 \cdot \exp(0,89 \cdot \ln d_y - 2,2) \quad (25)$$

Стоимость запорной $c_{a.d}$ (типа «шаровой муфтовый кран») арматуры (марки Valtec) так же представим как функцию от номинального диаметра d_y (мм):

$$c_{a.d} = 2,29 \cdot \exp(2,1 \cdot \ln d_y - 5,3) \quad (26)$$

В системах отопления индивидуальных домов арматура обычно устанавливается только перед нагревательными приборами. Поэтому количество запорной арматуры определится числом нагревательных приборов, а ее диаметр – диаметром подводок:

$$N_{d.a} = 2 \cdot N_{H.П.} = \frac{2 \cdot Q_{co}}{\Delta t_m \cdot K_{HП} \cdot n_c \cdot f_c} \quad (27)$$

Экономия потребления электроэнергии $\Delta W_{эл.т}$ определяется не только уменьшением теплопроизводительности электрического водогрейного котла

при снижении расчётной тепловой мощности отопления ΔQ_{co} , но и возможным снижением мощности циркуляционного насоса при постоянной гидравлической характеристике трубопроводной системы S_{co} и изменённого расхода теплоносителя:

$$\Delta W_{\text{эл.т}} = \{W_{\text{co.1}} - W_{\text{co.2}}\} + s_{\text{co}} \cdot \Delta t_{\text{co}}^{-3} \cdot c_w^{-3} \cdot (Q_{\text{co.1}}^3 - Q_{\text{co.2}}^3) \cdot \rho_w^{-1} \cdot Z_{\text{оп}}, \quad (28)$$

где $Q_{\text{co.1}}$ и $Q_{\text{co.2}}$ – тепловая мощность отопления соответственно до и после энергосберегающих мероприятий, Вт; $W_{\text{co.1}}$ и $W_{\text{co.2}}$ – потребление энергии на отопление и вентиляцию здания, соответственно до и после энергосберегающих мероприятий, Дж.

Теплосберегающие конструктивные мероприятия сводятся к утеплению внешней оболочки здания. Для непрозрачных элементов увеличение сопротивления теплопередачи производится за счёт применения теплоизоляционных материалов. Для светопрозрачных – изменение конструкции окон.

Тогда экономия снижение теплотребления определится как:

$$W_{\text{co.1}} - W_{\text{co.2}} = Q_{\text{co.1}} \cdot k_t \cdot Z_{\text{оп}} - \varphi \cdot W_{\text{рад.з.1}} - Q_{\text{co.2}} \cdot k_t \cdot Z_{\text{оп}} - \varphi \cdot W_{\text{рад.з.2}} \quad (29)$$

или:

$$W_{\text{co.1}} - W_{\text{co.2}} = k_t \cdot Z_{\text{оп}} \cdot V \cdot \left\{ \left(K_{\text{ст.1}} \cdot V^{-\frac{1}{3}} \cdot (n_{b.1} \cdot n_{h.1})^{\frac{1}{3}} \cdot [2(1 + n_{b.1}^{-1}) \cdot (1 - \bar{A}_{o.1} \cdot (\bar{K}_{o.1} - 1))] + (0,9\bar{K}_{\text{пт.1}} + 0,6\bar{K}_{\text{пл.1}}) \cdot n_{h.1}^{-1} \right) - \left(K_{\text{ст.2}} \cdot V^{-\frac{1}{3}} \cdot (n_{b.2} \cdot n_{h.2})^{\frac{1}{3}} \cdot [2(1 + n_{b.2}^{-1}) \cdot (1 - \bar{A}_{o.2} \cdot (\bar{K}_{o.2} - 1))] + (0,9\bar{K}_{\text{пт.2}} + 0,6\bar{K}_{\text{пл.2}}) \cdot \bar{n}_{h.2}^{-1} \right) \right\} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) - \varphi \cdot (W_{\text{рад.з.1}} - W_{\text{рад.з.2}}) \quad (30)$$

Теплосберегающие конструкции внешней оболочки здания представляют совокупность непрозрачных и светопропускающих ограждений. Затраты на снижение потерь тепла по этим статьям $Z_{\text{ут}}$ представим как сумму затрат на утепление $Z_{\text{ут.и}}$ и изменение конструкции элемента $Z_{\text{ут.к}}$.

Основным конструктивным мероприятием, обеспечивающим снижение теплотребления, является утепление непрозрачных элементов наружной оболочки за счёт применения теплоизоляционных материалов. Единовременные затраты на тепловую изоляцию $Z_{\text{ут}}$ (у.е.) выразятся через полную стоимость материалов, монтажных работ $c_{\text{и.м}}$ (у.е./м³) и их объём $V_{\text{и.м}}$:

$$Z_{\text{ут.и}} = c_{\text{и.м}} \cdot V_{\text{и.м}} \quad (31)$$

Объём материалов зависит от степени утепления оболочки и её площади:

$$V_{\text{и.м.}f} = \Sigma(\delta_{\text{и.м.}f} \cdot A_f) = \Sigma(1/K_{2.f} - 1/K_{1.f}) \cdot \lambda_{\text{и.м.}f} \cdot A_f, \quad (32)$$

где $\delta_{\text{и.м.}f}$ – толщина слоя изоляционного материала f – го вида оболочки

(наружная стена, пол, потолок, и. т. п.), м;

A_f – площадь утепляемой части оболочки, м²;

$K_{1.f}$ и $K_{2.f}$ – коэффициенты теплопередачи элементов оболочки до и после утепления, Вт/м² °С;

$\lambda_{и.м.f}$ – коэффициент теплопроводности материала f – го вида оболочки, Вт/м °С.

Увеличение сопротивления теплопередаче светопропускающих конструкций может сопровождаться увеличением их стоимости. Принимая, что окна одинаковы, единовременные дополнительные затраты на изменение конструкции $Z_{ту.к}$ примут вид:

$$Z_{ут.и} = (c_{ок.2} - c_{ок.1}) \cdot 2 \cdot \bar{A}_o \cdot (V \cdot n_b^{-1} \cdot n_h^{-1})^{\frac{2}{3}} \cdot (n_b + 1) \cdot n_h, \quad (33)$$

где $c_{ок.1}$ и $c_{ок.2}$ – полная стоимость заполнения оконного проёма до и после утепления, у.е./м².

Таким образом, из уравнений (1)-(33) составлена система, полностью устанавливающая связь между энергетической эффективностью теплосберегающих мероприятий и затратами на их реализацию. Анализ полученной системы позволит объективно оценивать целесообразность и экономическую выгоду энергосберегающих технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Российская Федерация. Законы.** №261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности».
2. **Российская Федерация. Стандарты.** СП 50.133330.2012. Тепловая защита зданий.
3. **Российская Федерация. Стандарты.** СП 60.133330.2020. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
4. **Российская Федерация. Стандарты.** СП 345.1325800.2017. Здания жилые и общественные. Правила проектирования тепловой защиты.
5. **Кузьмин, С.И.** Анализ влияния расчетной разности температуры теплоносителя на стоимость системы отопления индивидуального жилого здания / С.И. Кузьмин, А.В. Затеева. – Текст: непосредственный // Сборник докладов международной научно-практической конференции «Инвестиции. Строительство. Недвижимость. Новые технологии и целевые приоритеты развития» (ICRE-2020) – С. 244-248.
6. **Кузьмин, С.И.** Определение тепловой мощности системы отопления жилых зданий / С.И. Кузьмин. – Текст: непосредственный // Сборник АНГТУ. – 2009. – С. 89-96.
7. **Кузьмин, С.И.** Анализ влияния параметров здания на теплопотребление / С.И. Кузьмин. – Текст: непосредственный // Сборник АНГТУ. – 2019. – С. 116-122.
8. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические системы // Под. ред. И.Г. Старовойтова ч.1 Отопление. – Москва: Стройиздат, 1993. – 896 с.